

BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

2.1.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu bertujuan untuk menemukan perbandingan dan acuan serta mencari bahan yang belum diteliti. Selain itu juga untuk menghindari kesamaan dengan penelitian ini. Oleh karena itu dalam landasan teori ini peneliti mencantumkan penelitian terdahulu sebagai berikut.

Survei pemanfaatan serbuk arang tempurung kelapa sebagai filler pada kualitas laston lapis wear (AC – WC) (Zulfikar, et al. 2013). Hasil dengan pembasahan Marshall menggunakan pengisi 1% bubuk arang tempurung kelapa serta 1% puing-puing sekam serta puing-puing batu 5% mendapat nilai IKS (Remaining Strength Record) sebesar (90,29%) dengan nilai keamanan dalam mandi 30 menit sebesar 1380 kg dan nilai stabilitas dalam mandi 24 jam sebesar 1246 kg, dari hasil pengujian, secara keseluruhan cenderung diasumsikan bahwa pemanfaatan filler dari bubuk arang tempurung kelapa 1% selain serpihan sekam 1% selain serpihan batu 5% pada campuran AC – WC menunjukkan eksekusi kombinasi yang bagus.

Firman rachman, Tamalkhani Syammaun dkk (2018), melakukan penelitian dengan judul “Perbandingan Karakteristik Aspal Beton Menggunakan Filler Tanah Dengan Filler Abu Batu Bata”. Berdasarkan hasil pemeriksaan, pengelolaan dan pembahasan aspal beton yang menggunakan bahan pengisi tanah layak digunakan sebagai perencanaan perkerasan lentur pada konstruksi jalan raya. Kadar aspal optimum (KAO) yang diperoleh dari campuran aspal beton yang menggunakan bahan pengisi tanah adalah 4,8%. Aspal beton yang menggunakan 4 4,5 5 5,5 6 6,5 7 Kadar Aspal (%) Kadar Aspal optimum Stabilitas VIM Density Flow VMA MQ VFB 4,8% 4 4,5 5 5,5 6 6,5 7 Kadar Aspal (%) Kadar Aspal optimum Stabilitas VIM Density Flow VMA MQ VFB 5,3% JURNAL TEKNIK SIPIL Universitas Muhammadiyah .

Aceh Volume 7 Nomor 2 (Desember 2018) Firmansyah Rachman 91 bahan pengisi abu batu bata layak digunakan sebagai perencanaan perkerasan lentur pada konstruksi jalan raya. Kadar aspal optimum (KAO) yang diperoleh dari campuran

aspal beton yang menggunakan bahan pengisi tanah adalah 5,3%. Kedua bahan pengisi secara keseluruhan memiliki perbedaan karakteristik yang nyata berdasarkan nilai parameter marshall. Hal ini juga dapat dilihat berdasarkan uji analisis anova single faktor pada kedua jenis benda uji yang didapat. Penggunaan abu batu bata merah sebagai bahan pengisi pada campuran aspal beton bergradasi rapat memiliki nilai rata-rata yang lebih baik untuk setiap nilai parameter marshall yang didapatkan. Pada penelitian aspal beton dengan kedua bahan pengisi didapat untuk aspal beton yang menggunakan bahan pengisi tanah dengan kadar aspal optimum yang didapat pembuatannya lebih ekonomis. Hal ini disebabkan oleh penggunaan kadar aspal yang lebih sedikit dari pada aspal beton yang menggunakan bahan pengisi abu batu bata merah.

Menurut penelitian agus Wibowo, yulis widhiastusi, Antonius andi tjandra (2022) dengan judul “Pemanfaatan Serbuk Bata Merah Untuk Campuran Aspal Beton Ac-Wc Terhadap Karakteristik Marshall” dengan hasil yang di dapat. hasil pengujian nilai karakteristik marshall sebelum dan sesudah menggunakan serbuk bata merah dengan menggunakan proporsi campuran yang sama maka sampel dengan menggunakan variasi kadar 5% memiliki nilai penurunan stabilitas 2072,3kg menjadi 2044,2kg, diikuti flow 2,43mm menjadi 2,41mm, dan VFA 71,81% menjadi 71,56%, mengalami kenaikan VIM 4,35% menjadi 4,39%, diikuti VMA 15,29% menjadi 15,36, mengalami penurunan pada Marshall quotient 850,53Kg/mm menjadi 850,28kg/mm, dan density 2,34gr/ml menjadi 2,32gr/ml. Sedangkan untuk kadar 6% mendapatkan penurunan nilai stabilitas yaitu 2072,5kg menjadi 1666,6kg, diikuti flow 2,18mm menjadi 1,90mm, dan VFA 74,27% menjadi 72,66%, mengalami kenaikan VIM 4,10% menjadi 4,25%, VMA mengalami penurunan 15,85% menjadi 15,24%, Marshall quotient sebesar 950,21 kg/mm menjadi 910,09kg/mm, dan density 2,34gr/ml menjadi 2,33gr/ml. Dan untuk kadar 7% mengalami penurunan nilai stabilitas yaitu 2303,1kg menjadi 2295,3kg, diikuti flow 1,85mm menjadi 1,83mm, VFA 72,78% menjadi 72,29%, kenaikan di nilai VIM 4,20% menjadi 4,25%, diikuti VMA 15,13% menjadi 15,24%, Marshall quotient juga menurun sebesar 1386,09kg/mm menjadi 1239,93kg/mm, dan density 2,36gr/ml menjadi 2,33gr/ml (Abdillah & Kartikasari, 2018).

Permaisuri (2019) memimpin konsentrasi pada dampak penambahan beton Portland dan pengisi bubuk blok ke Laston (AC-BC) pada kualitas Marsahall. Penelitian ini melibatkan KAO 6,5% dengan varietas dalam bentuk bubuk balok 0%, 5%, 10%, 15%. Penggunaan beton portland 2% pada kadar bahan pengisi serbuk blok 0%, 5%, 10% dan 15% berpengaruh terhadap nilai merek dagang Marshall. Setiap perluasan tingkat pengisi bubuk blok ke semua nilai uji Marshall membawa perubahan. Varietas dalam kadar pengisi bubuk blok juga menghasilkan hasil penelitian Marshall. Pada pengembangan beton portland 2% dengan variasi bahan pengisi serbuk blok 0% memiliki nilai ketebalan, aliran, MQ (marshall sisa) dan keamanan yang paling tinggi. Semakin tinggi kandungan filler bubuk blok, nilai solidness, VFA (void sarat dengan black-top), VIM (void dalam campuran), VMA (void total mineral) dan liquefying (streaming) bertahap. kandungan, nilai kesehatan tertinggi sebesar 1220 kg terdapat pada kandungan filler 1%, nilai aliran tertinggi sebesar 3,40 mm terdapat pada kandungan filler 2%, nilai MQ tertinggi sebesar 378 kg/mm terdapat pada kandungan filler 3%. , nilai VIM tertinggi sebesar 4,88% terdapat pada kadar filler 1%, nilai VMA tertinggi sebesar 18,04% terdapat pada kadar filler 1% dan 2%, nilai VFB tertinggi sebesar 74,55% terdapat pada filler 2% isi.

Wijaya (2021), mengarahkan penelitian tentang dampak pemanfaatan pemborosan serbuk arang tempurung kelapa sebagai pengganti filler pada lapisan AUS (AC-WC). Pemeriksaan ini menggunakan zat black-top sebesar 5,5%,6%,6,5% dengan kandungan serbuk arang tempurung kelapa sebagai filler sebesar 1%,2%,3%. Hasil dari ulasan ini memperoleh nilai yang didapat dalam uji coba pengisi Marshall bubuk arang tempurung kelapa menggunakan zat hitam-top terbaik 6,2%, yang semuanya telah memenuhi rincian Bina Marga 2018. Nilai ketebalan / satuan berat yang paling penting dari 2,485 terletak pada konten pengisi 1%, nilai soliditas yang paling penting dari 1220 kg ditemukan pada konten pengisi 1%, nilai aliran yang paling penting dari 3,40 mm ditemukan pada pengisi 2%, nilai MQ paling tinggi dari 378 kg / mm ditemukan pada konten pengisi 3%, nilai VIM yang paling penting sebesar 4,88% ditemukan pada konten pengisi 1%, nilai VMA yang paling tinggi sebesar 18,04% ditemukan pada tingkat pengisi 1% dan 2% .

B.H Fuady, Zainuddin Muchtar dkk (2021), melakukan penelitian dengan Judul “Penggunaan Limbah Batu Bata Dan Batu Bara Sebagai Campuran Asphalt Concrete – Wearing Course”. Nilai VMA pada setiap variasi limbah batu bata dan limbah batu bara pada setiap kadar aspal rata-rata memenuhi standar spesifikasi, terkecuali pada penggunaan filler semen pada variasi kadar aspal 5% yang menunjukkan nilai VMA sebesar 14,520% dimana disebutkan dalam standar spesifikasi Bina Marga 2010 nilai VMA minimal 15%. Nilai VIM menunjukkan bahwa pada kadar dan variasi tertentu ada hasil yang memenuhi standar spesifikasi dan ada yang tidak memenuhi, penggunaan filler batu bata pada variasi kadar aspal 5% menunjukkan nilai VIM terbesar yaitu 12,518%. Nilai VFA memenuhi standar, kecuali pada penggunaan variasi filler batu bata dan Mix filler campuran batu bata dan fly ash batu bara pada kadar aspal 5% dan penggunaan variasi filler fly ash batu bara pada kadar aspal 6% tidak memenuhi standar. Nilai stabilitas menggunakan filler serbuk batu bata semakin besar KAO aspal maka stabilitas semakin tinggi, sedangkan bila menggunakan filler fly ash batu bara nilai stabilitas yang paling tinggi pada KAO aspal 5%.

Mohammad Zainuddin abdillah, Dwi kartikasari (2018), memimpin penelitian dengan judul “Penggantian Filler pada Kombinasi Black-top dengan Fly Debris dan Block Powder”. Dalam pengujian kekokohan contoh dengan 100 persen puing-puing terbang mengalami pencampuran. Meskipun nilai kesehatannya rendah, sebenarnya memenuhi detail Parkways. Ide berbahaya dari puing-puing terbang membuat bahan pengisi mengalami pencampuran / penghancuran. Nilai MQ yang diajukan oleh marshall pada benda uji serbuk blok merah 100 persen tidak memenuhi spesifikasi Parkways, khususnya di bawah 250 kg/mm. Pengujian terbaik adalah dengan bahan pengisi beton Portland karena sifat pozzolan dan zat yang terkandung dalam beton sangat baik untuk digunakan sebagai bahan pengisi atau filler untuk black-top. Dari pengujian keamanan, ketebalan aliran dan MQ konsekuensi beton umumnya sangat baik. Nilai hasil tes marshall adalah pemeriksaan antara setengah blok dan setengah puing terbang yang menghasilkan hasil yang bagus, baik nilai kesehatan aliran dan sisa marshall atau pertanyaan marshall.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Perkerasan Aspal Jalan

Menurut Sukirman (2003), aspal jalan adalah suatu lapisan aspal yang dipasang di antara pondasi jalan dan roda kendaraan, yang secara efektif memberikan manfaat transportasi dan diharapkan tidak menimbulkan kerugian yang besar selama masa pakainya yang tidak biasa.

Dalam Sukirman (1999) menjelaskan bahwa, berdasarkan komposisi material yang menjadi bahan pengikat, perkerasan aspal dapat dibedakan sebagai berikut:

1. Menggunakan bahan aspal sebagai bahan pengikat, konstruksi perkerasan lentur menjadi keras. Ini menahan dan mentransfer beban yang diterimanya ke tanah dasar yang mendasarinya di lapisan pengerasan. Struktur paving fleksibel dibangun berlapis-lapis; permukaan saja, misalnya, adalah lapisan keausan dan lapisan menengah. Lapisan pondasi yang terdiri dari lapisan pondasi atas dan lapisan pondasi bawah merupakan lapisan berikutnya yang turun. Sebagai alas yang dipadatkan, lapisan diterapkan ke permukaan tanah. Dari komponen lapisan perkerasan hingga tanah dasar tersebut diatas, keduanya akan menahan beban pada struktur perkerasan jalan. Kapasitas tanah dasar untuk mendukung beban pada struktur perkerasan jalan dibatasi oleh ketebalan konstruksi jalan. Bisa dikatakan bahwa kondisi atau kekuatan tanah dasar yang digunakan sebagai pondasi sangat berpengaruh terhadap ketebalan perkerasan jalan. Semen digunakan sebagai pengikat dalam konstruksi pengerasan kaku, yang melibatkan pengerasan. Pelat beton yang menggunakan atau tidak menggunakan lapis pondasi bawah dan tidak menggunakan tulangan atau tidak diletakkan di atas permukaan tanah dasar. Pelat beton ini sebagian besar menangani pemuatan beban lalu lintas.
2. Perkerasan Kaku (Rigid Pavement)
Perkerasan yang menggunakan semen (Portland cement) sebagai bahan pengikat. Pelat beton tanpa tulangan diletakkan di atas tanah dasar dengan lapisan pondasi bawah. Pelat beton bahu beban lalu lintas.
3. Konstruksi pengerasan komposit, pengerasan lentur di atas pengerasan kaku atau pengerasan kaku di atas pengerasan tekuk adalah pengerasan yang menggabungkan pengerasan fleksibel dengan pengerasan yang dapat disesuaikan.

Campuran Asphalt Concrete (AC) dan Wearing Course (WC) merupakan salah satu jenis aspal hot mix yang termasuk dalam jenis perkerasan fleksibel.

2.2.2 Lapisan Aspal Beton (Laston)

Dengan mengacu pada pendapat Dirjen Bina Marga (1987), teknik No. 13/PT/B/1987, lapisan aspal beton adalah lapisan konstruksi jalan yang terbuat dari aspal keras yang dicampur, dihampar, dan dipadatkan pada tingkat yang telah ditentukan. temperatur dalam ukuran gradasi kontinu.

Lapisan aspal beton (AC) dibagi menjadi tiga jenis campuran sesuai persyaratan Ditjen Bina Marga (2018). Ini adalah AC Layer Wear, juga dikenal sebagai AC-WC, AC Layer Between, juga dikenal sebagai AC-Binder Course, AC-BC, dan AC Layer Foundation, juga dikenal sebagai AC-Base, masing-masing dengan ukuran agregat maksimum 19 mm, 25,4 mm, dan 37,5 mm. Istilah "Modifikasi AC-WC", "Modifikasi AC-BC", dan "Modifikasi Basis AC" mengacu pada varietas campuran AC berbahan dasar aspal yang telah dimodifikasi dengan aspal alam.

a. Asphalt Concrete – Wearing Course (AC-WC)

Lapisan Aus Beton Aspal adalah lapisan yang dimaksudkan sebagai lapisan aus dan memiliki jenis lapisan AC yang sama dengan lapisan Alas AC-WC, AC-BC, dan AC-11 untuk beton aspal. Lapisan ini dapat memiliki kekerasan yang tinggi, yang dimaksudkan untuk lapisan yang terkena langsung roda kendaraan, dan harus memiliki permukaan yang rata yang memberikan kesan aman dan nyaman.

b. Asphalt Concrete-Binder Course (AC-BC)

Lapisan pengaspalan yang dikenal sebagai lapisan pengikat beton aspal berada di bawah lapisan aspal yang sudah aus dan di atas lapisan aspal pondasi. Beban lalu lintas dipindahkan dari lapisan aspal AC-BC ke lapisan aspal pondasi atas, yang kemudian berpindah ke lapisan berikutnya. Walaupun lapisan aspal AC-BC tidak bersentuhan langsung dengan cuaca, namun harus cukup tebal dan kaku agar lalu lintas pembebanan tidak berpindah tegangan atau regangan ke lapisan berikutnya yaitu lapisan Base dan lapisan Sub Grade. Nilai stabilitas memberikan perilaku yang diperlukan dalam lapisan AC-BC campuran.

c. *Asphalt Concrete – Base (AC-Base)*

Lapisan pengerasan yang mengikuti lapisan aus (AC-WC), lapisan tengah (AC-BC), dan lapisan subbase adalah aspal beton-dasar. Beban kendaraan yang dipindahkan dari lapisan di atasnya ke lapisan di bawahnya, yaitu lapisan pondasi bawah, dapat ditopang dan diterima oleh lapisan ini. Persyaratan Jalan Raya 2018 mencakup ketentuan untuk sifat lapisan aspal beton AC-WC, AC-BC, dan AC-Base.

Tabel 2. 1 Ketentuan Sifat-sifat Campuran Laston

Sifat-sifat Campuran		Laston		
		Lapis Aus	Lapis Antara	Fondasi
Jumlah tumbukan per bidang		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: Bina Marga 2018 Revisi 2)

2.3 Bahan Campuran Beton Aspal

Material untuk perkerasan aspal terdiri dari agregat kasar dan halus, material *filler* dan aspal. Percampuran dilakukan sampai seluruh permukaan agregat ditutupi dengan aspal. Bahan campuran aspal adalah sebagai berikut.

Tabel 2. 2 Tabel Nominal Campuran Beraspal

Jenis Campuran		Simbol ⁽¹⁾	Tebal Nominal minimum cm
Stone Matrix As halt Tipis		SMA Tipis	3,0
Stone Matrix As halt - Halus		SMA-Halus	4,0
Stone Matrix As halt - Kasar		SMA-Kasar	5,0
Lataston	Lapis Aus	HRS-WC	
	Lapis Fondasi	HRS-Base	3,5
Laston	Lapis Aus	AC-WC	4,0
	Lapis Antara	AC-BC	6,0
	Lapis Fondasi	AC-Base	7,5

(Sumber: Bina Marga 2018 Revisi 2)

2.3.1 Aspal

Pada suhu rendah, aspal mengeras atau menjadi lebih kental, sedangkan pada suhu lebih tinggi, aspal menjadi lunak atau menjadi lebih cair. Aspal adalah bahan termoplastik. Komposisi kimia aspal mempengaruhi sifat ini, yang disebut kepekaan terhadap perubahan suhu. Namun, pada suhu tertentu, memungkinkan memiliki nilai penetrasi/viskositas yang tidak berbeda. Menurut Sukirman (2003), aspal adalah bahan yang bercampur dengan agregat untuk membentuk permukaan jalan.

Untuk material aspal sebagai bahan pembuatan spesimen uji aspal harus memenuhi persyaratan dalam spesifikasi aspal pen 60/70 yang sesuai dengan SNI 06-6399-2000 sebagaimana tabel sebagai berikut:

Tabel 2. 3 Ketentuan Untuk Aspal Pen 60/70

No	Jenis Pengujian	Metoda Pengujian	Tipe 1 Aspal Pen.60-70
1	Penetrasi pada 25 ⁰ C (0,1 mm)	SNI 2456:2011	60-70
2	Temperatur yang menghasilkan Geser Dinamis (G*/sinö) pada osilasi 10 rad/detik ž 1,0 kPa, (°c)	SNI 06-6442-2000	-
3	Viskositas Kinematis 135 ⁰ C (cSt) (3)	ASTM DN 70-10	≥300
4	Titik Lembek (°c)	SNI 2434:2011	≥ 48
5	Daktilitas pada 25 ⁰ C, (cm)	SNI 2432:2011	≥100

No	Jenis Pengujian	Metoda Pengujian	Tipe 1 Aspal Pen.60-70
6	Titik Nyala CC)	SNI 2433:2011	≥ 232
7	Kelarutan dalam Trichloroethylene	AASHTO T44-14	≥ 99
8	Berat Jenis	SNI 2441 :2011	$\geq 1,0$
9	Stabilitas Penyimpanan: Perbedaan Titik Lembek CC)	ASTM D 5976-00 Part 6.1 dan SNI 2434:2011	-
10	Kadar Parafin Lilin (%)	SM 03-3639-2002	≤ 2
Pengujian Residu hasil TFOT (SNI-06-2440-1991) atau RTFOT(SNI-03-6835-2002):			
11	Berat yang Hilang (%)	SNI 06-2441-1991	$\leq 0,8$
12	Temperatur yang menghasilkan Geser Dinamis ($G^*/\sin\delta$) pada osilasi 10 rad/detik 2,2 kPa, CC)	SNI 06-6442-2000	-
13	Penetrasi pada 25 °C (% semula)	SNI 2456:291	≥ 54
14	Daktilitas pada 25 °C (cm)	SNI 2432:2011	≥ 50
Residu aspal segar setelah PAV (SNI 03-6831-2002) pada temperatur 100°C dan tekanan 2,1 MPa			
15	Temperatur yang menghasilkan G Dinamis ($G^*/\sin\delta$) pada osilasi 10 rad/detik 5000 kPa, CC)	SNI 06-6442-2000	-

(Sumber: Bina Marga 2018 Revisi 2)

2.3.2 Agregat Kasar

Mengutip dari Bina Marga revisi 2 (2018), Fraksi agregat kasar untuk desain tahan terhadap filter No. 4 (4,75 mm) dan harus bersih, tahan lama dan bebas dari tanah liat atau bahan yang tidak diinginkan lainnya dan memenuhi persyaratan dalam tabel 2.3.1 Fraksi agregat kasar untuk tujuan pengujian harus terdiri dari batu pecah atau kerikil pecah dan harus disediakan dalam ukuran normal. Agregat kasar ini membuat trotoar lebih stabil dan memiliki ketahanan selip yang tinggi sehingga menjamin keselamatan lalu lintas.

Agregat kasar yang memiliki bentuk butiran bulat memudahkan proses pemadatan namun memiliki stabilitas rendah, sedangkan yang bersudut sudut sulit dipadatkan namun memiliki stabilitas tinggi. Agregat kasar harus memiliki ketahanan abrasi bila digunakan sebagai campuran kursus pemakaian, untuk itu nilai uji abrasi Los Angeles harus dipenuhi.

Tabel 2. 4 Ketentuan Agregat Kasar

Pengujian		Metoda Pengujian	Nilai
Kekekalan bentuk agregat terhadap larutan	natrium sulfat	SNI 3407:2008	Maks.12 %
	magnesium sulfat		Maks.18 %
Abrasi dengan mesin Los Angeles	Campuran AC Modifikasi dan SMA	100 putaran	Maus. 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	Maks. 5%
	Lainnya	Perbandingan 1:5	Maks. 10%
Material lolos Ayakan No.200		SNI ASTM C117:2012	Maks. 1%

(Sumber: Bina Marga 2018 Revisi 2)

2.3.3 Agregat Halus

Mengutip dari Bina Marga Revisi 2 (2018), Agregat halus dari setiap sumber material harus terdiri dari pasir atau pengayakan batu pecah dan terdiri dari bahan yang lolos dari saringan No.4 (4.75mm). Pasir alami dapat digunakan dalam campuran AC hingga batas tidak melebihi 15% dari total berat campuran. Agregat halus harus bersih, keras, bebas dari tanah liat, atau bahan yang tidak diinginkan. Batu pecah halus harus diperoleh dari batu yang memenuhi persyaratan kualitas.

Agregat halus harus memenuhi ketentuan sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 2.5 sebagai berikut.

Tabel 2. 5 Ketentuna Agregat Halus

Pengujian	Metoda Pengujian	Nilai
Nilai Setara Pasir	SNI 03-4428-1997	Min.50%
Iji Kadar Ron a Tan a Pematatan	SNI 03-6877-2002	Min. 45
Gumpalan Lempung dan Butir-butir Mudah Pecah dalam Agregat	SNI 03-4141-1996	Maks 1%

Pengujian	Metoda Pengujian	Nilai
A e at LolosA akan No.200	SNI ASTM CI 17: 2012	Maks.

(Sumber: Bina Marga 2018 Revisi 2)

2.3.4 Bahan pengisi (*Filler*)

Filler adalah bahan yang terdapat pada saringan No.200, bahan pengisi untuk mengurangi jumlah rongga dalam campuran, bahan pengisi dapat berbentuk seperti fly ash. Bertujuan sebagai pengisi rongga udara dalam campuran material, itu akan menegangkan lapisan aspal. Misalnya, campuran agregat kasar dan halus tidak masuk spesifikasi yang ditentukan, sehingga harus ada penambahan pengisi ke campuran Laston (Bakarbessy & Pattireuw, 2019).

Saat diuji dengan pengayakan sesuai SNI ASTM CI 36, bahan pengisi yang ditambahkan harus kering dan bebas gumpalan, sesuai Bina Marga Revisi 2 (2018). 2012 harus mengandung setidaknya 75% berat bahan yang lolos saringan No. 200 (75 mikron). Kecuali SMA, bahan pengisi yang ditambahkan pada semen tidak boleh melebihi 1% sampai 2% dari berat total agregat, sedangkan bahan pengisi yang ditambahkan pada bahan pengisi lainnya tidak boleh melebihi 1% sampai 3% dari berat keseluruhan agregat.

2.3.5 Batu Bata Merah

Batu bata adalah batu bata yang terbuat dari tanah liat dengan tujuan desains bangunan pada dinding. Bahan dasar pembentukan bata merah mempunyai sifat plastis. Tanah liat digunakan sebagai bahan dasar pembentukan bata merah hingga mengeras seperti batu selama proses pembakaran suhu tinggi di atas 800 °C (Wulandari, 2011).

Menurut SNI 1520942000, bata merah ialah bahan bangunan prisma padat atau berongga yang memiliki rongga-ringga dibawah 15% dan dimaksudkan untuk pekerjaan dinding bangunan yang terbuat dari bahan tambahan atau tanah liat yang belum dicampur dan dipanggang pada suhu kamar. Karena kekerasan dan kuat tekannya, banyak peneliti yang menggunakan batu bata sebagai bahan pengisi dalam konstruksi bangunan beton dan perkerasan jalan. Batu bata merupakan komponen aktif karena mengandung lebih dari 70% SiO₂, Al₂O₃, dan Fe₂O₃ (Widodo, 2004).

Komposisi tanah yang berasal dari Kecamatan Turen mengandung kaolinit ($Al_2Si_2O_5(OH)_4$) dan $(Ca, Na) (Si, Al) 4O_8$ (anorthite, sodian, disordered). Kaolinit terbentuk dari perubahan hidrotermal mineral aluminosilikat. Batuan granit adalah sumber terbesar produksi kaolinit. Sifat kaolinit adalah tidak dapat menyerap air, kaolinit tidak dapat mengembang setelah kontak dengan air. Proses pembuatan batu bata melewati beberapa tahapan, antara lain ekstraksi bahan baku, pengolahan bahan, pembentukan, pengeringan, pembakaran, pendinginan, dan seleksi (seleksi) (Suwardono, 2002) (Suirna Juarnisa Syahland, 2016).

2.3.6 Gradasi Agregat Gabungan

Gradasi penting dalam menentukan stabilitas perkerasan. Gradasi agregat di pengaruhi oleh ukuran rongga antar butir yang menentukan stabilitas dan kemudahan dalam proses implementasi. Gradasi agregat diperoleh dari hasil analisis saringan menggunakan 1 set saringan dimana saringan kasar diletakkan di atas dan yang paling halus terletak di bagian bawah. Saringan dimulai dari pan dan diakhiri dengan tutup. Gradasi agregat sesuai dengan Spesifikasi Bina Marga 2018 revisi 2 pada tabel 2.6.

Tabel 2. 6 Spesifikasi Gradasi Agregat Laston AC-WC

Ukuran Ayakan		% Berat Yang Lolos terhadap Total Agregat
ASTM	(mm)	AC-WC
1 1/2"	37,5	
1"	25	
3/4"	19	100
1/2"	12,5	90-100
3/8"	9,5	77-90
No.4	4,75	53-69
No.8	2,36	33-53
No.16	1,18	21-40
No.30	0,600	14-30
No.50	0,300	9-22
No.100	0,150	6-15
No.200	0,075	4-9

(Sumber: Bina Marga 2018 Revisi 2)

2.3.7 Marshall Test

Pada tahun 1948, Bruce Marshall dari Departemen Jalan Raya Negara Bagian Mississippi memperkenalkan pengujian menggunakan metode dan alat Marshall, yang dikembangkan lebih lanjut oleh Korps Insinyur A.S. Pengukur aliran dan cincin pembuktian dengan kapasitas 22,2 kN (5000 lbf) disertakan dalam alat Marshall, yaitu alat press. Nilai kestabilan diukur dengan proving ring, dan lelehan atau aliran plastik diukur dengan flowmeter. Spesimen Marshall memiliki diameter 4 inci (10,16 cm) dan tinggi 2,5 inci (6,35 cm). Mereka berbentuk silinder. Dengan menggunakan alat Marshall, informasi tentang stabilitas, lelehan plastik (aliran), persentase rongga dalam agregat, dan berat satuan dikumpulkan. Uji Marshall diperlukan untuk memastikan campuran aspal panas memenuhi persyaratan Departemen Pekerjaan Umum atau Direktorat Jenderal Bina Marga.

2.3.8 Pengujian Marshall

Tahapan-tahapan perhitungan pengujian marshall ada beberapa hal yang menjadi dasar menganalisis data yakni SNI 1969-2008 berikut:

a. Berat Jenis Aspal

Berat Jenis Aspal adalah perbedaan antara BJ aspal yang kuat dan berat air pada suhu 15,6 °C atau 25 °C, pengujian BJ aspal dilakukan di laboratorium yang diperlukan sebagai data perubahan berat terhadap volume atau sebaliknya. Metode untuk menentukan nilai bert jenis aspal dapat menggunakan kondisi berikut:

$$\text{Berat Jenis} = \frac{(C-A)}{(B-A)-(D-C)} \dots\dots\dots 2.1$$

Keterangan:

A = Massa piknometer

B = Massa piknometer + air

C = Massa piknometer + sampel

D = Massa piknometer + sampel + air

BJ agregat dan penyerapan air

Nilai BJ berbeda untuk semua fraksi kasar, fraksi halus dan pengisi. Penyerapan air dan efisiensi BJ juga berbeda untuk fraksi halus dan kasar. Persamaan untuk menentukan nilai BJ dan penyerapan air diberikan di bawah

ini:

1. Agregat kasar

- Berat Jenis kering

BJ kering adalah selisih antara berat agregat kering dengan berat aquades pada suhu tertentu saat agregat jenuh.

$$S_d = \frac{A}{(B-C)} \dots\dots\dots 2.2$$

Keterangan:

S_d = Massa jenis kering

A = Massa Benda Uji kering oven

B = Massa Benda Uji jenuh kering permukaan

C = Massa Benda Uji dalam air

- Berat Jenis semu

Berat jenis semu adalah rasio antara berat air suling dengan volume yang sama pada suhu tertentu dan berat zat yang sama di udara pada volume tertentu.

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

Keterangan:

S_a = Massa jenis semu

A = Massa Benda Uji kering oven

B = Massa Benda Uji kering permukaan

C = Massa Benda Uji dalam air

- Berat Jenis efektif

Berat jenis efektif adalah perbedaan antara berat udara pada volume dan suhu satuan tertentu dan berat air pada volume dan suhu yang sama.

$$B_j = \frac{S_a + S_d}{2} \dots\dots\dots 2.4$$

Keterangan:

B_j efektif = BJ efektif

S_a = BJ semu

$S_d = BJ \text{ kering}$

- Penyerapan air

Persentase berat kering agregat adalah kenaikan berat yang disebabkan oleh air yang masuk ke dalam pori-pori, dikurangi air yang tertahan di permukaan luar partikel

$$S_w = \left(\frac{B-C}{A} \right) \times 100\% \quad \dots\dots\dots 2.5$$

Keterangan:

$S_w =$ Penyerapan air

$A =$ Massa Benda Uji oven

$B =$ Massa Benda Uji jenuh kering permukaan

$C =$ Massa sampel dalam air

2. Agregat halus

- Berat Jenis kering

$$S_d = \frac{B_k}{(B+SSD-B_t)} \quad \dots\dots\dots 2.6$$

Keterangan:

$S_d =$ BJ kering

$B_k =$ Massa pasir kering

$B =$ Massa piknometer + air

$SSD =$ Massa pasir kering permukaan

$B_t =$ Massa pikno + pasir + air

- Berat jenis semu

$$S_a = \frac{B_k}{(B+B_k-B_t)} \quad \dots\dots\dots 2.7$$

Keterangan:

$S_a =$ Berat Jenis semu $B_k =$ Berat Jenis kering

$B =$ Massa piknometer + air

$B_t =$ Massa piknometer + pasir + air

- Berat Jenis efektif

$$B_j \text{ Efektif} = \frac{S_a+S_d}{2} \quad \dots\dots\dots 2.8$$

Keterangan:

Berat jenis efektif = Berat Jenis efektif

Sa = BJ semu

Sd = BJ kering

- Penyerapan air

$$Sw = \frac{SSD - Bk}{Bk} \times 100\% \quad \dots\dots\dots 2.9$$

Keterangan:

Sw = Penyerapan air

SSD = Massa pasir kering permukaan

Bk = Massa pasir kering

3. *Void in the Mineral Aggregate (VMA)*

Volume rongga di setiap partikel agregat aspal. Nilai VMA memiliki persyaratan spesifikasi minimum 15%. Sifat-sifat campuran udara, air dan campuran elastis mempengaruhi nilai VMA. Untuk mengetahui nilai VMA dapat digunakan persamaan berikut:

$$VMA = 100 - \frac{G_{mb} \times P_s}{G_{sb}} \quad \dots\dots\dots 2.10$$

Keterangan:

G_{mb} = berat jenis bulk dari beton aspal padat

P_s = kadar agregat (%)

G_{sb} = berat jenis bulk

4. *Void in the Mix (VIM)*

Total rongga udara antar partikel merupakan nilai yang mempengaruhi daya tahan perkerasan. Semakin tinggi nilai VIM maka semakin besar rongga total dalam campuran dan akan menyebabkan keropos, namun jika nilai VIM rendah maka dapat terjadi perdarahan yang mengakibatkan perdarahan. Untuk mengetahui hasil VIA dapat digunakan persamaan berikut:

$$VIM = 100 \times \frac{G_{mm} G_{mb}}{G_{mm}} \quad \dots\dots\dots 2.11$$

Keterangan:

G_{mm} = berat jenis maksimum beton aspal yang belum dipadatkan

G_{mb} = berat jenis bulk dari beton aspal padat

5. *Void Filled with Asphalt (VFA)*

Campuran setelah proses pemadatan adalah persentase rongga antar partikel agregat. Bila nilai VFA tinggi, campuran VFA dapat membuat aspal menjadi tipis, mudah retak, dan menghasilkan lapisan perkerasan yang tidak tahan lama. Sebaliknya, jika nilai VFA rendah, campuran VFA dapat dijadikan aspal. Untuk mengetahui nilai VFA, dapat digunakan persamaan berikut:

$$VFA = 100 \times \frac{VMA \times VIM}{VMA} \dots\dots\dots 2.12$$

Keterangan:

VMA = Volume rongga antar butiran campuran agregat (%).

VIM = volume rongga dalam beton aspal padat (%).

6. Stabilitas

Kapasitas perkerasan untuk menahan deformasi beban lalu lintas disebut stabilitas. Kestabilan itu sendiri, penguncian agregat, dan gesekan antar butiran agregat semuanya dipengaruhi oleh kualitas, bentuk, dan tekstur. Nilai stabilitas dapat dihasilkan dengan penggunaan persamaan:

$$S = o \times p \times q \dots\dots\dots 2.13$$

Keterangan:

S = Nilai stabilitas

o = pembaca arloji stabilitas

p = kalibrasi alat, dan

q = angka koreksi benda uji.

7. Kelelahan (*Flow*)

Pembebanan pada awal besaran deformasi vertikal benda uji disebut aliran. Kandungan aspal, gradasi agregat, dan suhu pemadatan semuanya berdampak pada nilai aliran. Nilai aliran yang tinggi akan menghasilkan lapisan aspal plastis sehingga tidak sulit untuk mengubah keadaan depresi dan gelombang, sedangkan nilai aliran yang rendah akan menghasilkan campuran yang kuat sehingga kombinasinya pecah tanpa masalah.

8. *Marshall Quotient*

Marshall Quotient adalah hasil bagi dari nilai stabilitas yang telah dikoreksi dengan nilai aliran kekakuan dan fleksibilitas campuran. Untuk

persamaan bisa menggunakan rumus berikut.

$$MQ = \frac{MS}{MF} \dots\dots\dots 2.14$$

Keterangan:

MQ = *Marshall Quotien* (Kg/mm)

MS = *Marshall Stabilitas* (Kg)

MF = *Marshall Flow* (mm)

9. Kerapatan (*Density*)

Kepadatan adalah sifat campuran setelah pemadatan. Semakin tinggi kepadatan, semakin baik kepadatan dari benda uji.