

# ANALISIS PERBANDINGAN KINERJA MARSHALL PADA CAMPURAN AC-WC DENGAN MENGGUNAKAN BAHAN TAMBAH NATURAL SAND PASIR PANTAI DAN PASIR GUNUNG

Arif Budiarto<sup>1</sup>, dan Djoko Sarwono<sup>2</sup>, dan Ashief Krisna Hartono<sup>3</sup>

1) 2) Staff Pengajar - Jurusan Teknik Sipil – Jurusan Teknik Sipil – Universitas Sebelas Maret Jln Ir Sutami 36 A, Surakarta 57126

3) Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret

Email; [abudiarto83@gmail.com](mailto:abudiarto83@gmail.com), [sarwono60@yahoo.co.id](mailto:sarwono60@yahoo.co.id) [ashief.krishna@students.uns.ac.id](mailto:ashief.krishna@students.uns.ac.id),

## ABSTRACT

*Natural sand is sand obtained indirectly from the nature and can be directly used as a materials of construction without needing to be processing beforehand. natural sand can in the form of sand mountains, sand of a river, and beach sand. In several areas especially in coastal areas for in order to gain some natural sand easier than that set by the sand of or an aggregate of delicate of sifting rocks crumble and, this is because to find it the higher life do not need to there was a process of the breakdown of dust i e to. Enough with fork to get the size of is in want. If kept on a constant review from the perspective of the cost of technical sand nature certainly cheaper than the aggregate smooth the results of the breakdown of a rock and crashed out, because not be absolutely necessary for an additional cost in pemecahan. tujuan of the study are to perceive the difference between the use of sand nature in the form of the sand of the seacoast and sand a mountain in a mixture of asphalt concrete-wearing course students played, kept on a constant review of the characteristics of marshall Comparison of the use of mountain sand and beach sand in the Asphalt Concrete-Wearing Course mixture caused a decrease in VIM value of 0.591%, a VMA value of 0.104%, but resulted in an increase in VFB value of 3.104% and a Flow value of 0.28%.*

*Keywords: Asphalt Concrete-Wearing Course, Marshall, Natural Sand, Beach sand, Mountain Sand*

## ABSTRAK

*Natural sand (pasir alam) adalah pasir yang diperoleh langsung dari alam dan dapat langsung digunakan sebagai bahan konstruksi tanpa perlu pengolahan terlebih dahulu. Pasir alam dapat berupa pasir gunung, pasir sungai, dan pasir pantai. Di beberapa daerah khususnya di daerah pesisir untuk memperoleh pasir alam lebih mudah daripada pada pasir atau agregat halus dari pengayakan batu pecah, karena untuk memperolehnya tidak perlu ada proses pemecahan batu terlebih dahulu. Cukup diayak untuk mendapatkan ukuran yang di inginkan. Jika ditinjau dari segi biaya penggunaan pasir alam tentu lebih murah daripada agregat halus hasil pemecahan batu, karena tidak diperlukan biaya tambahan untuk pemecahan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melihat perbedaan antara penggunaan pasir alam berupa pasir pantai dan pasir gunung dalam campuran Asphalt Concrete-Wearing course, ditinjau dari karakteristik Marshall.*

*Perbandingan penggunaan pasir gunung dan pasir pantai pada campuran Asphalt Concrete-Wearing Course menyebabkan penurunan nilai VIM sebesar 0,591%, nilai VMA sebesar 0,104%, akan tetapi mengakibatkan kenaikan nilai VFB sebesar 3,104% dan nilai Flow sebesar 0,28%.*

*Kata kunci: Asphalt Concrete-Wearing Course, Analisis Saringan Sistem Kering, Analisis Saringan Sistem Basah, Marshall Properties*

## PENDAHULUAN

Jenis perkerasan lentur (*Flexible Pavement*) yang banyak digunakan di Indonesia adalah Lapis Aspal Beton (Laston, *Asphalt Concrete*) dan Lapis Tipis Aspal Beton (Lataston, *Hot Rolled Asphalt*). Perbedaan antara kedua jenis perkerasan ini yang paling mendasar adalah gradasi material penyusunnya. Aspal beton menggunakan agregat dengan gradasi rapat (*Well Graded*) sedangkan Lataston menggunakan agregat dengan gradasi senjang (*Gap Graded*). Perbedaan penggunaan tipe gradasi agregat juga akan mempengaruhi rongga dalam campuran (*Void in Mix, VMA*) dan rongga antar agregat (*Void in Mineral Agregat, VMA*).

Penggunaan agregat dengan gradasi rapat akan menghasilkan nilai VMA yang kecil. Kadar bitumen yang digunakan untuk menyelimuti agregat sehingga menghasilkan selimut aspal (*bitumen film thickness*) yang tipis. Film aspal yang tipis ini mudah lepas dan memiliki durabilitas yang rendah yang menyebabkan lapis perkerasan menjadi lebih mudah rusak, tetapi memiliki stabilitas yang tinggi. Sementara penggunaan agregat dengan gradasi senjang akan menghasilkan nilai VMA yang besar. Hal ini membuat kadar aspal yang digunakan untuk menyelimuti agregat bisa dibuat lebih banyak dan menghasilkan film aspal yang tebal. Film aspal yang tebal dapat menghasilkan lapisan aspal beton yang berdurabilitas tinggi, tetapi memiliki stabilitas yang rendah.

Selain aspal, agregat kasar, dan agregat halus, *filler* adalah salah satu komponen dalam campuran yang mempunyai peranan yang penting, *Filler* merupakan material pengisi dalam aspal. *Filler* adalah material yang lolos saringan no.200 (0,075 mm) dan bersifat non plastis. Fungsi bahan pengisi (*filler*) yaitu mengisi ruang antar agregat halus dan agregat kasar. *Filler* mengisi rongga udara dan menghasilkan tahanan gesek serta penguncian antar butir yang tinggi, dengan demikian akan meningkatkan stabilitas campuran. Bahan *filler* dapat berupa abu batu, abu batu kapur, semen atau pasir.

Campuran beraspal terdiri dari agregat dan aspal sebagai bahan pengikat. Agregat terdiri dari beberapa fraksi, yaitu fraksi kasar (CA), fraksi sedang (MA), dan fraksi halus (FA). Fraksi halus memiliki harga yang cukup mahal, maka penggunaannya diminimalisir dengan mengganti sebagian dengan menggunakan pasir alam. penggunaan pasir alam ini dibatasi maksimum sebesar 15% (Spesifikasi Bina Marga 2010).

Namun demikian, pada proyek-proyek di daerah pesisir atau di pulau-pulau kecil yang tidak menghasilkan pasir alam sehingga sulit untuk pengadaannya, membuat pasir alam harganya menjadi mahal karena biaya pengangkutannya mahal. Untuk itu maka dicari alternatif lainnya menggunakan pasir pantai. Selama ini masyarakat tidak menggunakan pasir pantai karena pasir pantai mengandung garam klorida (HCL), kandungan HCL tersebut sebenarnya tidak berpengaruh pada campuran aspal, karena campuran beraspal tersebut tidak mengalami proses kimiawi (Sitohang, 2013).

## TINJAUAN PUSTAKA

### Lapis Aspal Beton

Menurut Bina Marga (2007), Aspal beton merupakan campuran yang homogen antara agregat (agregat kasar, agregat halus dan bahan pengisi atau filler) dan aspal sebagai bahan pengikat yang mempunyai gradasi tertentu. Proses pembuatannya dilakukan dengan cara dicampur, dihamparkan dan dipadatkan pada suhu tertentu untuk menerima beban lalu lintas yang tinggi.

### Material Penyusun Aspal

Perkerasan jalan merupakan campuran dari agregat kasar, agregat halus, aspal dan *filler* (bahan pengisi), dengan nilai perbandingan yang telah direncanakan. Bahan-bahan campuran aspal harus memenuhi ketentuan yang disyaratkan dalam spesifikasi umum yang dikeluarkan oleh Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga 2010 Revisi 3 Divisi 6.

## Agregat

Menurut Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga 2010 Revisi 3 Divisi 6 agregat secara umum harus memenuhi spesifikasi:

- 1) Agregat yang digunakan harus sedemikian rupa agar campuran beraspal, yang proporsinya dibuat sesuai dengan rumusan campuran.
- 2) Pada pemilihan sumber agregat, harus memperhitungkan penyerapan aspal oleh agregat.
- 3) Penyerapan air oleh agregat maksimum 3%.
- 4) Berat jenis (*specific gravity*) agregat kasar dan halus tidak boleh berbeda lebih dari 0,2.

## Aspal

Menurut Sukirman (1999) aspal didefinisikan sebagai material berwarna hitam atau coklat tua, pada temperatur ruang berbentuk padat sampai agak padat. Jika dipanaskan sampai suatu temperatur tertentu aspal dapat menjadi lunak/cair sehingga dapat membungkus partikel agregat pada waktu pembuatan aspal beton. Jika temperatur mulai turun, aspal akan mengeras dan mengikat agregat pada tempatnya.

## Pasir Pantai

Pasir pantai dapat juga digali dari laut asalkan kotorannya dibersihkan serta garam-garamnya (klorida) dihilangkan dengan cara dipanaskan. Biasanya pasir yang diperoleh dari pantai atau muara sungai mengandung garam klorida (HCl). Pada prinsipnya komposisi pasir laut tidak banyak berbeda dengan agregat pasir sungai, tetapi harus diperhatikan juga sifat fisik bersifat lepas, warna putih kelabu, kecokelatan berbutir halus dengan diameter agregat 0,075 mm – 4,75 mm. Pada penelitian ini pasir laut/pantai yang digunakan berasal dari pantai di daerah Gunung Kidul.

## Pengujian Marshall

Pemeriksaan *Marshall* digunakan untuk menentukan ketahanan terhadap kelelahan dari campuran aspal dan agregat. Kelelahan plastis adalah keadaan perubahan bentuk campuran yang terjadi akibat beban sampai batas runtuh yang dinyatakan dalam “mm atau 0,01”. Ketentuan sifat-sifat campuran aspal beton (laston) menurut spesifikasi BM.2010 dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1** Ketentuan sifat-sifat Campuran Laston (AC)

Sifat-Sifat Campuran		Asphalt Concrete					
		AC		BC		Base	
		Halus	Kasar	Halus	Kasar	Halus	Kasar
Kadar Aspal Efektif	Min	5,1	4,3	4,3	4	4	3,5
Penyerapan Aspal %	Maks				12		
Jumlah Tumbukan				75			112
<b>Bidang</b>							
VIM (%)	Min				3		
	Maks				5		
VMA (%)	Min	15		14		13	
VFB (%)	Min	65		65		65	
Stabilitas Marshall,	Min		800			1800	
<b>Kg</b>							
Pelelehan, mm				2-4			3-6
Marshall Quotient,	Min		250			300	
<b>Kg/mm</b>							
Stabilitas Marshall							
sisa (%) setelah	Min				90		
perendaman selama							
24 jam , 60°C							
<b>Rongga dalam</b>							
Campuran (%) pada	Min				2		
kepadatan membal							
(Refusal)							

## METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui perubahan nilai *Marshall Properties* campuran *Asphalt Concrete-Wearing Course* terhadap dua jenis *Natural Sand*, yaitu pasir pantai dan pasir gunung. Penelitian ini menggunakan metode komparasi yakni membandingkan antara nilai Marshall benda uji dengan bahan tambah pasir pantai dengan nilai Marshall benda uji dengan bahan tambah pasir gunung. Penelitian ini mengacu pada persyaratan Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2010 Revisi 3. Aspal yang digunakan adalah aspal penetrasi 60/70. Kadar aspal yang digunakan adalah 5%; 5,5%; 6%; 6,5%; 7%. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian Marshall dan pengujian volumetrik.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar

pemeriksaan agregat dilakukan di Laboratorium Jalan Raya Universitas Sebelas Maret dengan mengikuti ketentuan seperti yang tertera di Spesifikasi Bina Marga Tahun 2010 Revisi 3

**Tabel 2** Hasil pemeriksaan *Properties coarse aggregate (CA)*

No	Jenis Pengujian	Satuan	Hasil Pengujian	Spesifikasi	Keterangan
1	Abrasi	%	26,830	8-40	Memenuhi
2	Penyerapan	%	1,73	Maks 3	Memenuhi
3	Berat jenis <i>bulk</i>	gr/cc	2,67	min 2,5	Memenuhi
4	Berat jenis SSD	gr/cc	2,71	min 2,5	Memenuhi
5	Berat jenis <i>apparent</i>	gr/cc	2,80	min 2,5	Memenuhi

### Hasil Pemeriksaan Karakteristik Aspal

Aspal yang digunakan dalam penelitian ini adalah aspal keras penetrasi 60/70. Pemeriksaan aspal dilakukan di Laboratorium Jalan Raya Fakultas Teknik UNS. Menggunakan metode SNI 03-1737-1989. Hasil pemeriksaan dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 3** Hasil pemeriksaan aspal penetrasi 60/70

No	Jenis Pengujian	Satuan	Hasil Pengujian	Spesifikasi	Keterangan
1	Berat jenis	gr/cc	1,03	Min 1	Memenuhi
2	Penetrasi	Mm	61,6	60/70	Memenuhi
3	Titik nyala	°C	292	≥200°C	Memenuhi
4	Titik bakar	°C	296	-	Memenuhi
5	Titik lembek	°C	49,5	48-58°C	Memenuhi
6	Daktilitas	mm	>150	Min 100mm	Memenuhi

## Perencanaan gradasi gabungan (*Combined Grading*) Material Asphalt Concrete-Wearing Course dengan bahan tambah pasir pantai dan pasir gunung

Berdasarkan pada hasil analisis saringan pada masing-masing fraksi agregat pada subbab sebelumnya, maka langkah selanjutnya dalam proses perencanaan campuran aspal adalah membuat gradasi gabungan berdasarkan pada hasil analisis saringan yang sudah diperoleh. Proses penggabungan agregat atau yang lebih dikenal dengan nama *Combined Grading* ini perlu dilakukan dikarenakan agregat yang diambil dari satu sumber kadang sulit untuk memenuhi semua persyaratan amplop gradasi. Oleh karena itu perlulah dilakukan *combined grading* supaya dapat diperoleh gradasi yang baik antara agregat kasar dan agregat halus yang memenuhi persyaratan amplop gradasi

Perencanaan campuran *AC-WC* dalam penelitian ini menggunakan amplop gradasi sesuai dengan Spesifikasi Bina Marga Tahun 2010 Revisi 3. Rencana gradasi yang digunakan untuk agregat yang diayak dengan bahan tambah pasir gunung disajikan pada Tabel. 4 sedangkan blending agregat dengan bahan tambah pasir pantai disajikan pada Tabel 5.

**Tabel. 4** *Blending Aggregate* untuk campuran AC-WC dengan menggunakan bahan tambah pasir gunung

Saringan	CA	MA	FA	NS	Combined	Spesifikasi
ASTM	25.00%	52.50%	15.00%	7.50%		
3/4"	25,00	52,50	15,00	7,50	<b>100,00</b>	100
1/2"	15,23	52,50	15,00	7,50	<b>90,23</b>	90 - 100
3/8"	6,68	52,07	15,00	7,50	<b>81,25</b>	77 - 90
# 4	0,60	41,72	15,00	7,50	<b>64,82</b>	53 - 69
# 8	0,55	21,80	14,53	7,12	<b>44,00</b>	33 - 53
# 16	0,50	13,63	12,11	6,19	<b>32,42</b>	21 - 40
# 30	0,29	9,97	9,19	4,17	<b>23,62</b>	14 - 30
# 50	0,23	7,72	6,65	2,44	<b>17,03</b>	9 - 22
# 100	0,12	4,39	3,82	1,22	<b>9,56</b>	6 - 15
# 200	0,06	1,88	1,88	0,37	<b>4,20</b>	4 - 9

**Tabel. 5** *Blending Aggregate* untuk campuran AC-WC dengan menggunakan bahan tambah pasir pantai

Saringan	CA	MA	FA	NS	Combined	Spesifikasi
ASTM	25.00%	52.50%	15.00%	7.50%		
3/4"	25	52.5	15	7.5	<b>100</b>	100
1/2"	15.23	52.5	15	7.5	<b>90.23</b>	90 - 100
3/8"	6.68	52.07	15	7.5	<b>81.25</b>	77 - 90
# 4	0.60	41.72	15	7.5	<b>64.82</b>	53 - 69
# 8	0.55	21.80	14.54	7.5	<b>44.38</b>	33 - 53
# 16	0.50	13.63	12.11	7.5	<b>33.74</b>	21 - 40
# 30	0.29	9.97	9.18	5.71	<b>25.16</b>	14 - 30
# 50	0.23	7.72	6.65	4.67	<b>19.26</b>	9 - 22
# 100	0.12	4.39	3.82	0.98	<b>9.32</b>	6 - 15
# 200	0.06	1.18	1.88	0.25	<b>4.08</b>	4 - 9

## Hasil Pengujian Marshall Campuran AC-WC Untuk Benda Uji dengan Bahan Tambah Pasir Pantai dan Pasir Gunung

Penentuan kadar aspal optimum bertujuan untuk mendapatkan kadar aspal yang terbaik dari campuran aspal yang akan digunakan. Untuk memperoleh nilai kadar aspal optimum, metode yang digunakan adalah dengan mencari rentang nilai kadar aspal yang dapat memenuhi semua batas-batas di dalam spesifikasi untuk karakteristik Marshall. Karakteristik Marshall benda uji yang menjadi parameter untuk menentukan nilai kadar aspal optimum adalah *Void In Mix* (VIM), *Void in Mineral Aggregate* (VMA), *Void Filled Bitument* (VFB), stabilitas, dan kelelahan plastis (*flow*). Oleh karena rentang kadar aspal dari masing-masing parameter berbeda-beda, maka perlu diupayakan untuk mencari kadar aspal yang memenuhi semua persyaratan dari parameter di atas.

Untuk mendapatkan nilai dari masing-masing karakteristik Marshall tersebut, maka langkah pertama yang harus dilakukan adalah dengan melakukan pengujian Marshall pada benda uji dengan variasi kadar aspal yang berbeda. Dari hasil pengujian Marshall tersebut, diperoleh data karakteristik Marshall pada benda uji seperti yang terlihat pada Tabel .6 dan Tabel .7, masing-masing untuk campuran pasir gunung dan campuran pasir pantai

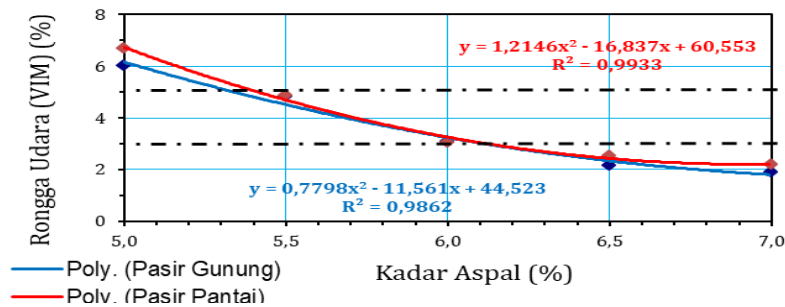
**Tabel .6** Rangkuman Hasil Pemeriksaan Karakteristik Marshall pada Campuran dengan pasir gunung

<b>Marshall Properties</b>					
<b>Kadar Aspal</b>	<i>VIM</i>	<i>VMA</i>	<i>VFB</i>	<i>Flow</i>	<i>Stabilitas</i>
	(%)	(%)	(%)	(mm)	(kg)
<b>5%</b>	5,52	15,66	64,779	2,61	1189,68
<b>5,5%</b>	3,64	15,06	75,890	2,82	1343,537
<b>6%</b>	3,17	15,67	80,249	3,52	1245,174
<b>6,5%</b>	1,66	15,49	89,291	3,69	1164,518
<b>7%</b>	1,46	16,38	91,113	4,22	1075,982

**Tabel .7** Rangkuman Hasil Pemeriksaan Karakteristik Marshall pada Campuran dengan pasir pantai.

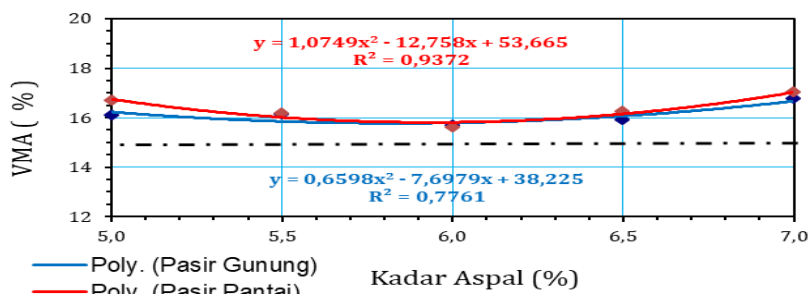
<b>Marshall Properties</b>					
<b>Kadar Aspal</b>	<i>VIM</i>	<i>VMA</i>	<i>VFB</i>	<i>Flow</i>	<i>Stabilitas</i>
	(%)	(%)	(%)	(mm)	(kg)
<b>5%</b>	6,67	16,70	60,099	3,20	813,171
<b>5,5%</b>	4,87	16,16	69,883	3,32	1026,758
<b>6%</b>	3,04	15,62	80,752	3,98	989,819
<b>6,5%</b>	2,55	16,24	84,465	4,28	952,117
<b>7%</b>	2,19	17,01	87,162	4,96	855,702

Setelah diperoleh nilai karakteristik Marshall sebagaimana yang terlihat pada Tabel 6 dan Tabel 7 di atas, maka langkah selanjutnya adalah dengan menggambar grafik dari masing-masing karakteristik Marshall yang diperoleh tersebut. Dari grafik tersebut maka akan diketahui model untuk masing-masing karakteristik Marshall, sehingga dapat diketahui berapa rentang kadar aspal yang memenuhi spesifikasi seperti yang tertera pada Tabel.7 dan Tabel.8 Selanjutnya dilakukan penggambaran grafik yang menggambarkan hubungan antara kadar aspal dari masing-masing karakteristik Marshall sebagaimana yang terlihat pada Gambar 1 sampai dengan Gambar 5 berikut ini.



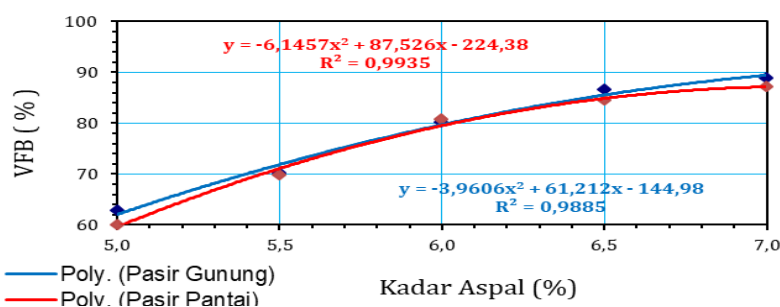
**Gambar 1** Grafik hubungan antara kadar aspal dan nilai VIM pada Campuran

Lebih banyaknya material lolos saringan No.200 ini membuat kebutuhan agregat akan material lolos saringan No.200 menjadi bertambah banyak. Oleh karena itu kebutuhan aspal bertambah dikarenakan aspal harus mengikat banyak material-material halus sehingga membuat rongga udara benda uji dengan bahan tambah dengan pasir pantai lebih sedikit dibandingkan dengan rongga udara benda uji dengan bahan tambah dengan pasir gunung.



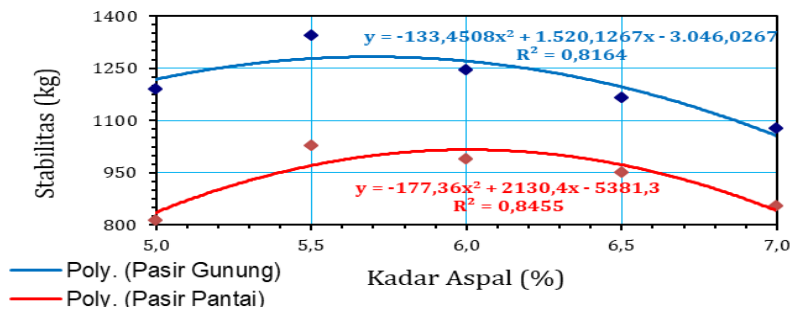
**Gambar 2** Grafik hubungan antara kadar aspal dan nilai VMA pada Campuran

Seperti yang terlihat di Gambar 2, terdapat perbedaan nilai kadar aspal untuk mencapai nilai VMA maksimum untuk benda uji sistem kering dan sistem basah. Pada benda uji sistem kering nilai maksimum VMA berada pada kadar aspal 5,6% sedangkan untuk benda uji sistem basah nilai maksimum VMA berada kadar aspal 5,8%.



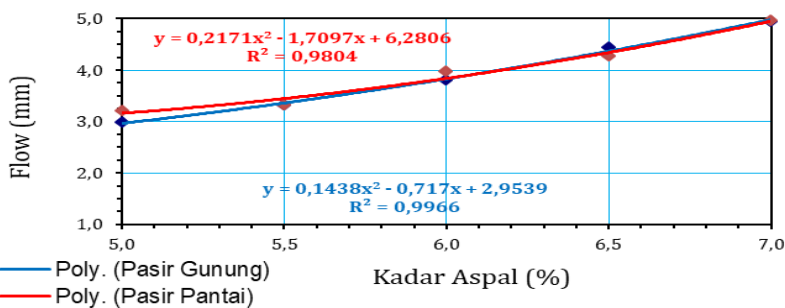
**Gambar 3** Grafik hubungan antara kadar aspal dan nilai VFB pada Campuran

Dari Gambar 3 Yang menunjukkan perbandingan nilai VFB untuk campuran dengan pasir pantai dan pasir gunung, terlihat ada kenaikan nilai VFB sesuai dengan peningkatan kadar aspal dan dapat dilihat juga bahwa ada peningkatan jumlah VFB pada benda uji sistem basah terhadap benda uji sitem kering pada jumlah kadar aspal yang sama. peningkatan kadar aspal dalam campuran menyebabkan rongga-rongga dalam campuran semakin banyak terisi aspal.



**Gambar 4** Grafik hubungan antara kadar aspal dan nilai Stabilitas pada Campuran

Dapat dilihat pada Gambar 4 bahwa penambahan kadar aspal menaikkan nilai stabilitas. Ini menunjukkan bahwa dengan bertambahnya aspal menyebabkan penguncian antar partikel agregat dan daya ikat aspal terhadap agregat menjadi lebih kuat, Terlihat juga di gambar bahwa nilai stabilitas maksimum untuk campuran pasir gunung lebih besar daripada campuran pasir pantai



**Gambar 5** Grafik hubungan antara kadar aspal dan nilai *Flow* pada Campuran

Kelelahan plastis (*flow*) merupakan indikator terhadap lentur. Pada Gambar 5. diperlihatkan bahwa dengan penambahan kadar aspal mengakibatkan bertambahnya nilai kelelahan plastis (*flow*). Dapat dilihat bahwa nilai flow benda uji campuran dengan pasir pantai dibandingkan dengan campuran dengan pasir gunung

### Kadar Aspal Pilihan dari Hasil Pengujian Marshall Campuran AC-WC dan Hasil Pengujian Marshall pada Kadar Aspal Pilihan

Dari hasil pengujian Marshall diatas didapat kadar aspal terbaik untuk kedua campuran, untuk AC-WC diperoleh kadar aspal terbaik sebesar 5,6% dan untuk campuran dengan pasir gunung, sementara untuk campuran dengan pasir pantai diperoleh kadar aspal terbaik sebesar 5,8%. Berikut adalah tabel hasil pengujian Marshall pada kadar aspal terbaik untuk kedua campuran.



**Tabel 8.** Perbandingan Karakteristik Marshall antara Spesimen campuran pasir gunung dengan pasir pantai Menggunakan Kadar Aspal Pilihan

No	Sifat-Sifat Campuran	Satuan	Batas Spesifikasi	Metode Pemeriksaan Gradasi Agregat	
				Pasir Gunung	Pasir Pantai
1	VIM	%	3-5	4,244	3,653
2	VMA	%	Min 14	15,815	15,711
3	VFB	%	Min 63	73,603	76,751
4	Stabilitas	Kg	Min 800	1282,728	1010,83
5	Flow	Mm	2-4	3,45	3,67

## KESIMPULAN

Dengan menggunakan pasir gunung sebagai bahan tambah pada campuran *Asphalt Concrete-Wearing Course* didapatkan kadar aspal optimum 5,6%, sedangkan campuran dengan menggunakan pasir pantai didapatkan kadar aspal optimum 5,8%. Penggunaan pasir pantai sebagai bahan tambah menyebabkan nilai *flow* pada campuran AC-WC saat dilakukan uji marshall menjadi tinggi, tetapi nilai stabilitas menjadi rendah. Dengan nilai *flow* yang tinggi, menandakan campuran bersifat elastis, yakni dapat kembali ke bentuk semula setelah dibebani. Perbandingan antara campuran AC-WC menggunakan pasir pantai sebagai bahan tambah dengan AC-WC menggunakan pasir gunung adalah terjadi penurunan nilai VIM sebesar 0,591%, Nilai VMA sebesar 0,104% ,akan tetapi mengakibatkan kenikan nilai VFB sebesar 3,104% dan Nilai Flow sebesar 0,28%, Hal ini menandakan campuran bersifat awet atau tahan lama. Dengan sifat campuran yang elastis dan awet, campuran *Asphalt Concret-Wearing Course* menggunakan Pasir pantai sebagai Bahan tambah ini cukup layak digunakan sebagai material untuk perkerasan jalan.

## SARAN

1. Perlu pengawasan/kontrol yang baik terhadap suhu dalam pembuatan maupun pengujian campuran AC-WC menggunakan Pasir pantai tersebut
2. Perlu menggunakan bahan yang memenuhi standard spesifikasi dalam pembuatan campuran AC-WC menggunakan pasir pantai untuk mendapat hasil yang maksimal.
3. Perlu menggunakan peralatan yang terawat dan terkalibrasi secara rutin dalam pengujian campuran AC-WC menggunakan pasir pantai untuk mendapat hasil yang maksimal.
4. Pada proses pembuatan benda uji lebih baik menggunakan alat penumbuk otomatis dibanding alat penumbuk manual untuk mendapat hasil yang maksimal.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2010, Kementrian Pekerjaan Umum – Direktorat Jendral Bina Marga, Spesifikasi Tahun 2010 Revisi 3, Jakarta.
- Domel, I, I, (2014), *Penggunaan Pasir Alam dalam Campuran Beraspal Jenis AC-WC dengan Pengujian Marshall Berdasarkan Spesifikasi Bina Marga Tahun 2010*. Riau: Universitas Riau, Pekanbaru
- Kementrian Pekerjaan Umum 2012, *SNI ASTM C136-2012 Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar*, Jakarta
- Kementrian Pekerjaan Umum. 2012, *SNI C117-2012 tentang metode pengujian jumlah bahan dalam agregat yang lolos saringan nomor 200 (0,0075 mm) dengan pencucian*, Jakarta.
- Kementrian Pekerjaan Umum 2002, *SNI 03-6819 tentang spesifikasi agregat halus untuk campuran perkerasan beraspa*, Jakarta.
- Kementrian Pekerjaan Umum. 2002, *SNI 03-6723 tentang spesifikasi Bahan Pengisi untuk campuran perkerasan beraspal*, Jakarta.
- Kusharto, Harry (2007), *Pengaruh Gradasi Agregat Terhadap Campuran Beton Aspal*, Semarang:Universitas Negeri Semarang
- Nopiyanto, (2011), *Karakteristik Marshall Menggunakan Aspal Retona Blend 55 dengan Variasi Waktu Pengadukan Campuran*. Universitas Riau
- Pasiowan, M. A., Kaseke, O. H., & Lintong, E. M. (2017). *Pengaruh Perubahan Rasio Antara Filler dengan Bitumen Efektif Terhadap Kriteria Marshall Pada Campuran Beton Lapis Aus 5(8)*. Manado: Universitas Sam Ratulangi
- Putrowijoyo, Rian, (2006). *Kajian Laboratorium Sifat Marshall dan Durabilitas Asphalt Concrete-Wearing Course (AC-WC) Dengan Membandingkan Penggunaan Antara Semen Portland dan Abu Batu Sebagai Filler* (Doctoral dissertation, program Pascasarjana Universitas Diponegoro).
- Roberts, F.L.; Kandhal, P.S.; Brown, E.R.; Lee, D.Y. and Kennedy, T.W. (1996). *Hot Mix Asphalt Materials, Mixture Design, and Construction*. National Asphalt Pavement Association Education Foundation. Lanham, MD.
- Rondonuwu, Fernando (2013), *Pengaruh Sifat Fisik Agregat Terhadap Rongga Dalam Campuran Beraspal Panas*. Manado: Universitas Sam Ratulangi
- Sentosa, L & Alwida,Y, (2013). *Penggunaan Pasir Alam Dalam Campuran Beraspal Jenis AC-WC dengan Pengujian Marshall Berdasarkan Spesifikasi Bina Marga Tahun 2010*. Riau: Universitas Riau, Pekanbaru.
- Sukirman. Silvia, (2007), *Beton Aspal Campuran Panas*. Jakarta: Granit.
- Sukirman., Silvia, (1992), *Perkerasan Lentur Jalan Raya*, Nova, Bandung.
- Sukirman., Silvia, (2010) *Perencanaan Tebal Struktur Perkerasan Lentur*,Nova,Bandung
- Waddah, SA., Mohammed, TO., Nazem, M., 1998, *Influence Of Aggregate Type And Gradation On Voids Of Asphalt Concrete Pavements*, *Journal Of Materials In Civil Engineering*,