

PENGARUH PENGGUNAAN PASIR PANTAI TERHADAP SIFAT MARSHALL DALAM CAMPURAN BETON ASPAL

Harry Kusharto¹

ABSTRACT

Penggunaan bahan batuan beku yang terus menerus menyebabkan semakin sulit untuk didapatkan, oleh karena itu perlu dicari alternatif lain sebagai pengganti. Pemanfaatan pasir pantai sebagai pengganti agregat halus untuk campuran beton aspal belum pernah dilakukan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pasir pantai dapat digunakan sebagai bahan campuran beton aspal dengan kadar aspal optimum 5,32% dengan nilai (stabilitas; flow; VITM, VMA; VFWA; MQ) memenuhi standar Bina Marga.

Kata Kunci : *Beton Aspal, Pasir Pantai, Sifat Marshal*

PENDAHULUAN

Konstruksi jalan yang dibangun di Indonesia dewasa ini kebanyakan menggunakan perkerasan dengan konstruksi beton aspal. Struktur beton aspal terdiri dari campuran agregat kasar, agregat halus, filler serta bahan pengikat aspal yang lazim dikerjakan secara campuran panas (*hotmix*). Kekuatan beton aspal banyak ditentukan oleh agregat yang memberikan dukungan besar terhadap stabilitas.

Agregat memberikan dukungan yang besar bagi beton aspal karena agregat memiliki proporsi terbesar yaitu 90-95% dari berat campuran. Sedangkan bahan perekat dengan kadar aspal yang tinggi dapat mempertinggi durabilitas, akan tetapi tidak demikian dengan stabilitas. Untuk dapat mendapatkan hasil yang optimum maka diperlukan kadar aspal optimum sebagai dasar perencanaan campuran.

Pada umumnya agregat yang digunakan campuran beton aspal adalah agregat alam

dan agregat pecah. Agregat alam berbentuk bulat (*rounded*) sedangkan agregat pecah berbentuk angular (bersudut). Stabilitas beton aspal sangat dipengaruhi oleh internal friction dari agregat tersebut. Internal friction merupakan gabungan dari pengaruh *particle shape, particle surface texture, particle size, void ratio* dan gradasi. Agregat yang mempunyai angular mempunyai ketahanan gesek yang lebih besar daripada permukaan halus. Kenyataan di lapangan tidak mudah untuk mendapatkan agregat seperti yang dipersyaratkan tersebut di atas. Pemilihan jenis agregat terutama dari segi ekonomi, penghematan merupakan hal yang harus dilakukan.

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.

Bertolak dari hal-hal tersebut di atas, dilakukan penelitian pemanfaatan pasir

¹ Staf Universitas Negeri Semarang

pantai sebagai bahan campuran beton aspal dan pengaruhnya terhadap sifat-sifat Marshall.

TINJAUAN PUSTAKA

BETON ASPAL

Asphalt Institute M.S 22 (1983) telah mendiskripsikan enam karakteristik yaitu Stabilitas, Durabilitas, Fleksibilitas, Impermeabilitas, Workabilitas dan *Fatigue Resistance*. Untuk memperoleh sifat-sifat dan karakteristik yang diinginkan dalam campuran beton aspal perlu rancangan dengan pencapaian kompromi dalam menentukan kadar aspal optimum yang menghasilkan campuran :

1. Aspal yang cukup, untuk menjamin adanya durabilitas yang tinggi dengan menyelimuti seluruh butiran-butiran agregat dan membuat kedap air dan merekatnya butiran dalam pemadatan
2. Stabilitas yang cukup dan memenuhi standar AASTHO memberikan layanan lalu lintas tanpa distorsi
3. Rongga di dalam campuran yang cukup untuk menghindari fishing, bleeding dan kehilangan stabilitas

4. Workabilitas yang tinggi

Petunjuk pelaksanaan LASTON No. 3/PT/B/1983 menyatakan beton aspal merupakan suatu lapisan pada konstruksi jalan yang terdiri dari campuran aspal keras dan agregat yang mempunyai gradasi menerus / rapat. Dicampur, dihampar, dipadatkan pada suhu tertentu.

METODE PENELITIAN

Untuk meneliti pengaruh penggunaan pasir pantai sebagai pengganti agregat hal untuk campuran beton aspal terhadap sifat-sifat marshall perlu dilakukan pemeriksaan bahan susunya yaitu agregat dan aspal.

AGREGAT

Agregat sebagai bahan campuran beton aspal terdiri dari agregat kasar, agregat halus dan filler. Bahan harus diteliti mutu dan gradasinya sesuai dengan standar AASTHO maupun Bina Marga sebagai berikut.

Tabel 1 Batas Spesifikasi gradasi Menerus

Saringan mm	Spesifikasi Lolos %		Tinggal di atas (%)	Jumlah bahan menurut Spesifikasi terhadap 1200 gr		Jumlah bahan benda uji (gr)
	Range	Rata2		Tinggal	Berat	
				%	(gr)	
19,10	-	-	-	-	-	-
12,70	100	100	0	0	0	-
4,76	80-100	90	10	10	120	-
2,39	54-72	63	37	27	324	600
0,59	42-58	50	50	13	156	-
0,28	26-38	32	68	18	216	-
0,15	18-28	23	77	9	108	492
0,07	22-20	16	84	7	84	-
0,07	6-12	9	91	7	84	-
FILLER		9	100	9	108	108
			Σ	100	1200	1200

Sumber :

1. Syarat : Petunjuk pelaksanaan Laston No. 13/PT/B/1983
2. Hasil : Penelitian Laboratorium

Tabel 2 Persyaratan dan Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar Batu Pecah Mesin

No.	Jenis Pemeriksaan	Syarat	Hasil	Keterangan
1.	Keausan dengan mesin "Los Angeles"	Max. 40%	13,4%	Memenuhi
2.	Berat Jenis Semu	Min. 2,5 gr/cc	2,626 gr/cc	memenuhi
3.	Kelekatan terhadap aspal	Min. 95%	7,95%	memenuhi
4.	Peresapan agregat terhadap air	Max. 3%	1,57%	memenuhi

Sumber :

1. Syarat : Petunjuk pelaksanaan Laston No. 13/PT/B/1983
2. Hasil : Penelitian Laboratorium

Tabel 3 Persyaratan dan Hasil Pemeriksaan Agregat Halus Pecah Mesin

No.	Jenis Pemeriksaan	Syarat	Hasil	Keterangan
1.	Berat Jenis Semu	Min. 2,5 gr/cc	2,716 gr/cc	memenuhi
2.	Peresapan agregat terhadap air	Max. 3 %	2,82%	memenuhi
3.	Sand Equivalent	Min. 50 %	90,47%	memenuhi

Sumber :

1. Syarat : Petunjuk pelaksanaan Laston No. 13/PT/B/1983
2. Hasil : Penelitian Laboratorium

Tabel 4 Persyaratan dan Hasil Pemeriksaan Pasir Pantai

No.	Jenis Pemeriksaan	Syarat	Hasil	Keterangan
1.	Berat Jenis Semu	Min. 2,5 gr/cc	2,765 gr/cc	memenuhi
2.	Peresapan agregat terhadap air	Max. 3 %	2,459%	memenuhi
3.	Sand Equivalent	Min. 50 %	97,56%	memenuhi

Sumber :

1. Syarat : Petunjuk pelaksanaan Laston No. 13/PT/B/1983
2. Hasil : Penelitian Laboratorium

Tabel 5 Karakteristik Material untuk Campuran Normal Agregat Pecah Mesin dan Campuran Agregat Pecah Mesin + Pasir Pantai

No	Jenis Pemeriksaan	Campuran Normal Agregat Pecah Mesin	Campuran Agregat Pecah Mesin + Pasir Pantai	Keterangan
1	Gradasi	Grading VII	Grading VII	Sesuai spesifikasi Bina Marga
2	Tekstur permukaan			
	a. Agregat kasar	Kasar	Kasar	Hasil Pemeriksaan
	b. Agregat halus	Kasar	Halus	Hasil Pemeriksaan
	c. Filler	Kasar	Kasar	
3	Kualitas Mineral			
	a. Agregat kasar	Memenuhi persyaratan	Memenuhi persyaratan	Hasil uji Laboratorium
	b. Agregat halus			
	c. Filler			
4	Kadar garam pasir pantai		16,85%	Hasil uji laboratorium
5	Kandungan mineral pasir pantai	-	Karbonat 84,64%	Hasil uji laboratorium
6.	Kompensasi pasir pantai	-	Karbonat, Kalsit, Kuarsa, Mineral OPAL (SiO ₂ H ₂ O)	Hasil pengamatan

Sumber : Hasil Laboratorium

ASPAL

Menurut Krebs et. al (1971), aspal adalah senyawa hidrokarbon yang berwarna coklat atau hitam pekat, merupakan campuran dari asphaltene, resins dan oils.

Asphaltene adalah unsur yang mempunyai bentuk molekul besar dan berat serta perbandingan karbon dan hidro karbon lebih dari 0,8. Sedangkan maltene mempunyai

pengaruh terhadap sifat adhesive, viscous dan flow.

Di Indonesia umumnya digunakan aspal semen dengan penetrasi 60/70 dan 80/100.

Aspal yang digunakan sebagai bahan pengikat perkerasan lentur harus diperiksa di laboratorium dan memenuhi syarat AASHTO maupun Bina Marga.

Tabel 6 Persyaratan dan Hasil Pemeriksaan Aspal semen 60-70

No.	Jenis Pemeriksaan	Syarat		Hasil	Satuan	Keterangan
		Min.	Max.			
1.	Penetrasi	60	79	62,1	0,1 mm	memenuhi
2.	Titik lembek	48	58	49	oC	memenuhi
3.	Titik nyala	200	-	352	oC	memenuhi
4.	Kehilangan berat	-	0,4	0,1613	%	memenuhi
5.	Kelarutan dalam CCL4	99	-	99,3697	%	memenuhi
6.	Penetrasi setelah kehilangan berat	75	-	81,6	% semula	memenuhi
7.	Berat jenis	1	-	1,024	gr/cc	memenuhi
8.	Daktalitas	100	-	100	cm	memenuhi

Sumber :

1. Syarat : Petunjuk pelaksanaan Laston No. 13/PT/B/1983
2. Hasil : Penelitian Laboratorium

ANALISIS DATA PENGUJIAN MARSHALL

Pengaruh penggunaan pasir pantai dalam campuran beton aspal terhadap sifat-sifat Marshall yang akan dianalisis adalah kepadatan (density), rongga terisi aspal (VFWA), rongga dalam campuran (Void in the mix VITM), stabilitas (stability), kelelahan (flow) Marhsall Quotion (MQ).

Untuk menghitung nilai-nilai tersebut di atas digunakan rumus sebagai berikut :

Berat volume aspal (gr/cc) = Gas

Berat volume agregat (gr/cc) = Gag

Kadar aspal terhadap campuran (%) = b

Berat campuran di udara (gr) = c

Berat campuran adalah SSD (gr) = d

Berat campuran di dalam air (gr) = e

Berat volume campuran padat (cc) f = d-e

Berat volume campuran (gr/cc) g = c/f

Kepadatan teoritis maksimum (h = gr/cc)

$$h = 100 : \left\{ \frac{\% \text{ agr}}{b_j \text{ agr}} - \frac{\% \text{ asp}}{b_j \text{ asp}} \right\}$$

Volume aspal terhadap campuran (i, %)

$$i = \frac{(b \times g)}{b_j \text{ asp}}$$

Volume aspal terhadap agregat (j, %)

$$j = (100 - i) \times \frac{g}{b_j \text{ agr}}$$

Jumlah kandungan rongga (k, %)

$$K = (100 - (i - j))$$

Rongga dalam mineral agregat VMA (1,%)

$$VMA (=100 - j)$$

Rongga terisi aspal VFVA (m, %)

$$(VFVA) m = (100 \times \frac{i}{j})$$

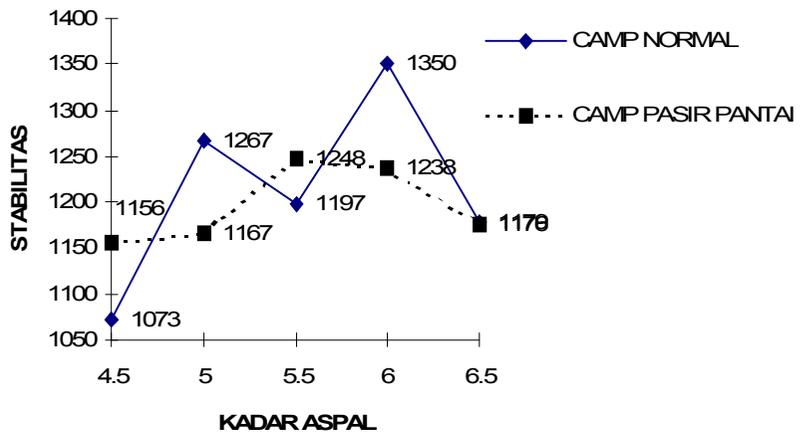
Rongga terhadap campuran VITM (n, %)

$$(VITM) n = (100 - 100 \text{ g/h})$$

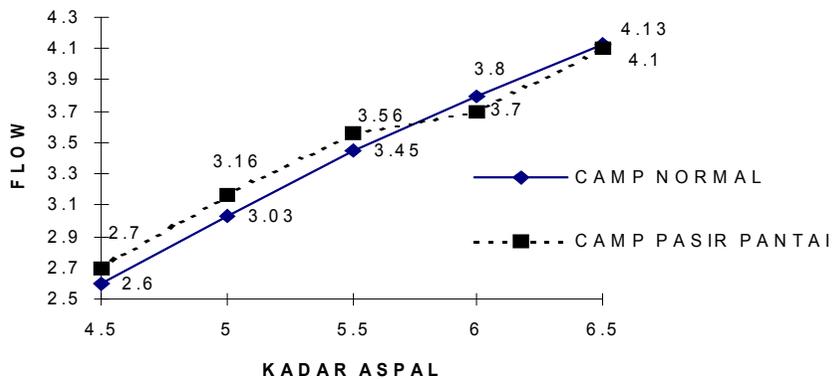
Stabilitas dan kelelahan ditentukan dengan uji Marshall

$$\text{Marshall Quotient} = \frac{\text{stabilitas}}{\text{flow}} \text{ kg/mm}$$

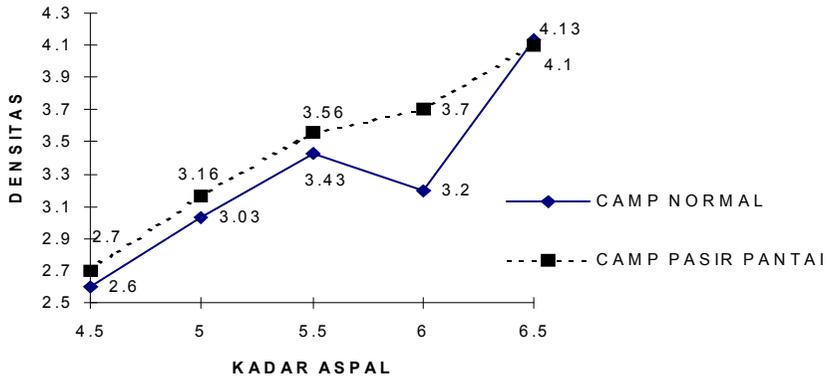
HASIL PENELITIAN



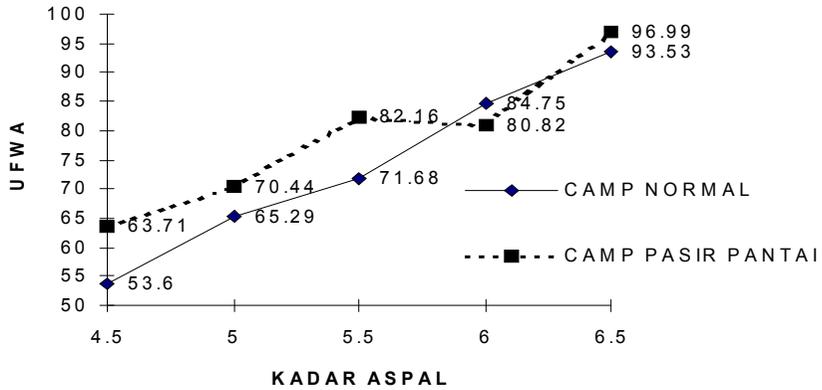
Gb 1 Grafik stabilitas (kg) dengan variasi kadar aspal (%)



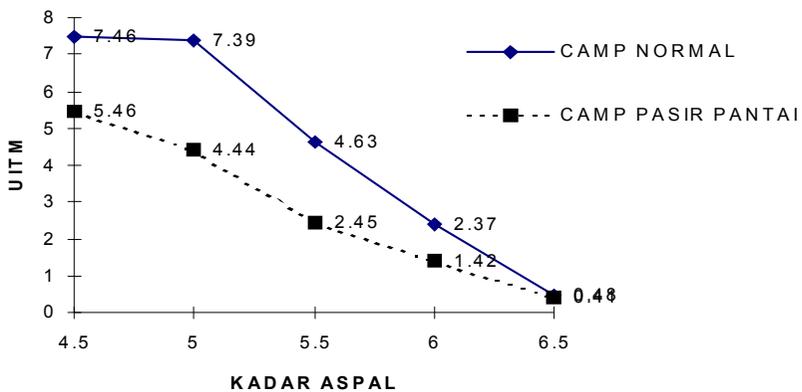
Gb. 2 Grafik flow (mm) dengan variasi kadar aspal (%)



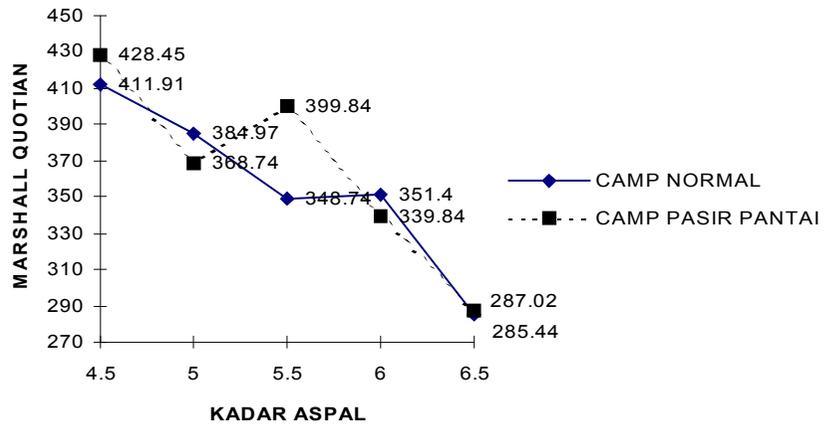
Gb. 3 Grafik Densitas (gr/cc) dengan variasi kadar aspal (%)



Gb. 4 Grafik VFWA dengan variasi kadar aspal



Gb. 5 Grafik VITM (%) dengan variasi kadar aspal (%)



Gb. 6 Grafik Marshall Quotian (kg/mm) dengan variasi kadar aspal (%)

Tabel 7 Hasil Uji Marshall dan Analisa Benda Uji dari berbagai Variasi kadar aspal

Variabel Kadar aspal %	Stabilitas Flow (kg) (mm)		Densitas VFWA (gr/cc) (%)		VITM (%)		Marsha (Kg/cc)	
	Normal	Pantai	Normal	Pantai	Normal	Pantai	Pantai	
4,5	1078,25	1062,8	2,7	2,252,27	54,66	3,76	965,46	14,028
5	1167,36	1073,6	3,6	2,292,28	65,29	4,47	394,44	384,968
5,5	1197,24	1073,5	3,5	2,362,3	71,68	3,86	32,95	349,349
6	1350,03	1073,3	3,7	2,342,32	84,78	3,72	371,47	351,939
6,5	1179,57	1064,8	3,4	2,362,33	93,59	3,99	480,41	285,287

Tabel 8 Hasil uji Marshall dengan kadar aspal optimum 5,32%

Variabel Campuran	Stabilitas (Kg)	Flow (mm)	Densitas (kg/cc)	VFWA %	VITM %	Marshall Quotient (kg/mm)
Normal	2087,31	2,5	2,34	75,75	4,28	834,93
P. Pantai	1977,32	3	2,32	76,26	3,92	675,72

PEMBAHASAN

Kepadatan (Density)

Pada gambar 1 menunjukkan pengaruh variasi kadar aspal terhadap stabilitas campuran beton aspal. Dalam gambar terlihat ada kecenderungan bahwa penambahan kadar aspal menunjukkan kenaikan nilai kepadatan (density) baik

campuran nprmal maupun campuran pasir pantai.

Campuran dengan density tinggi mampu menahan beban yang lebih besar, bila dibandingkan dengan campuran yang mempunyai density rendah. Besarnya nilai density merupakan nilai optimum yang terkait dengan karakteristik campuran lainnya (VITM, VFWA, FLOW)

Stabilitas (Stability)

Gambar 2 terlihat pengaruh variasi kadar aspal terhadap stabilitas campuran beton aspal. Pada gambar tampak bahwa ada kecenderungan stabilitas naik dengan bertambahnya kadar aspal dan seterusnya pada batas tertentu bila kadar aspal bertambah nilai stabilitas cenderung menurun.

Nilai stabilitas baik pada campuran normal maupun pada campuran pasir pantai ternyata memenuhi persyaratan > 750 kg.

Kelelahan (Flow)

Pada gambar 3 menunjukkan bahwa dengan penambahan kadar aspal nilai flow cenderung semakin besar, hal ini logis dengan bertambahnya kadar aspal campuran lebih plastis. Nilai flow yang memenuhi persyaratan adalah pada kadar aspal 4,74% - 6,5% untuk campuran normal dan 4,5% - 6,375% untuk campuran pasir pantai.

Rongga terisi Aspal (Void Filled with Asphalt, VFWA)

Pada gambar 4 terlihat bahwa nilai VFWA ada kecenderungan naik seiring dengan bertambahnya kadar aspal. Nilai VFWA terlalu tinggi akan terjadi bleeding, demikian sebaliknya nilai VFWA rendah stabilitas rendah dan campuran menjadi porous, aspal menjadi getas karena terjadi oksidasi. Nilai VFWA yang memenuhi persyaratan adalah pada kadar aspal 5,627%-5,895% untuk campuran normal dan 5,183%-5,465% untuk campuran pasir pantai. VFWA menurut standard AASHTO maupun Bina Marga untuk campuran beton aspal antara 75%-82%.

Rongga dalam Campuran (Void In the Mix, VITM)

Pada gambar 5, menunjukkan bahwa nilai VITM turun dengan naiknya kadar aspal. Meningkatnya kadar aspal pada batas-batas

tertentu akan mengakibatkan volume rongga di dalam campuran berkurang. Penggunaan pasir pantai untuk campuran beton aspal, campuran cenderung lebih rapat dan kaku. Nilai VITM yang memenuhi persyaratan adalah pada kadar aspal 5,433%-5,861% untuk campuran normal dan 4,725%-5,486% untuk campuran pasir pantai. Bina Marga mensyaratkan VITM 3%-5%.

Marshall Quotient (MQ)

Terlihat pada gambar 6. Bahwa dengan bertambahnya kadar aspal nilai MQ mengalami penurunan baik pada campuran normal maupun pasir pantai. Campuran beton aspal dengan nilai Marshall Quotient rendah maka campuran yang dihasilkan akan terlalu plastis dan berakibat perkerasan akan mengalami deformasi bila menerima beban lalu lintas. Begitu juga sebaliknya nilai Marshall Quotient tinggi campuran menjadi kaku dan fleksibilitasnya rendah. Nilai Marshall Quotient yang memenuhi persyaratan Bina Marga adalah pada kadar aspal 4,5%-6,5% untuk campuran normal dan pasir pantai.

UJI MARSHALL DENGAN KADAR ASPAL OPTIMUM 5,32%

Pemakaian aspal dalam campuran beton aspal sangat menentukan sifat-sifat karakteristik campurannya. Untuk mendapatkan hasil yang optimum maka digunakan kadar aspal optimum. Tabel 8 menunjukkan hasil uji Marshall dengan kadar aspal optimum. Adapun nilai-nilai (Density, Stabilitas, Flow, VFWA, VITM, Marshall Quotient) campuran pasir pantai, perilaku perkerasan tidak berbeda jauh. Dan masih dalam koridor batas persyaratan Bina Marga.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Pasir pantai yang digunakan sebagai benda uji dalam penelitian ini termasuk batuan karbonat dimana proses terjadinya pasir dari perombakan terumbu, dalam istilah petrologi adalah fosciliterus limestone. Sifat-sifat pasir pantai sebagai agregat halus campuran beton aspal. Diuji di laboratorium menunjukkan sebagai berikut.
2. Berat jenis semu 2,765gr/cc, keawetan (soundness) 2,4%, sand equivalent 97,56%, penyerapan terhadap air 3,459%, kandungan garam 16,85%.
3. Berdasarkan pada tinjauan nilai-nilai Marshall karakteristik campuran beton aspal dengan pasir pantai mampu memenuhi persyaratan yang ditetapkan oleh Bina Marga dalam petunjuk pelaksanaan lapis beton aspal No. 13/PT/B/1SPS
4. Di Indonesia pasir pantai tersebar cukup luas dengan jumlah deposit yang cukup besar. Dengan pemeriksaan yang tepat dan cermat, maka pemanfaatan pasir pantai sebagai campuran beton aspal salah satu solusi, khusus bagi daerah yang memiliki deposit pasir pantai, tetapi sulit untuk mendapatkan batuan beku.

Saran

1. Penggunaan pasir pantai sebagai bahan susun untuk campuran beton aspal masih perlu dikaji dan diteliti secara mendalam sifat kimia batuan terutama pada mekanisme lekatan batuan pasir pantai terhadap aspal, pengaruh kadar garam terhadap sifat aspal.
2. Perlu diteliti lebih lanjut sifat-sifat, karakteristik beton aspal yang lain yaitu nilai struktural, skidresistance, fleksibilitas, impermeabilitas campuran.

DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jenderal Bina Marga, 1983. *Petunjuk Pelaksanaan Lapis Beton Aspal (LASTON) No. 13/PT/B/1983*. Jakarta
- Hayward, RK, 1980 "*Rational Pavement Design*" Proceeding : IRF Nairobi
- Krebs, RD and Walker, RD, 1971. "*Highway Materials* Mc Graw Hill
- The Asphalt Institute, 1983, *Principle of Construction of Hotmix Asphalt Pavement*, (MS-22), Maryland, USA
- The Asphalt Institute, 1986, "*Asphalt Technology of Construction Practices Instructor's Guide*" (MS-2), Maryland, USA.
- The Asphalt Institute, "*Models Construction Spesification for Asphalt Concrete and other Plat Mix Types*," (SS-1), Maryland, USA