

BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Pada tinjauan pustaka ini berisi tentang penelitian yang terdahulu yang membahas tentang pengujian-pengujian variasi *filler* pada campuran aspal dan pasir

1. Menurut hasil penelitian Prillia, E. D. (2021). Yang berjudul “Pemanfaatan Limbah Abu Sekam Padi (Rice Husk Ash) Sebagai Substitusi Material Pengisi Campuran AC-WC Terhadap Karakteristik *Marshall*”. Hasil perbandingan antara *filler* semen dengan *filler* abu sekam padi pada kadar *filler* 2% lebih tinggi hasil yang menggunakan *filler* abu sekam padi, pada kadar *filler* 2,5% lebih tinggi hasil yang menggunakan semen portland, sedangkan pada kadar *filler* 3% lebih tinggi nilai densitynya menggunakan semen portland. Nilai stabilitas dan *Marshall Qouintient* (MQ) pada penggunaan *filler* semen lebih tinggi hasil yang didapatkan dibandingkan dengan penggunaan *filler* abu sekam padi, sedangkan pada 70 nilai *flow* hasil pada penggunaan abu sekam padi lebih tinggi.
2. Menurut hasil penelitian Haura Banafsaj, H. (2018). Yang berjudul “Kinerja Campuran Stone Matrix Asphalt Dengan Bahan Ikat Aspal Pertamina Pen 60/70 Dengan *Filler* Abu Sekam Padi Akibat Lama Rendaman Air Laut”. Penambahan *filler* abu sekam padi menaikkan nilai stabilitas dan MQ sampai pada kadar *filler* 50%, kemudian turun pada kadar *filler* 75% dan 100%. Nilai *flow* cenderung terus meningkat namun turun pada kadar *filler* 50%. Akibat rendaman air laut nilai stabilitas, *flow* dan MQ mengalami penurunan. Penurunan nilai karakteristik *marshall* diatas terjadi pada kadar *filler* pengganti yang berbeda-beda. Penurunan nilai stabilitas terbesar pada kadar *filler* 100% sebesar 25,82% rendaman 48 jam dan kadar *filler* 75% sebesar 30,49% rendaman 96 jam. Penurunan nilai *flow* terbesar pada kadar *filler* 50%, rendaman 48 jam dan 96 jam berturut-turut adalah 6,06% dan 11,11%. Serta Penurunan nilai MQ terbesar pada kadar *filler* 100%, rendaman 48 jam dan 96 jam berturut-turut adalah 21,82% dan 26,05%. Nilai VITM dan nilai VMA yang semakin meningkat mengakibatkan nilai density mengalami penurunan, sehingga campuran SMA 12,5 mm menjadi kurang rapat. Hal ini

disebabkan karena penambahan kadar *filler* abu sekam padi tidak diiringi dengan penambahan aspal yang digunakan.

3. Menurut hasil penelitian Akbar, S. J.(2016). Yang berjudul “Stabilitas Lapis Aspal Beton AC-WC Menggunakan Abu Sekam Padi”. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan ternyata nilai Density, Stabilitas, *Flow* dan *Marshall Quotient* meningkat (lebih besar) pada campuran yang menggunakan abu sekam padi, bukan pada campuran dust. Kenaikan nilai Density, Stabilitas, *Flow* dan *Marshall Quotient* secara merata (optimum) terjadi pada campuran yang menggunakan abu sekam padi 6%. Sedangkan pada campuran abu sekam padi 8% terjadi penurunan nilai stabilitas. Rongga dalam butiran (VMA), rongga dalam campuran (VIM), dan rongga terisi aspal (VFB), terjadi penurunan nilai pada campuran yang menggunakan abu sekam padi. Pemakaian abu sekam padi pada campuran aspal panas AC-WC dapat mempercepat proses penuaan aspal karena abu sekam padi bersifat organik.
4. Menurut hasil penelitian Ridwan, F. S. (2017). Yang berjudul “Analisis Pengaruh Pemanfaatan Abu Sekam Sebagai *Filler* Pada Campuran Aspal Beton”. Semakin tinggi kadar abu sekam maka nilai stabilitas meningkat sampai kadar 7% dan mengalami penurunan pada kadar 7,5%. Nilai stabilitas paling tinggi didapat 861,09 kg dan mengalami penurunan menjadi 827,55 kg. Semakin tinggi kadar abu sekam maka nilai *flow* meningkat. Nilai *flow* tertinggi didapat pada penambahan kadar abu sekam 7,5 % yaitu 2,12 mm. Semakin tinggi kadar abu sekam maka nilai VFWA menurun. Nilai VFWA terbesar pada penambahan kadar abu sekam 7,5 % yaitu sebesar 36,11 %. Semakin tinggi kadar abu sekam maka nilai VIM meningkat. Nilai VIM terbesar pada penambahan kadar abu sekam 7,5 % yaitu sebesar 14,16 %. Semakin tinggi kadar abu sekam maka nilai VMA meningkat. Nilai VMA terbesar pada kadar abu sekam 7,5 % sebesar 32,36 %. Semua memenuhi syarat sesuai ketentuan Bina Marga tahun 2010 divisi 6 revisi 3.
5. Menurut hasil penelitian Kusharto, H. (2004). Yang berjudul “Pengaruh Penggunaan Pasir Pantai Terhadap Sifat *Marshall* Dalam Campuran Beton Aspal”. Pasir pantai yang digunakan sebagai benda uji dalam penelitian ini termasuk batuan karbonat dimana proses terjadinya pasir dari perombakan

terumbu, dalam istilah petrologi adalah fossiliferous limestone. Sifat-sifat pasir pantai sebagai agregat halus campuran beton aspal. Diuji di laboratorium menunjukkan sebagai berikut. Berat jenis semu 2,765gr/cc, keawetan (soundness) 2,4%, sand equivalent 97,56%, penyerapan terhadap air 3,459%, kandungan garam 16,85%. Berdasarkan pada tinjauan nilai-nilai *Marshall* karakteristik campuran beton aspal dengan pasir pantai mampu memenuhi persyaratan yang ditetapkan oleh Bina Marga dalam petunjuk pelaksanaan lapis beton aspal No. 13/PT/B/1SPS.

6. Menurut hasil penelitian Shabrina, A. (2019). Yang berjudul “Analisis Pemanfaatan Pasir Pantai Kemala sebagai Bahan Tambah Campuran Asphalt Concrete-Wearing Course (AC-WC) terhadap *Marshall* Properties dan Nilai Struktural”. Analisis *Marshall* Properties pada variasi pasir pantai Kemala yaitu pada parameter Stabilitas proporsi 0%, 10% dan 15% memenuhi spesifikasi, sedangkan pada proporsi 30% tidak memenuhi spesifikasi yang di isyaratkan yaitu 800kg, pada parameter *flow*, VIM, dan VMA mengalami penurunan seiring dengan penambahan proporsi pasir pantai, pada parameter VFWA dan MQ mengalami kenaikan seiring dengan penambahan proporsi pasir pantai. Nilai Kadar Pasir Pantai Optimum diperoleh 14% serta Proporsi pasir pantai pada campuran AC-WC terhadap nilai struktural relative konstan pada proporsi 0%, 10%, 15%, dan 30%. Proporsi pasir pantai ditinjau dari koefisien kekuatan relative bahan (a) yang optimal terdapat pada variasi 15%.

2.2 Dasar Teori

Pada dasar teori ini berisi tentang materi yang dibahas didalam penelitian ini, dan seluruh teori yang digunakan dalam penelitian ini akan dibahas dan ditulis.

2.2.1 Aspal

Aspal merupakan material yang berwarna hitam atau coklat, berbentuk padat pada temperatur rendah dan berbentuk cair pada temperatur tinggi (Sukirman, 1992). aspal merupakan bahan yang larut dalam Karbon Disulfida yang mempunyai sifat tidak tembus air dan mempunyai sifat adesi atau daya lekat. Aspal umum digunakan dalam campuran perkerasan jalan sebagai bahan pengikatnya. Menurut Pomantow dkk (2019) aspal merupakan material perekat berwarna hitam atau

coklat tua, pada temperatur ruang berbentuk padat sampai agak padat, dengan unsur utama bitumen. Aspal merupakan material pengikat yang memiliki proporsi 10 – 15% berdasarkan volume atau 4 – 10% berdasarkan berat.

(P Cerelia,2020) aspal merupakan campuran yang terdiri dari bitumen dan mineral. Bitumen adalah bahan yang berwarna coklat hingga hitam, keras hingga cair mempunyai sifat baik larut dalam Cs_2 atau CCL_4 dengan sempurna dan mempunyai sifat lunak dan tidak larut dalam air, bitumen mengandung zat-zat organik yang terdiri dari gugusan Aromat dan mempunyai sifat kekal.

Aspal dibuat dari minyak mentah (*crude oil*) dan secara umum berasal dari sisa organisme laut dan sisa tumbuhan laut dari masa lampau yang tertimbun oleh dan pecahan batu batuan. setelah berjuta juta tahun material organik dan lumpur terakumulasi dalam lapisan lapisan setelah ratusan meter, beban dari beban teratas menekan lapisan yang terbawah menjadi batuan sedimen. Sedimen tersebut yang lama kelamaan menjadi atau terproses menjadi minyak mentah senyawa dasar hydrocarbon. Hydrocarbon merupakan bahan dasar utama dari aspal yang sering disebut bitumen, sehingga aspal sering juga disebut bitumen (Sukirman, 1999). Aspal biasanya berasal dari destilasi minyak mentah tersebut, namun aspal ditemukan sebagai bahan alam (misal : asbuton), dimana sering juga disebut mineral (Bitumen, 1990).

Selain sebagai bahan pengikat, aspal juga menjadi bahan pengisi pada rongga-rongga dalam campuran. Dalam campuran Lapis Aspal Beton (Laston) yang banyak memakai agregat kasar, penggunaan kadar aspal menjadi sangat tinggi karena aspal di sini berfungsi untuk mengisi rongga- rongga antar agregat dalam campuran. (Ahmad,2010) Kadar aspal yang tinggi menyebabkan campuran aspal beton memerlukan kadar aspal yang tinggi pula. Untuk mengantisipasi kadar aspal yang tinggi digunakan aspal dengan mutu baik, dengan tujuan memperbaiki kondisi campuran. Kadar aspal dalam campuran akan berpengaruh banyak terhadap karakteristik perkerasan.

(Sartono dan Widiyanto, 2004) Kadar aspal yang rendah akan menghasilkan suatu perkerasan yang rapuh, yang akan menyebabkan raveling akibat beban lalu lintas, sebaliknya kadar aspal yang terlalu tinggi akan menghasilkan suatu perkerasan yang tidak stabil. Aspal yang digunakan dalam penelitian ini adalah

aspal padat atau keras dengan penetrasi 60/70 dan mempunyai nilai karakteristik yang telah memenuhi persyaratan yang ditetapkan Bina Marga berdasarkan petunjuk Lapis Aspal Beton (Laston). Berdasarkan cara memperoleh aspal Sukirman (1992) membedakannya menjadi:

1. Aspal alam, merupakan aspal yang memiliki campuran antara bitumen dan bahan mineral lainnya yang berbentuk batuan asli di alam. Contohnya aspal Buton.
2. Aspal buatan, merupakan aspal hasil penyulingan minyak bumi. Dibedakan menjadi:
 - a. Aspal keras (*Asphalt Cement*), merupakan aspal berbentuk padat pada suhu 25°-30°C, dengan nilai penetrasinya: AC pen 40/50, AC pen 60/70, AC pen 85/100, AC pen 120/150, dan AC pen 200/300.
 - b. Aspal cair merupakan aspal campuran antara aspal semen dengan bahan pencair berasal dari hasil penyulingan minyak bumi, berbentuk cair pada temperatur ruang (25° - 30°C).
 - c. Aspal emulsi merupakan campuran aspal dan air atau bahan pengemulsi lainnya.

2.2.2 Agregat

Agregat atau batu adalah material berbutir yang keras dan kompak, yang mencakup antara lain batu bulat, abu batu dan pasir, Agregat digunakan sebagai bahan campuran beraspal, yang membentuk suatu kombinasi ikatan yang seimbang diantara pembentuk campuran aspal, mortar atau beton. Menurut Sukirman (2003), Agregat merupakan komponen utama dalam perkerasan jalan, karena jumlah yang dibutuhkan dalam campuran pada umumnya berkisar 90% - 95% dari berat total campuran, atau 75% - 85% dari volume campuran. Disamping dari segi jumlahnya agregat juga berperan penting terhadap daya dukung perkerasan jalan, yang sebagian besar ditentukan oleh karakteristik agregat yang digunakan. Sebelum digunakan sebagai bahan campuran dalam perkerasan jalan, harus dilakukan terlebih dahulu pemeriksaan di laboratorium untuk mengetahui karakteristiknya. Untuk menentukan agregat yang baik maka agregat dapat diklasifikasikan dan diidentifikasi menurut akurasi, kebersihan, kekuatan, kekerasan, bentuk butiran, tekstur permukaan, porositas, komposisi pembentuknya dan keuletannya terhadap

aspal. Namun demikian, pemilihan suatu agregat untuk material perkerasan jalan tidak hanya dilihat dari karakteristik agregatnya saja. lebih luas lagi, pemilihan agregat untuk material perkerasan jalan meliputi juga mengenai ketersediaan agregat, kemudahan dalam mendapatkannya, harga dan jenis gradasi agregat yang digunakan. Oleh karena itu pemilihan jenis agregat hal yang penting dalam campuran beraspal karena berkaitan dengan kestabilan dari konstruksi jalan.

Fungsi agregat dalam campuran panas aspal adalah selain memberikan stabilitas dalam campuran juga sebagai pengisi sehingga campuran menjadi ekonomis.

Berdasarkan dari proses pengolahannya agregat dibedakan sebagai berikut:

1. Agregat alam merupakan agregat yang digunakan sesuai bentuk aslinya tanpa pengolahan. Berdasarkan tempat pengambilannya agregat alam dibedakan menjadi pitrun (alam terbuka) dan bankrun (endapan sungai)
2. Agregat olahan merupakan agregat yang diperoleh dari hasil penambangan yang kemudian diolah menjadi fregmen-fregmen tertentu agar dapat digunakan sebagai konstruksi perkerasan jalan.
3. Agregat buatan merupakan *filler* atau bahan pengisi yang diperoleh dari limbah pabrik, semen atau mesin pemecah batu.

Berdasarkan ukurannya fragmen agregat dibedakan sebagai berikut:

1. Agregat kasar ukuran butiran $> 4,75$ mm atau > 2 mm.
2. Agregat halus ukuran butirnya $< 4,75$ mm atau < 2 mm dan $> 0,075$ mm.
3. *Filler* merupakan agregat halus yang ukuran butirnya lolos saringan No. 200.

Adapun agregat yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Agregat kasar

Agregat kasar yaitu agregat yang tertahan pada saringan no.8 (2,36) agregat kasar sendiri memberikan fungsi sebagai pengunci sehingga pekerasan jalan akan tahan terhadap terhadap gesekan yang terjadi pada aksi perpindahan, dan agregat kasar harus mempunyai ketahanan yang cukup terhadap abrasi, terutama untuk penggunaan agregat sebagai lapis aus/permukaan perkerasan, selain itu agregat harus bersih dan bebas dari lempung atau bahan yang tidak dikehendaki lainnya. Agregat kasar harus awet, mempunyai kekekalan bentuk dan mempunyai muka bidang pecah yang cukup untuk memberikan daya dukung/stabilitas kepada campuran beraspal.

Berikut ketentuan agregat kasar dapat dilihat pada tabel 2.1 dan gambar agregat yang digunakan dapat dilihat pada gambar 2.1.

Tabel 2.1 Ketentuan Agregat Kasar

Pengujian		Metoda Pengujian	Nilai	
Kekekalan bentuk agregat terhadap larutan	natrium sulfat	SNI 3407:2008	Maks.12 %	
	magnesium sulfat		Maks.18 %	
Campuran AC Modifikasi dan SMA	100 putaran	SNI 2417:2008	Maks. 6%	
	500 putaran		Maks.	
	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 pada Agregat Kasar	SMA	SNI 7619:2012	100/90 *)	
	Lainnya		95/90 **)	
Partikel Pipih dan Lonjong	SMA	SNI 8287: 2016 Perbandingan 1:5	Maks. 5%	
	Lainnya		Maks. 10%	
Material lolos Ayakan No.200		SNI ASTM C1 17: 2012	Maks. 1%	

Sumber: Bina Marga Revisi 2, (2018)

2. Agregat halus

Dalam penelitian ini saya mengganti agregat halus SNI sesuai dengan bina marga menggunakan pasir pantai yang saya ambil dari pantai Tanah Merah Tanjung Harapan Kecamatan Samboja, pasir pantai yang saya ambil dalam keadaan kering dan sekitar 10 m dari pantai. Agregat halus yaitu agregat yang lolos saringan no.8 dan tertahan pada saringan no.200. Agregat halus terdiri dari pasir alam, pasir buatan, pasir terak atau gabungan dari bahan – bahan tersebut. Agregat halus harus bersih, kering, kuat dan bebas dari gumpalan – gumpalan lempung serta bahan – bahan yang mengganggu serta terdiri dari butiran- butiran yang bersudut tajam dan mempunyai permukaan kasar. Fungsi agregat halus sebagai berikut:

- a. Meningkatkan campuran sehingga menghasilkan nilai stabilitas yang sesuai dengan standard sehingga memperkokoh sifat saling mengunci dan akan mengurangi rongga udara pada sampel.
- b. Dari kasarnya tekstur permukaan maka akan menambah nilai stabilitas dan membuat lebih kasarnya permukaan.
- c. Dalam menggunakan agregat halus sangat diperlukan agregat halus darisaringan no.8 sampai dengan no.30 karena penting dalam memberikan perkerasan yang kasar sehingga baik untuk kendaraan dalam melewaati permukaan aspal.
- d. Pada *Gap Graded*, agregat halus pada no.8 sampai dengan no.30 dikurangi untuk memperoleh rongga udara yang memadai di beberapa aspal tertentu, sehingga membuat permukaan *Gap Graded* bisa halus.
- e. Agregat halus pada no.30 sampai dengan no.200 begitu dibutuhkan karena bertujuan menaikkan kadar aspal, dan sehingga membuat aspal menjadi lebih awet.
- f. Dalam penggunaan proporsi agregat kasar dan halus harus seimbang karena penting untuk memperoleh permukaan yang tidak licin dan menggunakan kadar aspal yang di inginkan.

Dalam penelitian ini agregat halus yang digunakan akan diganti menjadi pasir pantai yang terdapat pada Kecamatan Samboja. Pasir pantai

adalah pasir yang diambil dari tepian pantai, bentuk butirannya halus dan bulat akibat gesekan dengan sesamanya. Pasir ini merupakan pasir yang jelek karena mengandung banyak garam. Garam ini menyerap kandungan air dari udara dan mengakibatkan pasir selalu agak basah serta menyebabkan pengembangan volume bila dipakai pada bangunan. akan tetapi pasir pantai dapat digunakan pada campuran beton dengan perlakuan khusus, yaitu dengan cara di cuci sehingga kandungan garamnya berkurang atau hilang.

(Mangerongkonda, 2007) karakteristik kualitas agregat halus yang digunakan sebagai komponen struktural beton memegang peranan penting dalam menentukan karakteristik kualitas struktur beton yang dihasilkan, sebab agregat halus mengisi sebagian besar volume beton. Pasir pantai sebagai salah satu jenis material agregat halus memiliki ketersediaan dalam kuantitas yang besar.

Tabel 2.2 Ketentuan Agregat Halus

Pengujian	Metoda Pengujian	Nilai
Nilai Setara Pasir	SNI 03-4428-1997	Min.50%
Uji Kadar Rongga Pemadatan	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 C1 17: 2012	Maks.

Sumber: Bina Marga Revisi 2, (2018)

2.2.3 Bahan pengisi

Pada prakteknya *filler* berfungsi untuk meningkatkan viskositas dari aspal dan mengurangi kepekaan terhadap temperatur. dengan meningkatkan komposisi *filler* dalam campuran dapat meningkatkan stabilitas campuran tetapi menurunkan kadar air void (rongga udara) dalam campuran. Dengan penambahan kadar *filler* pada umumnya akan memperkecil volume rongga dalam campuran. *Filler* juga berpengaruh terhadap nilai kadar aspal optimum melalui luas permukaan dari partikel mineralnya. Penggunaan *filler* yang terlalu banyak cenderung menghasilkan campuran yang getas dan mudah retak. Di sisi lain, kandungan *filler*

yang terlalu rendah juga akan menghasilkan campuran lebih peka terhadap temperatur dimana campuran Meskipun demikian komposisi *filler* dalam campuran tetap dibatasi. Terlalu tinggi kadar *filler* dalam campuran akan mengakibatkan campuran menjadi getas (*brittle*), dan retak (*crack*) ketika menerima beban lalu lintas. Akan tetapi terlalu rendah kadar *filler* akan menyebabkan campuran terlalu lunak pada saat cuaca panas. Pada konstruksi perkerasan *filler* berfungsi sebagai pengisi ruang kosong (*void*) di antara agregat kasar sehingga rongga udara menjadi lebih kecil dan kerapatan massanya lebih kasar. Dengan bubuk isian yang berbutir halus maka luas permukaan akan bertambah, sehingga luas bidang kontak yang dihasilkan juga akan bertambah luasnya, yang mengakibatkan tahanan terhadap gaya geser menjadi lebih besar sehingga stabilitas geseran akan bertambah.

2.2.4 *Filler* abu sekam padi

Abu sekam padi merupakan bahan limbah yang dihasilkan dari pembakaran sekam padi. Proses pembakaran sekam padi hingga menjadi abu, bertujuan untuk membantu menghilangkan kandungan kimia organik dan meninggalkan silika yang cukup banyak sehingga memiliki perilaku seperti semen. Proses pembakaran akibat panas yang terjadi akan menghasilkan perubahan struktur Silika yang berpengaruh pada dua hal yaitu tingkat aktivitas Pozzolan dan kehalusan butiran abu. menyatakan *filler* adalah material yang sebagian besar lebih kecil dari 0,075 mm (saringan no. 200).

Abu sekam padi memiliki sifat sementrasi yang berfungsi meningkatkan kekerasan antar butiran partikel, sekam padi juga memiliki sifat menyusup yang berarti untuk mengisi rongga-rongga yang ada dalam butiran-butiran agregat pengisi campuran suatu struktur jalan maupun struktur terbawah yaitu sub base.



Gambar 2. 1 Abu Sekam Padi
Sumber: hasil pengujian laboratorium, 2023

Proses sebelum menjadi abu seperti gambar pada 2.1 sekam padi dibakar terlebih dahulu, kulit padi sisa penggilingan dibiarkan sampai pada akhirnya mengering lalu dibakar dalam ruang terbuka hingga menjadi abu sekam padi. Pembakaran berlangsung begitu saja sampai membakar semua sekam hingga menjadi abu dan dibiarkan untuk beberapa hari lalu abu bisa digunakan sesuai dengan kebutuhan yang diperlukan. Pada gambar 2.2 ini merupakan gambar sekam padi sebelum dibakar dan pada gambar 2.3 merupakan gambar sekam padi dalam proses pembakaran.



Gambar 2. 2 Sekam Padi

Sumber: hasil pengujian laboratorium, 2023



Gambar 2. 3 Pembakaran Sekam Padi

(sumber: <https://images.app.goo.gl/ZHyikYAPjGFimPZQ9>)

Contoh di atas merupakan pembakaran sekam padi secara umum atau yang biasa orang lakukan. Abu sekam padi yang penulis gunakan sudah diambil dalam bentuk abu sekam padi yang berada tepat dibelakang penggilingan padi. Dari proses

yang penulis amati sekam di biarkan menumpuk lalu sekam tersebut dibakar dan menghasilkan abu sekam padi.



Gambar 2. 4 Lokasi Pembuangan Sekam Padi
Sumber: hasil pengujian laboratorium, 2023



Gambar 2. 5 lokasi penggilingan padi
Sumber: hasil pengujian laboratorium, 2023

2.2.5 Laston

Lapis beton aspal adalah lapisan penutup konstruksi jalan yang mempunyai nilai structural yang pertama kali dikembangkan di Amerika oleh *The Asphalt Institut* dengan nama *Asphalt Concrete (AC)*. Laston adalah suatu lapisan pada konstruksi jalan raya, yang terdiri dari campuran aspal keras dan agregat yang mempunyai gradasi menerus, dicampur, dihampar, dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu (Petunjuk Pelaksanaan Laston Untuk Jalan Raya 1987).

Laston dibagi lagi menjadi 3 lapisan yaitu AC-Base (*Asphalt Concrete – Base*), AC-BC (*Asphalt Concrete – Binder Course*), dan AC-WC (*Asphalt Concrete – Wearing Course*).

AC-Base merupakan lapisan pondasi atas yang tersusun atas campuran agregat dan aspal panas yang dipadatkan pada suatu suhu tertentu. AC-Base berfungsi untuk memberikan dukungan bagi lapis permukaan serta mengurangi dan menyebarkan beban konstruksi jalan dibawahnya (sub grade). AC-BC merupakan lapis antara untuk memperkuat lapis permukaan aspal dengan lapis pondasi atas (AC-Base) sehingga tegangan atau regangan pada lapis permukaan menjadi sedikit berkurang karena stabilitas yang dimiliki oleh AC-BC. AC-WC merupakan lapis aus yang bersifat non-struktural `11 serta bersinggungan langsung dengan roda kendaraan. Lapisan AC-WC merupakan lapisan dengan tekstur yang paling halus. Menurut SNI No.1 737 Tahun 1989 Lapis aspal Beton (Laston) mempunyai sifat-sifat sebagai berikut:

1. Tahan terhadap keausan dan kerusakan akibat lalu lintas.
2. Kedap air.
3. Mempunyai nilai structural (jadi dalam perhitungan diperhitungkan tebal lapisannya).
4. Mempunyai stabilitas yang tinggi.
5. Peka terhadap penyimpangan dan pelaksanaan.

Adapun fungsi dari Lapis aspal Beton (Laston) antara lain:

1. Sebagai pendukung beban lalu lintas.
2. Sebagai pelindung konstruksi di bawahnya dari kerusakan akibat pengaruh air dan cuaca (lapisan kedap air).
3. Sebagai bahan lapisan aus.
4. Menyediakan permukaan jalan yang rata dan tidak licin.

Laston memiliki komposisi yang menunjukkan pembagian butir yang merata mulai dari ukuran yang terbesar sampai ukuran yang terkecil. Oleh karena itu, bahan-bahan pembentuk Lapis Aspal Beton Hot-Mix terdiri dari agregat kasar, agregat halus, bahan pengisi (*filler*), dan aspal keras atau aspal minyak sebagai pengikat.

2.2.6 Rancangan campuran

Rancangan campuran yaitu menentukan gradasi agregat, kadar aspal total dan kadar aspal efektif, VIM, VMA maka untuk memenuhi kualitas dari berbagai jenis lapisan maka dilakukan pembuatan dasar spesifikasi dasar campuran sesuai dengan Bina Marga Revisi 2, (2018). Maka dengan dilakukan spesifikasi dasar itu bisa memperoleh spesifikasi yang berbeda-beda setiap ketentuan kadar *filler* yang digunakan. Untuk menentukan jumlah dari pencampuran maka perlu dilakukan perhitungan *mix design*, dengan mengetahui berapa kadar aspal yang diperlukan untuk menyelimuti agregat dan mengisi pori-pori diantara agregat harus efisien. Maka dari itu dilakukan penentuan kadar aspal perkiraan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

1. Menentukan kadar aspal (P_b)

$$P_b = 0,035 (\%CA) + 0,45 (\%FA) + 0,18 (\%Filler) + C \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana:

P_b = kadar aspal perkiraan

CA = agregat kasar tertahan saringan no.8

FA = agregat halus lolos saringan no.8 dan tertahan pada saringan no.200

Filler = agregat halus lolos saringan no.200 dan tertahan di pan

C = konstanta nilai perkiraan laston 0,5-1 untuk laston 1-2

2. Menentukan berat aspal dan berat agregat

Berat benda uji = 1200 gram

Berat aspal = % kadar aspal x berat benda uji

Berat total agregat = berat benda uji – berat kadar aspal

Metode yang sering digunakan di Indonesia yaitu metode yang menggunakan alat *marshall*. Pada pengujian laboratorium dilakukan pengujian empiris yang terdiri dari dua tahapan sebagai berikut;

1. Meneliti agregat ataupun aspal yang akan dipakai yang dimana akan menjadi dasar untuk campuran. Perlu juga meneliti material lain untuk memenuhi standar spesifikasi yang sudah ditentukan.
2. Membuat rancangan awal campuran *mix design* yang dimana menghasilkan rumus campuran rancangan.

2.2.7 Pengujian *Marshall*

Pada perhitungan *marshall* ada beberapa yang menjadi dasar analisis data seperti SNI 1969-2008 sebagai berikut:

1. Berat jenis aspal

Berat jenis (BJ) adalah perbedaan terhadap BJ aspal padat dan berat air suling pada suhu 15,6°C atau 25°C.

$$\text{Berat jenis} = \frac{(C-A)}{(B-A)-(D-C)} \dots\dots\dots (2.2)$$

Keterangan

A = Massa pikno

B = Massa pikno + air

C = Massa pikno + sampel

D = Massa pikno + sampel + ai

2. Berat jenis agregat dan penyerapan air

a. Fraksi kasar

BJ kering

BJ kering merupakan perbedaan terhadap berat agregat kering dan berat air suling dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu.

$$S_d = \frac{A}{(B-C)} \dots\dots\dots (2.3)$$

Keterangan:

S_d = Massa jenis kering

A = Massa sampel kering oven

B = Massa sampel jenuh kering permukaan

C = Massa sampel dalam air

BJ semu

Berat jenis semu merupakan perbandingan antara berat bahan di udarapada satuan volume dan suhu tertentu, dengan berat air suling serta volume yang sama pada suhu tertentu pula.

$$S_a = \frac{A}{(A-C)} \dots\dots\dots (2.4)$$

Keterangan:

S_a = Massa jenis semu

A = Massa sampel kering oven

B = Massa sampel jenuh kering permukaan

C = Massa sampel dalam air

BJ efektif

BJ efektif merupakan perbedaan berat bahan udara pada satuan volume dan suhu tertentu, berat air, volume yang sama dan suhu temperatur.

$$B_j \text{ efektif} = \frac{S_a + S_d}{2} \dots\dots\dots (2.5)$$

Keterangan:

B_j efektif = BJ efektif

S_a = BJ semu

S_d = BJ kering

Penyerapan air

Penambahan berat darisuatu agregat akibat air yang meresap ke dalamporipori, namun tidak termasuk air yang tertahan pada permukaan luar partikel, dinyatakan sebagai persentase dari berat keringnya.

$$S_w = \left[\frac{B-A}{(A)} \right] \times 100\% \dots\dots\dots (2.6)$$

Keterangan:

S_w = Penyerapan air

A = Massa sampel oven

B = Massa sampel jenuh kering permukaan

C = Massa sampel dalam air

b. Fraksi halus

BJ kering

$$S_d = \frac{B_k}{(B+SSD-B_t)} \dots\dots\dots (2.7)$$

Keterangan:

S_d = BJ kering

B_k = Massa pasir kering

B = Massa piknometer + air

SSD = Massa pasir kering permukaan

Bt = Massa pikno + pasir + air

Berat jenis semu

$$Sa = \frac{Bk}{(B+Bk-Bt)} \dots\dots\dots (2.8)$$

Keterangan:

Sa = BJ semu

Bk = BJ kering

B = Massa piknometer + air

Bt = Massa pikno + pasir + air

BJ efektif

$$Bj \text{ efektif} = \frac{Sa+S}{2} \dots\dots\dots (2.9)$$

Keterangan:

Bj efektif = BJ efektif

Sa = BJ semu

Sd = BJ kering

Penyerapan air

$$Sw = \frac{SSD-Bk}{Bk} \times 100\% \dots\dots\dots (2.10)$$

Keterangan:

Sw = Penyerapan air

SSD = Massa pasir kering permukaan

Bk = Massa pasir kering

3. Stabilitas

Stabilitas Adalah beban maksimum yang dibutuhkan untuk menghasilkan kegagalan tekan ketika diuji dengan menggunakan prosedur *Marshall*. Nilai stabilitas benda uji didapat dari pembacaan arloji stabilitas pada saat pengujian *Marshall*.

$$Stability = o \times p \times q \dots\dots\dots (2.11)$$

Keterangan:

S = Nilai Stabilitas,

o = Pembaca Arloji Stabilitas,

p = Kalibrasi Alat, dan

q = Angka Koreksi Benda Uji.

4. Kelelahan (*flow*)

Nilai *flow* didapatkan dari hasil pengujian yang ditunjukkan langsung oleh jarum dial dan tidak perlu dilakukan konversikan menggunakan alat *marshall* dikarenakan nilai satuannya sudah milimeter (mm). pembatasan *flow* dibutuhkan sebagai penentu deformasi vertikal saat dilakukan pembebanan sehingga akan hancur pada saat stabilitas sudah mencapai maksimum. *Flow* akan meningkat seiring dengan meningkatnya kadar aspal. (SNI-06-2489-1991).

5. Hasil bagi *marshall* (*marshall quotient*)

Sebagai harga atau indeks kemampuan pemadatan campuran aspal. *Marshall Quotient* adalah sebagai karakteristik harga modulus daya tekan atau kekakuan. Harga yang rendah dari *Marshall Quotient* berarti campuran akan lembek dan kurang cukup stabilitasnya dengan suatu risiko yang mungkin dari retak permukaan dan pergerakan horizontal pada arah perjalanan.

$$MQ = \frac{MS}{MF} \dots\dots\dots(2.12)$$

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

VMA adalah ruang rongga antara partikel agregat pada suatu campuran beton aspal padat termasuk rongga udara. Semakin tinggi kadar VMA maka kadar aspal yang digunakan juga semakin tinggi. Berikut rumus untuk mendapatkan nilai VMA:

$$VMA\ 100 - \frac{G_{mb} \times P_s}{G_{sb}} \dots\dots\dots(2.13)$$

7. *Void Filled with Asphalt* (VFA)

VFA merupakan volume rongga antar agregat dari campuran beton aspal padat yang terisi oleh aspal biasa disebut selimut aspal. Berikut rumus untuk mendapatkan nilai VFA:

$$VFA = 100 \times \frac{VMA \times VIM}{VMA} \dots\dots\dots(2.14)$$

8. *Void in mix* (VIM)

VIM adalah volume pori yang tersisa ketika campuran aspal panas telah selesai dipadatkan, hal ini berfungsi sebagai tempat bergesernya butiran-butiran agregat ketika terjadi pemadatan tambahan akibat repitasi beban

kendaraan lalu lintas serta tempat Bergeraknya aspal ketika terjadi peningkatan temperatur yang membuat aspal menjadi lunak. Berikut rumus untuk mendapatkan nilai VIM:

$$\text{VIM} = 100 \times \frac{G_{mm} \times G_{mb}}{G_{mm}} \dots\dots\dots(2.15)$$