

# ANALISIS PEMANFAATAN PASIR PANTAI KEMALA SEBAGAI BAHAN TAMBAH CAMPURAN ASPHALT CONCRETE – WEARING COURSE (AC-WC) TERHADAP MARSHALL PROPERTIES DAN NILAI STRUKTURAL

Aufi Shabrina<sup>1</sup>, Agus Riyanto<sup>2</sup>, Sri Sunarjono<sup>3</sup>, Senja Rum Harnaeni<sup>4</sup>

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta  
Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan Kartasura 57102 Telp 0271 717417  
Email: aufishabrina30@gmail.com

## Abstrak

Jalan di Indonesia umumnya menggunakan perkerasan Lapisan Aspal Beton (LASTON) yang terdiri dari agregat kasar, medium, halus, filler, dan aspal itu sendiri. Beberapa daerah di Indonesia masih ada yang susah untuk menjangkau material tersebut, oleh karena itu diperlukannya alternatif pengganti material tersebut dan mudah di jangkau. Hal pertama yang dilakukan yaitu menentukan Kadar Aspal Optimum (KAO) dengan variasi kadar aspal 4,5%, 5%, 5,5%, 6%, 6,5%, 7% terhadap berat total agregat. Setelah nilai KAO ditentukan, kemudian membuat sample dengan penambahan pasir pantai sebesar 0%, 10%, 15%, dan 30% terhadap agregat halus. Sample yang telah dibuat kemudian di uji untuk mencari nilai Marshall Properties yang mencakup Stabilitas, Flow, VIM, VMA, VFWA, dan MQ, Proporsi Pasir Pantai Optimum dari rata-rata parameter Properties Marshall, dan Nilai Struktural dari grafik Nomogram Sbit dan Smix. Pengaruh pemanfaatan pasir pantai terhadap Marshall Properties dan Nilai Struktural secara umum grafiknya berupa garis parabolik Hasil dari penelitian diperoleh nilai KAO sebesar 5,5%. Pengaruh penambahan proporsi pasir pantai sebesar 0%, 10%, 15%, dan 30% pada Marshall Properties Grafik Stabilitas, Flow, VIM, dan VMA, VFWA, dan MQ cenderung linier, dimana nilai di grafik itu naik dan turun. Hasil dari parameter Marshall Properties didapatkan nilai Pasir Pantai Optimum sebesar 14%. Proporsi pasir pantai pada campuran AC-WC terhadap nilai struktural relative konstan pada proporsi 0%, 10%, 15%, dan 30%. Proporsi pasir pantai ditinjau dari koefisien kekuatan relative bahan (a) yang optimal terdapat pada variasi 15%. Nilai a dibawah nilai asumsi penurunan yang diisyaratkan oleh Bina Marga (2010) yaitu 75% atau sebesar 0,262, sehingga dapat diketahui bahwa karakteristik material pasir pantai tidak memenuhi persyaratan sebagai bahan jalan yang digunakan pada kecepatan rendah.

**Kata kunci:** AC-WC; Marshall Properties; Nilai Struktural; Pasir Pantai

## Pendahuluan

Indonesia adalah negara kepulauan yang banyak memiliki pesisir pantai dengan jumlah pasir pantai yang besar dan belum dimanfaatkan secara maksimal, sebagai bahan untuk pembangunan terutama pembangunan jalan (Kusharto, H 2004).

Lapisan aspal beton (*laston*) terdiri dari campuran agregat (agregat kasar, agregat halus, *filler*) dan bahan pengikat (*bitumen*). Seiring dengan bertambahnya pembangunan jalan, maka semakin tinggi pula permintaan akan bahan dasar tersebut, serta kualitas yang memenuhi persyaratan. Kenyataan di lapangan ketersediaan bahan dasar untuk campuran aspal tersebut tidaklah sama, pada daerah tertentu faktor tersebut menyebabkan harga agregat tersebut menjadi mahal dan berimbas terhadap mahalnya harga pembangunan jalan, oleh karena itu perlu dicari sumber lain sebagai bahan alternatif, pemanfaatan secara maksimal sumber daya alam setempat yang ada sebagai salah satu upaya penghematan, merupakan suatu hal yang harus dilakukan. Dewasa ini penelitian-penelitian baru dalam teknologi perkerasan jalan yang bertujuan untuk maksud tersebut semakin banyak dilakukan (Refi, A. 2015)

*Properties Marshall* dan Nilai Struktural merupakan pengujian dalam suatu perkerasan jalan. *Properties Marshall* merupakan pemeriksaan yang bertujuan untuk menentukan ketahanan (stabilitas) terhadap kelelahan (*flow*) dari campuran aspal dan parameter *VIM*, *VMA*, *VFWA*, *MQ*. Salah satu indikasi kuantitatif nilai struktural lapis keras lentur adl koef kekuatan relatif bahan yg sangat dipengaruhi nilai stabilitas Marshall campuran aspal – agregat. Indikasinya semakin besar nilai Marshall Stability maka semakin besar nilai koef kekuatan relatif bahan (a). Untuk

nilai  $a$  yang semakin tinggi memberikan dampak pada ketebalan layer yang semakin tipis pada *surface course* (AASHTO, 1972)

Penelitian ini menganalisis *Properties Marshall* dan nilai struktural pada konstruksi jalan yang menggunakan perkerasan aspal dan menggunakan pasir pantai sebagai campuran materialnya. Penelitian ini diharapkan dalam pekerjaan jalan beraspal dapat memanfaatkan pasir pantai sebagai pengganti ataupun campuran agregat halus. Tujuan dari penelitian ini yaitu mengetahui pengaruh penggunaan pasir pantai sebagai campuran AC-WC terhadap *Marshall Properties*, mengetahui nilai proporsi pasir pantai optimum, serta mengetahui pengaruh penggunaan pasir pantai sebagai campuran AC-WC terhadap nilai struktural. Manfaat yang di dapat dari penelitian ini ialah diharapkan memberikan kontribusi pengetahuan untuk pengembangan desain jalan raya dengan memanfaatkan sumber daya alam di kawasan pesisir pantai, serta menjadi referensi pembangunan jalan yang berada di kawasan yang sulit untuk mendapatkan agregat dari bahan batuan beku.

### Bahan dan Metode

Hal pertama yang dilakukan ialah persiapan material untuk penelitian, selanjutnya pemeriksaan mutu bahan, dan penentuan nilai KAO dengan pembuatan benda uji kemudian di uji. Pembuatan benda uji dilakukan dengan cara menentukan kombinasi atau perbandingan dari bahan sehingga gradasi kombinasi antara agregat halus, sedang, kasar memenuhi spesifikasi gradasi yang ditentukan, setelah itu menentukan komposisi campuran agregat, kemudian mempersiapkan campuran, dan langkah terakhir ialah memanaskan agregat pada suhu 180°C dan aspal sampai meleleh kemudian agregat dicampur dengan variasi aspal 4,4%, 5%, 5,5%, 6%, 6,5% dan 7% terhadap berat total campuran agregat sebesar 1200gram, diaduk hingga homogen.

Hal kedua yang dilakukan yaitu melakukan pengujian dengan cara menyiapkan benda uji, kemudian meletakkan kedalam segmen bawah kepala penekan alat uji *Marshall*, pada temperature ruangan ( $\pm 28^\circ\text{C}$ ), setelah itu memasang segmen atas diatas benda uji dan diletakkan keseluruhannya dalam mesin penguji, kemudian naikan kepala penekan beserta benda ujinya dinaikkan hingga menyentuh alas cincin penguji sebelum pembebanan diberikan, selanjutnya atur jarum arloji tekan pada kedudukan nol set, dan yang terakhir yaitu memberikan pembebanan pada benda uji dengan kecepatan tetap sekitar 50<sup>mm</sup>/menit sampai pembebanan menurun seperti yang ditunjukkan oleh arloji, tekan dan catat pembebanan maksimum yang di capai.

Hal ketiga yang dilakukan yaitu pembuatan Benda Uji *Properties Marshall* dengan bahan tambah pasir pantai. Sama halnya dengan tahap pembuatan benda uji KAO, yang berbeda ialah agregat dipanaskan diatas wajan dengan suhu berkisar  $\pm 180^\circ\text{C}$ , kemudian di campur dengan agregat halus pasir pantai dengan masing-masing presentase pasir pantai yang diperlukan adalah 0%, 10%, 15%, dan 30% dari berat total campuran agregat F3. Setelah itu dilakukan pengujian Marshall seperti pada pengujian nilai KAO untuk mendapatkan Proporsi Pasir Pantai Optimum.

Hal keempat yang dilakukan yaitu menentukan Nilai Struktural dengan menggunakan Nomogram *Sbit* dan *Smix*. Menentukan nilai *Sbit* dengan cara yang pertama yaitu menentukan Temperature Difference ( $^\circ\text{C}$ ), setelah itu menentukan nilai *Softening Point* dari *ring and ball test* ( $^\circ\text{C}$ ), kemudian mencari nilai waktu pembebanan ( $t$ ) dalam satuan detik yang nilainya tergantung pada kecepatan kendaraan, dan hal terakhir yang dilakukan dalam menentukan nilai *Sbit* yaitu mencari nilai *Penetration Index* (PI) nilai yang menyatakan kepekaan aspal terhadap perubahan temperature, yang nilainya dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan :

$$PI = \frac{1952 - 500 \log(\text{pen}) - 20.SP}{50 \log(\text{pen}) - SP - 120} \quad (1)$$

Menentukan nilai *Smix* dengan menggunakan grafik Nomogram, data yang diperlukan untuk grafik Nomogram *Smix* ialah nilai *Sbit*, *VMA*, dan *Volume Binder*. Nilai koefisien kekuatan relatif didapat dari Modulus Elastis dengan parameter nilai dari *Smix*.

### Hasil dan Pembahasan

#### Mix Design Agregat

Berdasarkan hasil perhitungan dengan menggunakan persamaan

$$a.A + b.B + c.C... = S$$

dengan:

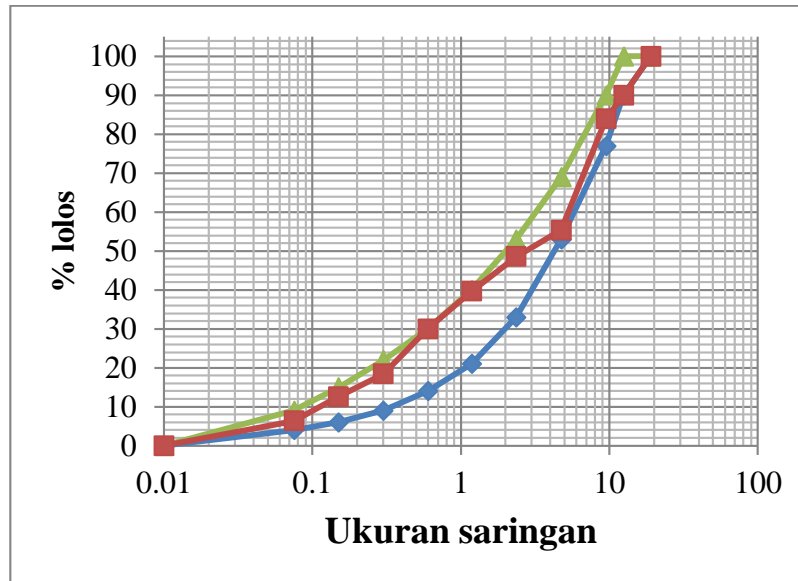
A, B, C : Persentase lolos saringan masing-masing fraksi, A=F1, B=F2, C=F3

a,b,c : Proporsi lolos saringan masing-masing fraksi

S : %lolos batas tengah gradasi yang di isyaratkan (*midrange*)

Maka didapatkan proporsi campuran agregat untuk 3 fraksi yang digunakan pada Laston AC – WC sebagai berikut :

Agregat Kasar (F1)	: 17,5 %
Agregat Medium (F2)	: 40,5 %
Agregat Halus (F3)	: 42 %



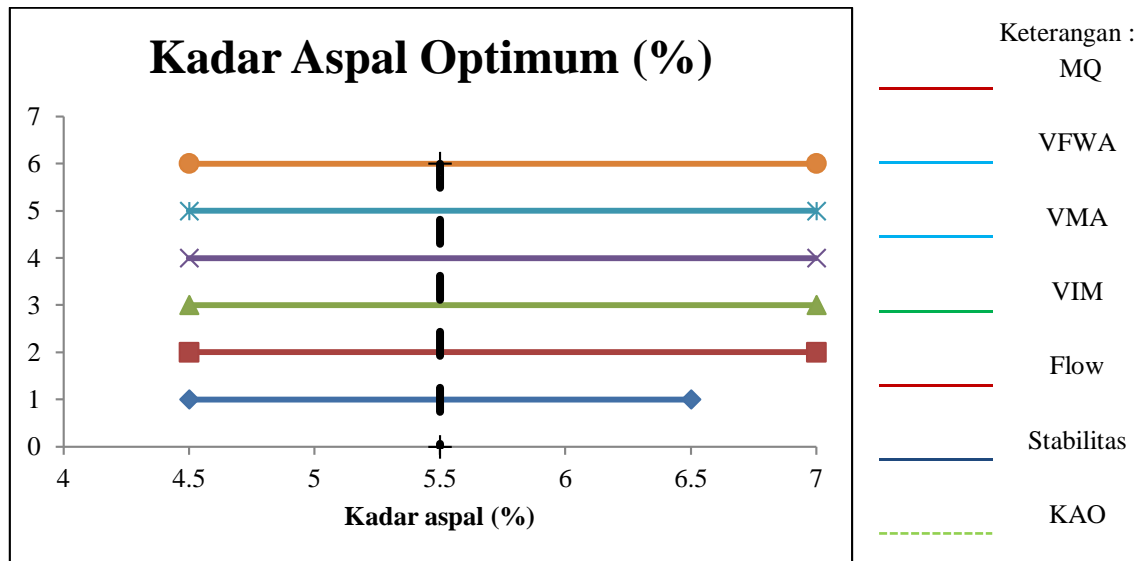
Gambar 1. Grafik Gradasi Agregat

Pada gambar 1 bisa dilihat bahwa gradasi gabungan masuk kedalam batas atas dan batas bawah spesifikasi AC-WC  
 Penentuan nilai KAO  
 Penentuan nilai KAO dengan Parameter nilai Stabilitas, VIM, VMA, VFWA, Flow, dan MQ  
 Hasil pengujian nilai KAO dapat dilihat pada Tabel 1 dan Grafik 1 dibawah ini:

Tabel 1. Hasil Pengujian KAO

Kadar aspal	VIM	VMA	VFWA	Stabilitas(Kg)	Flow	MQ
	(%)	(%)	(%)		(mm)	(Kg/mm)
Spesifikasi (min,max)	3%	14%	65%	800	2	200
	5%	-			4	-
4,5%	5,36%	15,38%	65,12%	977,88	3,14	311,43
	4,42%	14,28%	69,01%	637,02	3,06	208,18
	5,53%	15,48%	64,30%	913,89	4,78	191,19
	<b>5,10%</b>	<b>15,04%</b>	<b>66,15%</b>	<b>842,93</b>	<b>3,66</b>	<b>236,93</b>
5,0%	4,90%	15,94%	69,23%	817,10	3,61	226,34
	4,52%	15,77%	71,35%	821,15	4,24	193,67
	3,60%	14,96%	75,94%	922,89	3,54	260,70
	<b>4,34%</b>	<b>15,56%</b>	<b>72,17%</b>	<b>853,71</b>	<b>3,80</b>	<b>226,90</b>
5,5%	5,35%	17,49%	69,41%	746,50	4,34	172,01
	4,09%	16,12%	74,64%	922,38	3,58	257,65
	5,18%	17,22%	69,93%	749,71	4,02	186,50
	<b>4,87%</b>	<b>16,94%</b>	<b>71,33%</b>	<b>806,20</b>	<b>3,98</b>	<b>205,38</b>
6,0%	4,52%	17,77%	74,59%	1093,65	3,46	316,08
	4,48%	17,58%	74,50%	669,14	2,06	324,83
	3,62%	16,94%	78,66%	676,41	5,92	114,26
	<b>4,21%</b>	<b>17,43%</b>	<b>75,92%</b>	<b>813,07</b>	<b>3,81</b>	<b>251,72</b>
6,5%	4,95%	19,38%	74,43%	682,77	2,87	237,90
	5,97%	20,12%	70,34%	723,88	4,00	180,97
	5,17%	19,39%	73,36%	1018,71	4,25	239,70
	<b>5,36%</b>	<b>19,63%</b>	<b>72,71%</b>	<b>808,46</b>	<b>3,71</b>	<b>219,52</b>
7,0%	3,52%	19,35%	81,79%	571,29	4,16	137,33
	4,44%	20,55%	78,38%	823,99	3,26	252,76
	4,71%	20,40%	76,90%	920,14	5,00	184,03
	<b>4,23%</b>	<b>20,10%</b>	<b>79,02%</b>	<b>771,81</b>	<b>4,14</b>	<b>191,37</b>

Pada penelitian ini jumlah sample yang dibutuhkan adalah sebanyak 18 buah dengan variasi kadar aspal 4,5% , 5% , 5,5% , 6% , 6,5% , 7% masing-masing dengan 3 buah benda uji. Dari Tabel bisa dilihat bahwa nilai VMA, flow mengalami kenaikan seiring dengan penambahan kadar aspal dan nilai VIM, VMA, Stabilitas, serta MQ mengalami kenaikan dan penurunan seiring dengan penambahan kadar aspal.



Gambar 1. Grafik Kadar Aspal Optimum

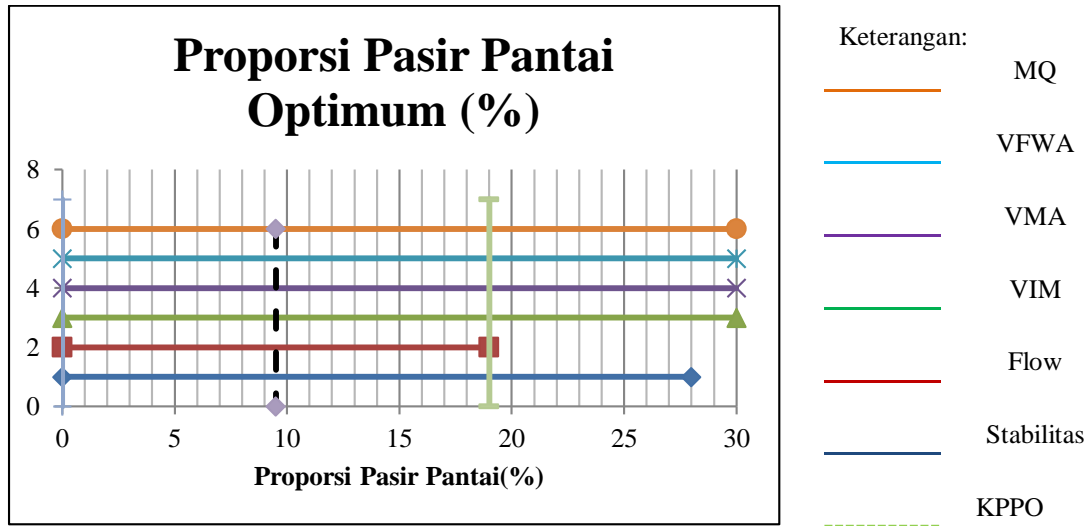
$$KAO = \frac{4,5\% + 6,5\%}{2} = 5,50\%$$

Berdasarkan perhitungan diatas diperoleh Kadar Aspal Optimum (KAO) sebesar 5,50% Analisis Pengaruh Pasir Pantai Terhadap Marshall Properties pada Campuran AC-WC Penentuan nilai Marshall Properties pada Campuran AC-WC dengan Parameter nilai Stabilitas, VIM, VMA, VFWA, Flow, dan MQ. Hasil pengujian nilai KAO dapat dilihat pada Tabel 2 dan Grafik 2 dibawah ini.

Tabel 2 Data Hasil Perhitungan Marshall

Kadar aspal	VIM	VMA	VFWA	Stabilitas(Kg)	Flow	MQ
	(%)	(%)	(%)		(mm)	(Kg/mm)
Spesifikasi (min,max)	3%	14%	65%	800	2	200
	5%	-			4	-
0,0%	5,43%	16,51%	67,10%	1124,91	4,50	249,98
	5,02%	16,08%	68,77%	665,09	3,55	187,35
	4,54%	15,32%	70,35%	900,02	3,65	246,58
	<b>5,00%</b>	<b>15,97%</b>	<b>68,74%</b>	<b>896,67</b>	<b>3,90</b>	<b>227,97</b>
10,0%	4,69%	15,61%	69,96%	1145,68	4,75	241,20
	5,01%	16,02%	68,74%	721,35	3,64	198,17
	4,43%	15,48%	71,38%	859,68	4,25	202,28
	<b>4,71%</b>	<b>15,70%</b>	<b>70,03%</b>	<b>908,90</b>	<b>4,21</b>	<b>213,88</b>
15,0%	3,49%	14,62%	76,15%	1013,76	4,30	235,76
	4,61%	15,64%	70,53%	954,60	4,35	219,45
	5,27%	16,31%	67,67%	870,20	3,25	267,75
	<b>4,46%</b>	<b>15,52%</b>	<b>71,45%</b>	<b>946,19</b>	<b>3,97</b>	<b>240,99</b>
30,0%	5,61%	16,24%	65,49%	809,11	4,21	192,19
	4,68%	15,56%	69,93%	678,82	3,25	208,87
	3,47%	14,77%	76,47%	782,62	3,00	260,87
	<b>4,59%</b>	<b>15,52%</b>	<b>70,63%</b>	<b>756,85</b>	<b>3,49</b>	<b>220,64</b>

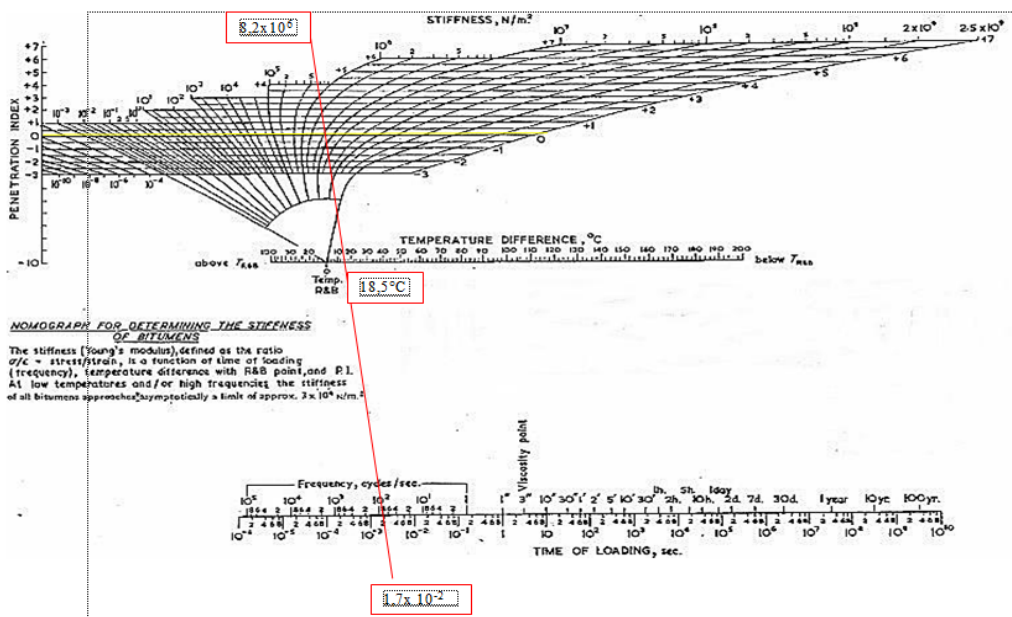
Pada penelitian ini jumlah sample yang dibutuhkan adalah sebanyak 12 buah dengan menggunakan KAO 5,5% dan variasi proporsi pasir pantai 0%, 10%, 15%, dan 30% masing-masing dengan 3 buah benda uji. Dari Tabel bisa dilihat bahwa nilai VFWA, MQ mengalami kenaikan seiring dengan penambahan proporsi pasir pantai dan nilai VIM, VMA, Stabilitas, serta MQ mengalami kenaikan dan penurunan seiring dengan penambahan proporsi pasir pantai.



Gambar 2. Grafik Pasir Pantai Optimum

$$PPPO = \frac{0\% + 14\%}{2} = 9,5\%$$

Berdasarkan perhitungan diatas diperoleh Proporsi Pasir Pantai Optimum (PPPO) sebesar 9,5% Analisis Pengaruh Pasir Pantai Terhadap Nilai Struktural pada Campuran AC-WC

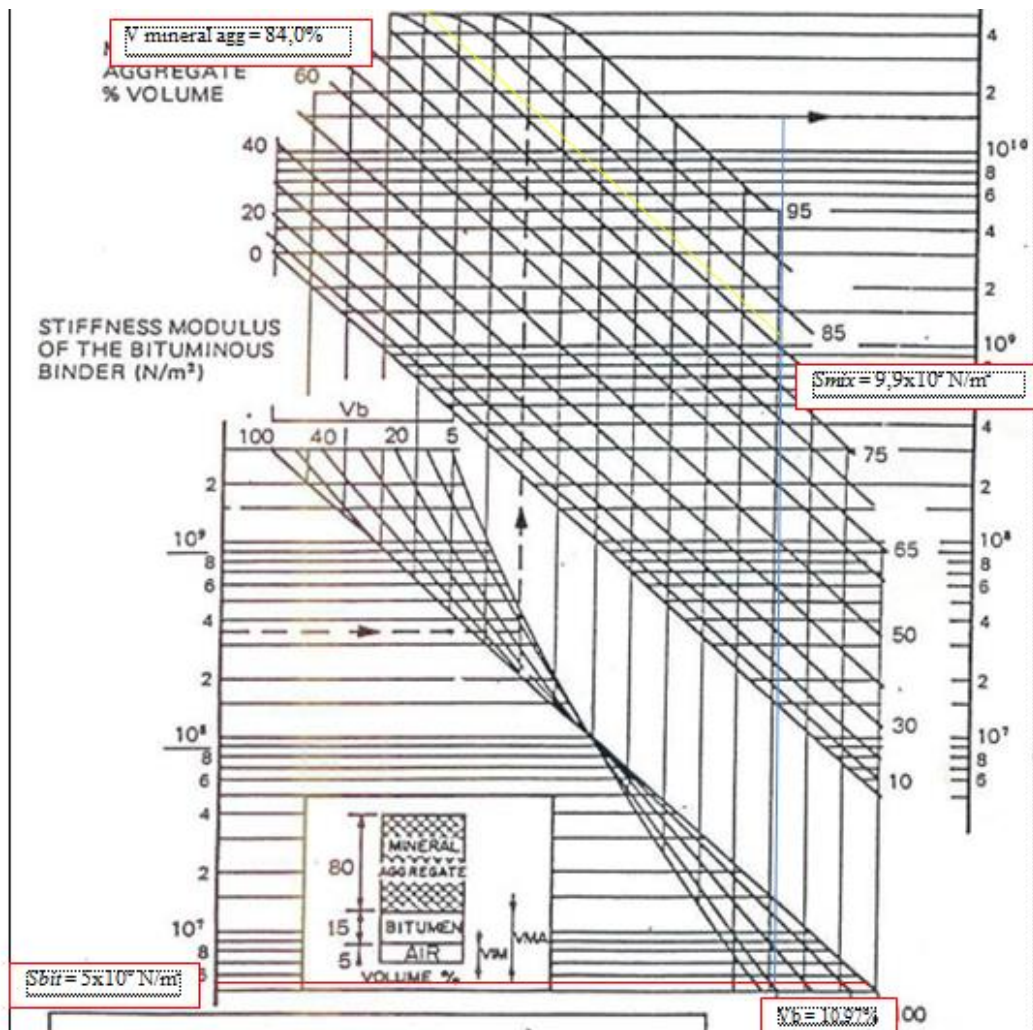


Gambar V.15 Pembacaan Nomogram Pada Kecepatan 60 km/jam Untuk Menentukan Kekakuan Bitumen (Sbit)

Gambar 3. Pembacaan Nomogram pada Kecepatan 15 km/jam untuk Menentukan Kekuatan Bitumen (Sbit) Berdasarkan hasil pembacaan nomogram di atas didapatkan nilai *stiffnes bitumen* untuk kecepatan kendaraan t (60) adalah sebesar  $8,2 \times 10^6$ N/m<sup>2</sup>. Untuk gambaran nomogram dengan variasi kecepatan lain dapat dilihat pada lampiran. Untuk lebih lengkap hasil pembacaan nomogram dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pembacaan *Sbit* Menggunakan Nomogram

Time Loading (dtk)	Sbit (N/m <sup>2</sup> )
t(15)	$7,4 \times 10^6$
t(30)	$8,0 \times 10^6$
t(60)	$8,2 \times 10^6$



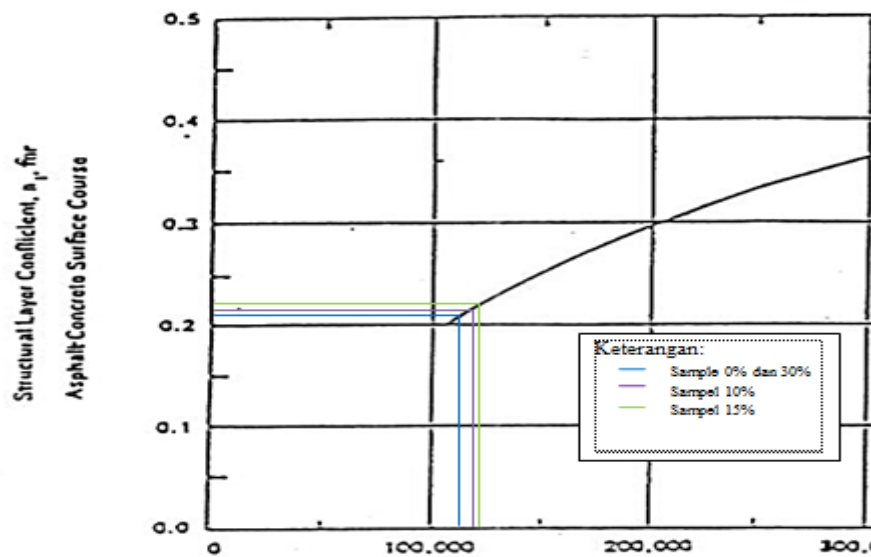
Gambar 4. Pembacaan Nomogram untuk Mencari Nilai Smix Variasi Proporsi Pasir Pantai 10%

Pada gambar 4 merupakan pembacaan nomogram untuk mencari nilai  $S_{mix}$  pada waktu pembebanan (*Time of Loading*)  $t(15)$  dengan parameter-parameter dari proporsi pasir pantai. Dari pembacaan tersebut maka pada sample 1 dengan proporsi pasir pantai didapat nilai  $S_{mix}$  sebesar  $9,9 \times 10^8 \text{ N/m}^2$ .

Tabel 4. Hasil Pembacaan Nomogram  $S_{mix}$

Proporsi Pasir Pantai	T(15)				
	Sbit (N/m <sup>2</sup> )	Volume Binder	Volume Agregat	$S_{mix}$	
		(%)	(%)	(N/m <sup>2</sup> )	(psi)
0%	5,0x 10 <sup>6</sup>	10,97	84,00	9,0 x 10 <sup>8</sup>	130500
10%		84,30	11,00	9,9 x 10 <sup>8</sup>	143550
15%		84,50	11,07	10 x 10 <sup>8</sup>	145000
30%		84,50	10,94	9,0 x 10 <sup>8</sup>	130500

Keterangan: 1 N/m<sup>2</sup> = 0,000145 psi



Gambar 5. Grafik Penentuan Koefisien Kekuatan Relatif (a) Berdasarkan Modulus Elastisitas Campuran

Tabel 5. Hasil Pembacaan Grafik Penentuan Koefisien Relatif terhadap Proporsi Pasir Pantai

Sampel	Smix	Koefisien Kekuatan Relatif Bahan
	(Psi)	
0%	130500	0,215
10%	143550	0,225
15%	145000	0,235
30%	130500	0,215

**Kesimpulan**

Analisis Marshall Properties pada variasi pasir pantai Kemala yaitu pada parameter Stabilitas proporsi 0%, 10% dan 15% memenuhi spesifikasi, sedangkan pada proporsi 30% tidak memenuhi spesifikasi yang di isyaratkan yaitu 800kg, pada parameter *flow*, *VIM*, dan *VMA* mengalami penurunan seiring dengan penambahan proporsi pasir pantai, pada parameter *VFWA* dan *MQ* mengalami kenaikan seiring dengan penambahan proporsi pasir pantai. Nilai Kadar Pasir Pantai Optimum diperoleh 14% serta Proporsi pasir pantai pada campuran AC-WC terhadap nilai struktural relative konstan pada proporsi 0%, 10%, 15%, dan 30%. Proporsi pasir pantai ditinjau dari koefisien kekuatan relative bahan (a) yang optimal terdapat pada variasi 15%.

**Ucapan Terima Kasih**

Terima kasih kepada Bapak Sukasnaini, Ibu Linda Kusmayani, dan Muhammad Fadel selaku kedua orangtua dan kakak saya yg telah memberikan support lahir batin kepada saya. Wahid dan Farhan selaku teman seperjuangan saya dan sahabat sahabat saya yg telah membantu dan memberikan semangat kepada saya.

**Daftar Pustaka**

AASHTO. 1993. *Guide for Design of Pavement Structures*. US: American Association of State Highway and Transportation Officials.  
 Bina Marga. 2010. Spesifikasi Umum Revisi 3. Jakarta: Direktorat Jendral Bina Marga.  
 Kusharto, H. Pengaruh Pasir Pantai Terhadap Sifat Marshall dalam Campuran Beton Aspal, Vol 12, No. 3, Edisi XXX Oktober 2004



- Laboratorium Teknik Sipil, 2015. *Buku Panduan Praktikum Bahan Lapis Keras. Jurusan Teknik Sipil*. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Refi, A. 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
- Riyanto, A. 2008. Materi Bahan Perkerasan, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta.
- Setiawan, W. Analisis Penggunaan Pasir Pantai Parangtritis Sebagai Campuran Asphalt – Concrete – Binder Course (AC-BC) terhadap Durabilitas dan Nilai Struktural, *Skripsi*. Surakarta: Laporan Penelitian, Fakultas Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Suhingtyas, N D. 2017, Analisa Dampak Rendaman Air Laut Terhadap Durabilitas Campuran *Asphalt Concrete – Binder Course (AC-BC)* *Skripsi*. Surakarta: Laporan Penelitian, Fakultas Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Van Der Poel. 1945. *Nilai Struktural Lapis Permukaan*, Materi Perkuliahan Bahan Perkerasan Universitas Muhammadiyah Surakarta.