

ANALISA PERBANDINGAN PEMAKAIN FILLER SEMEN DENGAN FILLER LIMBAH ABU BATU BARA PADA CAMPURAN ASPAL PANAS (AC-WC)

COMPARISONAL ANALYSIS OF THE USE OF CEMENT FILLER WITH COAL ASH WASTE FILLER IN HOT ASPHALT MIXTURE (AC-WC)

Ihsanul Arifin ¹⁾, Adrian Fadfli ²⁾, Sisilia Afriyani ³⁾

Program Studi Teknik Sipil Universitas Ekasakti Padang, Sumatera Barat¹²³

E-mail: iksanipin12345@gmail.com

INFO ARTIKEL

koresponden

Wenda Dwi Padila
wendadwipadila@gmail.com
wendadwipadila@gmail.com

Kata Kunci:

filler semen, filler Abu Batu Bara, Asphalt Concrete-Wearing Course (AC-WC).

Open Access at:

<https://ojs-ft.ekasakti.org/index.php/JAES/>

Hal: 060 – 087

ABSTRAK

Asphalt Concrete Wearing Course adalah lapisan perkerasan konstruksi perkerasan lentur. Jenis filler yang dapat digunakan adalah abu batu, semen portland, kapur, fly ash. Penggunaan filler dalam campuran aspal sangat terbatas. Dalam penelitian ini dilakukan untuk mengetahui apakah filler semen dan filler limbah limbah abu batubara memenuhi spesifikasi bina marga 2020. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kajian dan menganalisa dari perbandingan uji marshall nilai density, rongga udara (VMA), persentase rongga (VFB), rongga udara dalam campuran (VIM), stabilitas, flow, marshall question. Perencanaan campuran dilakukan dua tahap pembuatan. Pembuatan benda uji tahap pertama dengan menggunakan filler semen, tahap kedua dengan menggunakan filler limbah abu batubara. Untuk bahan pengisi tersebut masing masing dibuat 12 benda uji, dengan kadar aspal optimum 6%. Hasil uji marshall yang didapatkan nilai density pada penggunaan filler semen lebih tinggi dari filler limbah abu batubara. Untuk nilai VMA pada penggunaan filler semen lebih rendah dari filler limbah abu batubara. Untuk nilai VFB pada penggunaan filler semen lebih tinggi dari filler limbah abu batubara. Untuk nilai VIM pada penggunaan filler semen lebih rendah dari filler limbah abu batubara. Untuk nilai stabilitas pada penggunaan filler semen lebih tinggi dari filler limbah abu batubara. Untuk nilai flow dan MQ pada penggunaan filler semen lebih tinggi dari filler limbah abu batubara. Dengan ini pada penggunaan filler semen yang memenuhi spesifikasi bina marga 2020 pada pemakaian 1%, 2%. Pada pemakaian filler limbah abu batubara yang memenuhi spesifikasi pada pemakaian 2%.

Copyright © 2021 JAES. All rights reserved.

ARTICLE INFO

ABSTRACT

Corresponden

Wenda Dwi Padila
wendadwipadila@gmail.com

Keywords:

cement filler, Coal Ash filler, Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC).

Open Access at :

<https://ojs-ft.ekasakti.org/index.php/JAES/>

page: 060 - 087

Asphalt Concrete Wearing Course is a flexible pavement construction pavement layer. Types of filler that can be used are stone ash, portland cement, lime, fly ash. The use of filler in asphalt mixtures is very limited. This study was conducted to determine whether cement filler and coal ash waste filler meet the 2020 Bina Marga specifications. This study aims to study and analyze the comparison of the Marshall test [density value, air cavity (VMA), percentage of voids (VFB), voids of air in the mixture (VIM), stability, flow, marshall question]. Mix planning is carried out in two stages of manufacture. The first stage of the test object is using cement filler, the second stage is using coal ash waste filler. For the filler material, 12 specimens are made, each with an optimum asphalt content of 6%. The results of the Marshall test showed that the density value for using cement filler was higher than that of coal ash waste filler. The VFB value in the use of cement filler is higher than coal ash waste filler. For the value of VIM on the use of cement filler is lower than coal ash waste filler. For the stability value in the use of cement filler is higher than coal ash waste filler. For flow and MQ values the use of cement filler is higher than coal ash waste filler. With this, the use of cement filler that meets the specifications of Bina Marga 2020 at 1%, 2% usage.

Copyright © 2021 JAES. All rights reserved.

PENDAHULUAN

AC-WC (Asphalt Concrete Wearing Course) adalah lapisan perkerasan konstruksi perkerasan lentur. Perkerasan jenis ini merupakan campuran homogen antara agregat dan aspal sebagai bahan pengikat pada temperatur tertentu. Dalam lapisan perkerasan campuran" (Fithra, 2017). Lapisan yang terdapat pada perkerasan lentur adalah lapisan aspal beton tahan aus (AC-WC). Dibandingkan dengan lapisan lain, ini adalah lapisan yang mudah rusak karena lapisan ini kendaraan dan akan menerima gesekan kendaraan secara langsung. Untuk mencegah terjadinya kerusakan pada lapisan tersebut kami mencoba dengan menggunakan material pengganti agregat sesuai dengan spesifikasi.

Pada lapisan AC-WC ini material pengganti yang digunakan yaitu semen dan limbah abu batubara digunakan sebagai filler. Penelitian ini dilakukan di PT. Pratama Putra Sejahtera. Pada penelitian ini, kadar bahan pengisi antara 1% hingga 4% dari total berat campuran aspal beton. Jenis bahan pengisi yang dipilih adalah semen dan limbah abu batubara. Berdasarkan uraian tersebut maka penulis menyusun skripsi dengan judul, yaitu Analisa perbandingan pemakaian filler Semen dengan filler Limbah Abu batu bara pada campuran aspal panas (AC WC).

METODE PENELITIAN

penelitian dilakukan di Labotorium PT. Pratama Putra Sejahtera Nagari kuncir, kecamatan X Koto Di Atas, Kabupaten Solok, Sumatera Barat. Penelitian dilakukan 27 Desember sampai 16 Januari 2022. Sumber bahan berasal dari Kuncir Aripan di basecamp PT. Pratama Putra Sejahtera.



Gambar 1.peta Sumatera Barat



Gambar 2 Peta Kabupaten Solok



Gambar 3 Lokasi penelitian

Jenis Penelitian

Penelitian yang digunakan adalah eksperimen yang dilakukan di laboratorium PT. Pratama Putra Sejahtera dengan sistem menghitung campuran aspal panas (Hot Mix) dengan variasi filler 1%,2%,3%,4% dengan kadar aspal optimum 6%. Aspal yang digunakan sebagai pengikat adalah pen 60/70. Standar yang metode pengujian mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI) dan AASHTO. 3.3. Variabel Penelitian Berikut variabel yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. variasi filler 1%,2%,3%,4% terhadap kadar aspal optimum.
2. parameter penelitian terdiri dari nilai density, rongga udara (VMA), persentase rongga (VFB), rongga udara dalam campuran (VIM), stabilitas, flo, marshall question.

Teknik Pengumpulan data

Jenis data dalam penelitian ini terdiri dari:

Data Primer

Data primer adalah Pengujian perbandingan pemakaian filler semen dan limbah abu batu bara dengan persentase 1%,2%, 3%,4% pada campuran AC-WC terhadap nilai density, rongga udara (VMA), persentase rongga (VFB), rongga udara dalam campuran (VIM), stabilitas, flow, marshall question dilakukan di laboratorium PT. Pratama Putra Sejahtera.

Data Sekunder

Data sekunder penelitian ini adalah Kadar aspal optimum 6%, data pemeriksaan agregat yang diperoleh dari PT. Pratama Putra Sejahtera dan data hasil pemeriksaan karakteristik aspal dari laboratorium PT. Pratama Putra Sejahtera.

Metode Analisa Data

Volumetrik

Test Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui volume dan kepadatan campuran aspal. Adapun tahap pengujiannya sebagai berikut:

- a. Benda uji di timbang berat nya dalam keadaan kering
- b. Benda uji direndam dalam air dengan suhu ruangan selama 24 jam
- c. Setelah direndam 24 jam, kemudian timbang berat dalam air
- d. Lakukan uji SSD atau benda uji di timbang dalam keadaan kering permukaan.

Marshal Test

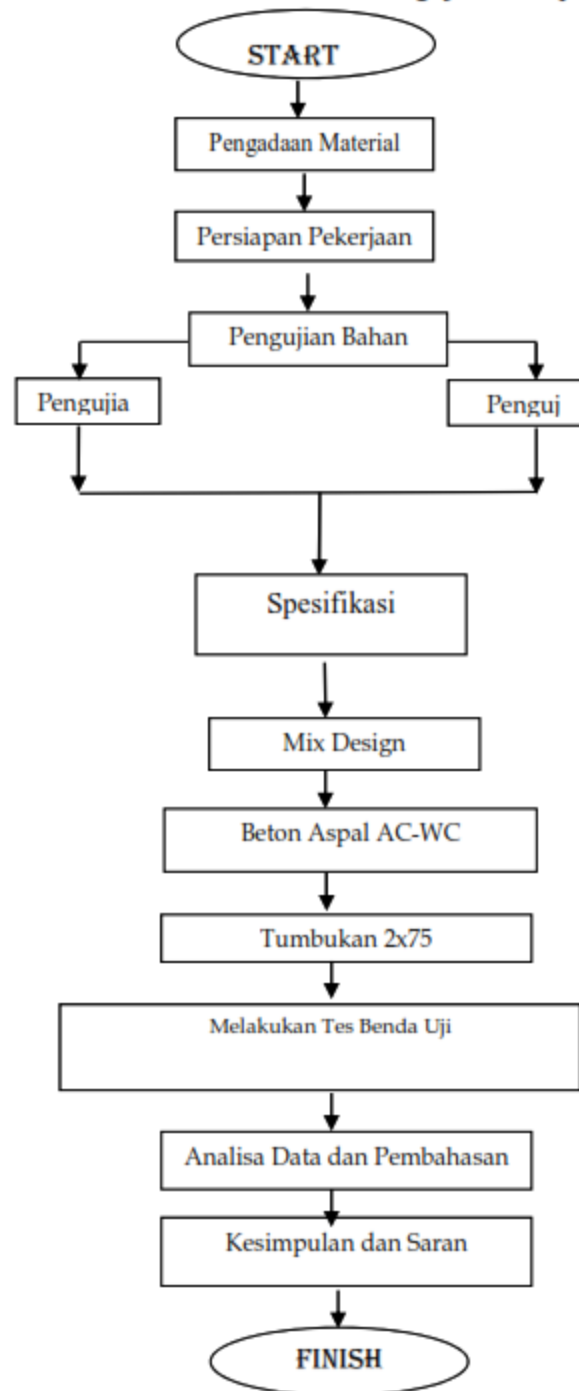
Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui nilai stabilitas dan kelehan yang dihubungkan dengan nilai kepadatan sehingga di dapat nilai void (rongga) pada tiap benda uji. Langkah dalam pengujian ini adalah sebagai berikut :

- a. Benda uji direndam selama kurang lebih 24 jam
- b. Benda uji di rendam dalam water batch (bak perendaman) selama 30 menit dengan suhu 60 0C
- c. Benda uji dikeluarkan kemudian diletakkan pada alat uji marshal untuk dilakukan pengujian.
- d. Dari hasil pengujian ini didapat nilai stabilitas dan kelelahan (flow).
- e. Perhitungan nilai stabilitas, VIM, VMA, VFMA, Kadar aspal efektif, marshal quetion dan kekuatan sisa marshal didapatkan dengan rumus 2.1 sampai 2.6

Bagan Alir Penelitian

Skema alir metode penelitian yang dilakukan pada penelitian ini secara lengkap dapat dilihat pada gambar 4.

Gambar 4 Skema Alir Pengujian Sampel



HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Aspal Biasa Penetrasi 60/70

Dari hasil pengujian penelitian di laboratorium yang dilakukan oleh PT. Pratama Putra Sejahtera, untuk aspal biasa penetrasi 60/70 diperoleh hasil pengujian sifat fisik aspal yang meliputi Penetrasi, Titik Lembek, Titik Nyala, Kehilangan Berat, Kelarutan, Daktalitas, dan Berat Jenis, dimana dapat dilihat pada tabel 1 berikut ini:

Tabel 1 Hasil Pemeriksaan Aspal Penetrasi 60/70

Jenis Pemeriksaan	Hasil Pemeriksaan	Persyaratan		Satuan
		Min	Max	
1. Penetrasi (25°C, 5 dtk)	63	60	79	Mm
2. Titik Lembek	49	48	58	°C
3. Titik Nyala	> 335	200	-	°C
4. Kehilangan Berat	0,01	-	0,40	% berat
5. Kelarutan	99,82	99	-	% berat
6. Daktalitas	> 150	100	-	Cm
7. Berat Jenis	1.031	1	-	gr/cc

Sumber: hasil pemeriksaan oleh laboratorium PT. Pratama Putra Sejahtera

Pengujian Agregat

pengujian agregat, didapat hasil yaitu, gradasi material, kombinasi gradasi material, berat jenis dan penyerapan material agregat.

Tabel 2 Gradasi Material

SIEVE	GRADATION MATERIAL (% PASSING)				
	Agregat 1-2	Agregat 0,5-1	Abu Batu	Semen	Limbah Abu Batubara
3/4"	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
1/2"	92.18	80.79	100.00	100.00	100.00
3/8"	88.48	59.25	100.00	100.00	100.00
# 4	0.35	39.56	99.84	100.00	100.00
# 8		31.16	52.88	100.00	100.00
# 16		0.79	40.73	100.00	100.00
# 30			26.25	100.00	100.00
# 50			16.69	100.00	98.14
# 100			10.40	99.97	97.14
# 200			8.15	98.32	96.36

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium oleh penulis

Dari hasil gradasi pada tabel 4.2 Perhitungan Gradasi Dapat dilihat pada lampiran 2

Tabel 3 Kombinasi Gradasi Material dengan menggunakan filler semen 1 %

SI E V E	Agregat (1-2)		Agregat(0.5-1)		Abu batu		filler		Kom binas i	SPECI FICAT ION
	17%		26%		56%		1%			
3/4 "	10 0.0 0	17, 00	10 0.0 0	26, 00	10 0.0 0	56, 00	10 0.0 0	1,0 0	100,0 0	100
1/2 "	92. 18	15, 67	80. 79	21, 01	10 0.0 0	56, 00	10 0.0 0	1,0 0	93,68	90 - 100
3/8 "	88. 48	15, 04	59. 25	15, 41	99. 84	56, 00	10 0.0 0	1,0 0	87,45	77 - 90
# 4	0.3 5	0,0 6	39. 56	10, 29	52. 88	55, 91	10 0.0 0	1,0 0	67,26	53 - 69
# 8			31. 16	8,1 0	40. 73	29, 61	10 0.0 0	1,0 0	38,71	33 - 53
# 16			0.7 9	0,2	26. 25	22, 81	10 0.0 0	1,0 0	23,81	21 - 40
# 30					16. 69	14, 67	10 0.0 0	1,0 0	15,67	14 - 30
# 50					10. 40	9,3 5	10 0.0 0	1,0 0	10,35	9 - 22
# 100					8.1 5	5,8 2	99, 97	1,0 0	6,82	6 - 15
# 200					10 0.0 0	4,5 6	98, 32	0,9 8	5,55	4 - 9

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium oleh penulis

Tabel 4 Kombinasi Gradasi Material dengan menggunakan semen 2%

SIEVE	Agregat (1-2)		Agregat (0.5-1)		Abu batu		filler		Kombinasi	SPECIFICATION
	17%		26%		55%		2%			
3/4"	100.00	17.00	100.00	26.00	100.00	55.00	100.00	2.00	100	100
1/2"	92.18	15.67	80.79	21.01	100.00	55.00	100.00	2.00	93,60	90 - 100
3/8"	88.48	15.04	59.25	15.41	99.84	55.00	100.00	2.00	87,45	77 - 90
# 4	0.35	0.06	39.56	10.29	52.88	54.91	100.00	2.00	67,26	53 - 69
# 8			31.16	8.10	40.73	29.08	100.00	2.00	39,18	33 - 53
# 16			0.79	0.2	26.25	22.40	100.00	2.00	24,60	21 - 40
# 30					16.69	14.41	100.00	2.00	16,41	14 - 30
# 50					10.40	9.18	100.00	2.00	11,18	9 - 22
# 100					8.15	5.72	99.97	2.00	7,72	6 - 15
# 200					100.00	4.48	98.32	1.97	6,45	4 - 9

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium oleh penulis

Tabel 5 Kombinasi Gradasi Material dengan menggunakan filler semen 3 %

SIEVE	Agregat (1-2)		Agregat(0.5-1)		Abu batu		filler		Kombinasi	SPECIFICATION
	17%		26%		54%		3%			
3/4"	100.00	17,00	100.00	26,00	100.00	54,00	100.00	3,00	100,00	100
1/2"	92.18	15,67	80.79	21,01	100.00	54,00	100.00	3,00	93,68	90 - 100
3/8"	88.48	15,04	59.25	15,41	99.84	54,00	100.00	3,00	87,45	77 - 90
# 4	0.35	0,06	39.56	10,29	52.88	53,91	100.00	3,00	67,26	53 - 69
# 8			31.16	8,10	40.73	28,56	100.00	3,00	39,66	33 - 53
# 16			0.79	0,2	26.25	21,99	100.00	3,00	24,99	21 - 40
# 30					16.69	14,15	100.00	3,00	17,15	14 - 30
# 50					10.40	9,01	100.00	3,00	12,01	9 - 22
# 100					8.15	5,62	99,97	3,00	8,62	6 - 15
# 200					100.00	4,40	98,32	2,95	7,35	4 - 9

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium oleh penulis

Tabel 6 Kombinasi Gradasi Material dengan menggunakan filler semen 4%

SI E V E	Agregat (1-2)		Agregat (0.5-1)		Abu batu		filler		Ko mbi nasi	SPEC IFIC ATIO N
	SI Z E	17%		26%		53%		4%		
3/ 4"	10 0. 00	17 .0 0	10 0. 00	26 .0 0	10 0. 00	53 .0 0	10 0. 00	4, 00	100, 00	100
1/ 2"	92 .1 8	15 .6 7	80 .7 9	21 .0 1	10 0. 00	53 .0 0	10 0. 00	4, 00	93,6 8	90 - 100
3/ 8"	88 .4 8	15 .0 4	59 .2 5	15 .4 1	99 .8 4	53 .0 0	10 0. 00	4, 00	87,4 5	77 - 90
# 4	0. 35	0, 06	39 .5 6	10 .2 9	52 .8 8	52 .9 2	10 0. 00	4, 00	67,2 6	53 - 69
# 8			31 .1 6	8, 10	40 .7 3	28 .0 3	10 0. 00	4, 00	40,1 3	33 - 53
# 16			0. 79	0, 2	26 .2 5	21 .5 9	10 0. 00	4, 00	25,5 9	21 - 40
# 30					16 .6 9	13 .8 9	10 0. 00	4, 00	17,8 9	14 - 30
# 50					10 .4 0	8, 85	10 0. 00	4, 00	12,8 5	9 - 22
# 10 0					8. 15	5, 51	99 .9 7	4, 00	9,51	6 - 15
# 20 0					10 0	4, 32	98 .3	3, 93	8,25	4 - 9

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium oleh penulis

Tabel 7 Kombinasi Gradasi Material dengan menggunakan filler limbah abu batu bara 1%

SI E V E	Agregat (1-2)		Agregat(0.5-1)		Abu batu		filler		Kom binas i	SPECI FICAT ION
	17%		26%		56%		1%			
3/4 "	10 0.0 0	17, 00	10 0.0 0	26, 00	10 0.0 0	56, 00	10 0.0 0	1,0 0	100,0 0	100
1/2 "	92. 18	15, 67	80. 79	21, 01	10 0.0 0	56, 00	10 0.0 0	1,0 0	93,68	90 - 100
3/8 "	88. 48	15, 04	59. 25	15, 41	99. 84	56, 00	10 0.0 0	1,0 0	87,45	77 - 90
# 4	0.3 5	0,0 6	39. 56	10, 29	52. 88	55, 91	10 0.0 0	1,0 0	67,26	53 - 69
# 8			31. 16	8,1 0	40. 73	29, 61	10 0.0 0	1,0 0	38,71	33 - 53
# 16			0.7 9	0,2	26. 25	22, 81	10 0.0 0	1,0 0	23,81	21 - 40
# 30					16. 69	14, 67	10 0.0 0	1,0 0	15,67	14 - 30
# 50					10. 40	9,3 5	98. 14	0,9 8	10,33	9 - 22
# 100					8.1 5	5,8 2	99. 97	0,9 7	6,80	6 - 15
# 200					10 0.0 0	4,5 6	98. 32	0,9 6	5,53	4 - 9

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium oleh penulis

Tabel 8 Kombinasi Gradasi Material dengan menggunakan filler limbah abu batu bara 2%

SI E V E	Agregat (1-2)		Agregat(0.5-1)		Abu batu		filler		Kom binas i	SPECI FICA TION
	17%		26%		55%		2%			
3/ 4"	10 0. 00	17 .0 0	10 0. 00	26 .0 0	10 0. 00	55 .0 0	10 0. 00	2. 00	100,0 0	100
1/ 2"	92 .1 8	15 .6 7	80 .7 9	21 .0 1	10 0. 00	55 .0 0	10 0. 00	2. 00	93,68	90 - 100
3/ 8"	88 .4 8	15 .0 4	59 .2 5	15 .4 1	99 .8 4	55 .0 0	10 0. 00	2. 00	87,45	77 - 90
# 4	0. 35	0, 06	39 .5 6	10 .2 9	52 .8 8	54 .9 1	10 0. 00	2. 00	67,26	53 - 69
# 8			31 .1 6	8, 10	40 .7 3	29 .0 8	10 0. 00	2. 00	39,19	33 - 53
# 16			0. 79	0, 2	26 .2 5	22 .4 0	10 0. 00	2. 00	24,40	21 - 40
# 30					16 .6 9	14 .4 1	10 0. 00	2. 00	16,41	14 - 30
# 50					10 .4 0	9, 18	98 .1 4	1, 96	11,14	9 - 22
# 100					8. 15	5, 72	99 .9 7	1, 94	7,66	6 - 15
# 200					10 0. 00	4, 48	98 .3 2	1, 93	6,41	4 - 9

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium oleh penulis

Tabel 9 Kombinasi Gradasi Material dengan menggunakan filler limbah abu batu bara 3%

SI E V E	Agregat (1-2)		Agregat(0.5-1)		Abu batu		filler		Kom binas i	SPECI FICA TION
	17%		26%		54%		3%			
3/ 4"	10 0. 00	17 .0 0	10 0. 00	26 .0 0	10 0. 00	54 .0 0	10 0. 00	3. 00	100,0 0	100
1/ 2"	92 .1 8	15 .6 7	80 .7 9	21 .0 1	10 0. 00	54 .0 0	10 0. 00	3. 00	93,68	90 - 100
3/ 8"	88 .4 8	15 .0 4	59 .2 5	15 .4 1	99 .8 4	54 .0 0	10 0. 00	3. 00	87,45	77 - 90
# 4	0. 35	0, 06	39 .5 6	10 .2 9	52 .8 8	53 .9 1	10 0. 00	3. 00	67,26	53 - 69
# 8			31 .1 6	8, 10	40 .7 3	28 .5 6	10 0. 00	3. 00	39,66	33 - 53
# 16			0. 79	0, 2	26 .2 5	21 .9 9	10 0. 00	3. 00	24,99	21 - 40
# 30					16 .6 9	14 .1 5	10 0. 00	3. 00	17,15	14 - 30
# 50					10 .4 0	9, 01	98 .1 4	2, 94	11,96	9 - 22
# 100					8. 15	5, 62	99 .9 7	2, 91	8,53	6 - 15
# 200					10 0. 00	4, 40	98 .3 2	2, 89	7,29	4 - 9

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium oleh penulis

Tabel 10 Kombinasi Gradasi Material dengan menggunakan filler limbah abu batu bara 4%

SIEVE SIZE	Agregat (1-2)		Agregat (0.5-1)		Abu batu		filler		Kombinasi	SPECIFICATION
	17%		26%		53%		4%			
3/4"	100.00	17.00	100.00	26.00	100.00	53.00	100.00	4.00	100.00	100
1/2"	92.8	15.67	80.79	21.01	100.00	53.00	100.00	4.00	93.68	90 - 100
3/8"	88.48	15.04	59.25	15.41	99.84	53.00	100.00	4.00	87.45	77 - 90
#4	0.35	0.06	39.56	10.29	52.88	52.92	100.00	4.00	67.26	53 - 69
#8			31.16	8.10	40.73	28.03	100.00	4.00	40.13	33 - 53
#16			0.79	0.2	26.25	21.59	100.00	4.00	25.59	21 - 40
#30					16.69	13.89	100.00	4.00	17.89	14 - 30
#50					10.40	8.85	98.14	3.93	12.77	9 - 22
#100					8.15	5.51	99.97	3.89	9.40	6 - 15
#200					100.00	4.32	98.32	3.85	8.17	4 - 9

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium oleh penulis

Campuran

Dari penelitian di laboratorium untuk campuran yang memakai filler semen dengan filler limbah abu batubara, hasil pengujian Marshall meliputi nilai Density , VIM

(Voids In Mix), VFB (Voids Filled Bitumen), VMA (Voids Mineral Agregat), Stabilitas, Flow, Marshall Quotient, yang akan dibandingkan terhadap kedua jenis campuran aspal panas.

Tabel 11 Berat Penimbangan Material untuk Pembuatan Briket Marshal Aspal Penetrasi 60/70 dengan Filler semen dan kadar aspal 6%.

Semen					
Filler	Ayakan			Aspal	Berat Total
	No ¾-No 4	No 4 – No 8	No 8 – No 0		
1%	369,31 kg	436,65 kg	322,04 kg	72,00 kg	1200,00 kg
2%	369,31 kg	441,95 kg	316,74 kg	72,00 kg	1200,00 kg
3%	369,31 kg	447,36 kg	311,33 kg	72,00 kg	1200,00 kg
4%	369,31 kg	452,67 kg	306,03 kg	72,00 kg	1200,00 kg

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium oleh penulis

Perhitungan Berat Penimbangan material Filler Semen:

1. Filler 1% :

a. Ayakan No ¾-No 4

$$= (\text{Lolos Ayakan No } 3/4 - \text{Tertahan Ayakan No } 4) \times 0,94 \times 1200/100 = (100 - 67,26) \times 0,94 \times 1200 / 100$$

$$= 369,31 \text{ Kg.}$$

b. Ayakan No 4-No 8

$$= (\text{Tertahan Ayakan No } 8) \times 0,94 \times 1200/100$$

$$= (38,71) \times 0,94 \times 1200 / 100$$

$$= 436,65 \text{ Kg.}$$

c. Ayakan No 8-No 0

$$= (\text{Tertahan Ayakan No } 4 - \text{No } 8) \times 0,94 \times 1200 / 100$$

$$= (67,26 - 38,71) \times 0,94 \times 1200 / 100$$

$$= 322,04 \text{ Kg.}$$

d. Aspal = Kadar Aspal x 1200

$$= 6\% \times 1200$$

$$= 72 \text{ Kg}$$

Dari hasil perhitungan di atas didapatkan berat penimbangan material dengan menggunakan filler semen 1%, untuk hasil perhitungan filler 2%, 3%, 4% dapat dilihat pada tabel 12

Tabel 13 Berat Penimbangan Material untuk Pembuatan Briket Marshal Aspal Penetrasi 60/70 dengan Filler Limbah Abu Batu Bara dan kadar aspal 6%.

Limbah abu Batu bara					
Filler	Ayakan			Aspal	Berat Total
	No ¾- No 4	No 4 – No 8	No 8 – No 0		
1	369,31	436,65	322,04	72,00	1200,00
2	369,31	442,06	316,63	72,00	1200,00
3	369,31	447,36	311,33	72,00	1200,00
4	369,31	452,67	306,03	72,00	1200,00

Sumber : Hasil Perhitungan laboratorium oleh penulis

Perhitungan Berat Penimbangan material Filler Limbah Abu Batubara :

Filler 1% :

- a. Ayakan No ¾-No 4 = (Lolos Ayakan No 3/4 - Tertahan Ayakan No 4) x 0,94

$$\times 1200/100$$

$$= (100 - 67,26) \times 0,94 \times 1200 / 100$$

$$= 369,31 \text{ Kg.}$$
- b. Ayakan No 4-No 8 = (Tertahan Ayakan No 8) x 0,94 x 1200/100

$$= (38,71) \times 0,94 \times 1200 / 100$$

$$= 436,65 \text{ Kg.}$$
- c. Ayakan No 8-No 0 = (Tertahan Ayakan No 4 - No 8) x 0,94 x 1200 / 100

$$= (67,26 - 38,71) \times 0,94 \times 1200 / 100$$

$$= 322,04 \text{ Kg.}$$
- d. Aspal = Kadar Aspal x 1200

$$= 6\% \times 1200 = 72 \text{ Kg}$$

Dari hasil perhitungan di atas didapatkan berat penimbangan material dengan menggunakan filler Limbah abu batu bara 1%, untuk hasil perhitungan filler 2%, 3%, 4% dapat dilihat pada tabel 14

Tabel 15 Hasil Uji Marshall Campuran Jenis AC WC dengan filler semen

karakteristik	Filler Semen				Specification
	1%	2%	3%	4%	
Density (gr/cc)	2.298	2.306	2.318	2.345	
Stabilitas(kg)	1001,6	1042,0	947,7	844,4	Min 800 Kg
VMA (%)	17,68	17,38	16,95	15,98	Min 14 %
VFB(%)	77,97	79,63	82,07	88,05	Min 65 %
VIM (%)	3,89	3,54	3,04	1,91	3,5 - 5,5 %
FLOW (mm)	3,49	3,66	3,73	3,96	Min 3,00 mm
MQ (kg/mm)	257,3	284,5	254,3	213,4	Min 250 Kg/mm

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium oleh penulis

Perhitungan Uji Marshall Campuran Jenis AC-WC dengan filler semen.

Density

Density (gr/cc)						
No Sampel	% fille	berat udara (gr)	Berat dlm air (gr)	berat ssd (gr)	Volume (gr)	Density (Gr/cc)
1		1196,2	676,6	1197,1	520,5	2,298
2		1195,1	677,9	1197,7	519,8	2,299
3	1%	1196,3	676,1	1196,9	520,8	2,297
Rata-rata						2,298

1. Volume = berat ssd - berat dalam air

$$= 1197,1 - 678,6$$

$$= 520,5 \text{ gr}$$

Density = berat udara / volume

$$= 1196,2 / 520,5$$

$$= 2,298 \text{ gr/cc}$$

2. Volume = berat ssd - berat dalam air

$$= 1197,7 - 677,9$$

$$= 519,8 \text{ gr}$$

Density = berat udara / volume

$$= 1195,1 / 519,8$$

$$= 2,299 \text{ gr/cc}$$

3. Volume = berat ssd - berat dalam air

$$= 1196,9 - 676,1$$

$$= 520,8 \text{ gr}$$

Density = berat udara / volume

$$= 1196,3 / 520,8$$

$$= 2,297 \text{ gr/cc}$$

Stabilitas

Filler 1%

- Stabilitas = Bacaan x Kalibrasi Alat x 0,454

$$= 73 \times 29,68 \times 0,454$$

$$= 983,7 \text{ kg.}$$

- Stabilitas = Bacaan x Kalibrasi Alat x 0,454

$$= 76 \times 29,68 \times 0,454$$

$$= 1024,1 \text{ kg.}$$

- Stabilitas = Bacaan x Kalibrasi Alat x 0,454
= 74 x 29,68 x 0,454
= 997,1 kg.

Voids Mineral Agregat (VMA)

Filler 1%

- VMA = $100 - \text{Density} (100 - \text{Kadar Aspal}) / \text{BJ Efektif Agg}$
= $100 - 2,298 (100 - 6) / 2,624$
= 17,68 %
- VMA = $100 - \text{Density} (100 - \text{Kadar Aspal}) / \text{BJ Efektif Agg}$
= $100 - 2,299 (100 - 6) / 2,624$
= 17,64 %
- VMA = $100 - \text{Density} (100 - \text{Kadar Aspal}) / \text{BJ Efektif Agg}$
= $100 - 2,297 (100 - 6) / 2,624$
= 17,71 %

Void In Mix (VIM)

Filler 1%

- VIM = $100 - (100 \times \text{density} / \text{Gmm})$
= $100 - (100 \times 2,298 / 2,391)$
= 3,90 %
- VIM = $100 - (100 \times \text{density} / \text{Gmm})$
= $100 - (100 \times 2,299 / 2,391)$
= 3,85 %
- VIM = $100 - (100 \times \text{density} / \text{Gmm})$
= $100 - (100 \times 2,297 / 2,391)$
= 3,94 %

VFB (Voids Filled Bitumen)

Filler 1%

- VFB = $100 \times (\text{VMA} - \text{VIM}) / \text{VMA}$
= $100 \times (17,68 - 3,90) / 17,68$
= 77,96 %
- VFB = $100 \times (\text{VMA} - \text{VIM}) / \text{VMA}$
= $100 \times (17,64 - 3,85) / 17,64$
= 78,19 %
- VFB = $100 \times (\text{VMA} - \text{VIM}) / \text{VMA}$

$$= 100 \times (17,71-3,94) / 17,71$$

$$= 77,77 \%$$

FLOW

Filler 1 %

- Flow = Hasil Bacaan Alat = 3,50 mm
- 2)Flow = Hasil Bacaan Alat = 3,45 mm
- 3)Flow = Hasil Bacaan Alat = 3,52 mm

Marshaal Question (MQ)

Filler 1 %

- Mq = Stabilitas / Flow
= 983,7/3,50
= 252,4 kg/mm
- Mq = Stabilitas / Flow
= 1024,1/3,45
= 266.1 kg/mm
- Mq = Stabilitas / Flow
= 997,1/3,52
= 253,2 kg/mm

Dari hasil perhitungan marshall di atas didapatkan nilai density, stabilitas, VMA, VIM, VFB, flow, marshal question dengan menggunakan filler semen 1 %, untuk hasil perhitungan filler 2%, 3%, 4% dapat dilihat pada tabel 4.17

Tabel 17 Hasil Uji Marshall Campuran Jenis AC-WC denga filler limbah abu batubara.

karakteristik	Filler Limbah Abu Batu Bara				Specifition
	1%	2%	3%	4%	
Density (gr/cc)	2,297	2,294	2,293	2,289	
Stabilitas	777,0	880,3	866,9	826,4	Min 800 Kg
VMA	17,70	17,83	17,87	18,01	Min 14 %
VFB	77,84	77,17	76,99	76,24	Min 65 %
VIM	3,92	4,07	4,11	4,28	3.5 - 5,5 %
FLOW	3,35	3,51	3,58	3,63	Min 3,00 mm
MQ	198,1	251,1	241,9	227,9	Min 250 Kg/mm

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium oleh penulis

Perhitungan Uji Marshall Campuran Jenis AC-WC dengan filler Limbah Abu Batubara.

Density (gr/cc)						
No Sampel	% fille	berat udara (gr)	Berat dlm air (gr)	berat ssd (gr)	Volume (gr)	Density (Gr/cc)
1		1199,2	679,3	1201,4	522,1	2,297
2		1198,2	679,3	1200,7	521,4	2,298
3	1%	1197,9	677,8	1199,3	521,5	2,297
Rata-rata						2,297

Volume = berat ssd - berat dalam air = $1199,2 - 679,3 = 522,1$ gr

Density = berat udara / volume = $1199,2 / 522,1 = 2,297$ gr/cc

Volume = berat ssd - berat dalam air

= $1200,7 - 679,3 = 521,4$ gr

Density = berat udara / volume = $1191198,2 / 521,4 = 2,298$ gr/cc

Volume = berat ssd - berat dalam air = $1199,3 - 677,8 = 521,5$ gr

Density = berat udara / volume = $1197,9 / 521,5 = 2,297$ gr/cc

Stabilitas

Filler 1%

- Stabilitas = Bacaan x Kalibrasi Alat x 0,454 = $58 \times 29,68 \times 0,454 = 781,5$ kg.
- Stabilitas = Bacaan x Kalibrasi Alat x 0,454 = $55 \times 29,68 \times 0,454 = 741,1$ kg.
- Stabilitas = Bacaan x Kalibrasi Alat x 0,454 = $60 \times 29,68 \times 0,454 = 808,5$ kg.

Voids Mineral Agregat (VMA)

Filler 1%

- VMA = $100 - \text{Density} (100 - \text{Kadar Aspal}) / \text{BJ Efektif Agg}$
= $100 - 2,297 (100 - 6) / 2,624$
= 17,71 %
- VMA = $100 - \text{Density} (100 - \text{Kadar Aspal}) / \text{BJ Efektif Agg} = 100 - 2,298 (100 - 6) / 2,624 = 17,68$ %
- VMA = $100 - \text{Density} (100 - \text{Kadar Aspal}) / \text{BJ Efektif Agg}$
= $100 - 2,297 (100 - 6) / 2,624$
= 17,71 %

Void In Mix (VIM)

Filler 1%

- VIM = $100 - (100 \times \text{density} / \text{Gmm}) = 100 - (100 \times 2,297 / 2,391) = 3,94$ %
- 2)VIM = $100 - (100 \times \text{density} / \text{Gmm}) = 100 - (100 \times 2,2998 / 2,391) = 3,89$ %
- 3)VIM = $100 - (100 \times \text{density} / \text{Gmm}) = 100 - (100 \times 2,297 / 2,391) = 3,94$ % 5.

VFB (Voids Filled Bitumen)

Filler 1 %

- $VFB = 100 \times (VMA - VIM) / VMA = 100 \times (17,71 - 3,94) / 17,71 = 77,77 \%$
- 2) $VFB = 100 \times (VMA - VIM) / VMA = 100 \times (17,68 - 3,89) / 17,68 = 78 \%$
- 3) $VFB = 100 \times (VMA - VIM) / VMA = 100 \times (17,71 - 3,94) / 17,71 = 77,77 \%$

FLOW

a. Filler 1 %

- 1) Flow = Hasil Bacaan Alat = 3,35 mm
- 2) Flow = Hasil Bacaan Alat = 3,30 mm
- 3) Flow = Hasil Bacaan Alat = 3,40 mm

Marshaal Question (MQ)

a. Filler 1 %

- 1) $Mq = Stabilitas / Flow = 781,5 / 3,35 = 198,4 \text{ kg/mm}$
- 2) $Mq = Stabilitas / Flow = 741,1 / 3,30 = 190,5 \text{ kg/mm}$
- 3) $Mq = Stabilitas / Flow = 808,5 / 3,40 = 205,3 \text{ kg/mm}$

Dari hasil perhitungan marshall di atas didapatkan nilai density, stabilitas, VMA, VIM, VFB, flow, marshall question dengan menggunakan filler Limbah abu batu bara 1%, untuk hasil perhitungan filler 2%, 3%, 4% dapat dilihat pada tabel 18.

Pembahasan

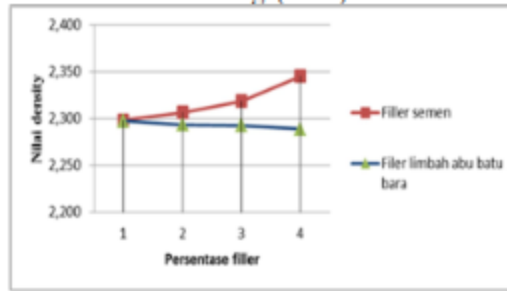
Density

Tabel 18 Hasil Pengujian Density Campuran Aspal Panas (AC-WC)

Filer	Density (gr/cc)			
	1%	2%	3%	4%
Semen	2,298	2,306	2,318	2,345
Limbah Abu batu bara	2,290	2,298	2,308	2,315

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium oleh penulis.

Pada tabel 19 campuran dengan memakai filler semen 1% 2 % 3% 4% pada pemakaian kadar aspal optimum naik, berpengaruh terhadap nilai VIM pada filler 3%, 4% tidak memenuhi spesifikasi dibandingkan dengan campuran yang memakai filler limbah abu batubara 1% 2 % 3% 4% nilai densiti turun, berpengaruh terhadap nilai Stabilitas filler 1% dan nilai Marshal question filler 1%, 3%, 4% tidak memenuhi spesifikasi umum bina marga(2020).



Gambar 1 Grafik Nilai density

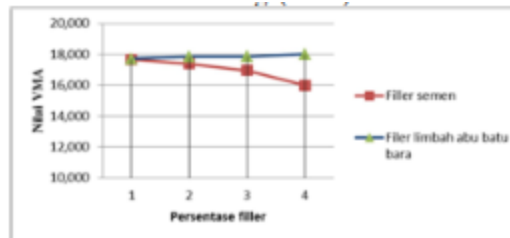
VMA (Voids Mineral Agregat)

Tabel 19 Hasil Pengujian Voids Mineral Agregat (VMA) Campuran Aspal Panas (AC-WC).

Filer	VMA(%)			
	1%	2%	3%	4%
Semen	17,68	17,38	16,95	15,98
Limbah Abu batu bara	17,70	17,83	17,87	18,01

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium oleh penulis.

Pada Tabel 20 didapat bahwa pemakain filler Semen 1%,2%,3% ,4% nilai VMA turun, berpengaruh terhadap nilai VIM filler 3%, 4% dan nilai Marshal question 4% tidak memenuhi spesifikasi umum bina marga(2020), dibandingkan dengan pemakain filler abu batubara nilai VMA naik , berpengaruh terhadap nilai marshal question 1%, 3%, 4% tidak memenuhi spesifikasi umum bina marga(2020).



VFB (Voids Filled Bitumen)

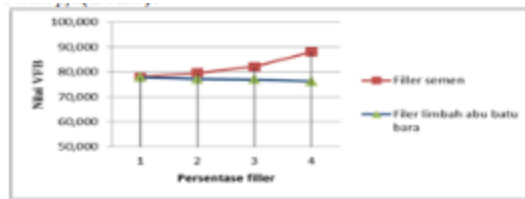
Tabel 21 Hasil Pengujian Voids Filled Bitumen (VFB) Campuran Aspal Panas (AC-WC)

Filer	VFB (%)			
	1%	2%	3%	4%
Semen	77,97	79,63	82,07	88,05
Limbah Abu batu bara	77,84	77,17	76,99	76,24

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium oleh penulis.

Pada tabel 21 didapat bahwa pemakain filler semen 1%,2%,3%,4% nilai VFB naik berpengaruh terhadap nilai VIM pada filler 3%, 4% dan nilai marshal question tidak memenuhi spesifikasi umum bina marga(2020) dibandingkan dengan pemakain filler abu batubara dengan persentase yang sama nilai VFB turun, berpengaruh terhadap

nilai marshall question 1 %, 3 %, 4 % dan nilai stabilitas 1 % tidak memenuhi spesifikasi umum bina marga(2020).



Gambar 3 Grafik Nilai VFB

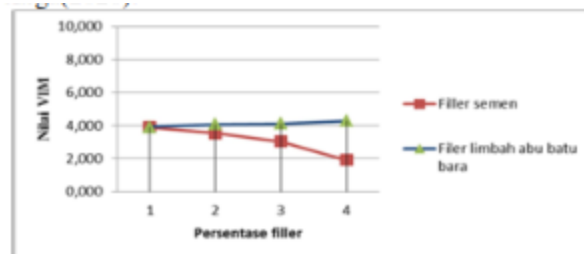
VIM (Void In Mix)

Tabel 22 Hasil Pengujian Voids In MIx (VIM) Campuran Aspal Panas (AC-WC)

Filer	VIM(%)			
	1%	2%	3%	4%
Semen	3,89	3,54	3,04	1,91
Limbah Abu batu bara	3,92	4,07	4,11	4,28

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium oleh penulis.

Pada tabel 4.22 didapat bahwa pemakain filler semen 1 %,2 % nilai VIM memenuhi spesifikasi umum bina marga(2020) pada filler 3 %, 4 % tidak memenuhi spesifikasi umum bina marga(2020), dibandingkan dengan pemakain filler abu batubara dengan filler 1 %,2 %,3 %,4 % nilai VIM naik, hal ini mengidentifikasi bahwa semakin tinggi nilai filler semakin semakin padat campuran hal ini mengurangi nilai rongga udara dan berpengaruh terhadap nilai marshall question pada pemakain filler 1 %, 3 %, 4 % dan nilai stabilitas filler 1 % tidak memenuhi spesifikasi umum bina marga (2020).



Stabilitas

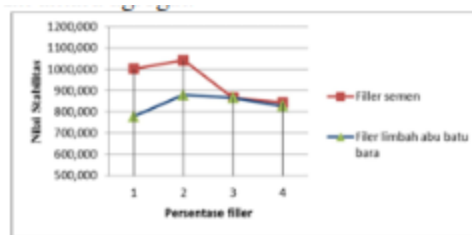
Tabel 23 Hasil Pengujian Stabilitas Campuran Aspal Panas (AC-WC)

Filer	Stabilitas (kg)			
	1%	2%	3%	4%
Semen	1001,6	1042,0	947,7	844,4
Limbah Abu batu bara	777,0	880,3	866,9	826,4

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium oleh penulis.

Di lihat pada tabel 4.23 didapat bahwa pemakain filler semen 1 %,2 % nilai stabilitas naik, pada filler 3 %,4 % nilai stabilitas turun berpengaruh terhadap nilai vim pada pemakai filler 3 %,4 % dan nilai marshall question filler 4 % tidak memenuhi spesifikasi

umum bina marga(2020), dibandingkan dengan pemakain filler abu batubara dengan persentase yang sama, penambahan filler semen 1% tidak memenuhi spesifikasi umum bina marga(2020) 2%,3% nilai stabilitas naik pada pemakain filler 4% nilai stabilitas turun, berpengaruh terhadap nilai marshal question filler 1%,3%,4% tidak memenuhi spesifikasi umum bina marga(2020). Hal ini mengidentifikasi campuran semakin halus akan mengurangi nilai stabilitas.. Penurunan nilai stabilitas disebabkan kurangnya daya ikat antara agregat, sehinga menurunkan kelekatan dan gesekan antara agregat.



Gambar 5 Grafik Nilai Stabilitas

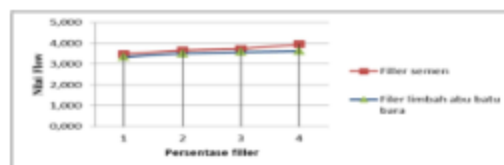
Flow

Tabel 24 Hasil Pengujian Flow Campuran Aspal Panas (AC-WC)

Filer	FLOW(mm)			
	1%	2%	3%	4%
Semen	3,49	3,66	3,73	3,96
Limbah Abu batu bara	3,35	3,51	3,58	3,63

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium oleh penulis.

Pada tabel 4.24 didapat bahwa pemakain filler Semen 1%,2%,3%,4% nilai Flow naik, berpengaruh terhadap nilai Vim filler 3%, 4% dan nilai Marshal question tidak memenuhi spesifikasi umum bina marga(2020), dibandingkan dengan pemakain filler abu batubara dengan persentase yang sama nilai Flow naik, berpengaruh terhadap nilai marshall question pada pemakain filler 1%, 3%,4% dan nilai stabilitas filler 1% tidak memenuhi spesifikasi umum bina marga(2020).



Gambar 6 Grafik Nilai Flow

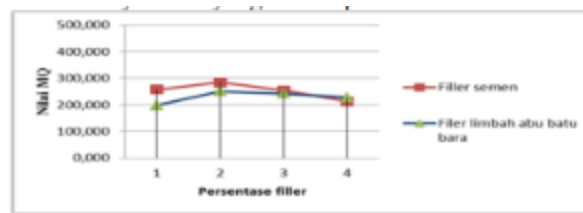
MQ (Marshall Quotient)

Tabel 25 Hasil Pengujian Marshall Quotient (MQ) Campuran Aspal Panas (AC-WC)

Filer	MQ(Kg/mm)			
	1%	2%	3%	4%
Semen	257,3	284,5	254,3	213,4
Limbah Abu batu bara	198,1	251,1	241,9	227,9

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium oleh penulis.

Pada tabel 25 nilai MQ dengan memakai filler semen 1%,2%,3% naik, pemakain filler 4% turun tidak memenuhi spesifikasi umum bina marga(2020). Dibandingkan dengan filler limbah abu batubara 1%,2%,3% tidak memenuhi spesifikasi umum bina marga(2020), filler 2% memenuhi syarat spesifikasi, hal ini dikarenakan limbah abu batubara akan menambah gaya lentur karena filler limbah abu batubara tidak memiliki daya lekat yang kuat seperti semen.



Gambar 7 Grafik Nilai MQ

KESIMPULAN DAN SARAN

KESIMPULAN

Kesimpulan Persentase filler semen dan Filler limbah abu batu bara yang digunakan 1%,2%,3%,4%. Diperoleh hasil sebagai berikut :

Hasil Uji karakteristik marshal yang diperoleh sebagai berikut :

1. Density campuran dengan memakai filler semen 1% 2 % 3% 4% pada pemakaian kadar aspal optimum naik, berpengaruh terhadap nilai VIM pada filler 3%, 4% tidak memenuhi spesifikasi dibandingkan dengan campuran yang memakai filler limbah abu batubara 1% 2 % 3% 4% nilai densiti turun, berpengaruh terhadap nilai Stabilitas filler 1% dan nilai Marshal question filler 1%, 3%, 4% tidak memenuhi spesifikasi umum bina marga(2020).
2. Stability Campuran dengan memakai filler semen 1%,2% nilai stabilitas naik, pada filler 3%,4% nilai stabilitas turun berpengaruh terhadap nilai vim pada pemakai filler 3%,4% dan nilai marshal question filler 4% tidak memenuhi spesifikasi umum bina marga(2020), dibandingkan dengan pemakain filler abu batubara dengan persentase yang sama, penambahan filler semen 1% tidak memenuhi spesifikasi umum bina marga(2020) 2%,3% nilai stabilitas naik pada pemakain filler 4% nilai stabilitas turun, berpengaruh terhadap nilai marshal question filler 1%,3%,4% tidak memenuhi spesifikasi umum bina marga(2020). Hal ini mengidentifikasi campuran semakin halus akan mengurangi nilai stabilitas.. Penurunan nilai stabilitas disebabkan kurangnya daya ikat antara agregat, sehingga menurunkan kelekatan dan gesekan antara agregat..

3. Flow campuran memakai filler Semen 1%,2%,3%,4% nilai Flow naik, berpengaruh terhadap nilai Vim filler 3%, 4% dan nilai Marshal question tidak memenuhi spesifikasi umum bina marga(2020), dibandingkan dengan pemakain filler abu batubara dengan persentase yang sama nilai Flow naik, berpengaruh terhadap nilai marshall question pada pemakain filler 1%, 3%, 4% dan nilai stabilitas filler 1% tidak memenuhi spesifikasi umum bina marga(2020).
4. **VMA (Voids Mineral Agregat)** Camuran pemakain filler Semen 1%,2%,3%,4% nilai VMA turun, berpengaruh terhadap nilai VIM filler 3%, 4% dan nilai Marshal question 4% tidak memenuhi spesifikasi umum bina marga(2020), dibandingkan dengan pemakain filler abu batubara nilai VMA naik, berpengaruh terhadap nilai marshall question 1%, 3%, 4% tidak memenuhi spesifikasi umum bina marga(2020).
4. **VFB (Voids Filled Bitumen)**. Campuran pemakain filler semen 1%,2%,3%,4% nilai VFB naik berpengaruh terhadap nilai VIM pada filler 3%, 4% dan nilai marshal question tidak memenuhi spesifikasi umum bina marga(2020) dibandingkan dengan pemakain filler abu batubara dengan persentase yang sama nilai VFB turun, berpengaruh terhadap nilai marshall question 1%, 3%, 4% dan nilai stabilitas 1% tidak memenuhi spesifikasi umum bina marga(2020).
5. **VIM (Void In Mix)** Campuran pemakain filler semen 1%,2% nilai VIM memenuhi spesifikasi umum bina marga(2020) pada filler 3%, 4% tidak memenuhi spesifikasi umum bina marga(2020), dibandingkan dengan pemakain filler abu batubara dengan filler 1%,2%,3%,4% nilai VIM naik, hal ini mengidentifikasi bahwa semakin tinggi nilai filler semakin padat campuran hal ini mengurangi nilai rongga udara dan berpengaruh terhadap nilai marshall question pada pemakain filler 1%, 3%, 4% dan nilai stabilitas filler 1% tidak memenuhi spesifikasi umum bina marga(2020).
6. **MQ (Marshall Quotient)** Nilai MQ dengan memakai filler semen 1%,2%,3% naik, pemakain filler 4% turun tidak memenuhi spesifikasi umum bina marga(2020). Dibandingkan dengan filler limbah abu batubara 1%,2%,3% tidak memenuhi spesifikasi umum bina marga(2020), filler 2% memenuhi syarat spesifikasi, hal ini dikarenakan limbah abu batubara akan menambah gaya lentur karena filler limbah abu batubara tidak memiliki daya lekat yang kuat seperti semen. Dari Hasil Perhitungan Karakteristik marshal di dapat pada pemakain filler yang memenuhi persyaratan karakteristik marshal sesuai spesifikasi pada pemakain filler semen 1%, dan 2%. Pada pemakain filler Limbah abu batubara yang memenuhi persyaratan marshal sesuai spesifikasi pada pemakain filler limbah abu batubara 2%

Saran

1. Pada saat melakukan pencampuran dan pepadatan benda uji sebaiknya dilakukan pengecekan temperature benda uji karena sangat mempengaruhi

nilai kepadatan. Untuk itu suhu pencampuran 155 C dan suhu pemadatan 145 C sesuai Spesifikasi Bina Marga 2020.

2. Disarankan kepada penyedia barang/jasa konstruksi agar bisa memanfaatkan limbah abu batubara sebagai pengganti filler semen sesuai dengan ketentuan dari hasil penelitian dan spek yang berlaku agar mengurangi anggaran pada filler semen yang cukup tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Balai Bahan Dan Perkerasan Jalan ,Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan Departemen Pekerjaan Umum 2009."Modul Pengendalian Mutu Pekerjaan Aspal dan Agregat"
- BSSNI, 2011. SNI 2441-2011 Cara Uji Berat Jenis Aspal Keras. Jakarta
- Direktorat Jenderal Bina Marga, Kementrian Pekerjaan Umum 2020. Spesifikasi Umum. 2020 "Divisi 6 Perkerasan Aspal"
- Fithra, H. (2017). Hubungan Antara Konsistensi Perancangan, Pelaksanaan dan Pengendalian Mutu Aspal Beton Terhadap Penurunan Kinerja Jalan.
- Hendarsin, S. L. (2000). Perencanaan Teknik Jalan Raya.
- Petunjuk LASTON Untuk Jalan Raya (SKBI - 2.4.26.1987)
- RSNI 03-1737-1989. Pelaksanaan Lapis Campuran Beraspal Panas. Badan Litbang Departemen Pekerjaan Umum. 2005
- Setya Budi A.F., Liem F.N & Alokabel, K (2017)"Studi komparasi pengaruh variasi penggunaan nilai konstanta aspal rencana terhadap nilai stabilitas pada campuran aspal beto terhadap karakteristik uji marshal"
- Simanjuntak, E. P. (2013). Studi Pengaruh Penggunaan Variasi Filler Semen, Serbuk Bentonit, Dan Abu Terbang Batubara Terhadap Karakteristik Campuran Aspal Beton Lapis Lapisan Pondasi Atas (AC-BASE). Jurnal Teknik Sipil USU, 2(1).
- SNI 03-1968-1990 "Metode Pengujian Tentang Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus. Pusjatan Balitbang Pekerjaan Umum"
- Tarmizi, T., Saleh, S. M., & Isya, M. (2018). Pengaruh Substitusi Semen Portland Dan Fly Ash Batubara Pada Filler Abu Batu Terhadap Asphalt Concrete-Binder Course (Ac-Bc). Jurnal Teknik Sipil, 1(3), 749-760.