

KARAKTERISTIK KINERJA CAMPURAN HRS-WC AKIBAT PERUBAHAN BENTUK AGREGAT KASAR

Halilintar Boma Y.K.O¹⁾, Komala Erwan²⁾, S. Nurlailly Kadarini²⁾

halilintar.boma57@gmail.com

Abstract

This study aimed to determine how much influence changes in the form of coarse aggregate to the mixture of Hot Rolled Sheet-Wearing Course (HRS-WC) Changes in the form of coarse aggregate in question is additional aggregate mixture coarse flat and oval in the mix HRS-WCserta Measuring the strength characteristics of the mixture HRS -WCdengan Marshall parameters due to changes in the form of coarse aggregates. Mix design carried out in seven stages of manufacture. Making the first stage of the test object using a normal coarse aggregate and composition for stone aggregate 1-1 (18%), 0.5 stone (22%), 0.5 (20%), stone dust (36%), and sand (24%), then made a test object as much as 15 pieces, Based on the analysis results of experiments conducted to prove that the use of various forms of coarse aggregate asphalt mixture lonjon flat and the HRS-WC 5%, 10%, and 15% concluded variation aggregate form flat 5% shows the value of the best results of the three variations, From the above conclusions and marshall results can be seen that the greater the percentage of the aggregate number of flat or oval cavity resulted in an increase in the mix and the cavity in the aggregate. The results of the variation form aggregates shows that changes in composition of the filter does not significantly affect the strength characteristics of asphalt mixture are all still meet the standards of the general specifications of public works DGH. From the above conclusions and marshall results can be seen that the greater the percentage of the aggregate number of flat or oval cavity resulted in an increase in the mix and the cavity in the aggregate. The results of the variation form aggregates shows that changes in composition of the filter does not significantly affect the strength characteristics of asphalt mixture are all still meet the standards of the general specifications of public works DGH. From the above conclusions and marshall results can be seen that the greater the percentage of the aggregate number of flat or oval cavity resulted in an increase in the mix and the cavity in the aggregate. The results of the variation form aggregates shows that changes in composition of the filter does not significantly affect the strength characteristics of asphalt mixture are all still meet the standards of the general specifications of public works DGH.

Keywords: *Filter, Flat Oval, Coarse Aggregate Shape, Marshall Test.*

1. PENDAHULUAN

Seperti diketahui bahwa untuk menghasilkan suatu lapisan perkerasan yang memenuhi standar kekuatan yang telah ditentukan oleh dinas Pu, maka penggunaan material

yang telah memenuhi standar spesifikasi adalah langkah yang tepat.

Namun dalam kondisi lapangan terkadang pelaksana dihadapkan pada keterbatasan material yang sesuai spesifikasi yang telah direncanakan sehingga

1. Alumni Prodi Teknik Sipil FT. UNTAN
2. Dosen Prodi Teknik Sipil FT. UNTAN

penggunaan material yang baru yang terdapat pada lokasi sekitar pekerjaan merupakan alternatif yang realistis.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Hot Rolled Sheet (HRS) atau biasa yang dikenal dengan LATASTON (Lapis Tipis Aspal Beton) adalah lapis permukaan yang terdiri atas lapis aus (lataston lapis aus/HRS-WC) dan lapis permukaan antara (lataston lapis permukaan antara/HRS-Binder) yang terbuat dari agregat yang bergradasi senjang dengan dominasi pasir dan aspal keras yang dicampur, dihampar dan dipadatkan dalam keadaan panas pada temperature tertentu. Tebal minimum untuk lapisan HRS-WC adalah 30 mm atau 3 cm. jenis lataston pada umumnya adalah untuk kondisi jalan dengan lalu lintas tingkat sedang.

Tabel 1. Sifat-sifat campuran HRS

Sifat Campuran	Lataston (HRS)	Lapis Aus (WC)			
		Lapis Perantara (Base)		Lapis Permukaan (Finish)	
		Senjang	Semi Senjang	Senjang	Semi Senjang
Kand. Aspal efektif (%)	Min.	5,0	5,0	5,5	5,5
Pemrosesan Aspal (%)	Maks.	1,7			
Jumlah Tambahkan Perbaikan		75			
Rongga Dalam Campuran (%)	Min.	4,0			
	Maks.	5,0			
Rongga Dalam Aspal (%)	Min.	18	17		
Rongga Lurus Aspal (%)	Min.	68			
Sirkulasi Void (V _v)	Min.	806			
Pelalakan	Min.	3			
Masih 1 Quarter (1/4 in)	Min.	250			
Stabilitas Mersak 1 Sini Setelah perendaman Selama 24 jam.	Min.	90			
Rongga dalam campuran (%) pada Keapadatan mentah (retinak)	Min.	5			

Sumber: Spesifikasi umum 2010 (revisi 3)

2.1. Unsur Utama Pembentuk HRS

Bahan utama pembentuk Hrs adalah Agregat/batuan. ASTM (1974) mendefinisikan batuan sebagai suatu bahan yang terdiri dari mineral padat,

berupa masa berukuran besar ataupun berupa fragmen-fragmen (18). Berikut adalah amplop gradasi agregat.

Tabel 2. Amplop gradasi agregat gabungan untuk campuran aspal.

Ukuran Ayakan	95 Berat yang Lebih Berat dari Total Agregat dalam Campuran Lataston (HRS)				
	ASTM (mm)	Campuran Senjang ¹		Campuran Semi Senjang ²	
		WC	Base	WC	Base
119,1"	100	-	-	-	-
1"	35	-	-	-	-
4,75"	59	100	100	100	100
9,5"	19,7	80-100	50-100	87-100	90-100
19"	9,5	75-85	65-80	55-80	55-70
No. 4	4,75	-	-	-	-
No. 8	2,36	90-72	33-55	59-62	53-71
No. 16	1,18	-	-	-	-
No. 30	0,600	25-60	15-35	20-45	15-35
No. 60	0,250	-	-	11-31	1-31
No. 100	0,150	-	-	-	-
No. 200	0,075	6-12	2-8	6-10	4-8

Sumber: Spesifikasi Umum 2010 (revisi 3)

Filler adalah suatu bahan berbutir halus yang lewat ayakan No. 200 (0,0075 mm). Bahan filler sendiri dapat berupa : debu batu, kapur, Portland cement atau bahan lainnya (Bahan dan Struktur Jalan Raya, Ir. Soeprapto Tatomihardjo, M.Sc ; 1994).

Aspal keras dikelompokkan berdasarkan nilai penetrasi dan nilai viskositasnya. Aspal semen dengan penetrasi rendah digunakan di daerah bercuaca panas. Di Indonesia dan salah satu wilayahnya yaitu pada daerah Kalimantan Barat umumnya dipergunakan aspal semen dengan penetrasi 60/70.

Tabel 3. Ketentuan aspal pen 60/70

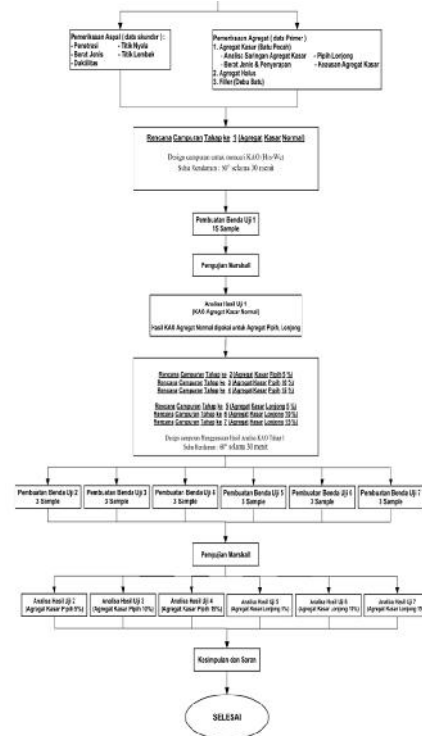
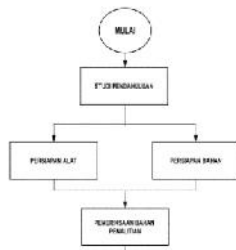
No.	Jenis Pengujian	Metode Pengujian	Tipe Aspal Pen. 60/70
1	Penetrasi pada 25° C (0.1 mm)	SNI 06-2432-1991	60 - 70
2	Viskositas 135° C (cSt)	AAASHTO T201-03	≥ 300
3	Triuk Lembang (°C)	SNI 06-2431 1991	≥ 18
4	Indeks Penetrasi ²⁾	-	> 1,0
5	Daktilitas pada 25° C (cm)	SNI 06-2432-1991	> 100
6	Tiak Nyala (°C)	SNI 06-2433-1991	≥ 232
7	Kelarutan dalam Trichloroethylene (%)	AAASHTO T111-02	≥ 99
8	Berat Jenis	SNI 06-2411 1991	> 1,0
9	Stabilitas Penyimpanan (°C) Pengujian Residu hasil TFOT (SNI 06 2440 1991) atau STFOT (SNI 06 6835-2002)	ASTM D 587 part 6.1	-
10	Berat yang Hilang (%)	SNI 06-2411 1991	< 0,8
11	Penetrasi pada 25° C (1/32")	SNI 06-2432-1991	≥ 14
12	Indeks Penetrasi ²⁾	-	> 1,0
13	Kelastisan setelah Pengeambalian (%)	AAASHTO T301-08	-
14	Daktilitas pada 25° C (cm)	SNI 06-2432-1991	> 100
15	Partikel yang lebih halus dari 150 micron (max) (%)	-	-

Sumber: Spesifikasi Umum 2010 (Revisi 2)

3. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen dengan mengadakan kegiatan percobaan terhadap benda uji campuran beraspal jenis HRR-WC. penelitian ini dilakukan di laboratorium Jalan Raya Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura dan laboratorium Unit Pengujian Mutu Pembinaan Jasa dan Konstruksi (UPMPJK) Dinas Pekerjaan Umum Provinsi Kalimantan Barat.

3.1. Bagan Alur Penelitian



Gambar 1. Bagan alur penelitian

3.2. Jumlah Sampel/Benda uji

Tabel 4. Jumlah Benda Uji

Agregat Normal				
Rencana Kadar Aspal	Suhu Perendaman	Waktu Perendaman	Jumlah Benda Uji	Total Benda Uji
6%	60°	30 Menit	3	15
6,5 %			3	
7%			3	
7,5 %			3	
8%			3	

Agregat Pipih				
Rencana Kadar Agregat Pipih	Suhu Perendaman	Waktu Perendaman	Jumlah Benda Uji	Total Benda Uji
5%	60°	30 Menit	3	9
10%			3	
15%			3	
Agregat Lonjong				
Rencana Kadar Agregat Lonjong	Suhu Perendaman	Waktu Perendaman	Jumlah Benda Uji	Total Benda Uji
5%	60°	30 Menit	3	9
10%			3	
15%			3	
Total Benda Uji				33

4. ANALISIS HASIL PENELITIAN

Pada proses mendapatkan data, pemeriksaan agregat menggunakan data primer yaitu dengan melakukan pengujian terhadap agregat tersebut seperti analisa saringan, abrasi, berat jenis, dan kepipihan, sementara pada pemeriksaan aspal penetrasi 60/70 menggunakan data sekunder yang telah ada.

Tabel 5. Hasil Pemeriksaan Aspal (Data Sekunder)

No	Jenis Pemeriksaan	Hasil	Syarat Spesifikasi		Satuan
			Min	Mak	
1	Penetrasi, 25°C, 100 gr, 5 detik	66,40	60	70	Mm
2	Titik Lembek	50,48	48	58	°C
3	Daktilitas	>100	100	-	Cm
4	Berat Jenis Aspal	1,043	1,00	-	-
5	Viskositas	416,28	300	-	-
6	Kehilangan Berat	0,267	-	0,8	%
7	Titik Nyala	285	232	-	°C

Sumber : Hasil pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura (Data Sekunder)

Tabel 6. Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar (batu 1-1,5 cm)

No	Jenis Pemeriksaan	Spesifikasi	Hasil	Keterangan
1	Kecampuran agregat (Los Angeles)	Mak 49 %	26,20 %	Memenuhi
2	Berat jenis Bulk	Min 2,5	2,696 gr/cm ³	Memenuhi
3	Berat jenis SSD	Min 2,5	2,693 gr/cm ³	Memenuhi
4	Berat jenis semu (APParent)	Min 2,5	2,704 gr/cm ³	Memenuhi
5	Penyerapan (Absorption)	Mak 3	0,258 %	Memenuhi

Sumber : Hasil pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura.

Tabel 7. Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar (batu 0,5 cm)

No	Jenis Pemeriksaan	Spesifikasi	Hasil	Keterangan
2	Berat jenis Bulk	Min 2,5	2,750 gr/cm ³	Memenuhi
3	Berat jenis SSD	Min 2,5	2,783 gr/cm ³	Memenuhi
4	Berat jenis semu (APParent)	Min 2,5	2,792 gr/cm ³	Memenuhi
5	Penyerapan (Absorption)	Mak 4	0,248 %	Memenuhi

Sumber : Hasil pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura.

Tabel 8. Hasil Pemeriksaan Agregat Halus (Debu Batu)

No	Jenis Pemeriksaan	Spesifikasi	Hasil	Keterangan
1	Berat jenis B ₁₀₀	Min 2,5	2,549 gr/cm ³	Memenuhi
2	Berat jenis S ₁₀	Min 2,5	2,616 gr/cm ³	Memenuhi
3	Berat jenis seras (M ₁₀ Parasit)	Min 2,5	2,725 gr/cm ³	Memenuhi
4	Daya serap (A ₁₀₀ porosit)	Maks 3	2,833 %	Memenuhi

Sumber : Hasil pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura .

Tabel 9. Hasil Pemeriksaan Agregat Halus (Pasir)

No	Jenis Pemeriksaan	Spesifikasi	Hasil	Keterangan
1	Berat jenis B ₁₀₀	Min 2,5	2,548 gr/cm ³	Memenuhi
2	Berat jenis S ₁₀ Di	Min 2,5	2,565 gr/cm ³	Memenuhi
3	Berat jenis seras (M ₁₀ Parasit)	Min 2,5	2,587 gr/cm ³	Memenuhi
4	Penyerapan (A ₁₀₀ porosit)	Maks 3	0,584 %	Memenuhi

Sumber : Hasil pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura.

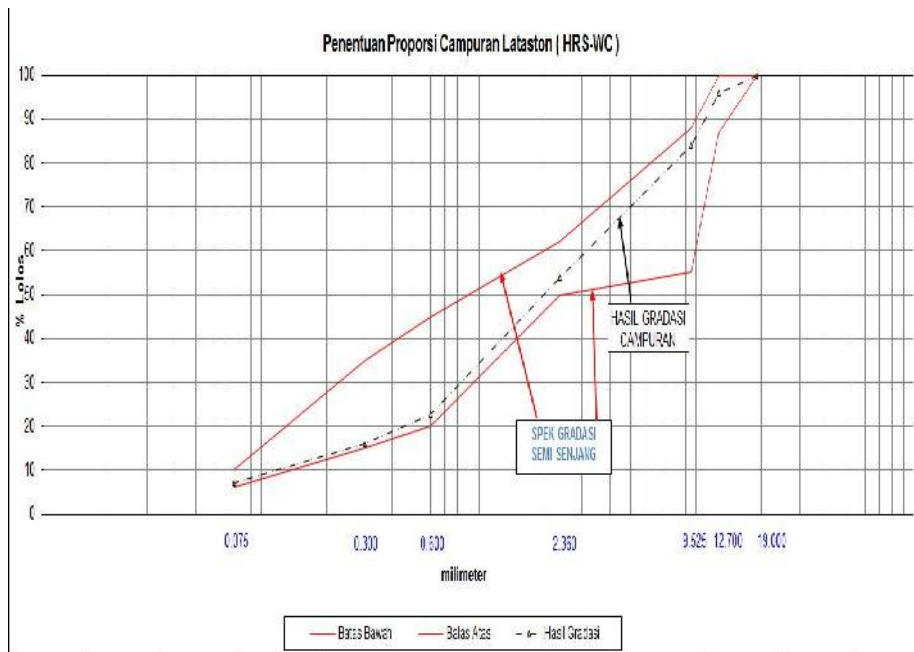
Dari hasil pengujian analisa saringan untuk masing - masing agregat maka diperoleh data untuk menentukan hasil proporsi pada campuran jenis Hrs-Wc. Dalam perhitungan penentuan proporsi

campuran yang akan dibuat untuk jenis Hrs-Wc, perhitungannya dengan menggunakan cara coba - coba (*trial and error*). Dengan cara ini, maka akan diperoleh seberapa besar presentase campuran dari masing-masing agregat pada campuran Hrs-Wc tersebut yang ideal untuk digunakan dalam proses pencampuran. Maka dalam grafik akan dapat terlihat batasan-batasan spesifikasi untuk jenis campuran Hrs-Wc baik itu yang gradasi sedang maupun semi senjang dan dari hasil agregat yang dianalisa didapat spesifikasi gradasi semi senjang yang memenuhi persyaratan. Hal ini dapat dilihat pada tabel proporsi campuran berikut ini.

Tabel 10. Campuran Proporsi Agregat Gradasi Gabungan

ASTM Sieve Size		CA (1/1)	MA (05)	FA (Pasir)	Abu Batu	Proporsi Campuran (%)				Jumlah	Spesifikasi
inci / no	(mm)	% Lolos	% Lolos	% Lolos	% Lolos	CA (1/1)	MA (05)	FA (Pasir)	Abu Batu	(%)	HRS-WC
3/4	19.000	100.00	100.00	100.00	100.00	18.00%	22.00%	24.00%	36.00%	100.00%	(%)
1/2	12.700	77.34	100.00	100.00	100.00	13.92	22.00	24.00	36.00	95.92	87 - 100
3/8	9.525	25.10	87.85	100.00	100.00	4.52	19.33	24.00	36.00	83.85	55 - 88
# 8	2.360	6.71	15.91	97.76	71.36	1.21	3.50	23.46	25.69	53.86	50 - 62
# 30	0.600	3.54	5.33	11.12	50.35	0.64	1.17	2.67	18.13	22.60	20 - 45
# 50	0.300	2.22	4.24	6.11	36.92	0.40	0.93	1.47	13.29	16.09	15-35
# 200	0.075	1.82	3.23	1.85	15.57	0.33	0.71	0.44	5.61	7.09	6 - 10

Sumber : Hasil pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura.



Gambar 2. gradasi gabungan

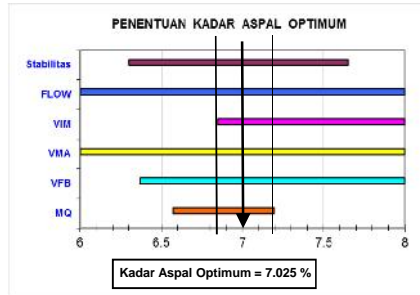
4.1. Hasil Uji Agregat Normal

Tabel 11. Hasil perhitungan hubungan kadar aspal dengan sifat-sifat Marshal dengan saringan normal.

No.	Kadar Aspal (%)	Stabilitas	Flow	VIM	VEB	MQ
I	6.0	864	3.6	6.8	71.6	240
	6.0	735	3.7	14.0	50.5	199
	6.0	754	3.8	12.8	53.3	198
	Rata-rata	784	3.7	11.2	58.5	212
II	6.5	732	4.2	8.2	68.3	174
	6.5	737	3.3	7.7	69.9	223
	6.5	764	4.1	6.2	75.6	186
	Rata-rata	744	3.9	7.4	71.2	195
III	7.0	859	3.4	4.9	81.9	253
	7.0	861	3.0	5.1	81.0	287
	7.0	848	3.1	6.2	76.5	274
	Rata-rata	856	3.2	5.4	79.8	271
IV	7.5	928	3.2	4.4	84.6	290
	7.5	894	3.3	5.3	81.2	271
	7.5	898	4.3	4.3	85.2	209
	Rata-rata	906	3.6	4.6	83.7	257
V	8.0	924	5.1	5.5	81.1	181
	8.0	481	5.0	3.7	88.3	96
	8.0	656	6.4	3.1	90.7	102
	Rata-rata	687	5.5	4.1	86.7	127
	Syarat	Min.800	Min.3	4-6	Min.68	Min.250

Untuk memudahkan penentuan kadar aspal optimum dari hasil analisa grafik diatas selanjutnya kita plot ke

dalam diagram batang (*Bar Chart*) seperti Gambar 5. di bawah ini :



Gambar 3. KAO Agregat Normal

4.2. Hasil Uji Agregat Pipih

Tabel 12. Hasil perhitungan hubungan kadar agregat kasar pipih dengan sifat-sifat Marshal menggunakan KAO agregat normal.

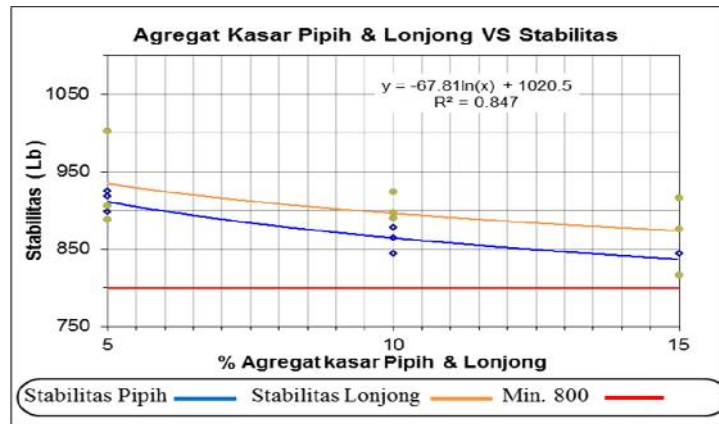
No.	Agregat Kasar Pipih (%)	kadar Aspal (%)	Stabilitas	Flow	VIM	VFB	MQ	VMA
I	5.0	7.025	917	3.6	4.3	84.4	255	20.01
	5.0	7.025	897	3.7	5.0	81.6	243	20.56
	5.0	7.025	924	3.5	4.8	82.2	264	20.43
	Rata-rata		913	3.6	4.7	82.7	254	20.33
II	10.0	7.025	863	3.3	4.8	82.3	261	20.419
	10.0	7.025	844	3.6	5.0	81.2	234	20.625
	10.0	7.025	876	3.5	5.9	77.7	250	21.356
	Rata-rata		861	3.5	5.3	80.4	249	20.800
III	15.0	7.025	843	3.5	5.5	79.3	241	21.015
	15.0	7.025	805	4.0	5.7	78.4	201	21.205
	15.0	7.025	830	3.7	5.7	78.4	224	21.203
	Rata-rata		826	3.7	5.7	78.7	222	21.141
Syarat			Min.800	Min.3	4-6	Min.68	Min.250	Min.18

4.3 Hasil Uji Agregat Lonjong

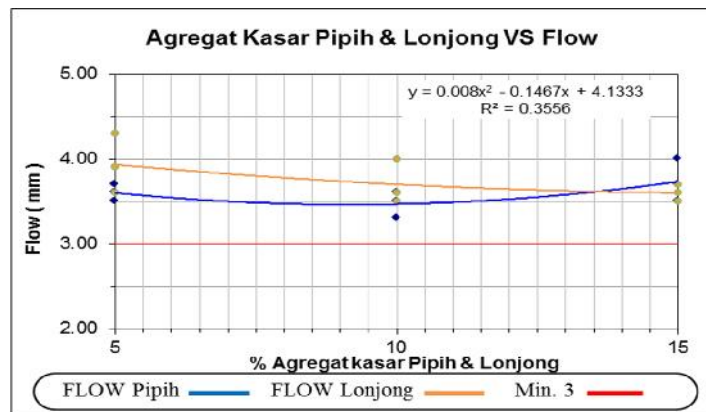
Tabel 13. Hasil perhitungan hubungan kadar agregat kasar lonjong dengan sifat-sifat Marshal menggunakan KAO agregat normal.

No.	Agregat Kasar Lonjong (%)	kadar Aspal (%)	Stabilitas	Flow	VIM	VFB	MQ	VMA
I	5.0	7.025	905.47	3.9	5.8	78.21	232.2	21.3
	5.0	7.025	1002.18	4.3	4.2	84.83	233.1	19.9
	5.0	7.025	888.08	3.6	5.8	78.02	246.7	21.3
	Rata-rata		931.91	3.9	5.3	80.35	237.3	20.8
II	10.0	7.025	896.99	3.5	5.4	79.80	256.3	20.9
	10.0	7.025	889.74	3.6	5.8	78.30	247.1	21.2
	10.0	7.025	923.60	4.0	5.4	79.91	230.9	20.9
	Rata-rata		903.44	3.7	5.5	79.34	244.8	21.0
III	15.0	7.025	915.76	3.7	5.0	81.29	247.5	20.6
	15.0	7.025	815.92	3.5	6.8	74.53	233.1	22.1
	15.0	7.025	875.29	3.6	5.6	79.06	243.1	21.1
	Rata-rata		868.99	3.6	5.8	78.29	241.3	21.3
Syarat			Min.800	Min.3	4-6	Min.68	Min.250	Min.18

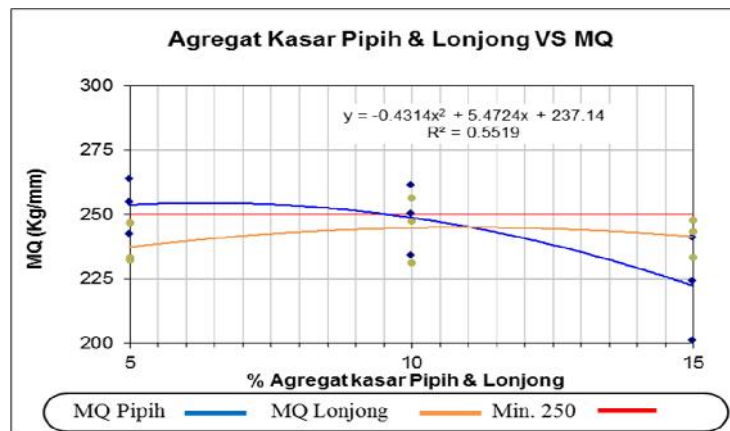
Berikut ini adalah grafik dari hasil perhitungan sifat-sifat *Marshall* untuk yang menggunakan agregat pipih dan agregat lonjong tanpa saringan 3/8 dan tanpa saringan No.8 yang sudah direkap pada Tabel 12 dan Tabel 13, kemudian untuk grafik sifat-sifat *Marshall* dibuat menjadi grafik gabungan untuk nilai Stabilitas, *Flow*, MQ, VIM, dan VFB agar dapat membandingkan perubahan yang terjadi akibat perubahan bentuk agregat kasar. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 4 sampai dengan Gambar 9 :



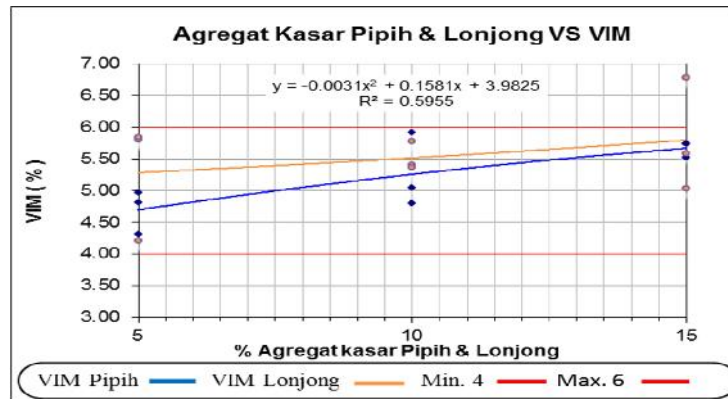
Gambar 4. Grafik gabungan agregat pipih & lonjong VS Stabilitas



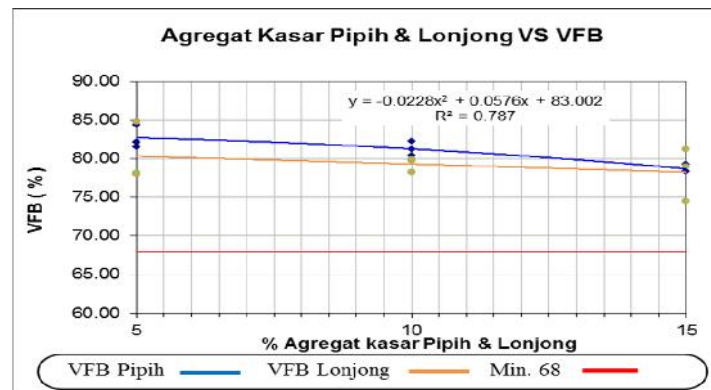
Gambar 5. Grafik gabungan agregat pipih & lonjong VS Flow



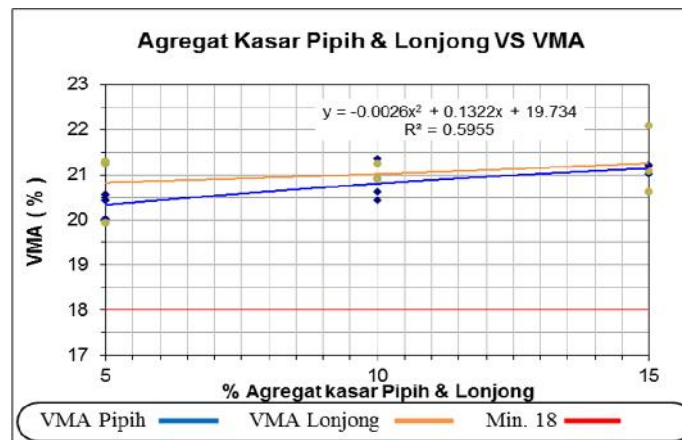
Gambar 6. Grafik gabungan agregat pipih & lonjong VS MQ



Gambar 7. Grafik gabungan agregat pipih & lonjong VS VIM



Gambar 8. Grafik gabungan agregat pipih & lonjong VS VFB



Gambar 9. Grafik gabungan agregat pipih & lonjong VS VMA

Berdasarkan hasil pengujian marshall test dan hasil analisis, maka didapatkan hasil rekapitulasi untuk agregat berbentuk pipih dan agregat berbentuk lonjong yang meliputi nilai KAO, Stabilitas, *Flow*, MQ, VIM, VFB, dan VMA dengan persentase agregat pipih dan lonjong dalam campuran yang menunjukkan hasil terbaik masing masing pada persentase 5% adalah sebagai berikut:

Tabel 14 Rekapitulasi Hasil *Marshall Test* variasi agregat kasar terbaik

No	Keterangan	Agregat Kasar		Spesifikasi
		lonjong 5%	Pipih 5%	
1	Stabilitas	932	913	Min.800
2	Flow	3.9	3.6	Min.3
3	VIM	5.3	4.7	4–6
4	VFB	80.35	82.72	Min.68
5	MQ	237.31	253.71	Min.250
6	VMA	20.82	20.33	Min.18

Sumber: Hasil Pemeriksaan di Laboratorium Unit Pengujian Mutu dan Pengembangan Jasa Konstruksi (UPMPJK) Dinas PU Prov. Kalbar, Syarat Spesifikasi Umum, DPU, 2010, (Revisi 3).

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

- a. Penggunaan variasi bentuk agregat baik itu agregat berbentuk pipih atau agregat berbentuk lonjong terhadap campuran aspal ternyata tidak terlalu berpengaruh terhadap kualitas campuran aspal yang dihasilkan.
- b. Penggunaan persentase material khususnya dalam hal ini agregat kasar yang digunakan pada masing-masing variasi bentuk agregat dengan persentase 5%, 10%, dan 15% dari berat total agregat baik itu agregat berbentuk pipih, atau agregat berbentuk lonjong ternyata memberikan pengaruh terhadap campuran aspal, namun pengaruh yang dihasilkan dari masing-

- masing perbedaan penggunaan agregat kasar terhadap variasi bentuk agregat hasilnya tidak terlalu besar sehingga, tidak terlalu berpengaruh terhadap kualitas campuran aspal tersebut.
- c. Penggunaan variasi bentuk agregat kasar dan perbedaan penggunaan persentase 5%, 10%, dan 15% dari berat total agregat baik itu agregat berbentuk pipih, atau agregat berbentuk lonjong mempengaruhi sifat-sifat/parameter marshall.
- d. Perbedaan penggunaan komposisi variasi agregat kasar pipih dan lonjong pada campuran beraspal HRS-WC cukup berpengaruh terhadap kekuatan campuran itu sendiri. Hal ini dapat dilihat

sendiri dari nilai STABILITAS, FLOW, VIM, VFB yang dihasilkan nilai ini masih berada diatas persyaratan spesifikasi umum dinas pekerjaan umum tahun 2010 (Revisi 3). Namun terdapat perbedaan pada hasil nilai MQ, pada variasi bentuk agregat lonjong nilai MQ tidak memenuhi persyaratan sedangkan pada variasi bentuk agregat pipih masih memenuhi persyaratan yaitu minimal 250 kg/mm.

- e. Berdasarkan hasil analisa percobaan yang dilakukan membuktikan bahwa penggunaan variasi bentuk agregat kasar pipih dan lonjong campuran beraspal HRS-WC ternyata berpengaruh pada menurunnya karakteristik kinerja campuran beraspal terlebih pada nilai MQ, khususnya pada variasi bentuk agregat lonjong. Marshall Quotient (MQ) adalah merupakan hasil bagi antara stabilitas dengan nilai Flow. Nilai Marshall Quotient(MQ) dapat dijadikan parameter yang mengindikasikan pendekatan terhadap kekuatan dan fleksibilitas dari suatu campuran. Suatu campuran yang memiliki nilai Marshall Quotient terlalu tinggi berarti campuran tersebut kaku dan fleksibilitasnya rendah, campuran tersebut cenderung akan lebih mudah mengalami retak (cracking). Sebaliknya campuran dengan nilai Marshall Quotient yang

terlalu rendah maka campuran akan bersifat fleksibel, lentur dan cenderung menjadi plastis sehingga mudah mengalami deformasi pada saat menerima beban lalu lintas.

- f. Dari hasil analisa percobaan yang dilakukan menunjukkan bahwa penggunaan variasi bentuk agregat kasar pipih lonjong 5%, 10%, dan 15% disimpulkan variasi bentuk agregat pipih 5% menunjukan nilai hasil terbaik dari ketiga variasi, dikarenakan variasi bentuk agregat pipih 5% memiliki tiga nilai parameter marshall terbaik dari enam parameter marshall, yaitu terletak pada Stabilitas, VIM, dan VMA. Kemudian untuk variasi bentuk agregat lonjong yang menunjukan nilai hasil terbaik dari variasi 5%,10%, dan 15% adalah variasi bentuk agregat lonjong 5%, yang terletak pada nilai Stabilitas, VIM, dan VMA.
- g. Dari kesimpulan diatas dan hasil marshall dapat dilihat bahwa semakin besar jumlah persentase bentuk agregat pipih atau lonjong berdampak pada meningkatnya rongga dalam campuran dan rongga dalam agregat.

5.2. Saran

- a. Untuk penelitian selanjutnya peneliti diharapkan mampu menganalisa perbandingan presentase agregat gabungan pipih dan lonjong dalam satu campuran, sehingga dapat

- dijadikan referensi untuk penelitian berikutnya dan dapat berapa kadar maksimum agregat pipih dan lonjong dalam campuran beraspal.
- b. Penggunaan bahan berdasarkan proses pengolahan juga dapat dilakukan untuk percobaan lebih mendalam serta pengembangan dari penelitian sebelumnya contohnya seperti agregat kasar yang dipecahkan menggunakan stone crusher dengan agregat kasar yang dipecahkan secara manual, atau agregat kasar dengan cara diledakkan dan agregat kasar yang dipanaskan atau dibakar.
 - c. Penggunaan material dari sumber quarry yang berbeda bisa menjadi bahan pertimbangan untuk penelitian berikutnya, karena bukan tidak mungkin penggunaan material dari sumber yang berbeda dapat memberikan perubahan dan perbedaan dari campuran yang akan dibuat.

DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Pekerjaan Umum, Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan, Departemen Pekerjaan Umum. 2009. *Modul - 1 Pengambilan Contoh dan Pengujian Aspal untuk Perkerasan Campuran Beraspal.*
- Departemen Pekerjaan Umum, Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan, Departemen Pekerjaan Umum. 2009. *Modul - 2 Pengambilan Contoh dan Pengujian Agregat untuk Perkerasan Campuran Beraspal.*
- Departemen Pekerjaan Umum, Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan, Departemen Pekerjaan Umum. 2009. *Modul - 3 Pengambilan Contoh dan Pengujian Agregat dan Aspal untuk Perkerasan Campuran Beraspal.*
- Direktorat Jenderal Bina Marga, Kementrian Pekerjaan Umum. 2010. *Spesifikasi Umum*. Edisi 2010 (Revisi 3). *Divisi 6 Perkerasan Aspal.*
- Hardiyatmo, Hary Christady. 2007. *Pemeliharaan Jalan Raya*. Edisi Pertama. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- RSNI 03-1737-1989. *Pelaksanaan Lapis Campuran Beraspal Panas*. Badan Litbang Departemen Pekerjaan Umum. 2005
- RSNI T-01-2005. *Cara Uji Butiran Agregat Kasar Berbentuk Pipih, Lonjong, atau Pipih dan Lonjong*. Badan Litbang Departemen Pekerjaan Umum. 2005

- Sapuan, 2016. ***Karakteristik Kekuatan Campuran HRS-WC Akibat Perubahan Susunan Saringan.*** Fakultas Teknik Universitas Tanjung Pura.
- SNI 03-1968-1990. ***Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Kasar dan Halus.*** Pusjatan Balitbang Pekerjaan Umum.
- Sukirman, Silvia. 1999. ***Perkerasan Lentur Jalan Raya.*** Bandung: Nova.
- Totomiharjo, Soeprapto 1994. ***Bahan dan Struktur Jalan Raya.*** Universitas Gajah Mada: Biro Penerbit.