

# Kinerja Campuran Beton Aspal AC-BC Dengan Penggunaan Pasir Laut Sebagai Agregat Halus

Syarwan<sup>1</sup>, Mulizar<sup>2</sup>, Mirza Fahmi<sup>3</sup>, Chairil Anwar<sup>4</sup>, Edi Majuar<sup>5</sup>, Siti Puja<sup>6</sup>

<sup>1,2,3,4,5,6</sup> *Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Lhokseumawe  
Jln. B.Aceh Medan Km.280 Buketrata 24301 INDONESIA*

<sup>1</sup> [syarwan@pnl.ac.id](mailto:syarwan@pnl.ac.id),

<sup>3</sup> [mirzafahmi@pnl.ac.id](mailto:mirzafahmi@pnl.ac.id) (Penulis Korespondensi)

**Abstrak**— Agregat yang digunakan untuk membangun jalan umumnya berasal dari batu pecah. Batu pecah mempunyai harga yang mahal, untuk itu perlu alternatif penggunaan material yang berasal dari alam, seperti adalah pasir laut, Pasir laut sebagai pengganti material agregat halus memiliki ketersediaan yang luas terutama di daerah pesisir pantai, namun secara kualitas masih perlu diteliti lebih lanjut terhadap struktur perkerasan jalan khususnya pada campuran panas aspal agregat lapisan AC-BC. Oleh karena itu perlu dikaji pemanfaatan pasir laut tersebut dan membandingkannya dengan dengan pasir sungai terhadap parameter marshall. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji kelayakan pasir laut sebagai bahan pengganti agregat halus dan mencari pengaruhnya terhadap parameter marshall pada campuran Asphalt Concrete Binder Course (AC-BC) berdasarkan spesifikasi Bina Marga 2018. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode pengujian Marshall. Penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan pasir laut sebagai agregat halus memiliki dampak signifikan terhadap parameter marshall 50% yang meliputi nilai Stabilitas 1336.37 kg, Flow 3.17%, VMA 15.60%, VIM 4.91%, VFB 79.50%, MQ 424.33%, dan Density 2.32%. Setelah dilakukan pengujian dan analisis pada kadar pasir laut 50% menunjukkan bahwa nilai stabilitas lebih tinggi yang mana campuran lebih tahan terhadap deformasi. Nilai optimum penggunaan agregat halus pasir laut layak digunakan sebagai campuran AC-BC pada variasi substitusi pasir laut 25% dan 50%, karena pada variasi tersebut masih memenuhi persyaratan Bina Marga 2018.

**Kata kunci**— *Agregat halus, Aspal Beton AC-BC, Pasir Laut, Substitusi, Parameter Marshall, Stabilitas.*

**Abstract**— The aggregate used for road construction generally comes from crushed stone. Crushed stone is expensive, so there is a need for alternative materials from nature, such as sea sand. Sea sand as a substitute for fine aggregate material has a wide availability, especially in coastal areas. However, in terms of quality, it still needs further research regarding the road pavement structure, particularly in the hot mix asphalt aggregate layer AC-BC. Therefore, it is necessary to study the utilization of sea sand and compare it with river sand concerning the Marshall parameters. This research aims to examine the feasibility of sea sand as a substitute for fine aggregate and to investigate its effect on Marshall parameters in the Asphalt Concrete Binder Course (AC-BC) mixture based on the Bina Marga 2018 specifications. The method used in this research is the Marshall testing method. This study shows that the use of sea sand as fine aggregate has a significant impact on the Marshall parameters at 50%, which include Stability value of 1336.37 kg, Flow 3.17%, VMA 15.60%, VIM 4.91%, VFB 79.50%, MQ 424.33%, and Density 2.32%. After testing and analysis at a 50% sea sand content, it was found that the stability value was higher, indicating that the mixture is more resistant to deformation. The optimum value for the use of sea sand fine aggregate is suitable for use as an AC-BC mixture with 25% and 50% sea sand substitution variations, as these variations still meet the Bina Marga 2018 requirements.

**Keywords**— *Fine Aggregate, Asphalt Concrete AC-BC, Sea Sand, Substitution, Marshal Parameters, Stability.*

## I. PENDAHULUAN

Meningkatnya kebutuhan pembangunan jalan seiring dengan meningkatnya permintaan akan ketersediaan bahan campuran jalan yang memiliki kualitas yang baik dan kuantitas yang memadai. Ketersediaan bahan material yang dibutuhkan memiliki harga produksi yang tinggi. Semakin kecil ukuran agregat maka semakin besar harganya, sehingga biaya pembangunan jalan menjadi lebih tinggi. Material untuk kebutuhan pembangunan jalan terdiri dari material agregat dan aspal.

Material agregat terdiri dari agregat kasar, agregat halus, dan filler. Agregat ini diperoleh dari hasil pengolahan mesin stone crusher yang menghasilkan agregat batu pecah yang ukurannya kasar, ukuran halus, dan filler. Selain dari hasil pengolahan, agregat dapat juga diperoleh langsung dari alam seperti kerikil, pasir sungai, pasir halus dan lain-lain. Agregat ini digunakan untuk konstruksi jalan, baik sebagai pondasi bawah (Sub Base), Pondasi (Base) dan Lapisan permukaan. (Beton Aspal).

Lapisan beton aspal merupakan konstruksi yang pertama sekali menerima repetisi beban roda lalu lintas Campuran

beton aspal terdiri dari campuran agregat kasar, agregat halus, filler dan aspal sebagai bahan pengikat. Umumnya agregatnya berasal dari batu pecah. Batu pecah mempunyai harga yang mahal, untuk itu perlu alternatif penggunaan material yang berasal dari alam. Salah satunya adalah pasir laut,

Referensi [1] dalam penelitian Penggunaan Pasir Laut Dari Pantai Kanar Kabupaten Sumbawa Sebagai Agregat Halus Dalam Campuran Beton Aspal (AC-WC) Dengan Variasi Pasir Laut, 0%, 50% dan 100%, diperoleh nilai rerata stabilitas dengan variasi formula; pasir laut 0% = stabilitas 1771 Kg, pasir laut 50% = stabilitas 1619 Kg dan pasir laut 100% = stabilitas 1503 Kg. Hali ini menunjukkan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan penggunaan pasir laut terhadap stabilitas campuran aspal beton (AC-WC).

Referensi [2], hasil dari penelitian Analisis Pengaruh Pemanfaatan Pasir Laut Sebagai Pengganti Agregat Halus Terhadap Nilai Uji Marshall Campuran AC-BC (Asphalt Concrete-Binder Course), menunjukkan bahwa penggantian pasir laut sebagai agregat halus pada kadar aspal optimum 4,80 % dan pasir laut 32 % adalah komposisi yang paing efisien dengan nilai stability 1.023,994 Kg, VMA 14,929 %, VIM 3,056 %, VFB 79,741 %, Flow 2,859 mm, VIM refusal 3,847 %, Marshall 365,918 Kg/mm. Hasil dari

karakteristik marshall pada kondisi KAO, kadar pasir laut 32 % dengan kadar aspal optimum 4,80 % pada campuran AC-BC memenuhi spesifikasi umum bina marga (2010)

Pada referensi [3] dengan menggunakan pasir laut sebagai filler pada campuran Asphalt Concrete Binder Course (AC-BC) dengan variasi pergantian pasir laut sebesar 25%; 50%; 75%, dan 100 %.. Hasil dari penelitian ini diperoleh semakin banyak pasir laut yang digunakan sebagai filler, maka semakin banyak kadar aspal yang dibutuhkan dalam suatu campuran, pada penelitian ini kadar aspal variasi 100% meningkat 2% jika dibandingkan dengan kondisi tanpa pergantian.

referensi [6] berdasarkan penelitian tentang efek pemakaian pasir laut sebagai agregat halus pada campuran aspal panas (AC-BC) dengan pengujian marshall, diperoleh agregat halus pasir sungai kadar aspal optimum yang dihasilkan : 7,5 %, dengan nilai Stabilitas (Kg): 1214,642 dan menggunakan agregat halus dari pasir laut diperoleh kadar aspal optimum 6,24%, nilai Stabilitas (Kg): 1484,128 Setelah membandingkan nilai karakteristik Marshall antara kedua jenis agregat tersebut menunjukkan hasil yang tidak jauh berbeda dan ternyata berada dalam range spesifikasi yang disyaratkan. Hal ini menunjukkan bahwa pasir laut yang bersumber dari pantai Air Tawar dapat dipakai sebagai bahan alternatif pengganti pasir sungai pada campuran panas aspal agregat (AC-BC).

Hasil penelitian yang didapatkan antara pengaruh pemanfaatan pasir pantai ataupun pasir sungai ditinjau dari nilai durabilitas dan modulus kekakuan cenderung mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya durasi perendaman, akan tetapi pada variasi persentase campuran pasir mengalami perbedaan yaitu pada pasir sungai semakin tinggi variasi campuran nilainya semakin tinggi, sedangkan pada pasir pantai nilainya semakin rendah. Persentase variasi campuran pasir sungai 45 % mendapatkan hasil tertinggi pada durasi perendaman 72 jam yaitu nilai IKS sebesar 93,89 % dan Smix 1,48x10<sup>9</sup> N/m<sup>2</sup>, sedangkan pada variasi campuran pasir pantai tertinggi pada durasi perendaman 24 jam dengan nilai IKS 92,78% dan Smix 9,90x10<sup>8</sup> N/m<sup>2</sup> berdasarkan dalam [4].

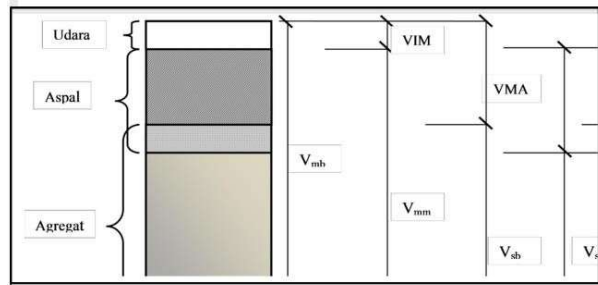
Dari latar belakang tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui apakah penggunaan material pasir laut sebagai agregat halus untuk campuran Beton Aspal AC-BC dapat meningkatkan kinerja campuran beton aspal AC-BC. Pasir laut digunakan bersumber dari kawasan pantai Krueng Manee Aceh Utara, sehingga penelitian ini diharapkan mempunyai manfaat untuk digunakan pada pembangunan jalan-jalan kabupaten di Aceh Utara.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai parameter Marshall dari penggunaan pasir laut sebesar 0%, 25%, 50%, 75% dan 100% sebagai pengganti agregat halus pada campuran beton aspal AC-BC dan mengetahui persentase penggunaan pasir laut yang masih memenuhi persyaratan campuran beton aspal AC-BC

**A. Volumetrik Campuran Aspal**

Volumetrik campuran beraspal yang dimaksud adalah volume benda uji campuran yang telah dipadatkan. Komponen campuran beraspal secara volumetrik tersebut adalah : Volume rongga udara diantara mineral agregat (VIM), volume bulk campuran padat, volume padat tanpa rongga, volume rongga terisi aspal (VFA), volume rongga dalam campuran

(vim), volume aspal yang yang diserap agregat, volume agregat berdasarkan berat jenis bulk dan volume agregat berdasarkan berat jenis efektif seperti Gambar 1 dibawah ini :



Gambar 1 : Komponen Campuran beraspal secara Volumetrik

Keterangan:

- Vmb = Volume *bulk* dari campuran beton aspal padat.
- Vsb = Volume agregat, adalah volume bulk dari agregat (volume bagian masif + pori yang ada di dalam masing-masing butir agregat).
- Vse = Volume agregat, adalah volume aktif dari agregat (volume bagian masif + pori yang tidak terisi aspal di dalam masing - masing butir agregat).
- VMA = Volume pori diantara butir agregat di dalam beton aspal padat.
- Vmm = Volume tanpa pori dari beton aspal Padat.
- Va = Volume aspal dalam beton aspal padat.
- VIM = Volume pori dalam beton aspal padat.
- VFA = Volume pori beton aspal yang terisi oleh aspal.
- Vab = Volume aspal yang terabsorpsi kedalam agregat dari beton aspal Padat.

Gradasi adalah susunan butir agregat sesuai ukurannya dan ukuran butiran agregat dapat diperoleh melalui pemeriksaan analisis saringan. Satu saringan umumnya terdiri dari saringan berukuran 1 inci, ¾ inci, ½ inci, 3/8 inci, No.4, No.8, No.16, No.30, No.50, No.100 dan No.200

Tabel 1. Gradasi Agregat Gabungan Untuk Campuran Beraspal

% BERAT YANG LOLOS TERHADAP TOTAL AGREGAT									
ASTM	(mm)	STONE MATRIX ASPHAL (SMA)			LAPISAN TIPIS APAL BETON (LATASTON)		LAPISAN ASPAL BETON (LASTON)		
		Tipis	Halus	Kasar	WC	Base	WC	BC	Base
1½"	37,5								100
1"	25			100				100	90-100
¾"	19		100	90-100	100	100	100	90-100	76-90
½"	12,5	100	90-100	50-88	90-100	90-100	90-100	75-90	60-78
¾"	9,5	70-95	50-80	25-60	75-85	65-90	77-90	66-82	52-71
No. 4	4,75	30-50	20-35	20-28			53-69	46-64	35-54
No. 8	2,36	20-30	16-24	16-24	50-72	35-55	33-53	30-49	23-41
No. 16	1,18	14-21					21-40	18-38	13 - 30
No. 30	0,6	12 - 18			35-60	15-35	14-30	12 - 28	10 - 22
No.50	0,3	10 - 15					9 - 22	7 - 20	6 - 15
No.100	0,15						6 - 15	5 - 13	4 - 10
No.200	0,075	8 - 12	8 - 11	8 - 11	6 - 10	2 - 9	4 - 9	4 - 8	3 - 7

Sumber : Spesifikasi Umum Bina Marga 2018, Divisi 6 Perkerasan Aspal, Seksi 6.3

**B. Karakteristik Beton Aspal**

Karakteristik campuran aspal beton dapat diperiksa dengan menggunakan alat Marshall. Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan ketahanan (stabilitas) terhadap kelelahan plastis (flow) dari campuran aspal. Perbandingan antara stabilitas dan kelelahan dikenal sebagai marshall quotient, yaitu sebuah gambaran kekakuan yang merupakan ukuran ketahanan benda uji terhadap deformasi. Pemeriksaan Test Marshall dimaksudkan untuk menentukan : stabilitas, kelelahan plastis (flow), berat volume (density), persen rongga dalam campuran (VIM), persen rongga terisi aspal (VFB), persen rongga antar butir agregat (VMA) dan Marshall Quotient (MQ).

Referensi [5] mengeluarkan ketentuan persyaratan untuk beton aspal seperti pada tabel 2.

Tabel 2. Ketentuan sifat-sifat campuran Laston

SIFAT-SIFAT CAMPURAN	LASTON		
	Lapis Aus	Antara	Pondasi
Jumlah tumbukan perbidang		75	112
Rasio partikel lolos ayakan 0,075mm dengan kadar aspal efektif	min		0,6
	mak		1,2
Rongga dalam campuran (%)	min		3,0
	mak		5,0
Rongga dalam agregat (VMA) (%)	min	15	14
Rongga terisi aspal (%)	min	65	65
Stabilitas (Kg)	min	800	1800
Pelelehan (mm)	min		2
	mak		4
Stabilitas Marshall Sisa (%) setelah perendaman 25 jam, 60° C	min		90
Rongga dalam campuran (%) pada kepadatan membal (refusal)	min		2

Sumber : Spesifikasi Umum Bina Marga 2018, Divisi 6 Perkerasan Aspal, Seksi 6.3

**II. METODOLOGI PENELITIAN**

Data yang diperoleh merupakan data primer berupa hasil pengujian material dan aspal. Material batu pecah menggunakan material yang berasal dari sungai Krueng Mane, Kabupaten Aceh Utrara. Pasir laut diambil pada pantai kawasan muara sungai Krueng Manee dan aspal yang digunakan adalah aspl Pen. 60/70 produksi Pertamina. Data yang diperoleh adalah pada penelitian ini adalah :

- Sifat fisis agregat kasar (Batu pecah)
- Sifat fisis agregat halus (batu pecah)
- Sifat fisis aspal
- Analisa saringan material (Agregat kasar, Agregat halus (batu pecah) dan filler
- Data Parameter Marshall dari pengujian variasi benda uji beton aspal AC-BC

Metode pengujian untuk sifat fisis mengikuti Standar Nasional Indonesia (SNI) untuk pengujian agregat dan aspal, dengan persyaratan mengikuti Spesifikasi Umum Bina Marga tahun 2018.

Rancangan campuran benda uji beton aspal AC-BC dikelompokkan dalam 2 tahap, yaitu :

- Pembuatan Benda uji untuk penentuan kadar aspal optimum (KAO) dengan variasi kadar aspal 4,5%, 5,0%, 5,5%, 6,0% dan 6,5%,
- Pembuatan benda uji menggunakan kadar aspal optimum (KAO) dengan variasi pasir pantai 0%, 25%, 50%, 75% dan 100%.

Metode percampuran dan pengujian benda uji beton aspal AC-BC menggunakan Metode Marshall dengan berpedoman pada persyaratan Spesifikasi Umum Bina Marga tahun 2018.

**III. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**A. Hasil Penelitian**

Hasil pemeriksaan sifat-sifat fisis material pembentuk campuran beton aspal AC-BC diperlihatkan pada tabel 3 berikut ini.

Tabel 3. Data hasil pemeriksaan sifat fisis agregat

No.	Sifat Fisis Agregat	Syarat Spesifikasi Umum 2018	
		Umum 2018	Hasil
1.	Berat Jenis Agregat (gr/cm <sup>3</sup> )		
	a. Split	≥ 2,50	2,66
	b. Screen	≥ 2,50	2,67
	c. Dust stone	≥ 2,50	2,53
2.	Pasir	≥ 2,50	2,45
	Penyerapan Agregat (%)		
	a. Split	< 3% berat	1,77
	b. Screen	< 3% berat	1,23
	c. Dust stone	< 3% berat	2,63
	d. Pasir	< 3% berat	2,44

Data hasil pemeriksaan sifat fisis aspal penetrasi 60/70 dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4 Data hasil pemeriksaan sifat fisis aspal

No.	Sifat-sifat fisis aspal	Syarat	Hasil
1	Berat jenis	≥ 1,0	1,051
2	Titik lembek (°C)	-	56,5
3	Penetrasi 25°C	40 - 55	42

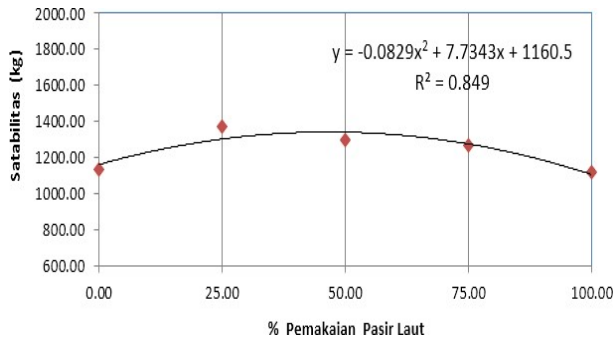
Dari hasil pengolahan data pada penggunaan pasir laut Krueng Mane sebagai bahan substitusi agregat halus diperoleh nilai parameter marshall untuk campuran Asphalt Concrete Binder Course (AC-BC) dengan variasi 0%, 25%, 50%, 75% dan 100% terhadap total agregat halus adalah sebagai berikut

Tabel 5. Nilai Parameter Marshall dari variasi pasir laut sebagai substitusi agregat halus

Parameter Marshall	Kadar Variasi Pasir Laut (%)					Syarat
	0%	25%	50%	75%	100%	
Stabilitas (kg)	1134.78	1367.82	1297.07	1265.62	1116.26	> 800
Flow (mm)	3.6	3.17	3.17	3.07	3.2	2 – 4
VMA (%)	15.57	15.24	15.6	16.32	16.87	> 15
VIM (%)	4.88	4.5	4.91	5.73	6.34	3- 5
VFB (%)	79.55	80.26	79.5	77.95	76.79	> 65
MQ (Kg/mm)	316.44	433.24	411.23	413.28	350.72	> 250
Density (gr/cm <sup>3</sup> )	2.32	2.33	2.32	2.3	2.29	>2

B. Pembahasan

a. Nilai stabilitas

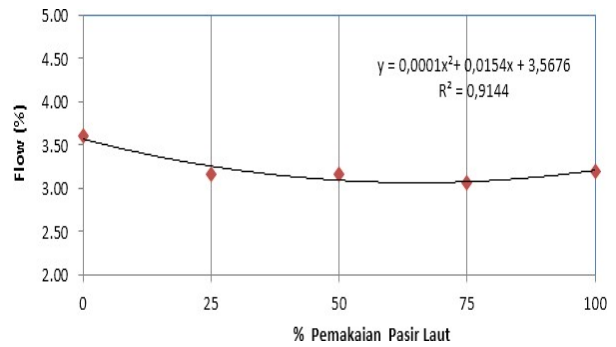


Gambar 2. Grafik hubungan nilai stabilitas dengan variasi substitusi pasir laut sebagai agregat halus

Dari Gambar 2, Grafik hubungan stabilitas dengan variasi pasir laut diatas menunjukkan bahwa campuran laston dengan kandungan pasir laut sebanyak 0%, 25%, 50%, 75%, dan 100% masih memenuhi syarat spesifikasi stabilitas yaitu  $\geq 800$  kg. Dari grafik ini memperlihatkan nilai stabilitas cenderung meningkat dari 1134.78 kg menjadi 1367,82 kg pada penggunaan 25% pasir laut, dan terus turun sampai penggunaan 100 persen pasir laut. Hal ini disebabkan oleh substitusi 25% pasir laut bisa membentuk kerapatan rongga dalam campuran (VIM) menjadi lebih kecil dari semua variasi penggunaan pasir laut dengan nilai VIM 4,5 % sehingga campuran lebih padat.

b. Nilai Flow

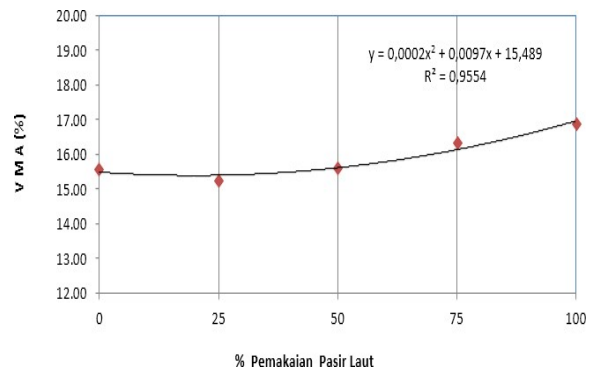
Untuk nilai flow dari variasi pasir laut, ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3. Grafik hubungan nilai flow dengan variasi substitusi pasir laut sebagai agregat halus

Dari Gambar 2, grafik hubungan flow dengan variasi kadar pasir laut diatas menunjukkan bahwa semakin banyak kandungan pasir laut yang terdapat pada campuran semakin menurun nilai flow yang diperoleh. Dari data grafik diatas pada kadar pasir laut 0% diperoleh Flow 3.60 mm, pada kadar pasir laut 25% diperoleh Flow 3.17 mm, pada kadar pasir laut 50% diperoleh Flow 3.17. Penurunan ini menunjukkan bahwa campuran beton aspal AC-BC semakin kecil fleksibilitas karena campuran lebih padat pada penggunaan 25% pasir laut.

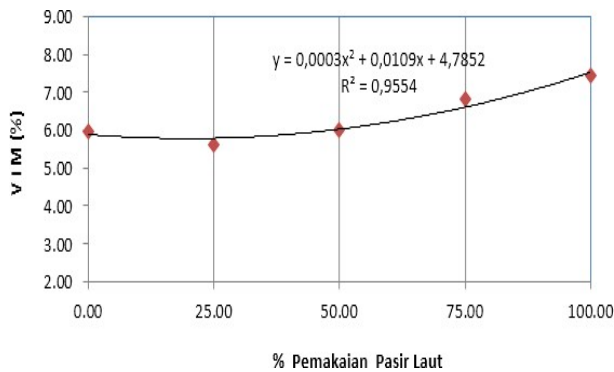
c. Nilai VMA



Gambar 4. Grafik hubungan nilai VMA dengan variasi substitusi pasir laut sebagai agregat halus

Nilai VMA dipengaruhi oleh gradasi agregat, ukuran agregat, jumlah tumbukan, dan kadar aspal. Gambar 3 grafik hubungan VMA dengan variasi pasir laut dapat diketahui bahwa nilai VMA mengalami peningkatan seiring bertambahnya persentase pasir laut Hal ini dikarenakan rongga dalam campuran semakin besar, sehingga rongga antar butir agregat semakin besar. Pada campuran AC-BC dengan penambahan pasir laut menunjukkan bahwa nilai VMA mengalami peningkatan akibat adanya pengaruh agregat halus pasir laut. Dari hasil pengujian bahwa nilai VMA campuran AC-BC dengan kadar variasi 25% sampai dengan 100% telah memenuhi spesifikasi Bina Marga 2018 yaitu minimal 14%.

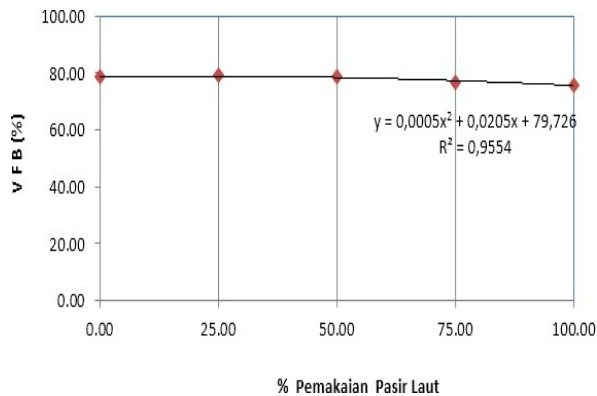
**d. Nilai VIM**



Gambar 5. Grafik hubungan nilai VIM dengan variasi substitusi pasir laut sebagai agregat halus

Dari Gambar 4 Grafik hubungan VIM dengan variasi kadar pasir laut menunjukkan bahwa nilai VIM pada kadar pasir laut 0% diperoleh VIM 4.88%, pada kadar pasir laut 25% mengalami penurunan diperoleh VIM 4.50%, selanjutnya nilai VIM mengalami peningkatan sampai persentase pasir laut mencapai penggunaan 100%. Hal ini menunjukkan bahwa pori dalam campuran beton aspal AC-BC pada penggunaan 25% pasir laut bisa terisi dengan baik disebabkan distribusi butirannya mempunyai komposisi yang baik. Nilai VIM yang masih memenuhi persyaratan pada penggunaan 0% pasir laut sampai 50 % pasir laut.

**e. VFB**

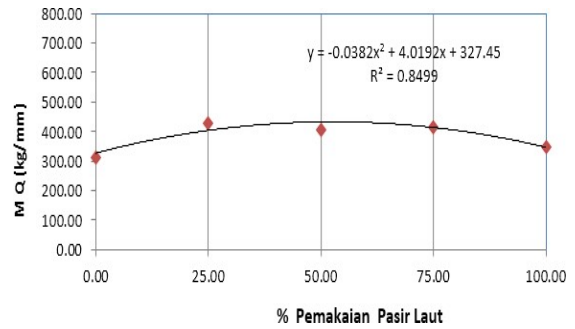


Gambar 6. Grafik hubungan nilai VFB dengan variasi substitusi pasir laut sebagai agregat halus

Dari Grafik di atas menunjukkan nilai VFB meningkat pada penggunaan 25% pasir laut dan terus menurun sampai penggunaan 100% pasir laut. Hal ini terjadi karena penambahan kadar variasi pasir laut mengubah gradasi campuran aspal yang dapat menyebabkan perubahan pada rongga dalam campuran aspal dan terlalu tinggi kadar variasi pasir laut dapat mengganggu keseimbangan campuran dan mengurangi efektivitas pengikatan aspal. Semakin tinggi nilai VFB dapat menyebabkan aspal naik ke permukaan pada temperatur tinggi, sedangkan nilai VFB yang terlalu rendah

menyebabkan campuran bersifat porous dan mudah teroksidasi. Nilai VFB masih memenuhi batas yang disyaratkan spesifikasi Bina Marga 2018 yaitu minimal 65%.

**f. Marshall Quanty**

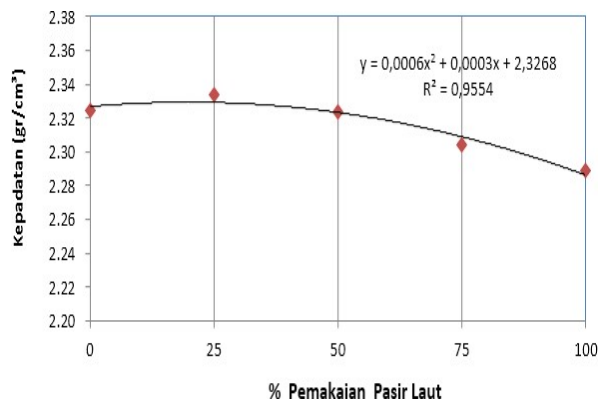


Gambar 7. Grafik hubungan nilai MQ dengan variasi substitusi pasir laut sebagai agregat halus

Gambar grafik dapat dilihat pada variasi pasir laut 0% diperoleh hasil 316.44 kg/mm terus naik pada variasi pasir laut 25% dan mengalami penurunan sampai variasi pasir laut 100% dengan nilai 350.72 kg/mm. Hal ini terjadi seiring dengan perubahan nilai stabilitas dan Flow.

Semakin kecil nilai MQ maka campuran akan semakin lentur tetapi cenderung kurang stabil, dan sebaliknya jika semakin besar nilai MQ maka campuran akan semakin kaku dan memiliki kelenturan yang rendah. Campuran yang memiliki nilai MQ yang terlalu tinggi mempengaruhi kepada campuran yang bersifat kaku dan fleksibilitasnya rendah sehingga campuran akan lebih mudah mengalami retakan (cracking).

**g. Density**



Gambar 8. Grafik hubungan nilai Density dengan variasi substitusi pasir laut sebagai agregat halus

Dari grafik diatas nilai Density tertinggi diperoleh pada 25% penggunaan pasir laut sebagai agregat halus pada campuran AC-BC. Nilai density yang diperoleh tidak terlalu signifikan perubahannya Dari hasil penelitian diatas menunjukkan bahwa campuran laston dengan kandungan pasir laut memenuhi batas persyaratan Bina Marga 2018 yaitu lebih besar dari 2 gr/cm<sup>3</sup>.

Dari perolehan semua nilai parameter Marshall, menunjukkan bahwa penggunaan pasir laut yang masih layak digunakan hanya pada penggunaan sampai 50%, sedangkan penggunaan di atas 50%, salah satu parameter Marshall yaitu nilai VIM melebihi ketentuan Bina Marga 3% sampai 5%. Kondisi terbaik untuk penggunaan pasir laut adalah pada 25% dengan menghasilkan nilai stabilitas paling tinggi dari semua variasi pasir laut yaitu nilai stabilitasnya 1367,82 kg.

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, menunjukkan bahwa Penggunaan pasir laut yang masih layak digunakan hanya pada penggunaan sampai 50%, sedangkan penggunaan di atas 50%, salah satu parameter Marshall yaitu nilai VIM melebihi ketentuan Bina Marga tahun 2018 maksimumi 5%. Substitusi pasir laut 25% merupakan kondisi terbaik karena menghasilkan nilai stabilitas paling tinggi dari semua variasi pasir laut lainnya yaitu nilai stabilitasnya 1367,82 kg.

#### REFERENSI

- [1] Badaruddin, dkk (2020), *Pengaruh Penggunaan Pasir Laut Terhadap Stabilitas Aspal Beton AC-WC*, Prosiding Seminar Nasional IPPeMas 2020 Inovasi Hasil Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat dalam Menunjang Era Industri 4.0, ISSN (P) 2720-9237, ISSN (E) 2721-1711
- [2] Edy Prasetyo, dkk (2021), *Analisis Perbandingan Pasir Laut Dan Pasir Sungai Sebagai Agregat Halus Pada Campuran Aspal Panas (AC – BC) Dengan Pengujian Marshall*, Jurnal JUMATISI Vol. 2 No. 2, Desember 2021 p-ISSN 2722-5631, e-ISSN 2722-564X.
- [3] Jaya, Trio Mareta, dkk, (2018), *Studi Penggunaan Pasir Laut Sebagai Filler Pada Campuran Asphalt Concrete Binder Course (AC-BC)*, INERSIA, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Bengkulu, ISSN 2086-9045
- [4] Laksmi, N. R., Riyanto, A., Sunarjono, S., & Hamaeni, S. R. (2019). *Komparasi Pengaruh Pemanfaatan Pasir Pantai Dan Pasir Sungai Sebagai Material AC-BC Terhadap Durabilitas Dan Modulus Kekakuan*. Simposium Nasional, 19, 267–274.
- [5] Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. 2018. *Spesifikasi Umum untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan*. Direktorat Jenderal Bina Marga
- [6] Refi, A. (2015). *Efek Pemakaian Pasir Laut Sebagai Agregat Halus Pada Campuran Aspal Panas (AC-BC) Dengan Pengujian Marshall*. Jurnal Teknik Sipil ITP Vol.2 No.1 Januari 2015 ISSN: 2354-8452 ,5-12