

Penambahan Semen Sebagai Filler Pada Campuran AC WC Pada Kadar Aspal Optimum Untuk Meningkatkan Stabilitas

Ni Ketut Ana Erawati¹, Putu Ariawan², I Komang Agus Ariana³, Putu Budiarnaya⁴

^{1,2,43,4}Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik dan Informatika Universitas Pendidikan Nasional (UNDIKNAS) Denpasar

Email: anaerawati2999@gmail.com

Abstract: Roads as one of the supporting transportation processes are very important for the progress and welfare of society. By seeing the very high increase in population mobility, it is necessary to increase both the quantity and quality of roads that meet the needs of society. AC-WC asphalt concrete is a mixture used as a pavement consisting of coarse aggregate, fine aggregate, filler and asphalt whose proportions have been determined. The layer must later have waterproof properties, structural value and strong (durable). This study aims to determine the characteristics of Marshall values at optimum asphalt content of AC – WC mixture using Portland Cement filler. This study was conducted by Marshall testing which was divided into two stages. The first stage was 45 test objects and the second stage of research was 9 test objects with variations in filler percentage added, namely 1%, 1.5%, and 2%. The asphalt content used in this study was 4.5%, 5.0%, 5.5%, 6.0%, 6.5%. From this study, the optimum asphalt content (5.8%) was obtained. The Marshall characteristics used were Specific Gravity, VIM (Void In Mix), VMA (Void In Mineral Aggregate), VFB (Void Fallid With Bitumen), Stability, Flow and MQ (Marshall Quotient). The test results proved that the addition of Portland Cement filler to the AC WC mixture at the optimum asphalt content resulted in an increase in the stability value. From Marshall's test on the stability value at the variation of filler percentage of 1.0%, 1.5%, 2.0% at the optimum asphalt content continues to increase. The stability value at the optimum asphalt content with the addition of 1.0% filler obtained an average value of 1025.3, a mixture with 1.5% filler 1090.9 kg, a mixture with 2.0% filler 1115.5 kg. The stability value obtained is also still within the standard specification limit of Bina Marga, which is min 800 kg.

Keywords: AC WC, Filer, Stability

Abstrak: Jalan sebagai salah satu penunjang proses transportasi yang sangat penting bagi kemajuan dan kesejahteraan masyarakat. Dengan melihat peningkatan mobilitas penduduk yang sangat tinggi maka diperlukan peningkatan baik kuantitas maupun kualitas jalan yang memenuhi kebutuhan masyarakat. Aspal beton AC-WC merupakan campuran yang dipakai sebagai perkerasan yang terdiri atas agregat kasar, agregat halus, bahan pengisi (*filler*) dan aspal yang proporsinya telah ditentukan. Lapisan tersebut nantinya harus memiliki sifat yang kedap air, bernilai *structural* serta kuat (tahan lama). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik nilai-nilai Marshall pada kadar aspal optimum terhadap campuran AC – WC dengan menggunakan bahan pengisi (*filler*) Portland Cement. Penelitian ini dilakukan dengan pengujian Marshall yang terbagi dalam dua tahap. Tahap pertama 45 benda uji dan penelitian tahap kedua 9 benda uji dengan variasi persentase filler yang ditambahkan yaitu 1%, 1,5%, dan 2%. Kadar aspal yang digunakan pada penelitian ini adalah 4,5 %, 5,0%, 5,5%, 6,0 %, 6,5 %. Dari penelitian ini didapat kadar aspal optimum (5,8%). Karakteristik Marshall yang digunakan adalah Berat Jenis, VIM (Void In Mix), VMA (Void In Mineral Aggregate), VFB (Void Fallid With Bitumen), Stabilitas, Flow dan MQ (Marshall Qoutient). Hasil pengujian membuktikan dengan penambahan bahan pengisi (*filer*) Portland Cemen pada campuran AC WC pada kadar aspal optimum mengakibatkan meningkatnya nilai stabilitas. Dari pengujian Marshall terhadap nilai stabilitas pada variasi persentase filler 1,0%, 1,5%, 2,0% pada kadar aspal optimum terus mengalami peningkatan. Nilai Stabilitas pada kadar aspal optimum dengan penambahan filler 1,0% memperoleh hasil nilai rata – rata sebesar 1025,3, campuran dengan filler 1,5% 1090,9 kg, campuran dengan filler 2,0% 1115,5 kg. Nilai stabilitas yang diperoleh juga masih berada dalam batas standar spesifikasi Bina Marga yaitu min 800 kg.

Kata Kunci: AC WC, Filer, Stabilitas

Pendahuluan

Indonesia adalah negara dengan dua musim yaitu penghujan dan kemarau. Kedua musim tersebut memberikan masalah yang begitu kompleks bagi perkerasan jalan yang ada. Disaat musim penghujan, curah hujan sangat tinggi hingga banjir terjadi dimana-mana mengakibatkan kerusakan pada jalan. Menurut Daeli; Martina dalam (Pasayu & Muslika, 2024) setiap hari volume dan beban kendaraan terus meningkat sehingga kerusakan struktur perkerasan jalan



juga meningkat. Dengan meningkatnya mobilitas pada saat ini, yang diikuti dengan pertumbuhan kendaraan yang semakin pesat, baik itu kendaraan sedang maupun kendaraan berat maka diperlukan juga penambahan jumlah ruas jalan. Di Indonesia, ruas jalan biasanya dibuat dengan jenis perkerasan lentur, perkerasan kaku, dan perkerasan komposit.

Lapis aspal beton (*Laston*) atau umumnya dikenal sebagai aspal beton adalah salah satu konstruksi perkerasan lentur di lapisan permukaan. Jenis campuran beraspal ini merupakan campuran yang terdiri dari aspal dan agregat dengan gradasi menerus yang dicampur, dihampar lalu dipadatkan dalam keadaan panas. Campuran agregat tersebut terdiri dari agregat kasar, agregat halus dan *filler*. Material yang umum digunakan sebagai *filler* pada penyusunan campuran beraspal adalah semen *portland*, kapur, abu batu dan abu terbang (*Fly Ash*) (Nugraha, 2019).

Menurut Apriadi semen merupakan campuran bahan kimia yang ketika bereaksi dengan air akan mengalami proses pengerasan. Sifat inilah yang membuat semen menjadi bahan perekat yang sangat penting dalam konstruksi. Semen mampu menggabungkan berbagai material bangunan menjadi struktur yang tahan lama, kuat, dan tidak mudah untuk rusak. Semen *portland* merupakan hasil akhir dari proses penggilingan klinker, yaitu bahan yang terdiri dari senyawa kalsium silikat yang mampu mengalami reaksi kimia dengan air (Rahmawati et al., 2025).

Konstruksi perkerasan lentur di Indonesia masih banyak yang tidak sesuai dengan ketentuan rencana kerja. Terdapat ruas jalan beraspal, khususnya yang dilalui oleh kendaraan berat, yang tidak sesuai dengan ketentuan rencana kerja di lapangan sehingga sering kali dijumpai kerusakan dini berupa retak, berlubang, dan alur atau perubahan bentuk lainnya. Akibatnya umur rencana tidak tercapai. Salah satu penyebab penurunan kekuatan campuran pada perkerasan lentur adalah proses penuaan pada campuran aspal. Hal ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor lingkungan (udara, temperatur dan sinar matahari). Solusi yang harus dilakukan sangat kompleks. Salah satu alternatif penanganan untuk perkerasan jalan beraspal yang relatif tahan terhadap kerusakan dini pada lapis aspal beton AC-WC adalah menggunakan rancangan campuran agregat kasar, agregat halus, dan semen portland sebagai *filler* pada campuran AC- WC.

Oleh karena itu, penulis tertarik untuk mengangkat permasalahan ini menjadi penelitian dengan judul “Penambahan Semen Sebagai *Filler* Pada Campuran AC WC Pada Kadar Aspal Optimum Untuk Meningkatkan Stabilitas”.

Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan di laboratorium PT. Cahaya Bali Bangun Persada yang bertempat di Desa Kaliakah – Banjar Peh. Penelitian ini dilakukan dengan membuat contoh uji campuran AC – WC dengan penambahan semen *portland* sebagai *filler* dan kemudian di uji sifat – sifatnya seperti stabilitas, *flow*, berat jenis dan *VIM*, *VFA*, dan *VMA* dan *Marshall Qoutient*. Penelitian ini dimulai dari persiapan hingga memperoleh hasil yang berlangsung dari Tanggal 07 Mei 2025 sampai dengan 10 Juni 2025.

Penelitian ini menggunakan semen *portland SNI* yang lolos saringan #200 sebagai bahan tambah (*filler*) dengan variasi persentase 1,0%, 1,5% dan 2,0% pada campuran aspal. Penelitian ini juga menggunakan pengujian *Marshall* untuk mendapatkan nilai *stabilitas*, *flow*, *berat jenis*, *VIM*, *VFA*, *VMA* dan *Marshall Qoutient*. Material yang digunakan di ambil langsung dari persediaan material AMP PT. Cahaya Bali Bangun Persada, Desa Kaliakahm – Banjar Peh.

Hasil dan Pembahasan

4.1 Hasil Penelitian

Dari hasil pengujian agregat dan aspal yang dilakukan di Labolaturum UPTD.Balai Peralatan dan Pengujian Jalan Cokrominoto Nomor 11 Denpasar di peroleh hasil sebagai berikut:

4.1.1 Hasil Pengujian Karakteristik Aspal

Pada pengujian aspal ini dilakukan di laboratorium bertujuan untuk mengedintifikasi aspal pen 60/70 apakah sesuai dengan aspal yang akan digunakan. Data pengujian dari UPTD. Balai Peralatan dan Pengujian Jalan Cokrominoto Nomor 11 Denpasar. Adapun yang dilakukan yaitu mencakup pengujian Penetrasi aspal, Titik Lembek, Titik Nyala, Berat jenis, dan *Daktalitas*. Berikut hasil pengujian aspal di laboratorium:

Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Aspal Penetrasi 60/70

No	Jenis Pengujian	Nilai Persayaran	Hasil	Keterangan
	penetrasi (25°C 5 detik)	60 - 70	67	Memenuhi
	titik Lembek	≥ 48	51.1	Memenuhi
	titik Nyala	Min 200	317	Memenuhi
	<i>daktalitas</i> (25°C 5cm/menit)	≥ 100	127	Memenuhi
	berat jenis(25°C)	≥ 1.0	1.031	Memenuhi

Sumber: Lampiran 2 Halaman 58

Dari tabel hasil pengujian karakteristik aspal penetrasi 60/70 di atas dapat diketahui hasil pengujian penetrasi aspal mengacu pada SNI 2456-2011 diperoleh hasil uji penetrasi aspal sebesar 67 mm, pengujian titik lembek mengacu pada SNI 2434 – 2011 diperoleh hasil uji sebesar 51.1 C°, pengujian *daktalitas* mengacu pada SNI 2432- 2011 diperoleh hasil uji sebesar 127 cm, pengujian titik nyala mengacu pada SNI 2433- 2011 diperoleh hasil uji sebesar 317 °C ,dan pengujian berat jenis aspal mengacu pada SNI 2441-2011 diperoleh hasil uji sebesar 1,031 gr/cc, untuk semua hasil uji aspal pen 60/70 memenuhi syarat Spesifikasi Umum 2018 Jalan Dan Jembatan Divisi 6 Perkerasan Aspal.

4.1.2 Hasil Pengujian Karakteristik Agregat

Pada pengujian agregat kasar dan Agregat Halus di laboratorium bertujuan untuk mengidentifikasi berat jenis (*bulk*), berat jenis kering permukaan jenuh *SSD* (*saturater surface dry*) berat jenis semu (*apparent*) penyerapan agregat kasar dan agregat halus. Hasil pengujian ditunjukkan sebagai berikut:

Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Penyerapan Agregat

No	Jenis Pemeriksaan	Syarat	Hasil
1	Penyerapan Air Agregat Kasar (CA)	Maks. 3 %	2,171
2	Penyerapan Air Agregat Kasar (MA)	Maks. 3 %	1,964
3	Penyerapan Air Agregat Halus (FA)	Maks. 20 %	1,958
4	Abrasi Dengan Mesin <i>Los Angeles</i> (500 Putaran)	Maks. 40 %	28,4

Sumber: Lampiran 3 Halaman 59 - 62

No	Jenis Agregat	Berat Jenis	Syarat
----	---------------	-------------	--------

		Bulk	SSD	Semu	
1	Agregat Halus (FA)	2,415	2,463	2,535	Min. 0,2 %
2	Agregat Kasar (MA)	2,446	2,494	2,569	Min. 0,3 %
3	Agregat Kasar (CA)	2,443	2,496	2,580	Min. 0,3 %

Tabel 4.
3 Hasil

Pengujian Berat Jenis Agregat

Sumber: Lampiran 3 Halaman 59 - 62

4.1.3 Hasil Pengujian Bahan Tambah *Filler*

Hasil pemeriksaan bahan tambah *filler* dapat dilihat pada table dibawah ini:

Tabel 4. 4 Hasil Pemeriksaan Tambah Bahan

No	Jenis/Type <i>Filler</i>	Syarat	Hasil
	Semen <i>Portland</i> Type I Jenis	Lolos #200	99,44 %
	<i>PCC</i>	75 – 100 %	
	(<i>Portland Composite Cement</i>)		

Sumber: Lampiran 4 Halaman 63

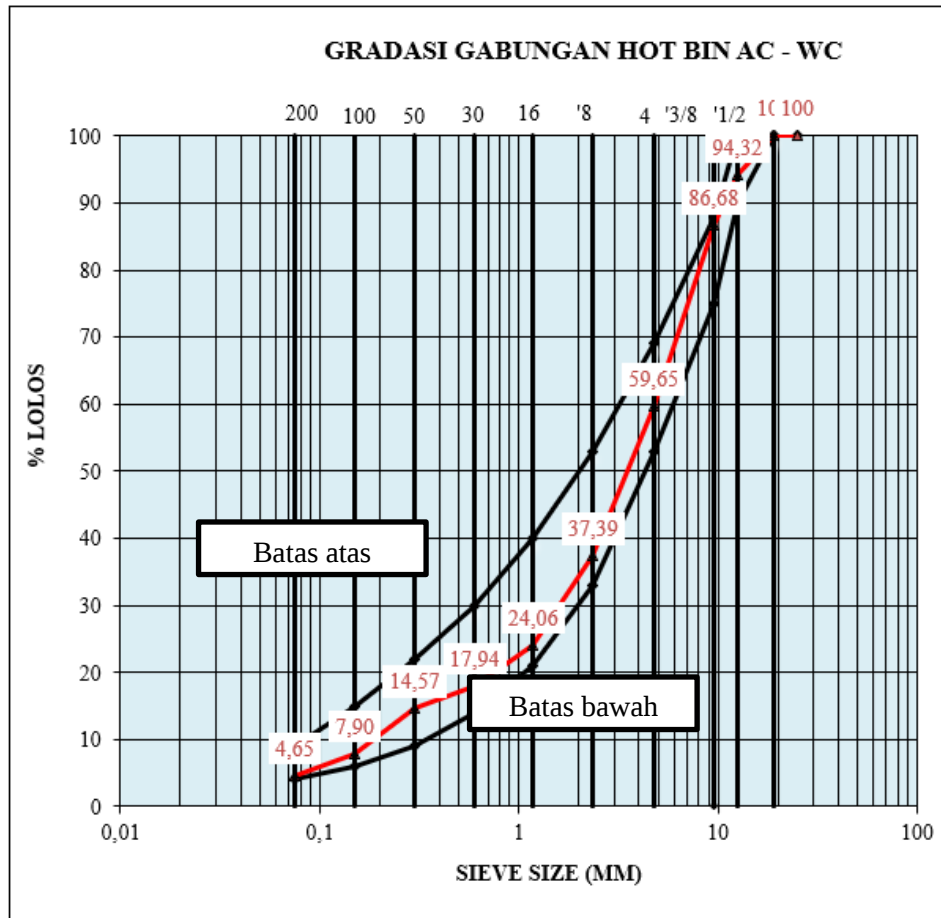
4.1.4 Hasil Gradasi Gabungan

Hasil dari pengujian gradasi gabungan dapat dilihat pada table dibawah ini :

Tabel 4. 5 Gradasi Kombinasi Agregat

Ukuran Saringan	GRADASI AGGREGAT HOT BIN					GRADASI GABUNGAN AC WC			
	a	b	c	d	e	COMB	SPEC	Faktor Area	Surface Area
1"	100	100	100	100		100	100		
¾"	100	100	100	100		100	100		
½ "	100	100	62.15	100		94.32	90 – 100	1x0.41	0.41
3/8"	100	98.52	27.96	100		88.68	77 – 90		
No. 4	100	31.76	3.55	100		61.65	53 – 69	x 0.41	0.253
No. 8	69.65	5.51	2.20	100		37.39	33 - 53	x 0,82	0.307
No. 16	42.94	4.84	2.15	100		24.06	21 - 40	x 1.64	0.395
No. 30	30.61	4.66	2.11	100		17.94	14 - 30	x 2.87	0.515
No. 50	23.91	4.45	1.96	100		14.57	9 - 22	x 6.14	0.894
No. 100	11.24	3.36	1.47	100		7.90	6 - 15	x 12.29	0.971
No. 200	6.76	0.94	0.07	99.44		4.65	4 - 10	x 32.77	1.523

Sumber: Lampiran 5 Halaman 64
Gambar 4. 1 Grafik Kombinasi Agregat Gabungan



Sumber: Lampiran 5 Halaman 64

4.1.5 Kadar Aspal Rencana

Hasil yang diperoleh dari rumus P_b untuk menentukan kadar aspal rencana sebagai berikut:

Dengan komposisi campuran 1%

$$\begin{aligned}
 P_b &= 0,035 (\% CA) + 0,045 (\% FA) + 0,18 (\% FF) + \text{Konstanta} \\
 &= 0,035 (62,61\%) + 0,045 (30,74\%) + 0,18 (4,65\%) + 1,00 \\
 &= 2,19 + 1,38 + 0,84 + 1,00 \\
 &= 5,41 \text{ dibulatkan menjadi } 5,50\%
 \end{aligned}$$

Dengan komposisi campuran 1,5%

$$\begin{aligned}
 P_b &= 0,035 (\% CA) + 0,045 (\% FA) + 0,18 (\% FF) + \text{Konstanta} \\
 &= 0,035 (62,46\%) + 0,045 (30,43\%) + 0,18 (5,11\%) + 1,00 \\
 &= 2,19 + 1,37 + 0,92 + 1,00 \\
 &= 5,48 \text{ dibulatkan menjadi } 5,50\%
 \end{aligned}$$

Dengan komposisi campuran 2%

$$\begin{aligned}
 P_b &= 0,035 (\% CA) + 0,045 (\% FA) + 0,18 (\% FF) + \text{Konstanta} \\
 &= 0,035 (62,31\%) + 0,045 (30,11\%) + 0,18 (5,58\%) + 1,00 \\
 &= 2,18 + 1,36 + 1,00 + 1,00 \\
 &= 5,54 \text{ dibulatkan menjadi } 5,50\%
 \end{aligned}$$

Tabel 4. 6 Ketetapan Dari Nilai Pb

Dibawah Nilai Pb		Nilai Pb	Diatas Nilai Pb	
4,50%	5,00%	5,50%	6,00%	6,50%

Sumber: Ketentuan dari rumus Pb Halaman 30

4.1.6 Komposisi Campuran

Komposisi campuran yang diperoleh dari kombinasi agregat gabungan diatas dapat dilihat pada table di bawah ini:

Tabel 4. 7 Komposisi Campuran Dengan Filler 1%

PERBANDINGAN CAMPURAN	a. Agregat Halus (Bin I)	49,0
	b. Medium (Hot Bin II)	36,0
	c. Batu Pecah (Hot Bin III)	14,0
	d. Filler	1,0
Total Campuran		100
Luas Permukaan Agregat (m ² /Kg)		5.27

Sumber: Lampiran 5 Halaman 64

Tabel 4. 8 Komposisi Campuran Dengan Filler 1,5%

PERBANDINGAN CAMPURAN	a. Agregat Halus (Bin I)	48,5
	b. Medium (Hot Bin II)	35,0
	c. Batu Pecah (Hot Bin III)	15,0
	d. Filler	1,5
Total Campuran		100
Luas Permukaan Agregat (m ² /Kg)		5.51

Sumber: Lampiran 6 Halaman 65

Tabel 4. 9 Komposisi Campuran Dengan Filler 2%

PERBANDINGAN CAMPURAN	a. Agregat Halus (Bin I)	48,0
	b. Medium (Hot Bin II)	35,0
	c. Batu Pecah (Hot Bin III)	15,0
	d. Filler	2,0
Total Campuran		100
Luas Permukaan Agregat (m ² /Kg)		5.76

Sumber: Lampiran 7 Halaman 66

4.1.7 Hasil Uji Marshall

Pada tahap pengujian ini, biasanya dilakukan pada beberapa variasi kadar aspal untuk memperoleh kadar aspal optimum yang paling efektif bekerja pada campuran AC WC . Pengujian *Marshall* untuk kadar aspal optimum dilakukan pada 5 variasi kadar aspal, yaitu 4,5%,5,0%,5,5 %, 6,0% dan 6,5% dengan benda uji sebanyak 45 buah, didapat kadar aspal optimum dengan nilai rata-rata berat jenis, VIM, VMA, VFA, *stabilitas*, *flow* dan MQ. Hasil uji marshall pada campuran AC WC dengan tambahan *filler*. Hasil pengujian dapat dilihat pada table 4.10 sampai dengan tabel 4.12 berikut ini:

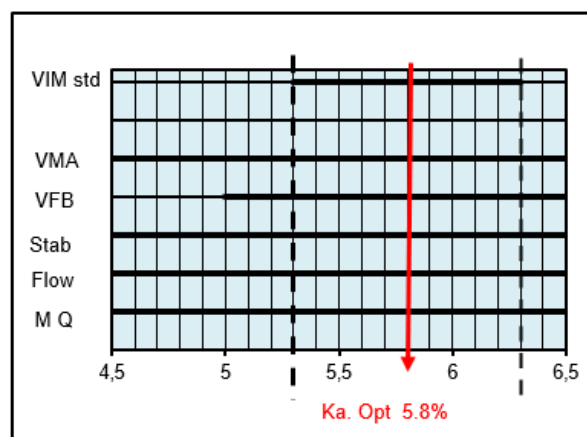
Tabel 4. 10 Hasil Uji *Marshall* (Filler 1,0 %)

Jenis Penelitian	Filler	Kadar Aspal					Syarat
	1,0 %	4,5%	5,0%	5,5%	6,0%	6,5%	
Berat Jenis		2,142	2,160	2,186	2,198	2,181	-
VIM		7,14	5,75	3,37	3,43	3,01	3 - 5
VMA		16,34	16,07	15,52	15,51	16,61	Min. 15
VFB		56,29	64,25	75,95	79,12	81,85	Min. 65
Stabilitas		803,8	836,6	861,2	820,2	812,8	Min. 800
Flow		2,43	2,40	2,37	2,37	2,33	2 - 4
MQ		330,34	348,60	363,90	343,11	344,50	Min 300

Sumber:

Lampiran 8 Halaman 67 - 68

Dari tabel 4.10 diatas maka dapat dijabarkan dalam bentuk grafik parameter *Marshall* sebagai berikut:

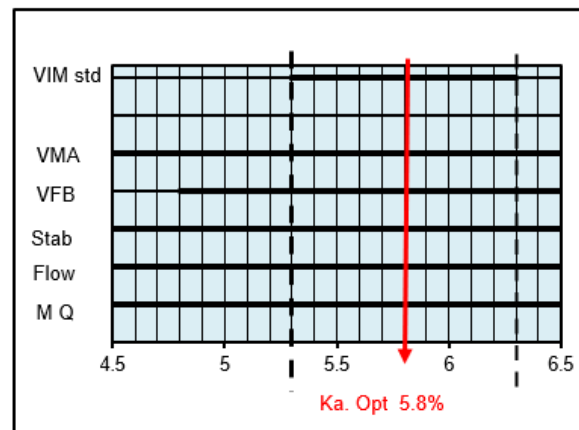
Gambar 4. 2 Grafik Kadar Aspal Optimum (*filler* 1,0 %)

Sumber: Lampiran 14 Halaman 76

Tabel 4. 11 Hasil Uji *Marshall* (Filler 1,5 %)

Jenis Penelitian	Filler	Kadar Aspal					Syarat
	1,5 %	4,5%	5,0%	5,5%	6,0%	6,5%	
Berat Jenis		2,145	2,167	2,187	2,203	2,187	-
VIM		7,10	5,55	3,70	3,22	2,83	3 - 5
VMA		16,32	15,91	15,59	15,43	16,48	Min. 15
VFB		56,51	65,13	76,25	79,13	82,80	Min. 65
Stabilitas		828,4	861,2	902,2	820,2	812,0	Min. 800
Flow		2,53	2,50	2,43	2,47	2,43	2 - 4
MQ		337,01	344,50	370,79	332,52	333,71	Min 300

Sumber: Lampiran 9 Halaman 69 – 70
Gambar 4. 3 Grafik Kadar Aspal Optimum (*filler 1,5 %*)

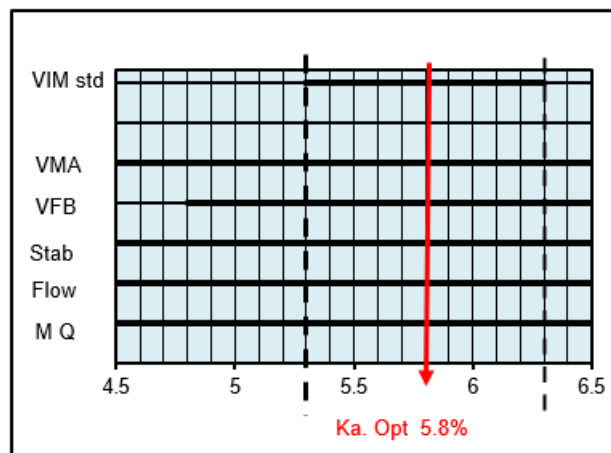


Sumber: Lmapiran 15 Halaman 77
Tabel 4. 12 Hasil Uji Marshall (*Filler 2,0 %*)

Jenis Penelitian	Filler	Kadar Aspal					Syarat	Sumber:
	2,0 %	4,5%	5,0%	5,5%	6,0%	6,5%		
Berat Jenis		2,141	2,163	2,189	2,206	2,182	-	
VIM		7,39	5,83	3,95	3,09	3,14	3 - 5	
VMA		16,60	16,19	15,59	15,41	16,76	Min. 15	
VFB		55,47	63,96	76,96	79,97	81,29	Min. 65	
Stabilitas		853,0	855,8	926,9	844,8	828,4	Min. 800	
Flow		2,63	2,60	2,53	2,50	2,50	2 - 4	
MQ		323,94	340,71	365,86	337,93	331,37	Min 300	

Lampiran 10 Halaman 71 - 72

Gambar 4. 4 Grafik Kadar Aspal Optimum (*filler 2,0%*)



Sumber: Lampiran 16 Halaman 78

Kadar aspal optimum adalah kadar aspal yang memenuhi semua sifat campuran yang diinginkan. Berdasarkan gambar 4.4 diatas untuk menentukan KAO. Berdasarkan perhitungan secara grafis nilai kadar aspal optimum diperoleh dengan melihat garis kiri terdalam (untuk nilai minimum) yakni 5,3% dan garis kanan terdalam (untuk nilai maksimum) yakni 6,3%.

Dari ketiga komposisi campuran dengan filler 1,0%, 1,5% dan 2,0% memperoleh nilai kadar aspal optimum (KAO) yang sama yaitu kadar aspal 5,8 %

$$\text{KAO} = \frac{5,3\% + 6,3\%}{2} = 5,8\%$$

4.1.8 Hasil Pengujian Semen Portland

Hasil Pengujian Campuran Dengan Bahan Tambah Filler

Pada tahap pengujian ini menggunakan variasi filler 1,0% 1,5% dan 2,0% pada kadar aspal optimum dengan benda uji sebanyak 9 buah. Hasil yang diperoleh dari nilai rata – rata VIM (Void In Mix) , VMA (Void in Mineral Aggregate), VFB (Void Filled with Bitumen), stabilitas, flow, dan MQ (Marshall Quotient). Hasil dapat dilihat pada tabel 4.13 di bawah ini :

Tabel 4. 13 Hasil Uji *Marshall* pada kadar aspal optimum dengan variasi *filler*

Jenis Penelitian Kadar Aspal Optimum 5,8%	Kadar Filler			Syarat
	1,0%	1,5%	2,0%	
Berat Jenis	2,209	2,209	2,210	-
VIM	3,69	3,69	3,65	3 - 5
VMA	15,40	15,49	15,56	Min. 15
VFB	76,02	76,19	76,54	Min. 65
Stabilitas	1025,3	1090,9	1115,5	Min. 800
Flow	3,00	3,13	3,40	2 - 4
MQ	314,76	348,16	328,09	Min 300

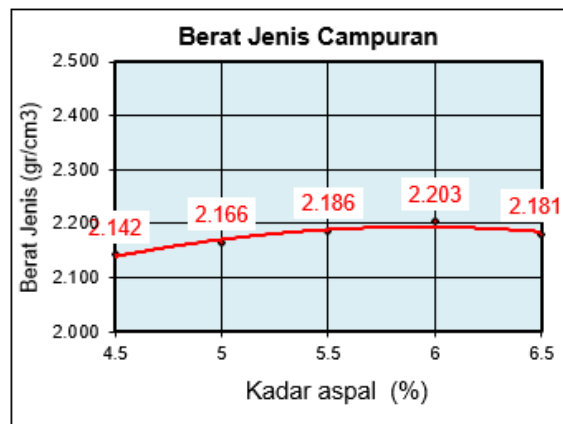
Sumber : Lampiran 14,15 dan 16 Halaman 76 – 78

4.2 Pembahasan

Pembahasan Hasil Uji *Marshall* Pada Campuran Dengan Filler 1% sebagai berikut :

4.2.1 Berat Jenis

Gambar 4. 5 Grafik Hubungan Nilai Berat Jenis dengan Kadar Aspal



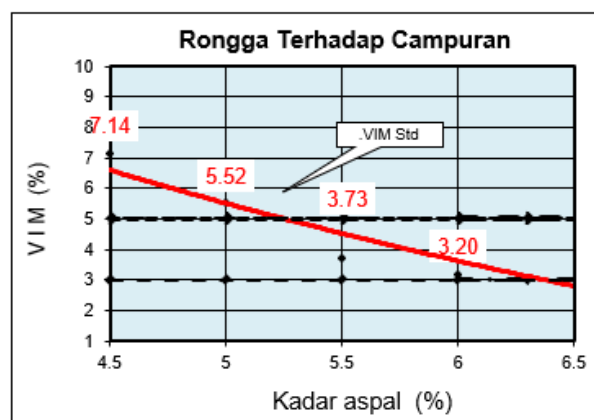
Sumber : Lampiran 11 Halaman 73

Gambar 4.5 Grafik Hubungan Nilai Berat Jenis dengan Kadar Aspal

Berdasarkan gambar diatas dapat dilihat bahwa berat jenis cenderung mengalami kenaikan seiring dengan bertambahnya kadar aspal. Pada suatu titik tertentu akan mengalami penurunan. Dari penelitian diatas dapat dilihat nilai berat jenis di kadar aspal 4,5% - 6,0% mengalami kenaikan sementara di kadar aspal 6,5% mengalami penurunan. Hal ini menunjukkan bahwa pada kadar aspal rendah ikatan aspal dengan agregat relatif lebih baik karena aspal berfungsi sebagai bahan pengikat sehingga menghasilkan kepadatan yang tinggi. Sementara pada kadar aspal yang tinggi ikatan aspal dan agregat kurang baik karena aspal berfungsi sebagai pelecin. Hal ini yang menyebabkan terjadinya penurunan pada berat jenis sejalan dengan bertambahnya kadar aspal.

4.2.2 VIM (Void In The Mix)

Gambar 4. 6 Grafik Hubungan Nilai VIM dengan Kadar Aspal

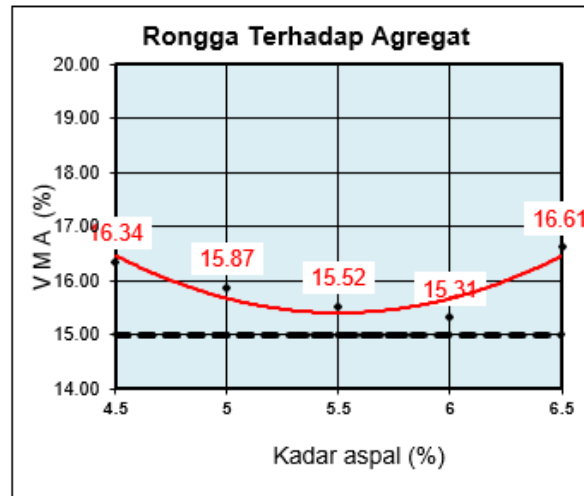


Sumber : Lampiran 14 Halaman 73

Nilai VIM menunjukkan besarnya rongga dalam campuran. Semakin tinggi nilai VIM menunjukkan campuran tersebut semakin porous. Sehingga kurang mampu bertahan terhadap kerusakan akibat perubahan cuaca. Berdasarkan gambar diatas terlihat nilai VIM menurun seiring bertambahnya kadar aspal. Hal ini terjadi karena filler dan aspal mengalir untuk mengisi rongga didalam campuran. Dari penelitian diatas dapat dilihat nilai VIM yang memenuhi spesifikasi dengan nilai min 3% – maks 5% pada kadar aspal 5,3% dan 6,3% sudah memenuhi spesifikasi sedangkan pada kadar aspal 4,5% , 5,0% dan 6,5%, belum memenuhi spesifikasi. Hal ini dikarenakan terlalu sedikit aspal didalam campuran menyebabkan aspal tidak mampu mengisi lebih banyak rongga – rongga yang ada sehingga rongga udara semakin besar. Dan jika aspal pada campuran terlalu banyak maka tidak ada ruang untuk aspal dan campuran menjadi *bleeding*.

4.2.3 VMA (Void Filled With Asphalt)

Gambar 4. 7 Grafik Hubungan Nilai VMA dengan Kadar Aspal

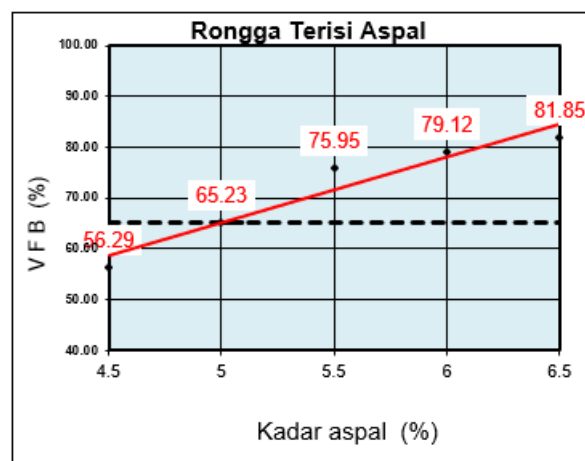


Lampiran 14 Halaman 73

Nilai VMA dinyatakan sebagai rongga yang tersedia untuk ditempati oleh aspal dan udara didalam campuran. Berdasarkan gambar diatas, terlihat bahwa nilai VMA cenderung mengalami penurunan sampai pada titik minimum dan pada titik tertentu akan mengalami kenaikan seiring dengan bertambahnya kadar aspal. Dari penelitian di atas pada nilai VMA yang memenuhi spesifikasi dengan nilai min 15% pada kadar aspal 4,5% - 5,5% grafik mengalami penurunan, hal ini disebabkan kadar aspal yang sedikit tidak mampu mengisi celah rongga yang ada didalam campuran. sedangkan di kadar aspal 6,0% - 6,5% grafik mengalami kenaikan. Artinya penambahan kadar aspal mengakibatkan aspal banyak yang mengisi rongga yang akan mengurangi jumlah rongga (kosong) dalam campuran sehingga meningkatkan nilai VMA. Nilai VMA terlalu tinggi kurang baik karena mengakibatkan bleeding saat terjadi pembebanan.

4.2.4 VFB (Void Filled with Bitumen)

Gambar 4. 8 Grafik Hubungan Nilai VFB dengan Kadar Aspal



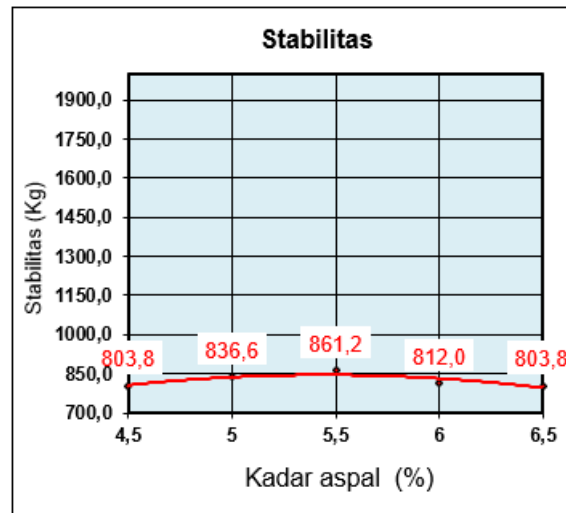
Lampiran 14 Halaman 73

Nilai VFB menunjukkan banyak persen rongga yang ada dalam campuran terisi oleh aspal. Berdasarkan gambar 4.8 diatas dapat dilihat bahwa nilai VFB cenderung mengalami kenaikan seiring bertambahnya kadar aspal. Nilai VFB yang memenuhi Spesifikasi dengan

nilai VFB min 65% yakni pada kadar aspal 5,0%, 5,5%, 6,0%, 6,5% memenuhi spesifikasi. Penambahan kadar aspal mengakibatkan aspal banyak yang mengisi rongga yang akan mengurangi jumlah rongga (kosong) dalam campuran, sehingga meningkatkan nilai VFB sedangkan pada kadar aspal 4,5% tidak memenuhi spesifikasi karna aspal pada campuran terlalu sedikit sehingga sulit untuk mengisi rongga diantara agregat. Nilai VFB yang terlalu tinggi kurang baik karena akan mengakibatkan keluarnya aspal (*bleeding*) saat terjadi pembebanan.

4.2.5 Stabilitas

Gambar 4. 9 Grafik Hubungan Nilai Stabilitas dengan Kadar Aspal

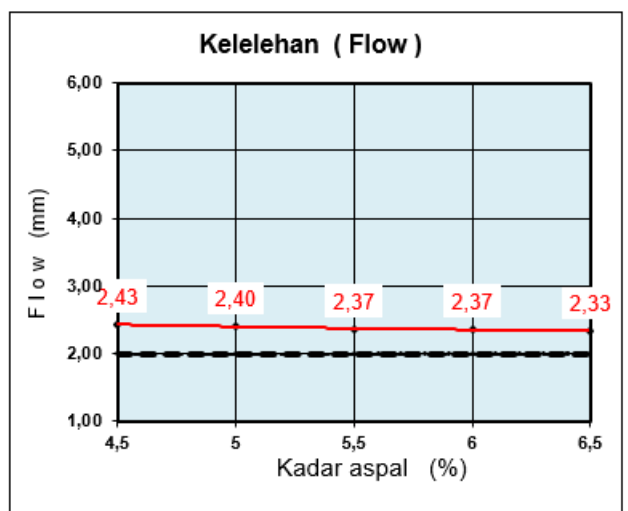


Lampiran 14 Halaman 73

Berdasarkan gambar 4.9 diatas menunjukkan nilai stabilitas akan naik seiring dengan bertambahnya kadar aspal, sehingga pada kadar aspal tertentu akan mengalami penurunan. Hasil dari pengujian terdapat ketidakstabilan pada nilai *stabilitas* pada kadar aspal 4,5% dan 6,5%. Hal ini disebabkan karena aspal yang pada awalnya berfungsi sebagai pengikat antar agregat berubah menjadi pelican seiring dnegan bertambahnya kadar aspal, sehingga menurunnya gaya saling mengunci antar agregat dalam campuran. Stabilitas yang terlalu tinggi perkerasan akan menjadi kaku dan bersifat getas. Sedangkan dengan stabilitas rendah mengakibatkan campuran lebih fleksibel sehingga mudah menjadi rutting. Jika dibandingkan dengan standar yang ditentukan dengan nilai stabilitas min. 800 kg, maka nilai yang dihasilkan dari semua pengujian kadar aspal 4,5%, 5,0%, 5,5%, 6,0%, 6,5% masuk dalam Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan, Divisi VI Perkerasan Beraspal, Dep. PU, Edisi April 2007. Hal tersebut menunjukkan bahwa campuran tersebut masih mampu menahan beban dengan stabil.

4.2.6 Flow

Gambar 4. 10 Grafik Hubungan Nilai Flow dengan Kadar Aspal

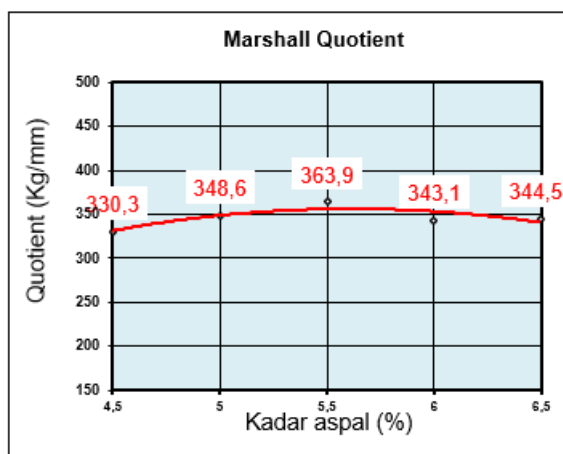


Lampiran 14 Halaman 73

Kelelehan (flow) merupakan keadaan perubahan bentuk suatu campuran yang terjadi akibat suatu beban sampai batas runtuh yang dinyatakan dalam satuan panjang (mm). Campuran mempunyai flow rendah dengan stabilitas tinggi cenderung kaku sehingga mudah mengalami retak dan sebaliknya dengan nilai flow yang tinggi dengan stabilitas rendah cenderung bersifat plastis dan mudah berubah bentuk. Berdasarkan gambar diatas terlihat nilai flow mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya kadar aspal, hal ini dikarenakan dengan adanya penambahan aspal campuran menjadi semakin plastis. Pada kondisi ini mengakibatkan lapis perkerasan mudah mengalami perubahan bentuk mengikuti gaya yang diteritanya. Hasil dari pengujian *marshall* diperoleh nilai kelelehan (*flow*) dari setiap variasi kadar aspal memiliki rentang yang tidak terlalu jauh dan memenuhi spesifikasi standar minimum sebesar 2-4 mm.

4.2.7 MQ (*Marshall Qutation*)

Gambar 4. 11 Grafik Hubungan Nilai MQ (*Marshall Qutation*) dengan kadar aspal



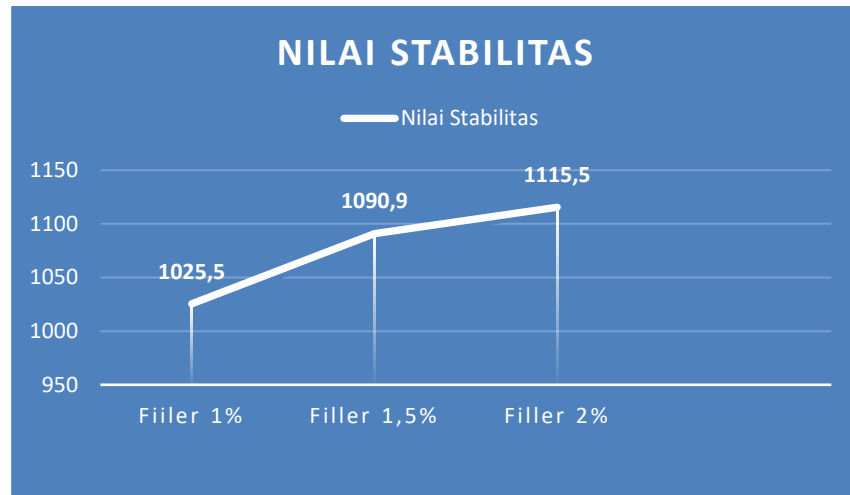
Lampiran 14 Halaman 73

Marshall Quotient (MQ) adalah rasio antara nilai stabilitas dan kelelehan yang digunakan sebagai indikator kekakuan campuran. Semakin kaku suatu campuran maka semakin tinggi nilai *Marshall Quotient* (MQ). *Marshall Qutation* dengan nilai spesifikasi min 250 kg/mm. Dari gambar 4.5 menunjukan bahwa pada kadar 4,5% sampai 5,5% didapat nilai *Marshall Quotient* (MQ) meningkat dan menurun kembali pada kadar 6,0% dan 6,5%. Pencampuran dengan penambahan *filler semen portdland* mengakibatkan sifat campuran menjadi kaku. Namun seiring bertambahnya kadar persentase *filler* yang

digunakan di dalam aspal, campuran mulai fleksibel kembali, hal itu dapat dikaitkan dengan faktor yang mempengaruhi MQ yaitu kohesi dan temperatur.

4.2.8 Hasil Pengujian Marshall Campuran AC WC dengan variasi penambahan filler pada kadar aspal optimum.

Gambar 4. 12 Hasil nilai stabilitas pada masing – masing variasi filler pada kadar aspal optimum



Sumber: Lampiran 14, 15 dan 16 Halaman 76 - 78

Nilai *stabilitas* menunjukkan kemampuan campuran menahan beban lalu lintas tanpa mengalami deformasi. Dari pengujian Marshall terhadap nilai *stabilitas* pada variasi persentase *filler* 1,0%, 1,5%, 2,0% pada kadar aspal optimum terus mengalami peningkatan. Nilai *Stabilitas* pada kadar aspal optimum dengan penambahan *filler* 1,0% memperoleh hasil nilai rata – rata sebesar 1025,3, campuran dengan *filler* 1,5% 1090,9 kg, campuran dengan *filler* 2,0% 1115,5 kg. Nilai stabilitas yang diperoleh juga masih berada dalam batas standar spesifikasi Bina Marga yaitu min 800 kg. Pada kadar aspal 1,0% *filler* mulai mengisi pori – pori antar agregat, pada *filler* 1,5% peningkatan volume *filler* membuat campuran semakin padat, pada *filler* 2,0% struktur campuran menjadi sangat rapat. Peningkatan kadar *filler* 1,0%, 1,5% dan 2,0% dalam campuran AC WC menunjukkan kenaikan stabilitas yang mengindikasikan bahwa campuran menjadi lebih kuat dan padat yang layak digunakan untuk perkerasan jalan.

Kesimpulan

Nilai stabilitas yang diperoleh dari penelitian tentang penggunaan semen *postland* type I jenis *portland compotise cement (PCC)* sebagai bahan tambah (*filler*) pada campuran AC WC yaitu campuran dengan *filler* 1,0% memperoleh nilai rata – rata sebesar 1025,3 kg, campuran dengan *filler* 1,5% 1090,9 kg, campuran dengan *filler* 2,0% 1115,5 kg. Hasil stabilitas pada campuran AC WC pada kadar aspal optimum dengan penambahan prosentase bahan tambah (*filler*) terus mengalami peningkatan terhadap nilai stabilitas. Nilai stabilitas yang diperoleh juga masih berada dalam batas standar spesifikasi yaitu min 800 kg.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan terhadap campuran AC WC dengan penambahan variasi *filler* sebesar 1,0%, 1,5%, 2,0% dapat disimpulkan bahwa penambahan (*filler*) berpengaruh terhadap kinerja campuran AC WC, khususnya pada nilai stabilitas. Peningkatan kadar *filler* dalam campuran AC WC menunjukkan kenaikan *stabilitas* yang mengindikasikan bahwa campuran menjadi lebih kuat dan mampu menahan beban yang lebih besar. Hal ini disebabkan oleh meningkatnya kepadatan dan daya ikat antara agregat dan aspal seiring bertambahnya *filler*, sehingga struktur dari campuran menjadi lebih padat. Dengan

demikian penambahan *filler* dalam kadar yang tepat dapat meningkatkan kualitas struktural campuran AC WC terutama dalam hal ketahanan terhadap beban lalu lintas. Kadar *filler* semen 2,0% memberikan hasil *stabilitas* tinggi, dan semua variasi persentase *filler* yang digunakan masih memenuhi syarat spesifikasi.

Daftar Pustaka

- Agus Muldiyanto., et al. (2023). *Analisis semen mu-400 sebagai pengganti filler*.
- Arlia, L., Saleh, S. M., & Anggraini, R. (2018). Karakteristik Campuran Aspal Porus Dengan Substitusi Gondorukem Pada Aspal Penetrasi 60/70. *Jurnal Teknik Sipil*, 1(3), 657–666. <https://doi.org/10.24815/jts.v1i3.10011>
- Besouw, G. V., Manoppo, M. R. E., & Palenewen, S. N. (2019). Pengaruh Modulus Kehalusan Agregat Terhadap Penentuan Kadar Aspal Pada Campuran Jenis AC-WC. *Jurnal Sipil Statik*, 7(4), 481–490.
- Daksa, S. T., & Prastyanto, C. A. (2019). Analisis Pemilihan Jenis Perkerasan Jalan untuk Perbaikan Kerusakan Perkerasan Jalan di Jalan Harun Thohir, Kecamatan Gresik, Kabupaten Gresik, Jawa Timur. *Jurnal Transportasi: Sistem, Material, Dan Infrastruktur*, 2(1), 11. <https://doi.org/10.12962/j26226847.v2i1.5705>
- Dan, P., & Gorontalo, A. (2024). *C o m p o s i t e j o u r n a l*. 4(1), 1–10. <https://doi.org/10.37905/jc.v4i1.42>
- Depertemen Pekerjaan Umum. (2007). *Trainning of Trainner (TOT) Pendampingan Teknis Pemafaatan Asbuton untuk Pemeliharaan dan Pembangunan Jalan: Modul*.
- Favian, Gian Beryl, 2021. (2021). No 主観的健康感を中心とした在宅高齢者における健康関連指標に関する共分散構造分析Title. *Pharmacognosy Magazine*, 75(17), 399–405.
- Hermansyah, H., Isnani, A. F., & Yanti, F. (2022). Karakteristik Marshall pada Campuran Aspal HRS-WC Menggunakan Abu Sekam Padi. *Jurnal Manajemen Teknologi & Teknik Sipil*, 5(1), 60. <https://doi.org/10.30737/jurmateks.v5i1.2770>
- Hilmi, R. Z., Hurriyati, R., & Lisnawati. (2018). *Studi pengaruh penambahan semen terhadap karakteristik campuran ac-wc aspal porus menggunakan asbuton*. 3(2), 91–102.
- Ikhsan, M. N., Prayuda, H., & Saleh, F. (2016). Pengaruh Penambahan Pecahan Kaca Sebagai Bahan Pengganti Agregat Halus dan Penambahan Fiber Optik Terhadap Kuat Tekan Beton Serat. *Jurnal ilmiah semesta teknika Vol. 19, No. 2, 148-156, November 2016*, 19(2), 148–156.
- Jacob, J. C., Matitaputty, J. R., & Leipipi, S. (2023). *Pengaruh Tambahan Semen Portland Komposit Pada Cold Paving Hot Mix Asbuton Terhadap Karakteristik Marshall*. 3(September).
- Marga, B. (2018). Spesifikasi Umum 2018, Divisi 6. *Military Engineer*, 77(502), 428–429.
- Nugraha, F. A. (2019). Karakteristik Marshall Pada Campuran Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC) Dengan Menggunakan Filler Limbah Beton (Marshall Characteristics Of Asphalt Concrete Wearing Course (Ac-Wc) Mixes Using Wasted Concrete As Filler). *Tugas Akhir*, 146. [https://dspace.uui.ac.id/bitstream/handle/123456789/14287/TAfauziardiawan nugraha 12511366.pdf](https://dspace.uui.ac.id/bitstream/handle/123456789/14287/TAfauzi%20ardiawan%20nugraha%2012511366.pdf)
- Pasayu, D., & Muslika, S. (2024). *Pengaruh Aspal Minyak Hasil Ekstraksi Recycling Aspal dengan Semen Sebagai Filler pada Lapisan AC-WC*. 5(11).
- Putrowijoyo. (2006). Kajian Laboratorium Sifat Marshall Dan Durabilitas Asphalt Concrete - Wearing Course (Ac-Wc) Dengan Membandingkan Penggunaan Antara Semen Portland Dan Abu Batu Sebagai Filler. *Construction and Building Materials*, 6(March), 116–123. <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:the+effect+of+warm>

+mix+asphalt+additive+(+sasobit+?+)+on+determination+of+optimum+bitumen+content#0%5Cn<http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:the+effect+of+warm+mix+aspha>

- Rahmat Tisnawana, Rizki Ramadhan Husainib, E. J. H. (2024). *Efektivitas Sabut Kelapa dan Semen Portland Sebagai Filler Pada Campuran Aspal*. 1, 0–4.
- Rahmawati, E., Badaron, S. F., & Maricar, M. H. (2025). *Analisis Pengaruh Penggunaan Semen Portland sebagai Filler pada Campuran AC-WC Terhadap Sifat-Sifat Mekanik dan Durabilitas*. 7(1), 12–22.
- Rian.P. (2011). Kajian Laboratorium Sifat Marshall Dan Durabilitas Asphalt Concrete - Wearing Course (Ac-Wc) Dengan Membandingkan Penggunaan Antara Semen Portland Dan Abu Batu Sebagai Filler. *Construction and Building Materials*, 6(March), 116–123.
[http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:the+effect+of+warm+mix+asphalt+additive+\(+sasobit+?+\)+on+determination+of+optimum+bitumen+content#0%5Cnhttp://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:the+effect+of+warm+mix+aspha](http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:the+effect+of+warm+mix+asphalt+additive+(+sasobit+?+)+on+determination+of+optimum+bitumen+content#0%5Cnhttp://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:the+effect+of+warm+mix+aspha)
- Sasongko, R. N. (2023). Perbandingan Penggunaan Filler Semen Dengan Filler Kapur Pada Karakteristik Campuran Ac-Wc Akibat Pengaruh Masa Perendaman Air. *Jurnal Civil Engineering Study*, 3(01), 103–114. <https://doi.org/10.34001/10.34001/ces.03012023.12>
- SNI 1970-. (2008). Standar Nasional Indonesia Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar. *Badan Standar Nasional Indonesia*, 12.