

PENGARUH PASIR PANTAI SIPELOT SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT 0/5 CAMPURAN HOT ROLLED SHEET – WEARING COURSE (HRS-WC)

Galang Setiyo, Bambang Wedyantadji², Vega Aditama³
¹²³⁾ Jurusan Teknik Sipil S-1 Institut Teknologi Nasional Malang
Email : galangsetiyo86@gmail.com¹

ABSTRACT

Equitable infrastructure development continues to experience growth not only in Java but throughout Indonesia, especially in road construction. requires alternative materials of other natural sources in order to always meet the needs in road construction. Beach sand can affect the parameter values of the Marshall Test characteristics. Therefore, this study is expected to produce a better mixture of HRS-WC pavements. The research method used was experimental which was carried out at the Civil Engineering Construction Materials Laboratory of the National Institute of Technology Malang from February to May 2020. This study used variations in the levels of Sipelot Beach Sand of 25%, 50%, 75%, 100%, to find the optimum percentage. , in terms of the Marshall characteristic value. Based on the results of testing Sipelot beach sand as a substitute for aggregate 0/5 in the Hot Rolled Sheet-Wearing Course (HRS-WC) mixture with beach sand variations of 25%, 50%, 75% and 100% affect the Marshall characteristic values. Hypothesis testing for stability, VIM, VMA, MQ and VFA obtained $F_{count} > F_{table}$ and it can be stated that there is a significant effect by adding variations in beach sand, while for flow there is no significant effect. The optimum percentage of use of beach sand was obtained at a variation of 37.63% with a stability value of 1178.93 kg, flow 3.53 mm, VIM 4.88%, VMA 19.78%, VFA 75.34%, and Marshall Quotient 335.20 Kg / mm.

Keywords : *Hot Rolled Sheet-Wearing Course, Marshall Method, Sand Beach.*

ABSTRAK

Pemerataan pembangunan infrastruktur terus mengalami pertumbuhan tidak hanya di Pulau Jawa saja tetapi diseluruh wilayah Indonesia, khususnya pada pembangunan jalan raya. membutuhkan bahan alternatif sumber alam lainnya agar selalu memenuhi kebutuhan dalam pembangunan jalan raya. Pasir Pantai dapat mempengaruhi nilai parameter karakteristik *Marshall Test*. oleh karena itu penelitian ini diharapkan menghasilkan campuran perkerasan HRS-WC yang lebih baik. Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimental yang dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Sipil Institut Teknologi Nasional Malang pada Februari hingga Mei 2020. Pada penelitian ini menggunakan variasi kadar Pasir Pantai Sipelot 25%, 50%, 75%, 100%, untuk mencari persentase yang optimum, ditinjau dari nilai karakteristik *Marshall*. Berdasarkan hasil pengujian pasir pantai Sipelot sebagai pengganti agregat 0/5 pada campuran *Hot Rolled Sheet-Wearing Course* (HRS-WC) dengan variasi pasir pantai 25%, 50%, 75% dan 100% mempengaruhi nilai karakteristik Marshall. Pengujian hipotesis untuk Stabilitas, *VIM*, *VMA*, *MQ* dan *VFA* didapatkan $F_{hitung} > F_{tabel}$ dan dapat dinyatakan adanya pengaruh yang signifikan dengan penambahan variasi pasir pantai, sedangkan untuk flow tidak ada pengaruh yang signifikan. Persentase optimum penggunaan pasir pantai diperoleh pada variasi 37,63% dengan nilai stabilitas 1178,93 Kg, flow 3,53 mm, VIM 4,88%, VMA 19,78%, VFA 75,34%, dan Marshall Quotient 335,20 Kg/mm.

Kata kunci : *Hot Rolled Sheet-Wearing Course, Metode Marshall, Pasir Pantai.*

1. PENDAHULUAN

Pemerataan pembangunan infrastruktur terus mengalami pertumbuhan tidak hanya di Pulau Jawa saja tetapi diseluruh wilayah Indonesia, khususnya pada pembangunan jalan raya. Dari data Kementerian Pekerjaan Umum dan Dinas Pekerjaan Umum Pemerintah Prov/Kab/Kota Panjang jalan menurut jenis permukaannya tahun 2017 jalan ber-aspal

mencapai 321.093 km, jalan tidak ber-aspal mencapai 218.260 km, sehingga total Panjang jalan pada tahun 2017 adalah 539.353 km dan akan terus mengalami pertumbuhan seiring meningkatnya kebutuhan sarana transportasi untuk mempermudah masyarakat melakukan segala kegiatan social dan ekonomi sehari harinya sehingga membutuhkan bahan alternatif sumber alam lainnya agar selalu memenuhi kebutuhan dalam pembangunan jalan raya. Pasir

pantai adalah jenis pasir yang didapatkan dari pesisir pantai. Pasir pantai yang memiliki butiran halus berkisar 0,55-2.5 mm, berbeda dengan pasir darat yang rata-rata antara 0.55-3 mm. Hal ini karena pasir pantai terbentuk akibat pengikisan batu yang disebabkan erosi gelombang laut, sedangkan pasir darat berasal dari pecahan batu atau diambil dari sungai. Pasir pantai harus dimanfaatkan sebaik-baiknya pada campuran aspal, Hal ini adalah upaya dalam mencari material alternatif mengatasi sumber agregat yang semakin hari semakin terbatas untuk di dapatkan di wilayah-wilayah tertentu di Indonesia, karena pembangunan Infrastruktur yang semakin pesat. Pasir pantai yang di gunakan berasal dari pantai Sipelot Desa Pujiharjo, Kecamatan Tirtoyudo, Kabupaten Malang, Provinsi Jawa Timur.

Dari beberapa permasalahan diatas, diketahui bahwa pasir pantai digunakan sebagai material alternatif dan diharapkan dapat meningkatkan kualitas campuran aspal terutama nilai karakteristik *Marshall*. Maka rumusan yang dapat diambil yaitu mencari persentase yang optimum, ditinjau dari nilai karakteristik *Marshall*

2. TINJAUAN PUSTAKA

Lapisan Beton Aspal

Beton Aspal (*Hotmix*) merupakan campuran agregat kasar, agregat halus, dan bahan pengisi (*filler*) dengan bahan pengikat aspal dengan kondisi suhu tinggi dengan komposisi yang diteliti dan diatur oleh spesifikasi teknis. Campuran aspal panas adalah suatu campuran perkerasan jalan lentur yang terdiri dari agregat kasar, agregat halus, *filler*, dan bahan pengikat aspal dengan perbandingan tertentu dan dicampur dalam kondisi panas.

Tabel 1. Nominal Minimum Campuran

Jenis Campuran		Simbol	Tebal Nominal Minimum (cm)
Latasir Kelas A		SS-A	1,5
Latasir Kelas B		SS-B	2,0
Lap. Tipis Abu Batu		STS	1,5
Lap. Tipis Abu Batu Kasar		STK	2,0
Lataston	Lapis Permukaan	HRS-A	3,0
	Lapis Pondasi	HRS-B	3,5
Laston	Lapis Permukaan	AC	4,0
	Lapis Pondasi	ATB	5,0

Karakteristik Beton Aspal

Terdapat tujuh karakteristik campuran yang harus dimiliki oleh beton aspal yaitu stabilitas, keawetan, kelenturan atau fleksibilitas, ketahanan terhadap kelelahan (*fatigue resistance*), kekesatan permukaan

atau ketahanan geser, kedap air dan kemudahan pelaksanaan (*workability*).

Hot Rolled Sheet – WC (HRS-WC)

Lataston merupakan lapisan permukaan yang terdiri dari campuran antara agregat bergradasi timpang, mineral pengisi (*Filler*), dan aspal IP 60 atau 80 yang dicampur dalam keadaan panas dengan tebal padat antara 2,5 – 3 cm. *Filler* atau material pengisi yang sering digunakan adalah abu batu, kapur padam, semen portland, atau bahan non plastis lainnya yang lolos ayakan No.200 sama atau lebih besar dari 75% berat *filler* abu batu. Lataston terdiri dari dua macam campuran yaitu lataston lapis pondasi (HRS – Base) dan lataston permukaan (HRS – WC) dengan ukuran maksimum agregat masing-masing campuran adalah 19 mm. HRS – Base mempunyai proporsi fraksi agregat kasar lebih besar dari pada HRS – WC

Tabel 2. Ketentuan Sifat Campuran HRS

Sifat-sifat Campuran		Lataston	
		Lapis Aus	Lapis Pondasi
Kadar aspal efektif (%)	Min	5,9	5,5
Jumlah tumbukan per bidang		50	
Rongga dalam campuran (%) ⁽⁴⁾	Min	4,0	
	Maks	6,0	
Rongga dalam Agregat (VMA) (%)	Min	18	17
Rongga terisi aspal (%)	Min	68	
Stabilitas Marshall (kg)	Min	600	
Marshall Quotient (kg/mm)	Min	250	
Stabilitas Marshall Sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam, 60 °C ⁽⁵⁾	Min	90	

Tabel 3. Gradasi Agregat Untuk Campuran Aspal

Ukuran Sariigan		Persen Berat Lolos						
(mm)	(ASTM)	SS	STS	STK	HRS-A	HRS-B	AC	ATB
37,5	1,5"	-	-	-	-	-	-	-
25,0	1"	-	-	-	-	-	-	100
19,0	3/4"	-	-	-	100	100	100	90-100
12,7	1/2"	-	-	100	80-100	75-100	90-100	65-90
9,5	3/8"	100	100	95-100	60-85	57-80	60-85	55-80
4,75	#4	95-100	95-100	75-100	56-80	48-75	38-55	35-60
2,36	#8	70-95	80-95	55-90	53-78	38-70	27-40	24-45
1,18	#16	45-80	60-85	44-80	40-70	29-60	17-30	15-34
0,600	#30	30-65	45-74	32-70	25-60	19-47	14-24	9-25
0,300	#50	22-50	30-62	20-60	13-48	12-35	9-18	5-17
0,150	#100	19-34	16-40	12-50	8-30	6-25	5-12	3-12
0,075	#200	6-18	6-18	6-12	5-10	5-9	2-8	2-9

Aspal

Aspal adalah material utama pada konstruksi lapis permukaan lentur (*flexible pavement*) jalan raya, yang berfungsi sebagai bahan pengikat karena mempunyai daya lekat yang kuat, mempunyai sifat adhesif, kedap air dan mudah dikerjakan.

Pasir Pantai

Pasir pantai adalah jenis pasir yang didapatkan dari pesisir pantai yang memiliki butiran halus berkisar 0,55-2,5 mm. Pasir pantai umumnya merujuk pada logam berat seperti biji besi dan timah yang terkandung. Kandungan mineral pada pasir pantai biasanya ditemukan di daerah aluvial, seperti aliran sungai atau laut yang terhubung dengan sumber vulkanik. Di alam, pasir pantai ditemukan dengan kemurnian yang bervariasi tergantung pada proses terbentuknya disamping adanya material lain yang ikut selama proses pengendapan. Material dengan unsur yang dominan berkontribusi sebagai pemberi warna pada pasir pantai dan warna tersebut dapat diperkirakan derajat kemurniannya. Salah satu kandungan pasir pantai adalah kalsium.

Pengujian Marhsall

Pengujian *marshall* dimaksudkan dengan tujuan untuk menentukan ketahanan/stabilitas terhadap kelelahan plastis/*flow* dari campuran aspal agregat, kelelahan plastis/*flow* adalah keadaan perubahan bentuk suatu campuran aspal yang terjadi akibat suatu beban sampai batas runtuh yang dinyatakan dalam milimeter atau 0.01 inch. serta analisa kepadatan dan pori dari campuran padat yang terbentuk. Pengujian ini menghasilkan sejumlah data parameter Marshall dan terdiri dari Stabilitas, Flow, rongga antar butir agregat (VMA), rongga dalam campuran (VIM), rongga terisi bitumen (VFB), dan Marshall Quotient (MQ).

Pengolahan Data

Setelah data berhasil dikumpulkan menggunakan teknik pengumpulan data yang tepat, kegiatan selanjutnya adalah mengolah atau menganalisis data. Pengolahan atau analisis data dapat dilakukan secara kualitatif atau kuantitatif.

3. METODE PENELITIAN

Rancangan penelitian dibuat untuk menyusun penelitian yang akan dilakukan sehingga dalam pelaksanaan penelitian nantinya dapat terarah sesuai dengan apa yang telah direncanakan. Berikut Rancangan penelitian yang dilakukan :

1. Studi Pustaka

Studi putaka bertujuan untuk mengkaji hubungan variabel yang akan diteliti dengan mempelajari teori-teori yang ada untuk merumuskan hipotesis penelitian. Sehingga didapatkan prosentase penggunaan Pasir Pantai sebagai bahan pengganti yaitu 25%, 50%, dan 75% terhadap KAO. Kemudian hasil yang diperoleh dianalisa, dievaluasi, dan ditarik kesimpulan.

2. Studi Eksperimen

Studi eksperimen dilakukan pengujian campuran HRS-WC (*Hot Rolled Sheet – Wearing Course*) di Laboratorium Bahan Kontruksi Institut

Teknologi Nasional Malang Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Malang. untuk mendapatkan data-data yang diperlukan dan di analisa secara statistik untuk menguji hipotesa sehingga didapat kesimpulan akhir.

Persiapan Bahan

Bahan-bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini antara lain:

1. Agregat 0/5, 5/10, 10/10 diambil dari AMP PT. Sriwijaya 87, Kabupaten Malang.
2. Agregat 0/5 berupa pasir pantai yang di ambil dari Pantai Sipelot, Desa Pujiharjo, Kecamatan Tirtoyudo, Kabupaten Malang, Provinsi Jawa Timur.
3. Bahan pengisi (*filler*) yang digunakan adalah Semen Gresik
4. Aspal yang digunakan adalah produksi Pertamina dengan penetrasi 60/70.

Persiapan Alat

Adapun alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini semuanya terdapat didalam Laboratorium Bahan Kontruksi ITN Malang. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Seperangkat alat pengujian aspal
2. Seperangkat alat pengujian agregat
3. Seperangkat alat untuk metode *marshall*

Proses Penelitian

1. Perendaman Pasir Pantai Sipelot selama 4 hari untuk mengurangi kadar garam.
2. Penentuan kadar aspal rencana

Penelitian ini dilakukan dengan membuat perkiraan kadar aspal rencana (P), sebanyak 5 variasi kadar aspal yang berbeda setiap 0,5% dengan rincian 2 variasi kadar aspal di atas P (+0,5%; +1%) dan 2 variasi kadar aspal di bawah P (-0,5%; -1%) dengan masing-masing kadar aspal dibuat 3 benda uji. Setiap benda uji kemudian dipadatkan sebanyak 2x50 kali tumbukan (Spesifikasi Umum Bina Marga 2018). Rumus yang digunakan untuk menentukan kadar aspal rencana:

$$P = 0,035 (CA+MA) + 0,045 (FA) + 0,18 (Filler) + \text{Konstanta}$$

3. Pembuatan Benda Uji

Pengumpulan benda uji dengan cara membuat sempel dengan mencetak benda uji berbentuk silinder dengan diameter 10,16 cm dan tinggi benda uji 6,35 cm, dan dibutuhkan ± 1200 gr campuran bahan untuk masing-masing benda uji. Benda uji ini dibuat melalui proses pemanasan, pengadukan, dan pemadatan antara campuran agregat dan aspal (sesuai dengan SNI 06-2489-1991). Sehingga didapatkan KAO (Kadar Aspal Optimum) pada campuran HRS – WC untuk selanjutnya digunakan dalam penambahan Aspal Buton.

4. Analisis Data

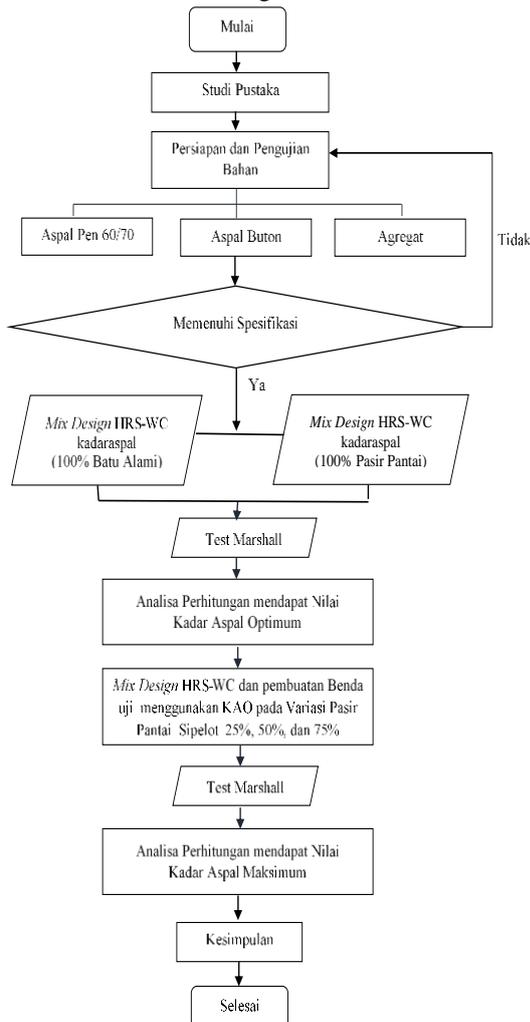
Pada tahap ini semua data yang diperoleh dari hasil pengujian dianalisis untuk menentukan karakteristik marshall.

Tabel 4. Jumlah Sampel Benda Uji

Pengujian	Kadar Aspal %					Jumlah Sampel
	P-1	P-0.5	P	P+0.5	P+1	
Penentuan Kadar Aspal optimum (100% Batu Alam)	3	3	3	3	3	15
Penentuan Kadar Aspal optimum (100% Pasir Pantai)	3	3	3	3	3	15
KAO %	Variasi kadar agregat (Pasir Pantai)					9
	25%	50%	75%			
	3	3	3			
Total Benda Uji						39

Berikut *Flowchart* penelitian :

Gambar . Diagram Alir Penelitian



4. PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Agregat

Dari hasil pengujian agrerat di Laboratorium diketahui bahwa agregat dari AMP Sriwijaya 87, Kendalpayak Kec. Pakisaji, Kab, Malang, Jawa Timur memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 untuk digunakan sebagai bahan material perkerasan jalan untuk campuran beraspal panas seperti pada tabel berikut ini:

Tabel 5. Hasil Pengujian Agregat

No.	Pengujian	Hasil	Spesifikasi Umum Binda Marga 2018	Keterangan
1	Berat Isi Agregat 10/10	1,43 gr/cm ³		
		1,48 gr/cm ³		
		1,49 gr/cm ³		
2	Berat Isi Agregat 5/10	1,34 gr/cm ³		
		1,42 gr/cm ³		
		1,43 gr/cm ³		
3	Berat Isi Agregat 0/5	1,64 gr/cm ³		
		1,72 gr/cm ³		
		1,74 gr/cm ³		
4	Angka Angularitas Kasar	2,27	0 - 12	Memenuhi
5	Berat Jenis Agregat 10/10	2,65	Min. 2,5	Memenuhi
		Penyerapan Agregat 10/10	2,15 %	Maks. 3%
6	Berat Jenis Agregat 5/10	2,60	Min. 2,5	Memenuhi
		Penyerapan Agregat 5/10	2,65 %	Maks. 3%
7	Berat Jenis Agregat 0/5	2,60	Min. 2,5	Memenuhi
		Penyerapan Agregat 0/5	2,32 %	Maks. 3%
8	Flakiness Kasar	19,90 %	Maks 25%	Memenuhi
9	Impact Value	9,39 %	Maks. 30%	Memenuhi
10	Kausan Agregat Kasar	23,72 %	Maks. 40%	Memenuhi

Hasil Pengujian Aspal

Dari hasil pengujian agrerat di Laboratorium diketahui bahwa agregat dari AMP Sriwijaya 87, Kendalpayak Kec. Pakisaji, Kab, Malang, Jawa Timur memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 untuk digunakan sebagai bahan material perkerasan jalan untuk campuran beraspal panas seperti pada tabel berikut ini:

Tabel 6. Hasil Pengujian Aspal

No.	Pengujian	Hasil	Spesifikasi Umum Bina Marga 2018
1	Penetrasi Sebelum Kehilangan Berat	69,70 10 ⁻¹ mm	60 - 70
2	Penetrasi Setelah Kehilangan Berat	68,60 10 ⁻¹ mm	Min. 54
3	Titik Nyala dan Titik Bakar Aspal	314/319 °c	Min. 232
4	Titik Lembek Aspal dan Ter Sebelum Kehilangan Berat	54,5 °c	Min. 48
5	Titik Lemebk Aspal dan Ter Setelah Kehilangan Berat	53,5 °c	Min. 48
6	Berat Jenis Aspal Keras	1,06 gr/cm ²	Min. 1
7	Kehilangan Berat Minyak	0,187 %	Maks. 0,8
8	Daktilitas Sebelum Kehilangan Berat	150 cm	Min. 100 cm
9	Daktilitas Setelah Kehilangan Berat	133,75 cm	Min. 100 cm

Hasil Pengujian Pasir Pantai Sipelot

Dari hasil pengujian Pasir Pantai Sipelot yang di uji di Laboratorium Bahan Konstruksi, Program Studi Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional Malang, Jalan Bendungan Sigura – gura No.2 Malang, Jawa Timur. Pasir Pantai Sipelot didapat kan berat jenisnya sebesar 2,68% dan penyerapan sebesar 1,40% yang mana telah memenuhi persyaratan.

Tabel 7. Hasil Analisa Saringan Aspal Buton

Ukuran saringan			Berat tertahan (gram)	Kumulatif (gram)	Prosentase	
					tertahan	Lolos
25	mm	(1")	0.0	0.00	0.00	100.00
19	mm	(3/4")	0.0	0.00	0.00	100.00
12.5	mm	(1/2")	0.0	0.00	0.00	100.00
9.5	mm	(3/8")	0.0	0.00	0.00	100.00
4.75	mm	(No. 4)	9.5	9.50	0.48	99.52
2.36	mm	(No. 8)	237.2	246.70	12.34	87.66
2	mm	(No. 10)	75.4	322.10	16.11	83.89
1.18	mm	(No. 16)	188.8	510.90	25.55	74.45
0.71	mm	(No. 25)	354.5	865.40	43.27	56.73
0.6	mm	(No. 30)	227.7	1093.10	54.66	45.34
0.425	mm	(No. 40)	192.3	1285.40	64.28	35.72
0.28	mm	(No. 50)	221.2	1506.60	75.34	24.66
0.15	mm	(No. 100)	129.8	1636.40	81.83	18.17
0.075	mm	(No. 200)	215.9	1852.30	92.62	7.38
p a n			147.5	1999.80	100.00	0.00
Total berat			1999.80			

Tabel 8. Hasil Pengujian Pasir Pantai Sipelot

No.	Pengujian	Hasil	Spesifikasi Bina Bina Marga	Keterangan
1	Berat isi Agregat 10/20	-		
		-		
		-		
2	Berat isi Agregat 10/10	1.43		
		1.48		
		1.49		
3	Berat isi Agregat 5/10	1.34		
		1.42		
		1.43		
4	Berat isi Agregat 0/5	1.72		
		1.75		
		1.71		
5	Berat Jenis Agregat 10/10	2.65	Min. 2.5	Memenuhi
	Penyerapan Agregat 10/10	2.15%	Maks 3 %	Memenuhi
6	Berat Jenis Agregat 5/10	2.60	Min. 2.5	Memenuhi
	Penyerapan Agregat 5/10	2.65%	Maks 3 %	Memenuhi
7	Berat Jenis Agregat 0/5	2.68	Min. 2.5	Memenuhi
	Penyerapan Agregat 0/5	1.40%	Maks 3 %	Memenuhi
8	Angka Angularitas Kasar	2.27	0 - 12	Memenuhi
9	Flakiness	19.90	Maks 25 %	Memenuhi
10	Impact Value	9.39	Maks 30 %	Memenuhi
11	Abrasi	23.72	Maks 30 %	Memenuhi

Hasil Analisa Saringan Agregat 10/10, Agregat 5/10, dan Agregat 0/5 Batu Pecah

Tahap rancangan campuran di Laboratorium dilaksanakan setelah pemeriksaan apakah agregat dan aspal yang akan dipergunakan memenuhi spesifikasi material campuran. Hasil pengujian analisa saringan yang sudah dilakukan pengujian yaitu agregat 10/10, 5/10 dan 0/5 selanjutnya didapatkan presentase lolos yang akan digunakan dalam mix design untuk mencari komposisi campuran.

Tabel 9. Saringan digunakan untuk Campuran HRS-WC Agregat 10/10

Ukuran sa ringan	Berat tertahan (gram)	Kumulatif (gram)	Prosentase	
			tertahan	Lolos
19 mm (3/4")	0	0	0,00	100,00
12,5 mm (1/2")	125,1	125.1	1,253	98,75
9,5 mm (3/8")	6795,9	6921	69,3	30,7
4,75 mm (No. 4)	2475	9396	94,08	5,917
2,36 mm (No. 8)	387,8	9784	97,97	2,034
1,18 mm (No. 16)	130	9914	99,27	0,732
0,6 mm (No. 30)	3,3	9917	99,3	0,699
0,28 mm (No. 50)	13,7	9931	99,44	0,562
0,15 mm (No. 100)	13,6	9944	99,57	0,426
0,075 mm (No. 200)	25,9	9970	99,83	0,166
p a n	16,6	9987	100	0
Total berat	9986,9			

Tabel 10. Saringan digunakan untuk Campuran HRS-WC Agregat 5/10

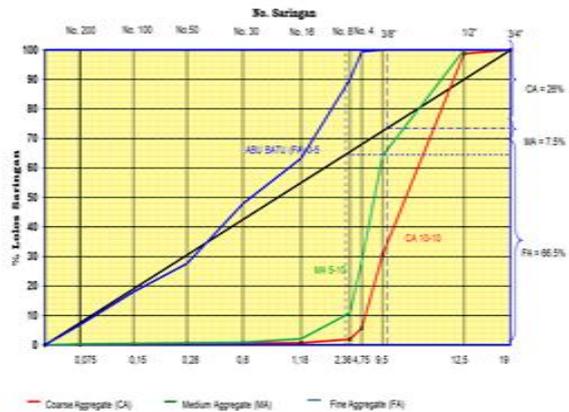
Ukuran saringan	Berat tertahan (gram)	Kumulatif (gram)	Prosentase	
			tertahan	Lolos
19 mm (3/4")	0	0	0	100
12,5 mm (1/2")	0	0	0	100
9,5 mm (3/8")	3583.8	3584	35,87	64,13
4,75 mm (No. 4)	3556	7140	71,47	28,53
2,36 mm (No. 8)	1760	8900	89,09	10,91
1,18 mm (No. 16)	877,9	9778	97,87	2,125
0,6 mm (No. 30)	123,5	9901	99,11	0,889
0,28 mm (No. 50)	14,1	9916	99,25	0,748
0,15 mm (No. 100)	15,3	9931	99,41	0,595
0,075 mm (No. 200)	25,9	9957	99,66	0,335
p a n	33,5	9990	100	0
Total berat	9990,2			

Tabel 11. Saringan digunakan untuk Campuran HRS-WC Agregat Halus 0/5

Ukuran saringan	Berat tertahan (gram)	Kumulatif (gram)	Prosentase	
			tertahan	Lolos
19 mm (3/4")	0	0	0	100
12,5 mm (1/2")	0	0	0	100
9,5 mm (3/8")	0	0	0	100
4,75 mm (No. 4)	9.8	9.8	0,49	99,51
2,36 mm (No. 8)	190,1	199,9	9,997	90
1,18 mm (No. 16)	535,1	735	36,76	63,24
0,6 mm (No. 30)	305,2	1040	52,02	47,98
0,28 mm (No. 50)	405,8	1446	72,32	27,68
0,15 mm (No. 100)	190,7	1637	81,86	18,14
0,075 mm (No. 200)	226,5	1863	93,18	6,817
p a n	136,3	2000	100	0
Total berat	1999,5			

Menentukan Komposisi Agregat Campuran HRS-WC Alami

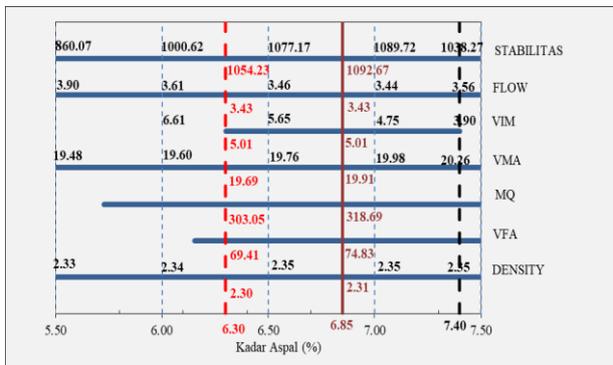
Pemeriksaan analisa gradasi bertujuan untuk mengetahui berat dan prosentase agregat yang lolos pada masing – masing saringan. Maka selanjutnya dihitung proporsi agregat dalam campuran dengan menggunakan metode grafis seperti pada grafik dan tabel komposisi campuran agregat dibawah ini:



Gambar 3. Diagram Diagonal Komposisi Campuran Agregat Alami

Setelah proporsi masing-masing agregat diketahui yang dapat dilihat pada gambar 3. Maka dilanjutkan menyusun komposisi campuran untuk agregat dan aspal.

Lalu dilakukan pembuatan benda uji melalui proses pemanasan, pengadukan, dan pemadatan antara campuran agregat alami dan aspal (sesuai dengan SNI 06-2489-1991). Setelah itu pengujian *marshall*. Untuk diketahui kadar aspal optimumnya. Berikut hasil perolehan data dari setiap parameter *marshall* berupa diagram batang menggunakan acuan Spesifikasi umum Bina Marga 2018 :



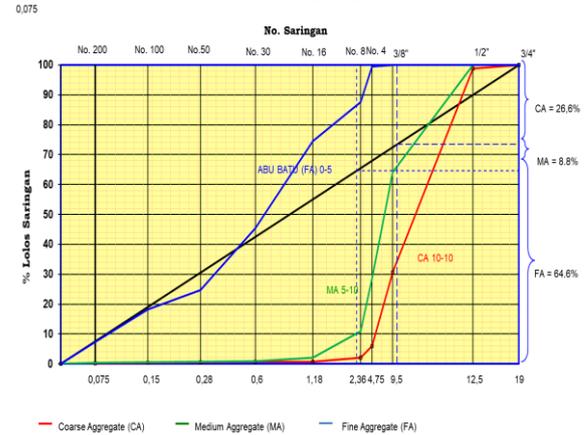
Gambar 4 Diagram Batang Kadar Aspal Optimum Agregat Alami

Dari diagram batang diatas maka didapatkan nilai Kadar Aspal Minimum sebesar 6,30 %, dan Kadar Aspal Maksimum 7,40 %. Lalu penentuan Kadar

aspal optimum ini didapatkan berdasarkan nilai rata rata minimum serta maksimum sehingga didapatkan Kadar Aspal Optimal (KAO) sebesar 6,85%.

Menentukan Komposisi Agregat Campuran HRS-WC Pasir Pantai Sipelot

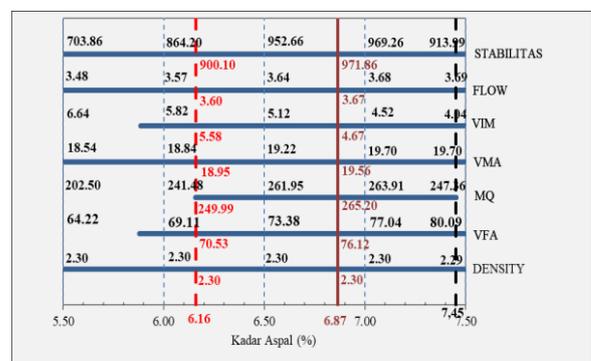
Pemeriksaan analisa gradasi bertujuan untuk mengetahui berat dan prosentase agregat yang lolos pada masing – masing saringan. Maka selanjutnya dihitung proporsi agregat dalam campuran dengan menggunakan metode grafis seperti pada grafik dan tabel komposisi campuran agregat dibawah ini:



Gambar 5. Diagram Diagonal Komposisi Campuran Agregat Pasir Pantai Sipelot

Setelah proporsi masing-masing agregat diketahui yang dapat dilihat pada gambar 5. Maka dilanjutkan menyusun komposisi campuran untuk agregat dan aspal.

Lalu dilakukan pembuatan benda uji melalui proses pemanasan, pengadukan, dan pemadatan antara campuran agregat pasir pantai Sipelot dan aspal (sesuai dengan SNI 06-2489-1991). Setelah itu pengujian *marshall*. Untuk diketahui kadar aspal optimumnya. Berikut hasil perolehan data dari setiap parameter *marshall* berupa diagram batang menggunakan acuan Spesifikasi umum Bina Marga 2018 :



Gambar 6 Diagram Batang Kadar Aspal Optimum Agregat Pasir Pantai Sepelot

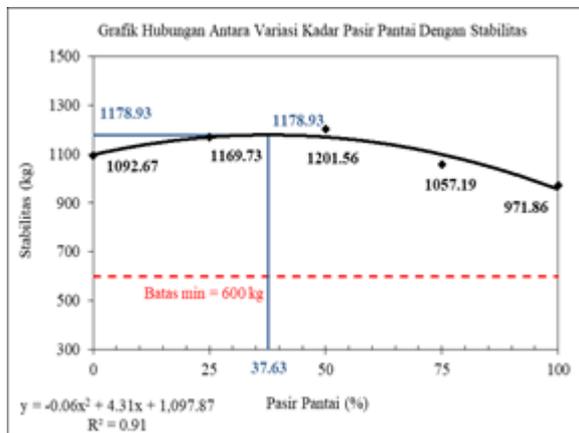
Dari diagram batang diatas maka didapatkan nilai Kadar Aspal Minimum sebesar 6,16%, dan Kadar Aspal Maksimum 7,45%. Lalu penentuan Kadar aspal optimum ini didapatkan berdasarkan nilai rata rata minimum serta maksimum sehingga didapatkan Kadar Aspal Optimal (KAO) sebesar 6,87%.

Komposisi Campuran Variasi

Tahap rancangan campuran di Laboratorium, Proporsi variasi campuran Pasir Pantai Sipelot dengan kadar variasi campuran 25%, 50% dan 75%.

Berikut hasil setiap parameter *Marshall* dengan Variasi campuran Pasir Pantai Sipelot dan Alami:

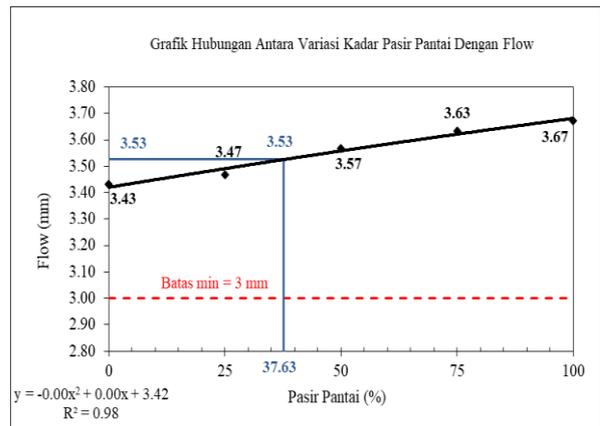
Stabilitas



Gambar 7 Hubungan Antara Kadar Variasi Pasir Pantai Sipelot dengan Stabilitas

Stabilitas adalah kemampuan perkerasan jalan untuk menahan beban lalu lintas tanpa mengalami perubahan bentuk tetap seperti gelombang, alur, dan *bleeding*. Dari hasil penelitian yang dilakukan stabilitas sendiri sebenarnya dipengaruhi oleh penambahan jumlah kadar pasir pantai 25%, 50%, 75%. Dari gambar 7 hubungan antara variasi kadar pasir pantai dengan stabilitas dapat dilihat bahwa nilai stabilitas mengalami kenaikan pada variasi 25% dan 50% masing-masing sebesar 1169,73 kg dan 1201,56 kg, akan tetapi variasi untuk 75% pasir pantai mengalami penurunan sebesar 1057,19 kg. Nilai stabilitas maksimum pada variasi kadar pasir pantai 25% hingga 100% tercapai pada saat variasi kadar pasir pantai 50% yaitu sebesar 1201,56 kg. Dilihat dari buku Spesifikasi Umum Bina Marga tahun 2018 tentang ketentuan sifat-sifat campuran lataston bahwa nilai stabilitas yang diperbolehkan atau minimum untuk lapisan permukaan / *HRS-WC* yaitu sebesar 600 kg. Jadi, nilai stabilitas dari semua variasi kadar pasir pantai tetap masuk / memenuhi persyaratan yang telah ditentukan oleh Bina Marga.

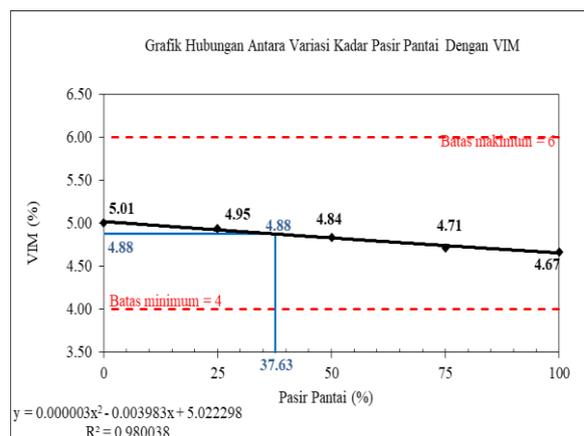
Flow



Gambar 8 Hubungan Antara Kadar Variasi Pasir Pantai Sipelot dengan Flow

Kelelahan plastis (*flow*) merupakan besarnya perubahan bentuk plastis benda uji campuran beraspal yang terjadi akibat menahan suatu beban yang diterimanya. Berdasarkan Gambar 8 hubungan antara variasi kadar pasir pantai dengan *flow* dapat diketahui bahwa pada penggunaan pasir pantai dimulai dari variasi kadar 25% nilai *flow* sebesar 3,47 mm hingga 100% nilai *flow* sebesar 3,67 mm, Maka dapat disimpulkan semakin besar kadar pasir pantai nilai *flow* semakin tinggi. Menurut spesifikasi yang dikeluarkan oleh Bina Marga Prov. Jatim 2018 mengenai ketentuan yang menjelaskan tentang sifat-sifat campuran lataston nilai *flow* minimum untuk lapis *HRS-WC* yaitu 3 mm, sehingga dari keseluruhan nilai *flow* yang didapatkan dalam variasi Kadar pasir pantai 25% hingga 100% telah memenuhi persyaratan.

VIM

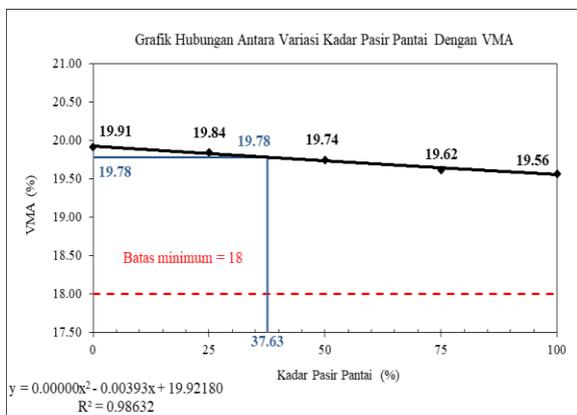


Gambar 9 Hubungan Antara Kadar Variasi Pasir Pantai Sipelot dengan VIM

Nilai VIM (Void In the Mix) merupakan nilai yang menunjukkan jumlah rongga dalam campuran. Nilai VIM berpengaruh terhadap keawetan dari campuran aspal tersebut, semakin tinggi nilai VIM

menunjukkan semakin besar rongga dalam campuran, sehingga campuran bersifat porous (impermeable). Sedangkan nilai VIM yang kecil akan memberikan campuran yang lebih kedap air sehingga akan meningkatkan kemampuan campuran. Namun nilai VIM harus sesuai dengan persyaratan yaitu 4-6%. Pada Gambar 9 menunjukkan bahwa pada penggunaan pasir pantai mengalami penurunan ketika penggunaan pasir pantai semakin besar. Dimana pada penggunaan pasir pantai 25% didapatkan nilai VIM 4,95% dan semakin menurun 4,67% pada penggunaan pasir pantai 100%. Variasi campuran dengan 25% pasir pantai lebih besar dibandingkan dengan variasi 100%. Nilai VIM dari semua benda uji dengan penggunaan pasir pantai dan tanpa menggunakan pasir pantai tetap memenuhi persyaratan DPU Bina Marga 2018.

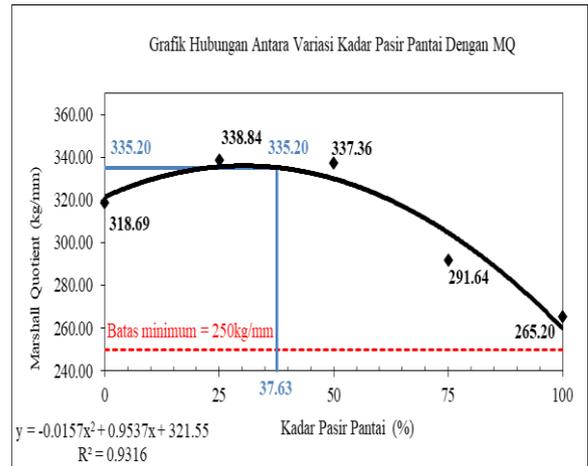
VMA



Gambar 10 Hubungan Antara Kadar Variasi Pasir Pantai Sipelot dengan VMA

Nilai VMA (*Voids in the Mineral Agregat*) merupakan nilai yang menyatakan banyaknya rongga diantara butir-butir agregat di dalam beton aspal padat, yang dinyatakan dalam nilai persen. Namun nilai VMA harus sesuai dengan persyaratan yang telah ditentukan oleh DPU Bina Marga tahun 2018 yaitu batas minimum 18%. Berdasarkan Gambar 10 hubungan antara variasi kadar pasir pantai dengan VMA menunjukkan nilai VMA semakin berkurang dengan seiring bertambahnya variasi kadar pasir pantai, dimana pada penggunaan variasi pasir pantai 25% dapat dilihat nilai VMA sebesar 19,84% dan terus mengalami penurunan sebesar 19,56% pada penggunaan variasi pasir pantai 100%. Nilai VMA dari semua benda uji dengan penggunaan pasir pantai dan tanpa menggunakan pasir pantai memenuhi persyaratan DPU Bina Marga 2018.

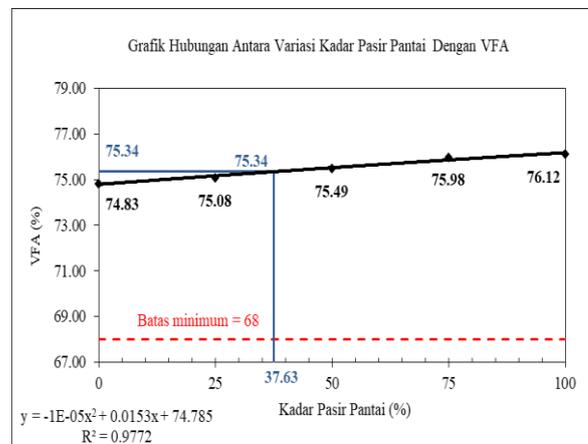
Marshall Quotient



Gambar 11 Hubungan Antara Kadar Variasi Pasir Pantai Sipelot dengan MQ

Marshall Quotient (MQ) merupakan hasil bagi antara stabilitas dengan kelelahan (*flow*). Berdasarkan Gambar 11 hubungan antara variasi kadar pasir pantai dengan MQ dapat diketahui bahwa pada variasi kadar pasir pantai 25% nilai MQ sebesar 338,84 kg/mm dan terus mengalami penurunan hingga pada variasi 100% didapatkan nilai MQ sebesar 265,20 kg/mm. Hal ini disebabkan karena semakin bertambahnya kadar variasi pasir pantai sebagai pengganti agregat 0/5 pada lapis permukaan / HRS-WC maka nilai MQ pun akan semakin mengalami penurunan. Nilai MQ tertinggi atau maksimum dalam variasi berada pada kadar variasi pasir pantai 25% dengan nilai 338,84 kg/mm. Dengan hasil ini nilai Marshall Quotient dari semua benda uji yang telah dibuat dan dilakukan tes masih memenuhi persyaratan yang ditetapkan oleh DPU Bina Marga 2018 dikarenakan batas minimum untuk nilai MQ adalah 250 kg/mm.

VFA



Gambar 12 Hubungan Antara Kadar Variasi Pasir Pantai Sipelot dengan VFA

Void Filled with Asphalt / Prosentase rongga dalam campuran yang terisi aspal adalah presentase rongga

dalam agregat padat yang terisi aspal. Untuk nilai *VFA* yang terlalu tinggi dapat menyebabkan naiknya aspal ke permukaan saat suhu perkerasan tinggi. Berdasarkan Gambar 12 hubungan antara variasi kadar pasir pantai dengan *VFA* dapat dilihat bahwa pada variasi kadar pasir pantai 25% hingga variasi kadar 100% nilai *VFA* mengalami peningkatan, sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa dengan bertambahnya variasi kadar pasir pantai sebagai pengganti agregat 0/5 pada lapis permukaan / *HRS-WC* akan mengalami kenaikan dan mempengaruhi nilai *VFA*. Dari variasi kadar pasir pantai 25% hingga 100% dapat dilihat nilai *VFA* tertinggi terdapat pada campuran kadar 100% dengan nilai sebesar 76,12%. Berdasarkan hasil spesifikasi yang telah dikeluarkan oleh Bina Marga 2018 tentang ketentuan sifat-sifat campuran laston nilai *VFA* minimum untuk lapis *HRS-WC* yaitu 68%, sehingga dari semua benda uji dengan variasi kadar pasir pantai yang telah dibuat maka hasil dari *VFA* telah memenuhi persyaratan yang telah ditentukan.

Parameter Karakteristik	Variasi Agregat Pasir Pantai (%)						Persyaratan
	0	25	37,63	50	75	100	
Stabilitas (Kg)	1092,67	1169,73	1178,93	1201,56	1057,19	971,86	Min 450
Flow (mm)	3,43	3,47	3,53	3,57	3,63	3,67	Min 3
VIM (%)	5,01	4,95	4,88	4,84	4,71	4,67	4-6
VMA (%)	19,91	19,84	19,78	19,74	19,62	19,56	Min 18
VFA (%)	74,83	75,08	75,34	75,49	75,98	76,12	Min 68
Marshall Quotient (Kg/mm)	318,69	338,84	335,20	337,36	291,64	265,20	Min 250

Tabel 12. Hasil Rekapitulasi Analisis Karakteristik Campuran Pasir Pantai dengan Variasi Kadar Pasir Pantai 25%, 50%, 75% dan 100% dan Persentase Optimum Pasir Pantai 37,63%.

Dari hasil pengujian pada variasi campuran Pasir Pantai Sipelot didapatkan nilai optimum pada variasi campuran 37,63%.

5. PENUTUP

Kesimpulan

- Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan didapat bahwa penggunaan pasir pantai Sipelot sebagai pengganti agregat 0/5 pada lapis *Hot Rolled Sheet-Wearing Course* (*HRS-WC*) dapat mempengaruhi nilai karakteristik *Marshall*. Dari pengujian hipotesis menunjukkan bahwa ada pengaruh yang signifikan terhadap Stabilitas $21,30 > 3,48$ Ha diterima Ho ditolak, VIM $46,569 > 3,48$ Ha diterima Ho ditolak, VMA $66,612 > 3,48$ Ha diterima Ho ditolak, MQ $10,077 > 3,48$ Ha diterima Ho ditolak, VFA $41,996 > 3,48$ Ha diterima Ho ditolak, namun flow $0,959 < 3,48$ Ha ditolak Ho diterima dan tetap memenuhi spesifikasi Bina Marga Jawa Timur 2018%

- Dari hasil pengujian *Marshall* nilai persentase optimum penggunaan pasir pantai terdapat pada kadar variasi 37,63% dengan nilai stabilitas sebesar 1178,93 kg, flow 3,53 mm, VIM 4,88%, VMA 19,78%, MQ 338,84 kg/mm dan VFA 75,34%

Saran

Untuk penelitian lebih lanjut, disarankan untuk :

- Untuk penelitian selanjutnya harap melakukan pengujian *Soundness test*/pelapukan untuk mengetahui kekekalan agregat terhadap pengaruh cuaca.
- Karakteristik pasir pantai di setiap daerah belum tentu sama, maka dicoba membandingkan dengan pasir pantai lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. *Buku Panduan Pratikum Bahan Jalan Institut Teknologi Nasional Malang*. Malang.
- Arifiardi, 2016. *Pengaruh Penggunaan Pasir Pantai Carita Sebagai Campuran Agregat Halus Pada Lapisan Permukaan Aspal Beton Terhadap Persyaratan Parameter Marshall*. Banten
- Aufi Shabrina, 2019. *Analisis Pemanfaatan Pasir Pantai Kemala Sebagai Bahan Tambah Campuran Asphalt Concrete – Wearing Course (AC-WC)*. Surakarta
- Direktorat Jendral Bina Marga. 1987. *Departemen Pekerjaan Umum RI Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton Untuk Jalan Raya SKBI-2.3.26PU*. Jakarta
- Direktorat Jendral Bina Marga. 2018. *Spesifikasi Umum Untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan Dan Jembatan*. Jakarta
- Hanindya Fatihatun Najihan, 2019. *Pengaruh Penggunaan Pasir Pantai Sebagai Bahan Pengganti Agregat Halus Dengan Penambahan Filler Abu Tebu Pada Campuran Aspal Terhadap Karakteristik Marshall*. Yogyakarta
- Pemerintah Provinsi Jawa Timur Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga. 2018. *Spesifikasi Umum Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Provinsi Jawa Timur*. Surabaya.
- Sudjana, 2002. *Metode Statistika*. Tarsito, Bandung.
- Sugiyono, 2014. *Statistika Untuk Penelitian*. Alfabeta, Bandung
- Sukirman, S. 1993. *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Nova. Bandung.
- Sukirman, S. 1999. *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Nova. Bandung.
- Sukirman, S. 2003. *Beton Aspal Campuran Panas*. Granit. Jakarta.
- Sukirman, S. 2007. *Agregat*. Granit. Jakarta

