



PENGUJIAN ASPAL PEN 60/70 DENGAN TAMBAHAN FILLER SEMEN DALAM CAMPURAN ASPAL PANAS (AC-WC) DENGAN PENGUJIAN MARSHALL

Mahmud

Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat
<https://orcid.org/0000-0000-1234-5678>

Selpa Dewi

Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat
<https://orcid.org/0009-0001-6463-1720>

Masril

Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat
<https://orcid.org/0009-0000-9119-3239>

Email: mmahmud4907@gmail.com

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan filler semen terhadap karakteristik campuran Aspal Beton Lapis Aus (AC-WC) yang menggunakan aspal penetrasi 60/70 melalui pengujian Marshall. Filler merupakan salah satu material penyusun campuran aspal yang berfungsi mengisi rongga antarbutir agregat dan meningkatkan stabilitas campuran. Dalam penelitian ini digunakan aspal Pen 60/70, agregat kasar, agregat halus, dan filler semen dengan variasi kadar filler tertentu. Benda uji dibuat menggunakan metode pencampuran aspal panas (hot mix) dan selanjutnya dilakukan pengujian Marshall untuk memperoleh nilai stabilitas, flow, Marshall Quotient (MQ), serta parameter volumetrik berupa Void in Mix (VIM), Void in Mineral Aggregate (VMA), dan Void Filled with Asphalt (VFA). Hasil pengujian digunakan untuk mengetahui perubahan karakteristik campuran akibat penambahan filler semen serta menentukan kadar filler yang menghasilkan kinerja campuran AC-WC yang paling optimal dan memenuhi persyaratan spesifikasi yang berlaku. Penambahan filler semen diharapkan dapat meningkatkan stabilitas dan kekakuan campuran serta menghasilkan campuran yang lebih mampu menahan beban lalu lintas dan deformasi. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan dalam penggunaan semen sebagai filler alternatif pada campuran aspal panas AC-WC.

Kata kunci: Aspal Pen 60/70, AC-WC, filler semen, campuran aspal panas, Marshall, stabilitas.

Abstract. This study aims to investigate the effect of cement filler addition on the characteristics of Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC) mixtures using 60/70 penetration-grade asphalt through the Marshall test. Filler is one of the components of an asphalt mixture that functions to fill the voids between aggregate particles and improve the stability of the mixture. In this study, 60/70 penetration-grade asphalt, coarse aggregate, fine aggregate, and cement filler were used with several variations of filler content. The specimens were prepared using the hot mix asphalt method and subsequently tested using the Marshall method to determine the values of stability, flow, Marshall Quotient (MQ), and volumetric parameters, including Void in Mix (VIM), Void in Mineral Aggregate (VMA), and Void Filled with Asphalt (VFA). The test

Article History

Received: Oktober 2026
Reviewed: Oktober 2026
Published: Oktober 2026

Plagiarism Checker
No 237.u873247.fh8374

Copyright : Author
Publish by : Kohesi



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



results were analyzed to determine changes in the mixture characteristics resulting from the addition of cement filler and to identify the optimum filler content that produces the best AC-WC mixture performance while satisfying the applicable specifications. The addition of cement filler is expected to improve the stability and stiffness of the mixture and produce a mixture with better resistance to traffic loads and deformation. This study is expected to provide useful information for considering cement as an alternative filler material in AC-WC hot mix asphalt.

Keywords: 60/70 penetration-grade asphalt, AC-WC, cement filler, hot mix asphalt, Marshall test, stability

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Melihat perkembangan kontruksi jalan di Indonesia, pada umumnya campuran aspal panas terdiri dari dua bahan dasar yaitu aspal keras yang berfungsi sebagai pengikat dan agregat yang berfungsi sebagai tulangan, sehingga aspal dan agregat menjadi satu kesatuan yang padat dan kuat. Campuran beraspal panas dipengaruhi oleh sifat - sifat aspal serta sifat - sifat campuran padat dari kedua bahan tersebut.

Di Indonesia campuran aspal panas sudah mulai digunakan untuk pembangunan jalan baru, pelapisan ulang maupun untuk pemeliharaan jalan. Jenis beraspal panas yang umum sudah digunakan antara lain Lapis Aspal beton (Laston) dan Lapis Tipis Beton Aspal (Lataston). Campuran beraspal panas yang digunakan untuk perkerasan jalan harus dapat melayani lalu lintas dan menahan pengaruh lingkungan selama masa pelayanannya. Oleh sebab itu proporsi dari masing - masing bahan dasar harus dirancang sedemikian rupa sehingga campuran beraspal panas harus mengandung cukup aspal supaya keawetan terjaga, kemudian mempunyai kekuatan yang memadai untuk menahan beban lalu lintas, mudah dilaksanakan, sehingga beton aspal campuran panas dapat dihampar dan dipadatkan sesuai dengan rencana dan memenuhi syarat.

Perkembangan penggunaan campuran aspal panas di Indonesia pernah mengalami periode dimana retak atau keawetan yang rendah merupakan faktor utama kerusakan. Kemudian diperkenalkan campuran aspal dengan kecendrungan kandungan aspal tinggi. Pada ruas jalan - ruas jalan dengan volume/beban lalu lintas rendah campuran ini menunjukkan kinerja cukup baik tetapi pada ruas - ruas jalan dengan volume/beban lalu lintas yang tinggi, umumnya menunjukkan kerusakan berupa deformasi plastis. Dengan memvariasikan kadar aspal yang tidak terlalu rendah atau tidak terlalu tinggi maka keawetan aspal akan terjaga dan memadai untuk menahan beban lalu lintas dapat tercapai.

Kinerja campuran aspal beton sangat dipengaruhi oleh penetrasi dan titik lembek aspal. Pada umumnya di Indonesia dipakai aspal Pen. 60/70 dan 80/100. untuk itu penulis akan mencoba meneliti dan membandingkan aspal Pen. 60/70 dan 80/100 terhadap Pengujian Marshall, dengan tambahan filler semen.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh penambahan filler semen terhadap karakteristik campuran aspal panas AC-WC dengan menggunakan aspal penetrasi 60/70?



2. Berapa kadar filler semen optimum yang menghasilkan kinerja terbaik pada campuran AC-WC berdasarkan hasil uji Marshall?
3. Bagaimana nilai parameter Marshall (stabilitas, flow, VIM, VMA, dan VFA) pada campuran dengan variasi kadar filler semen?
4. Apakah campuran aspal dengan tambahan filler semen memenuhi spesifikasi standar (Bina Marga) untuk lapisan AC-WC?
5. Bagaimana perbandingan kinerja campuran aspal tanpa filler semen dan dengan filler semen terhadap hasil uji Marshall?

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kadar aspal optimum untuk campuran aspal beton AC - WC dengan menggunakan aspal Pen. 60/70, dengan tambahan bahan pengisi filler semen 1,5%, melihat perbandingan antara kekuatan dari kedua aspal tersebut setelah di tambah filler semen.

Contoh komposisi campuran AC - WC dengan tambahan filler semen :

Coarse Aggregate : 10 %

Medium Aggregate : 47 %

Fine Aggregate : 42 %

Filler Semen : 1,5 %

1.3 Batasan Masalah

Penelitian ini akan membahas tentang kinerja dari pada Aspal Pen 60/70 dan Aspal Pen 80/100 dengan tambahan filler semen dengan pengujian marshall dengan gradasi aggregate beton aspal AC - WC yang berukuran maksimum nominal 12,50 mm.

Di sini saya akan menguji Campuran Aspal Panas, pengujian Aspal dengan zat kimia.

1. Penelitian menggunakan aspal penetrasi 60/70 sebagai bahan pengikat utama pada campuran aspal panas AC-WC dan Agregat yang digunakan berasal dari satu sumber material dan memenuhi spesifikasi Bina Marga
2. Filler yang digunakan adalah Semen Portland Type I, tanpa variasi jenis filler lainnya dan Variasi kadar filler semen ditentukan dalam beberapa persentase tertentu terhadap berat agregat (misalnya 0%, 2%, 4%, 6%, dan 8%).
3. Pengujian yang dilakukan hanya menggunakan Metode Marshall untuk menentukan karakteristik campuran dan Parameter yang dianalisis meliputi stabilitas, flow, VIM (Void in Mix), VMA (Void in Mineral Aggregate), dan VFA (Void Filled with Asphalt).
4. Penentuan kadar aspal optimum (KAO) dilakukan berdasarkan metode Marshall dan Penelitian dilakukan di laboratorium PT. Pebana Adi Sarana Pangkalan dan tidak mempertimbangkan kondisi lapangan seperti lalu lintas, cuaca, dan umur layanan jalan.



5. Suhu pencampuran dan pemadatan mengikuti standar yang berlaku (Bina Marga/SNI) tanpa variasi khusus.

1.4 Tujuan Penelitian dan Manfaat Penelitian

1. Menganalisis pengaruh penambahan filler semen terhadap karakteristik campuran aspal panas AC-WC menggunakan aspal penetrasi 60/70.
2. Menentukan kadar filler semen yang optimum dalam campuran AC-WC berdasarkan hasil pengujian Marshall.
3. Mengevaluasi nilai parameter Marshall yang meliputi stabilitas, flow, VIM, VMA, dan VFA pada berbagai variasi kadar filler semen.
4. Mengetahui apakah campuran dengan tambahan filler semen memenuhi spesifikasi teknis yang berlaku (Bina Marga).

Membandingkan kinerja campuran aspal tanpa filler semen dan dengan penambahan filler semen terhadap hasil uji Marshall.

2. STUDI LITERATUR

Menurut Silvia Sukirman (1999), Aspal didefinisikan sebagai material berwarna hitam atau coklat tua, pada temperatur ruang berbentuk padat sampai agak padat. Jika dipanaskan sampai suhu tertentu aspal dapat menjadi lunak/cair sehingga dapat membungkus partikel agregat pada waktu pembuatan aspal beton atau dapat masuk kedalam pori-pori yang ada pada penyemprotan/penyiraman pada perkerasan. Jika temperatur mulai turun, aspal akan mengeras dan mengikat agregat pada tempatnya (sifat termoplastis). Hydrocarbon adalah bahan dasar utama dari aspal yang umum disebut bitumen, sehingga aspal sering juga disebut dengan bitumen.

Sifat aspal akan berubah akibat panas dan umur, aspal akan menjadi kaku dan rapuh dan akhirnya daya adhesinya terhadap partikel agregat akan berkurang, perubahan ini dapat diatasi/dikurangi jika sifat-sifat aspal dikuasai dan dilakukan langkah-langkah yang baik dalam proses pelaksanaan. Aspal minyak dengan bahan dasar aspal dapat dibedakan atas, (Sukirman, Silvia, 1999)

Untuk agregat yang digunakan untuk campuran aspal sebelumnya harus sudah diuji dahulu dengan pengujian standar yang dipedomani, yaitu :

1. Agregat Kasar, yaitu material yang tertahan saringan No. 8 (2,36 mm). Agregat kasar harus memenuhi gradasi yang disyaratkan didalam spesifikasi dan harus terdiri dari batu pecah, harus bersih, keras dan tahan lama, bebas dari kotoran.
2. Agregat halus, yaitu material yang lolos saringan No. 8 (2,36 mm) dan tertahan saringan No. 200 (0,076 mm) dan terdiri dari hasil saringan dari batu pecah.

3. Bahan pengisi (Filler), adalah material yang lolos saringan No. 200 dan harus bersih dari lumpur. Bahan pengisi berfungsi untuk meningkatkan kekentalan dari aspal dan menurunkan kepekaan terhadap temperatur dari campuran.
4. Semen adalah tambahan bahan pengisi (Filler) berfungsi untuk meningkatkan ketahanan dan kerapatan dari campuran tersebut.

Standar yang dipergunakan untuk material dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 2.1 : Standar yang digunakan dalam pemeriksaan material

No	Uraian	Metode Pengujian	Satuan	Spesifikasi	
				Min	Maks.
	Aggregat Kasar :				
1.	Gradasi	SNI M - 08 - 1989 - F	-	-	-
2.	Penyerapan Air	SNI M - 09 - 1989 - F	%	-	3
3.	Berat Jenis Bulk	SNI M - 09 - 1989 - F	-	2,5	-
4.	Berat Jenis Apparent	SNI M - 09 - 1989 - F	-	-	-
5.	Berat Jenis Effektif	SNI M - 09 - 1989 - F	-	-	-
6.	Kelekatan Aspal Terhadap Agregat	SNI M - 06 - 1990 - I	%	95	
7.	Pengujian Los Angeles Abrasion	SNI M - 02 - 1990 - I	%	-	40
8.	Soundness	AASTHO T - 104	%	-	18
	Aggregat Halus :				
1.	Gradasi	SNI M - 08 - 1989 - F	-	-	-
2.	Penyerapan Air	SNI M - 09 - 1989 - F	%		3
3.	Berat Jenis Bulk	SNI M - 09 - 1989 - F	-	2,5	-
4.	Berat Jenis Apparent	SNI M - 09 - 1989 - F	-	-	-
5.	Berat Jenis Effektif	SNI M - 09 - 1989 - F	-	-	-
	Aspal Pen. 60/70 :				
1.	Penetrasi (25° C, 5 detik, 100 gram)	AASTHO T - 49 - 68	0,1 mm	60	79
2.	Titik Lembek (Ring dan Ball)	AASTHO T - 53 - 74	° C	48	58
3.	Titik Nyala (Cleveland Open Cup)	AASTHO T - 48 - 74	° C	200	-
4.	Kehilangan Berat (163° C, 5 Jam)	AASTHO T - 74 - 74	% Berat	-	0,8
5.	Kelarutan Aspal	AASTHO T - 44 - 70	% Berat	99	-
6.	Daktilitas (25° C, 5 cm/menit)	AASTHO T - 51 - 74	cm	100	-
7.	Berat Jenis (25° C)	AASTHO T - 228 - 68	-	1,0	-

Aspal Pen. 80/100 :					
1.	Penetrasi (25° C, 5 detik, 100 gram)	AASTHO T - 49 - 68	0,1 mm	80	99
2.	Titik Lembek (Ring dan Ball)	AASTHO T - 53 - 74	° C	46	54
3.	Titik Nyala (Cleveland Open Cup)	AASTHO T - 48 - 74	° C	225	-
4.	Kehilangan Berat (163° C, 5 Jam)	AASTHO T - 74 - 74	% Berat	-	1,0
5.	Kelarutan Aspal	AASTHO T - 44 - 70	% Berat	99	-
6.	Daktilitas (25° C, 5 cm/menit)	AASTHO T - 51 - 74	cm	100	-
7.	Berat Jenis (25° C)	AASTHO T - 228 - 68	-	1,0	-

Sumber : SNI, AASTHO

2.1 Landasan Teori

Aspal beton campuran panas merupakan salah satu jenis dari lapis perkerasan konstruksi perkerasan lentur. Jenis perkerasan ini merupakan campuran merata antara aggregate dan aspal sebagai bahan pengikat pada suhu tertentu. Untuk mengeringkan aggregate dan mendapatkan tingkat kecairan yang cukup dari aspal sehingga diperoleh kemudahan untuk mencampurnya, maka kedua material harus dipanaskan dulu sebelum dicampur.

2.2 Campuran Aspal dengan Alat Marshall

Campuran aspal dengan alat marshall dimaksudkan untuk menentukan ketahanan (stabilitas) terhadap kelelahan plastis (flow) dari campuran aspal. Ketahanan (stabilitas) yaitu kemampuan suatu campuran aspal untuk menerima beban sampai terjadi kelelahan plastis yang dinyatakan dalam kilogram, sedangkan kelelahan plastis yaitu keadaan perubahan bentuk suatu campuran aspal yang terjadi akibat suatu beban sampai batas runtuh yang dinyatakan dalam mm.



Peralatan yang digunakan untuk pengujian campuran aspal dengan alat marshall yaitu, (*Manual Aspal, Bina Marga*) :

- a. 3 buah benda uji berdiameter 10 cm dan tinggi 7,5 cm lengkap dengan pelat atas dan leher sambung.
- b. Alat pengeluar benda uji (Ejector).
- c. Penumbuk yang mempunyai permukaan tumbuk rata berbentuk silinder dengan berat 4,536 Kg, dan tinggi jatuh bebas 45,7 cm.
- d. Landasan pemadat terdiri dari balok kayu (jati atau yang sejenis) berukuran (20 x 20 x 45) cm yang dilapisi dengan pelat baja berukuran (30 x 30 x 2,5) cm dan diikatkan pada lantai beton dengan 4 bagian siku.
- e. Silinder cetakan benda uji.
- f. Mesin tekan yang dilengkapi dengan :
 1. Kepala penekan berbentuk lengkung (*Breaking Head*).
 2. Cincin penguji yang berkapasitas 2500 Kg dengan ketelitian 12,5 Kg dilengkapi arloji tekan dengan ketelitian 0,0025 cm.
 3. Arloji kelelahan dengan ketelitian 0,25 mm dengan perlengkapannya.
- g. Oven, yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai 200° C.
- h. Bak perendam (Water Bath) dilengkapi dengan pengatur suhu minimum 20° C.
- i. Peralatan - peralatan lain :
 1. Panci - panci untuk memanaskan aggregate, aspal dan campuran aspal.
 2. Pengukur suhu dari logam (Metal Thermometer) berkapasitas 250° C dan 100° C, dengan ketelitian 0,5.
 3. Timbangan yang dilengkapi penggantung benda uji berkapasitas 2 Kg dengan ketelitian 0,1 gram dan timbangan berkapasitas 5 Kg dengan ketelitian 1 Gram.
 4. Kompok.
 5. Sarung Asbes dari karet.
 6. Sendok pengaduk dan perlengkapan lain.

Pembuatan benda uji dengan langkah-langkah sebagai berikut :

- a. Keringkan benda uji.

Keringkan aggregate, sampai beratnya tetap pada suhu (105±5)° C, pisah-pisahkan aggregate dengan cara penyaringan kering ke dalam fraksi-fraksi yang dikehendaki.



b. Persiapan campuran.

Untuk tiap benda uji diperlukan aggregate sebanyak ± 1200 gram sehingga menghasilkan tinggi benda uji kira-kira $6,25 \text{ cm} \pm 0,125 \text{ cm}$.

Panaskan panci pencampur beserta aggregate kira-kira 28°C diatas suhu pencampuran untuk aspal panas dan ter dan aduk sampai merata, untuk aspal dingin pemanasan sampai 14°C diatas suhu pencampuran. Sementara itu panaskan aspal dengan sampai suhu pencampuran. Tuangkan aspal sebanyak yang dibutuhkan kedalam aggregate yang sudah dipanaskan tersebut. Kemudian aduklah dengan cepat sampai aggregate terlapis merata.

c. Pemadatan benda uji

Bersihkan perlengkapan cetakan benda uji serta bagian muka penumbuk dengan seksama dan panaskan sampai suhu antara $93,3$ dan $148,9^\circ \text{C}$.

Letakkan selembar kertas saring atau kertas penghisap yang sudah digunting menurut ukuran cetakan kedalam dasar cetakan, kemudian masukkanlah seluruh campuran keras - keras dengan spatula yang dipanaskan atau aduklah dengan sendok semen 15 kali keliling penggirannya dan 10 kali dibagian dalamnya, kemudian lepaskan lehernya, dan ratakanlah permukaan campuran dengan mempergunakan sendok semen menjadi bentuk yang sedikit cembung. Waktu akan dipadatkan suhu campuran harus dalam batas-batas suhu pemadatan.

Letakkan cetakan diatas landasan pemadat dalam pemegang cetakan. Lakukan pemadatan dengan alat penumbuk sesuai dengan kebutuhan dengan tinggi jatuh 45 cm . Selama pemadatan tahanlah agar sumbu palu pemadat selalu tegak lurus pada alas cetakan, lepaskan keping alas dan lehernya balikkan alat cetak berisi benda uji dan pasanglah kembali perlengkapannya terhadap permukaan benda uji yang sudah dibalik, tumbuklah dengan jumlah tumbukan yang sama, setelah pemadatan selesai, lepaskan keping alas dan pasanglah alat pengeluar benda uji pada permukaan ujung ini. Dengan hati - hati keluarkan dan letakkan benda uji diatas permukaan rata yang halus, biarkan ± 24 Jam pada suhu ruang.

Setelah 24 jam bersihkan benda uji dari kotoran-kotoran yang menempel, berilah tanda pengenal pada masing-masing benda uji, ukur benda uji dengan ketelitian $0,1 \text{ mm}$, dan timbang dalam keadaan kering (diudara), kemudian rendam benda uji dalam air selama 24 jam pada suhu ruang, timbang benda uji dalam air untuk mendapatkan isi, dan timbang benda uji dalam kondisi kering permukaan jenuh.

d. Untuk pengujian stability dan kelelahan plastis (*flow*)

Rendam benda uji dalam bak perendam selama 30 menit sampai 40 menit atau dipanaskan didalam oven selama 2 jam dengan suhu tetap (60°C).

Keluarkan benda uji dari bak perendam atau oven dan letakkan kedalam segmen bawah kepala penekan. Pasang segmen atas diatas benda uji, dan letakkan keseluruhannya dalam mesin penguji. Pasang arloji kelelahan (*flow meter*) pada kedudukannya diatas salah satu batang penuntun dan atur kedudukan jarum penunjuk pada angka nol, sementara selubung tangkai arloji (*sleeve*) dipegang teguh terhadap segmen atas kepala penekan (*Breaking Head*). Tekan selubung tangkai arloji kelelahan tersebut pada segmen atas kepala penekan selama pembebanan berlangsung

Sebelum pembebanan dilakukan, kepala penekan beserta benda ujinya dinaikkan hingga menyentuh alas cincin penguji. Atur kedudukan jarum arloji tekan pada angka nol. Berikan pembebanan kepada benda uji dengan kecepatan tetap sebesar 50 mm per menit sampai pembebanan maksimum tercapai, atau pembebanan maksimum yang dicapai. Lepaskan selubung tangkai arloji kelelahan (*sleeve*) pada saat pembebanan mencapai maksimum dan catat nilai kelelahan yang ditunjukkan oleh jarum arloji kelelahan. Waktu yang diperlukan saat diangkatnya benda uji dari rendaman air sampai tercapainya beban maksimum tidak boleh melebihi 30 detik.

Perhitungan Marshall adalah sebagai berikut :

- Berat Jenis Bulk dari Total Agregat :

$$G_{sb} = \frac{P_1}{P_1 / G_{sb}} + \frac{P_2}{P_2 / G_{sb}} + \frac{.....}{.....} + \frac{P_n}{P_n / G_{sb\ n}} \dots\dots\dots (2.1)$$

- Berat Jenis Apparent dari Total Agregat :

$$G_{sa} = \frac{P_1}{P_1 / G_{sa_1}} + \frac{P_2}{P_2 / G_{sa_1}} + \frac{.....}{.....} + \frac{P_n}{P_n / G_{sa\ n}} \dots\dots\dots (2.2)$$

- Berat Jenis Effektif dari Total Agregat :

$$G_{se} = \frac{G_{sb} + G_{sa}}{2} \dots\dots\dots (2.3)$$

- Isi Bulk dari Campuran Padat, cc :

$$V_{\text{Bulk}} = W_{\text{ssd}} - W_w \dots\dots\dots (2.4)$$

- Berat Jenis Curah pada Campuran Padat, cc :

$$G_{mb} = \frac{W_a}{V_{\text{bulk}}} \dots\dots\dots (2.5)$$

- Berat Jenis Teoritis maksimum pada campuran padat, gr/cc :

$$G_{mm} = \frac{P_{mm}}{\left(\frac{P_{se}}{G_{se}} \right) + \left(\frac{P_b}{G_b} \right)} \dots\dots\dots (2.6)$$

- VIM/Rongga didalam campuran (prosentase dari volume agregat total) :

$$VIM = 100 \times \frac{G_{mm} - G_{mb}}{G_{mm}} \dots\dots\dots (2.7)$$

- VMA/Rongga dalam agregat (prosentase dari volume total) :

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



- VFMA/Rongga terisi aspal (prosentase dari VMA) :

$$VFMA = 100 - \frac{VMA - VIM}{VMA} \dots\dots\dots (2.9)$$

- Penyerapan aspal :

$$Pba = 100 \times \frac{Gse - Gsb}{Gse \times Gsb} \times Gb \dots\dots\dots (2.10)$$

- Kadar Aspal Effektiv dari total campuran :

$$Pbe = Pb - \frac{Pba}{100} \times Ps \dots\dots\dots (2.11)$$

- Marshall Quotient :

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

- Kekuatan Sisa Marshall :

$$MRS = \frac{MSi}{MSs} \times 100 \dots\dots\dots (2.13)$$

Dengan Maksud :

$P_1, P_2, \dots, P_n$ = Prosentase Berat Agregat 1, 2, ...n

$Gsb, Gsa \ n$ = Berat Jenis dari Agregat 1, 2, ...n

$Gsa \ 1, Gsa \ n$ = Berat Jenis Apparent dari Agregat 1, 2, ...n

Gsa = Berat Jenis Apparent dari Total Agregat

Gsb = Berat Jenis Bulk dari Total Agregat

$V \ Bulk$ = Voleme Bulk Campuran dipadatkan

$W \ ssd$ = Berat Jenis Kering Permukaan

$W \ w$ = Berat Jenis dalam Air

Gmb = Berat Jenis Bulk dari Campuran Padat

Gmm = Berat Jenis Teoritis Maksimum Campuran Padat

Pmm = Prosentase Berat dari Total Campuran Lepas 100%

Pb = Kadar Aspal

Gb = Berat Jenis Aspal



- Ps = Prosentase Berat Agregat VIM Rongga dalam Campuran
- VIM = Rongga dalam Campuran
- VFMA = Rongga udara terisi Aspal
- VMA = Rongga udara dalam Agregat
- Pba = Penyerapan Aapal, prosentase dari berat agregat
- Pbe = Kadar Aspal Effektif, prosentase dari berat campuran
- MS = Stabilitas Marshall, Kg
- MF = Marshall Flow, (mm)
- MSS = Stabilitas Marshall pada kondisi standar, (Kg)
- MSI = Stabilitas Marshall pada kondisi Perendaman, (Kg)

3 METODOLOGI

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian merupakan semua kegiatan pencarian, penyelidikan, percobaan, dan pengujian secara ilmiah dalam suatu bidang tertentu untuk mendapatkan pengaturan baru atau interpretasi (tafsiran) baru dari pengetahuan yang ada, (M. Nazir, Ph D, 1983). Jenis penelitian yang akan dilakukan ini merupakan penelitian eksperimental yaitu dengan cara melakukan perbandingan kinerja Aspal Pen. 60/70 dan Aspal Pen. 80/100 dengan tambahan bahan pengisi filler semen, pada Beton Aspal Agregat Terhadap Pengujian Marshall.

3.2 Metode dan Alat Pengumpulan Data

Menurut M. Nazir, Ph D, 1983, Pengumpulan data merupakan suatu pengadaan data untuk keperluan penelitian. Pengumpulan data merupakan langkah yang amat penting dalam penelitian. Selalu ada hubungan antara metode pengumpulan data dengan masalah yang ingin dipecahkan. Secara umum metode pengumpulan data dibagi atas beberapa kelompok yaitu :

- Metode Pengamatan langsung.

Pengumpulan data dengan observasi langsung atau dengan pengamatan langsung adalah cara pengambilan data dengan menggunakan mata, alat yang berhubungan langsung dengan kegiatan penelitian.

- Metode pengumpulan data dengan wawancara

Yang dimaksud dengan wawancara proses memperoleh keterangan untuk tujuan penelitian dengan cara tanya jawab sambil bertatap muka antara si penanya atau pewawancara dengan si penjawab atau responden dengan menggunakan alat yang dinamakan panduan wawancara (*interview guide*).



3.3 Jumlah Benda Uji

Untuk jumlah benda uji dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 3.1 : Jumlah Model Benda Uji

No.	Campuran Panas Agregat	Kadar Aspal (%)	Filler (Semen) (%)	Jumlah Sampel	
				Aspal Pen. 60/70	Aspal Pen. 80/100
	Agregat Superpave (Max. Size 12,50 mm)				
1.	Jenis Contoh Kurva Gradasi Superpave (Contoh A)	4,50	1,50	3	3
2.	Idem	5,00	1,50	3	3
3.	Idem	5,50	1,50	3	3
4.	Idem	6,00	1,50	3	3
5.	Idem	6,50	1,50	3	3
6.	Idem	7,00	1,50	3	3
Jumlah Benda Uji dengan Jenis Contoh A				18	18
1.	Jenis Contoh Kurva Gradasi Superpave (Contoh B)	4,50	1,50	3	3
2.	Idem	5,00	1,50	3	3
3.	Idem	5,50	1,50	3	3
4.	Idem	6,00	1,50	3	3
5.	Idem	6,50	1,50	3	3
6.	Idem	7,00	1,50	3	3
Jumlah Benda Uji dengan Jenis Contoh B				18	18

4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Presentasi Data

Hasil pemeriksaan agregat kasar, agregat halus, dan aspal di laboratorium PT. Pebana Adi Sarana Pangkalan didapatkan sifat - sifat bahan yang digunakan telah memenuhi persyaratan Bina Marga (2010) seperti tabel berikut ini :

Tabel 4.1 : Hasil Pemeriksaan Analisa Saringan

Ukuran Saringan		Combinasi Material Tanpa Filler (Semen)	Combinasi Material Pakai Filler (Semen)	Persyaratan
Inch	mm			Spec
3/4	19.00	100	100.00	100.00
1/2	12.50	91.63	91.63	90 - 100
3/8	9.50	80.01	79.07	72 - 90
# 4	4.75	54.47	51.16	43 - 63
# 8	2.36	33.78	31.36	28 - 39.1
# 16	1.18	21.80	20.64	19 - 25.6
# 30	0.600	14.36	13.98	13 - 19.1
# 50	0.300	11.92	11.76	9 - 15.5
# 100	0.150	9.63	9.70	6 - 13
# 200	0.075	6.47	6.82	4 - 10

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium

Dari hasil pemeriksaan kombinasi agregat adalah Kombinasi Material Tanpa Filler (Semen) dan Pakai Filler Semen diambil gradasi kasar dari Spesifikasi Umum.

Tabel 4.2 : Hasil Pemeriksaan Karakteristik Agregat Kasar 1- 2 cm

No.	Jenis Pengujian	Satuan	Hasil Pengujian	Persyaratan	
				Min.	Max.
1.	Berat Jenis Curah (<i>Bulk</i>)	gr	2,545	2,5	—
2.	Berat Jenis Semu (<i>Apparent</i>)	gr	2,624	—	—



3.	Berat Jenis Effektif	gr	2,575	—	—
4.	Penyerapan Air	%	1,187	—	3,0
5.	Abrasi	%	26.75	—	30

Tabel 4.3 : Hasil Pemeriksaan Karakteristik Agregat Kasar 0.5 - 1.0 cm

No.	Jenis Pengujian	Satuan	Hasil Pengujian	Persyaratan	
				Min.	Max.
1.	Berat Jenis Curah (<i>Bulk</i>)	gr	2,500	2,5	—
2.	Berat Jenis Semu (<i>Apparent</i>)	gr	2,641	—	—
3.	Berat Jenis Effektif	gr	2,554	—	—
4.	Penyerapan Air	%	2,133	—	3,0
5.	Abrasi	%	26.75	—	30

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium

Tabel 4.4 : Hasil Pemeriksaan Karakteristik Agregat Halus

No.	Jenis Pengujian	Satuan	Hasil Pengujian	Persyaratan	
				Min.	Max.
1.	Berat Jenis Curah (<i>Bulk</i>)	gr	2,426	2,5	—
2.	Berat Jenis Semu (<i>Apparent</i>)	gr	2,481	—	—
3.	Berat Jenis Effektif	gr	2,567	—	—
4.	Penyerapan Air	%	2,260	—	3,0
5.	Sand Equivalent	%	—	—	50

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium

Tabel 4.5 Tabel Penimbangan Material untuk Pembuatan Briket Marshal Aspal Pen 60/70

No benda uji	Komposisi Agregat		43%	47%	10%	Total Campuran (Gram)
	% aspal	Aspal (Gram)	Cold Bin I Abu (gram)	Cold Bin II 0,5 - 1 (gram)	Cold Bin III 1 - 2 (gram)	
1.	4.5	54.0	538.6	492.8	114.6	1200.0
2.	5.0	60.0	535.8	490.2	114.0	1200.0
3.	5.5	66.0	533.0	487.6	113.4	1200.0
4.	6.0	72.0	530.2	485.0	112.8	1200.0
5.	6.5	78.0	527.3	482.5	112.2	1200.0
6.	7.0	84.0	524.5	479.9	111.6	1200.0

Tabel 4.6 Tabel Penimbangan Material untuk Pembuatan Briket Marshal Aspal Pen 60/70 dan Penambahan Filler (Semen) 1 %

No benda uji	Komposisi Agregat		42%	47%	10%	10%	Total Campuran (Gram)
	% aspal	Aspal (Gram)	Cold Bin I Abu (gram)	Cold Bin II 0,5 - 1 (gram)	Cold Bin III 1 - 2 (gram)	Filler Semen (gram)	
1.	4.5	54.0	481.3	538.6	114.6	11.5	1200.0
2.	5.0	60.0	478.8	535.8	114.0	11.4	1200.0
3.	5.5	66.0	476.3	533.0	113.4	11.3	1200.0
4.	6.0	72.0	473.8	530.2	112.8	11.3	1200.0
5.	6.5	78.0	471.2	527.3	112.2	11.2	1200.0
6.	7.0	84.0	468.7	524.5	111.6	11.2	1200.0

Aspal yang digunakan untuk campuran panas aspal - agregat yaitu aspal keras dengan penetrasi 60/70. Hasil pemeriksaan terhadap aspal dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.7 : Hasil Pemeriksaan Karakteristik Aspal Pen. 60/70

No.	Jenis Pengujian	Satuan	Persyaratan Aspal Pen 60/70		Hasil Pengujian
			Min.	Max.	
1.	Penetrasi	0,1 mm	60	79	63
2.	Berat Jenis	Gr	1,0	–	1,031
3.	Titik Lembek	° C	48	58	49
4.	Titik Nyala	° C	200	–	335
5.	Kehilangan Berat	% Berat	–	0,40	0,01

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium

Tabel 4.8 : Hasil Percobaan Marshall Benda Uji dengan Aspal Penetrasi 60/70 Campuran AC - WC Tanpa Filler (Semen)

No	Karakteristik	Kadar Aspal (%)					
		4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0
1	Kepadatan (Density) (gr/cc)	2.245	2.255	2.257	2.261	2.260	2.249
2	Rongga Antar Butiran Agregat (VMA) (%)	14.970	15.019	15.409	15.676	16.168	17.020
3	Rongga Dalam Campuran (VIM) (%)	5.771	5.131	4.826	4.783	4.105	3.752
4	Rongga Terisi Aspal VFB) (%)	61.450	65.838	68.682	69.491	74.609	77.953
5	Stabilitas (Kg)	1068.8	1087.6	1109.3	1144.1	1081.8	1063.5
6	Flow (mm)	4.30	4.20	4.00	3.90	4.10	4.20
7	Marshall Quotient (Kg/mm)	250.50	261.03	279.65	295.89	261.72	253.22

Sumber : Hasil Pengujian Marshall

Tabel 4.9 : Hasil Percobaan Marshall Benda Uji dengan Aspal Penetrasi 60/70 Campuran AC - WC Pakai Filler (Semen)

No	Karakteristik	Kadar Aspal (%)					
		4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0
1	Kepadatan (Density) (gr/cc)	2.249	2.262	2.263	2.271	2.262	2.254
2	Rongga Antar Butiran Agregat (VMA) (%)	15.075	15.037	15.445	15.583	16.377	17.104
3	Rongga Dalam Campuran (VITM) (%)	5.456	4.634	4.441	3.996	3.658	3.613
4	Rongga Terisi Aspal (VFWA) (%)	63.811	69.180	71.268	74.335	77.665	78.877
5	Stabilitas (Kg)	1106.5	1191.2	1214.6	1261.8	1218.7	1063.0
6	Flow (mm)	4.00	3.70	3.60	3.50	3.60	4.00
7	Marshall Quotient (Kg/mm)	276.61	319.07	340.53	360.52	338.53	263.54

Sumber : Hasil Pengujian Marshall

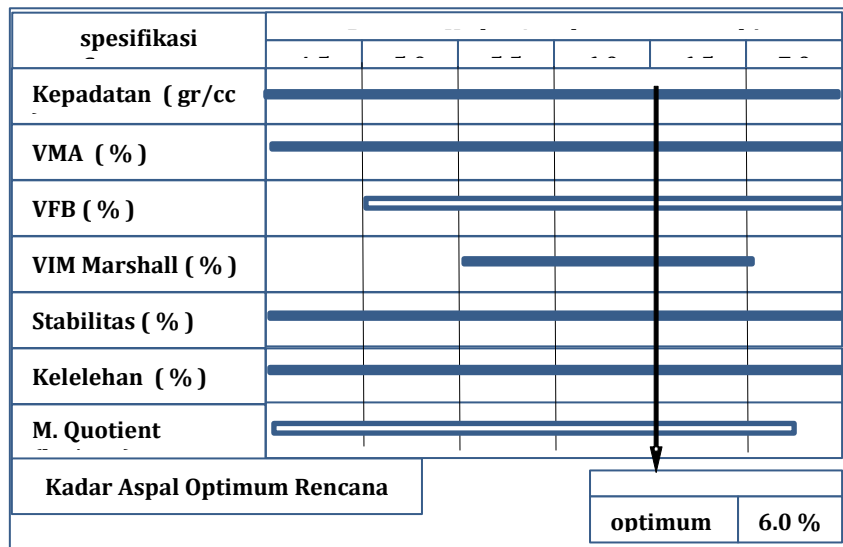
4.2. Density

Nilai density merupakan nilai berat volume untuk menunjukkan kepadatan dari campuran Beton Aspal. Faktor - faktor yang mempengaruhi density yaitu temperatur pemadatan, komposisi bahan penyusun, dan Kadar Aspal.

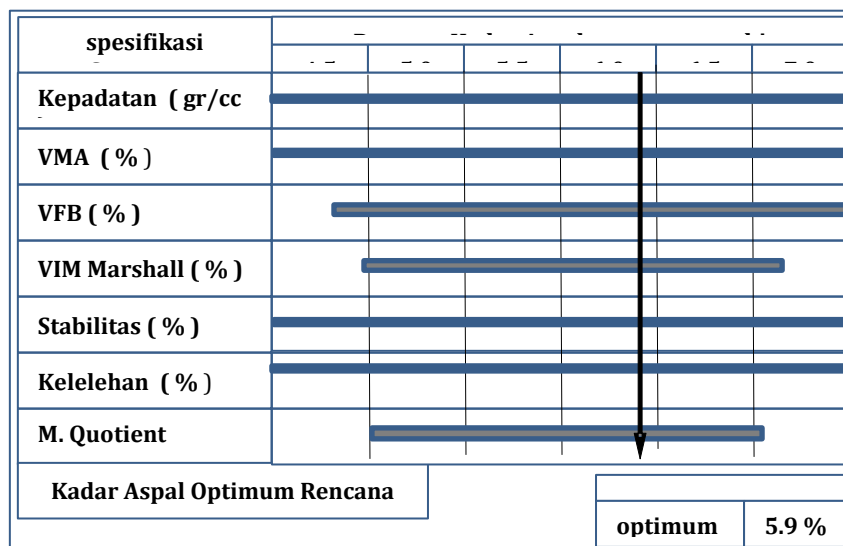
4.3. Kadar Aspal Optimum

Dari gambar (grafik) *Density*, VMA, VIM, VFB, Stabilitas, Flow dan Marshall Quotient, dapat ditentukan kadar aspal optimum untuk kedua jenis gradasi campuran, seperti terlihat pada gambar 4.8 dan 4.9 berikut ini :

Gambar 4.8 Penentuan Kadar Aspal Optimum untuk AC-WC Aspal Pen 60/70 dengan penambahan filler semen



Gambar 4.9 Penentuan Kadar Aspal Optimum untuk AC-WC non Filler Semen



Dari analisa dan pembahasan yang dilakukan di laboratorium, didapat kadar aspal optimum jenis campuran aspal pen 60/70 dengan filler semen yaitu 6.0% dan kadar aspal optimum jenis campuran aspal pen 60/70 dengan tanpa filler semen yaitu 5.9%.

5 PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis serta pembahasan, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

- 1) Penggunaan campuran aspal pen. 60/70 dengan penambahan filler (semen) terhadap nilai kepadatan (density), rata - rata bisa menaikkan nilai kepadatan (*density*), Sedangkan



dengan yang tidak penambahan filler (semen) Nilai kepadatan pada setiap kadar aspal yang ditinjau menunjukkan kenaikan dan penurunan.

- 2) Penggunaan pada Aspal Pen. 60/70 dengan penambahan filler (semen) terhadap nilai VMA cenderung mengalami penurunan sedikit lebih datar dari penambahan kadar aspal yang ditinjau. Sedangkan dengan tidak menggunakan filler (semen) nilai VMA mengalami kenaikan karena rongga yang terdapat dalam campuran tidak terisi/ terpenuhi oleh filler abu batu.
- 3) Penggunaan Aspal Pen. 60/70 dengan penambahan filler (semen) mengalami penurunan dibandingkan dengan yang tidak menggunakan filler (semen) hal ini disebabkan karena dengan penambahan filler (semen) campuran tersebut dapat terisi oleh filler tersebut.
- 4) Penggunaan Aspal Pen. 60/70 dengan penambahan filler (semen) nilai VFB cenderung menunjukkan kenaikan pada setiap penambahan kadar aspal. Begitu juga sebaliknya dengan tidak pemakaian filler (semen) juga mengalami kenaikan tapi tidak signifikan pada penambahan filler semen
- 5) Penggunaan Aspal Pen. 60/70 dengan pemakaian filler (semen) memperlihatkan kenaikan nilai stabilitas pada setiap penambahan kadar aspal sedangkan dengan tidak pemakaian filler (semen) cenderung turun pada penambahan kadar aspal yang apabila dibandingkan dengan pemakaian filler (semen)
- 6) Nilai kelelahan (*Flow*) pada pemakaian filler (semen) menunjukkan penurunan nilai *flow* dari penambahan kadar aspal yang ditinjau. Sedangkan yang tidak pemakaian filler (semen) mengalami kenaikan *flow* jika dibandingkan dengan pemakaian filler (semen)
- 7) Penggunaan Aspal Pen. 60/70 dengan pemakaian filler (semen) nilai MQ mengalami kenaikan. sedangkan dengan tidak pemakaian filler (semen) juga mengalami kenaikan tetapi tidak sebanding kenaikan dengan pemakaian filler (semen)
- 8) Penentuan kadar aspal optimum dengan pemakaian filler (semen) pada aspal pen. 60/70 bisa ditentukan, disebabkan semua properties marshall memenuhi spesifikasi yang disyaratkan, dengan demikian kadar aspal optimum bisa ditentukan. Di peroleh kadar aspal optimum dengan pemakaian filler (semen) pada aspal penetrasi 60/70 yaitu 6,0 %.
- 9) Penentuan kadar aspal optimum dengan tidak pemakaian filler (semen) pada aspal pen 60/70 bisa ditentukan disebabkan semua properties marshall memenuhi spesifikasi yang disyaratkan, dengan demikian kadar aspal optimum dengan tidak pemakaian filler (semen) pada aspal penetrasi 60/70 yaitu 5,8%

5.2 Saran - saran

Dari hasil penelitian dan pembahasan, penulis memberikan beberapa saran - saran antara lain :

- 1) Dengan penambahan filler (semen) dengan Aspal pen 60/70 dapat digunakan pada daerah-daerah jalan yang kritis seperti daerah tanjakan dan penurunan, cocok juga digunakan untuk daerah-daerah yang tropis.
- 2) Sebelum melakukan penelitian diharapkan terlebih dahulu peralatan penelitian harus di periksa izin kelayakan alat tersebut. Contohnya 1. Kalibrasi proving ring serta deal, 2. Alat pemanas briket (waterbeat) 3. Thermometer 4. Oven.dll



- 3) Perlunya peralatan yang memadai agar hasil penelitian lebih akurat serta terjaminnya keselamatan kerja selama pelaksanaan penelitian.

6. REFERENSI

- Brown, S, F. *An. Introduction To The Analytical Design Of Bituminous Pavement*, Nottingham Of University, London
- Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga, (1998). *Jilid Tiga Spesifikasi Umum*. Padang : Perencanaan dan Pengawasan Teknik Jalan dan Jembatan Propinsi (P3T. Prop) Sumatera Barat.
- Dinas Prasarana Jalan Propinsi Sumatera Barat, (2004). *Campuran Beraspal Panas*. Padang : Pusat Litbang Prasarana Transportasi Departemen KIMPRASWIL
- Edward (1988) *filler bahan pengisi untuk campuran aspal*
- Ermizon Isra (2007) *Penelitian Aspal 60/70*
- Fredy (1999) *Campuran Yang Memiliki Kelelahan Rendah*
- Laston Untuk Jalan Raya (2001)
- Laboratorium Rekayasa Jalan Institut Teknologi Bandung, (2001). *Modul Pratikum Mix Design (Perencanaan Campuran Beraspal)*. Bandung : Departemen Teknik Sipil Institut Teknologi Bandung.
- Nazir, Moh, (1983). *Metode Penelitian*. Jakarta : Ghalia Indonesia.
- Sarjono Djoko Untung, (1979). *Konstruksi Jalan Raya*. Jakarta : Departemen Pekerjaan Umum.
- Sartono Wardhani, (1999). *HOTMIX*. Yogyakarta : Pelatihan Teknisi - EEDP 1999 Jurusan Teknik Sipil Universitas Gajah Mada Yogyakarta.
- Sudarsono, (1985). *Rencana Campuran (Mix Design) Untuk Aspal Beton*. Jakarta : Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum Jakarta.
- Sukirman, Silvia, (1999). *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Bandung : Nova
- SNI, AASTHO *Standar yang Digunakan pemeriksaan material*
- Spesifikasi Bina Marga (Jenis IV), 2006 *Petunjuk Pelaksanaan Laston*
- Spesifikasi Bina Marga (1989) *untuk Jalan Raya*
- The Asphalt Institute, 1996 *karakteristik perbandingan material gradasi jenis superpave dan laston jenis IV*