

STUDI PEMANFAATAN AGREGAT SUNGAI DAN DEBU BATU SEBAGAI AGREGAT HALUS PADA CAMPURAN HRS-WC

Ifan Alfian¹⁾, Eti Sulandari²⁾, Siti Mayuni²⁾

Program Studi Teknik Sipil, Universitas Tanjungpura, Pontianak
Email: ifan.alfian27@gmail.com

Abstract

The purpose of this study is to find the effect of characteristics Marshall test that use of two different aggregate in asphalt mixture HRS-WC and comparing both types of smooth aggregate on the strength of asphalt mixture. For the composition of the mixture of four types of smooth aggregate used to use the same proportions that uses as much as 55% coarse aggregate, fine aggregate by 40% and the use of filler as much as 5%. It can be seen from the results of the testing we did for smooth aggregate stone dust has the highest stability values of all types of smooth aggregate used is equal to 1440 Kg. In the asphalt content of 6%, but with consideration of the overall results of the test obtained Marshall KAO value of 7.71% with the value of 1340.10 Kg stability, flow value of 4.96 mm, MQ value of 271.10 Kg / mm, VFB the value amounted to 94.30%, the value of VIM 4.85% and for the VMA value amounted to 18.10%. For the use of smooth aggregate that comes from sand, just being grained sand that meets the general specifications of public works by KAO obtained amounted to 7.43% with a value of 1220.00 Kg stability, flow value of 4.10 mm, a value of 297 MQ , 50 Kg / mm, VFB value of 73.60%, VIM value of 5.58%, and the VMA value of 21.28%.

Keywords: Smooth Aggregate, Mixture composition, Marshall Test

1. PENDAHULUAN

Seperti Kita ketahui bahwa agregat halus yang sering digunakan untuk campuran HRS-WC ini biasanya menggunakan pasir sungai. Seiring dengan meningkatnya pembangunan, semakin meningkat pula kebutuhan akan bahan dasar konstruksi perkerasan, sehingga dituntut untuk mencari alternatif lain dengan memanfaatkan sumber daya alam yang tersedia. Ada wilayah di Indonesia khususnya Kalimantan Barat yang susah untuk mendapatkan agregat sungai tersebut, untuk mendapatkan material tersebut membutuhkan lebih

banyak biaya yang berimbas pada tingginya anggaran pembangunan.

Penggunaan pasir sungai pada campuran beraspal sering digunakan pada jalan-jalan yang ada di sekitar kita dan hasil yang kita lihat diberbagai tempat belum maksimal, masih terdapat kerusakan-kerusakan dan dari segi keawetannya masih diragukan, itulah sebabnya disini saya ingin mencoba menggunakan agregat halus yang berasal dari debu batu yang melalui proses pemecahan dengan menggunakan alat stone crusher untuk mendapatkan agregat halus.

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

2. TINJAUAN PUSTAKA

Agregat berbutir halus adalah agregat dengan ukuran butir lebih halus dari saringan No.8 dan tertahan saringan No.200, biasanya berupa pasir murni, hasil screening dari mesin pemecah batu, atau kombinasi dari keduanya. Tidak ada nilai batas gradasi untuk bahan berbutir halus, kecuali bahwa agregat yang lolos saringan no.200. Pada Tabel 2.2 ialah persyaratan gradasi yang harus dipenuhi oleh agregat halus (pasir) berdasar SNI-03-2834-2000 untuk menentukan jenis pasir yang digunakan dalam campuran.

Tabel 1. Persyaratan gradasi agregat halus

Ukuran Saringan (mm)		% Lolos Saringan/Ayakan					
		SNI 03-2834-2000			ASTM C-33		
mm	ASTM	Pass	Fail	Pass	Fail	Pass	Fail
75	30	100	0	100	0	100	0
150	60	100	0	100	0	100	0
300	100	100	0	100	0	100	0
600	100	100	0	100	0	100	0
1200	100	100	0	100	0	100	0
2400	100	100	0	100	0	100	0
4800	100	100	0	100	0	100	0
9600	100	100	0	100	0	100	0
19200	100	100	0	100	0	100	0
38400	100	100	0	100	0	100	0
76800	100	100	0	100	0	100	0
153600	100	100	0	100	0	100	0
307200	100	100	0	100	0	100	0
614400	100	100	0	100	0	100	0
1228800	100	100	0	100	0	100	0
2457600	100	100	0	100	0	100	0
4915200	100	100	0	100	0	100	0
9830400	100	100	0	100	0	100	0
19660800	100	100	0	100	0	100	0
39321600	100	100	0	100	0	100	0
78643200	100	100	0	100	0	100	0
157286400	100	100	0	100	0	100	0
314572800	100	100	0	100	0	100	0
629145600	100	100	0	100	0	100	0
1258291200	100	100	0	100	0	100	0
2516582400	100	100	0	100	0	100	0
5033164800	100	100	0	100	0	100	0
10066329600	100	100	0	100	0	100	0
20132659200	100	100	0	100	0	100	0
40265318400	100	100	0	100	0	100	0
80530636800	100	100	0	100	0	100	0
161061273600	100	100	0	100	0	100	0
322122547200	100	100	0	100	0	100	0
644245094400	100	100	0	100	0	100	0
1288490188800	100	100	0	100	0	100	0
2576980377600	100	100	0	100	0	100	0
5153960755200	100	100	0	100	0	100	0
10307921510400	100	100	0	100	0	100	0
20615843020800	100	100	0	100	0	100	0
41231686041600	100	100	0	100	0	100	0
82463372083200	100	100	0	100	0	100	0
164926744166400	100	100	0	100	0	100	0
329853488332800	100	100	0	100	0	100	0
659706976665600	100	100	0	100	0	100	0
1319413953331200	100	100	0	100	0	100	0
2638827906662400	100	100	0	100	0	100	0
5277655813324800	100	100	0	100	0	100	0
10555311626649600	100	100	0	100	0	100	0
21110623253299200	100	100	0	100	0	100	0
42221246506598400	100	100	0	100	0	100	0
84442493013196800	100	100	0	100	0	100	0
168884986026393600	100	100	0	100	0	100	0
337769972052787200	100	100	0	100	0	100	0
675539944105574400	100	100	0	100	0	100	0
1351079888211148800	100	100	0	100	0	100	0
2702159776422297600	100	100	0	100	0	100	0
5404319552844595200	100	100	0	100	0	100	0
10808639105689190400	100	100	0	100	0	100	0
21617278211378380800	100	100	0	100	0	100	0
43234556422756761600	100	100	0	100	0	100	0
86469112845513523200	100	100	0	100	0	100	0
172938225691027046400	100	100	0	100	0	100	0
345876451382054092800	100	100	0	100	0	100	0
691752902764108185600	100	100	0	100	0	100	0
138350580552807041238868633600	100	100	0	100	0	100	0
276701161105614082477732052676103372800	100	100	0	100	0	100	0
55340232221128650639287592550400	100	100	0	100	0	100	0
1106804644422573095037856421408826982400	100	100	0	100	0	100	0
2213609288845146190075712842817653964800	100	100	0	100	0	100	0
4427218577690292380151425685635307929600	100	100	0	100	0	100	0
8854437155380584760302851371270615859200	100	100	0	100	0	100	0
17708874310761169520605702742541231718400	100	100	0	100	0	100	0
3541774862152281649318764975522638829977600	100	100	0	100	0	100	0
7083554917304463298637529951045277659955200	100	100	0	100	0	100	0
14167099448608935607408791634575307929600	100	100	0	100	0	100	0
283341988972178712617483253292256460800	100	100	0	100	0	100	0
5666839779443586308741626646128230400	100	100	0	100	0	100	0
113336795588714076164845621940329853747200	100	100	0	100	0	100	0
226673591177742970329691243880659707494400	100	100	0	100	0	100	0
453347182355485940659330131690258436800	100	100	0	100	0	100	0
906694364710971881318540666153206745600	100	100	0	100	0	100	0
18133887294219437626375059902090555319910400	100	100	0	100	0	100	0
3626774589843887525270119804181110639820800	100	100	0	100	0	100	0
7253554917304463298637529951045277659955200	100	100	0	100	0	100	0
14507109835375501127315247385635307929600	100	100	0	100	0	100	0
2901421967075110225463049477160258436800	100	100	0	100	0	100	0
5802843934150220450926098954321279641600	100	100	0	100	0	100	0
116056878683004409041211405485082463436800	100	100	0	100	0	100	0
232113757366008818082422810970164926873600	100	100	0	100	0	100	0
464227514732017636164845621940329853747200	100	100	0	100	0	100	0
928455029464035272329691243880659707494400	100	100	0	100	0	100	0
18569100589280704459330131690258436800	100	100	0	100	0	100	0
3713820117856140898637529951045277659955200	100	100	0	100	0	100	0
7427640235712281797275059902090555319910400	100	100	0	100	0	100	0
1485528047142456394550119804181110639820800	100	100	0	100	0	100	0
2971056094284912790075712842817653964800	100	100	0	100	0	100	0
594211218856982558100239608362221279641600	100	100	0	100	0	100	0
11884224377139651160302851371270615859200	100	100	0	100	0	100	0
2376844577427930224063049477160258436800	100	100	0	100	0	100	0
47536897508558604480926098954321279641600	100	100	0	100	0	100	0
9507379501711720894550119804181110639820800	100	100	0	100	0	100	0
19014759003423441789100239608362221279641600	100	100	0	100	0	100	0
380295180068468835782004792140329853747200	100	100	0	100	0	100	0
7605903601369376715637529951045277659955200	100	100	0	100	0	100	0
1521180720273875431238868633600	100	100	0	100	0	100	0
304236144054775086249691243880659707494400	100	100	0	100	0	100	0
60847228810955017249330131690258436800	100	100	0	100	0	100	0
121694457621910034496602633805168633600	100	100	0	100	0	100	0
2433889152438200689926098954321279641600	100	100	0	100	0	100	0
48677783048764013798521979086436800	100	100	0	100	0	100	0
9735553612205042759637529951045277659955200	100	100	0	100	0	100	0
1947111321950564519318764975522638829977600	100	100	0	100	0	100	0
389422264390112904550119804181110639820800	100	100	0	100	0	100	0
778844528780224809100239608362221279641600	100	100	0	100	0	100	0
15576890575604496180151425685635307929600	100	100	0	100	0	100	0
31153781151208992360302851371270615859200	100	100	0	100	0	100	0
623075623024179846037529951045277659955200	100	100	0	100	0	100	0
12461512460483596926098954321279641600	100	100	0	100	0	100	0
249230249209671938521979086436800	100	100	0	100	0	100	0
49846049841934387649330131690258436800	100	100	0	100	0	100	0
9969209968386877529691243880659707494400	100	100	0	100	0	100	0
19938419936773754518521979086436800	100	100	0	100	0	100	0
39876839873547509037529951045277659955200	100	100	0	100	0	100	0
79753679747094918075059902090555319910400	100	100	0	100	0	100	0
1595073594941898361481758326915072058436800	100	100	0	100	0	100	0
31901471898837967229691243880659707494400	100	100	0	100	0	100	0
6380294379767593459330131690258436800	100	100	0	100	0	100	0
1276058875953518690637529951045277659955200	100	100	0	100	0	100	0
2552117751907037381238868633600	100	100	0	100	0	100	0
510423550381407476249691243880659707494400	100	100	0	100	0	100	0
10208471007628154949330131690258436800	100	100	0	100	0	100	0
20416942015256309896602633805168633600	100	100	0	100	0	100	0
408338840305126197937529951045277659955200	100	100	0	100	0	100	0
816677680610252395875059902090555319910400	100	100	0	100	0	100	0
1633355361220504797691243880659707494400	100	100	0	100	0	100	0
326671072244100959330131690258436800	100	100	0	100	0	100	0
6533421444882019186637529951045277659955200	100	100	0	100	0	100	0
130668428897640377329691243880659707494400	100	100	0	100	0	100	0
261336857795280754659330131690258436800	100	100	0	100	0	100	0
522673715590561509100239608362221279641600	100	100	0	100	0	100	0
10453471007628154949330131690258436800	100	100	0	100	0	100	0
20906942015256309896602633805168633600	100	100					

(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).

Untuk persyaratan mineral filler, apakah abu kapur atau lainnya, gunkan tabel berikut :

Tabel 4. Sifat-sifat campuran HRS

Sifat Umum	Kadar Air	Max 1 %
	Gumpalan Partikel	Tidak Ada
	Bukaan Saringan (mm)	% Lelos Saringan
Gradasi	0,6	100
	0,15	90-100
	0,075	70-100

Sumber: Spesifikasi umum 2010 (revisi 3)

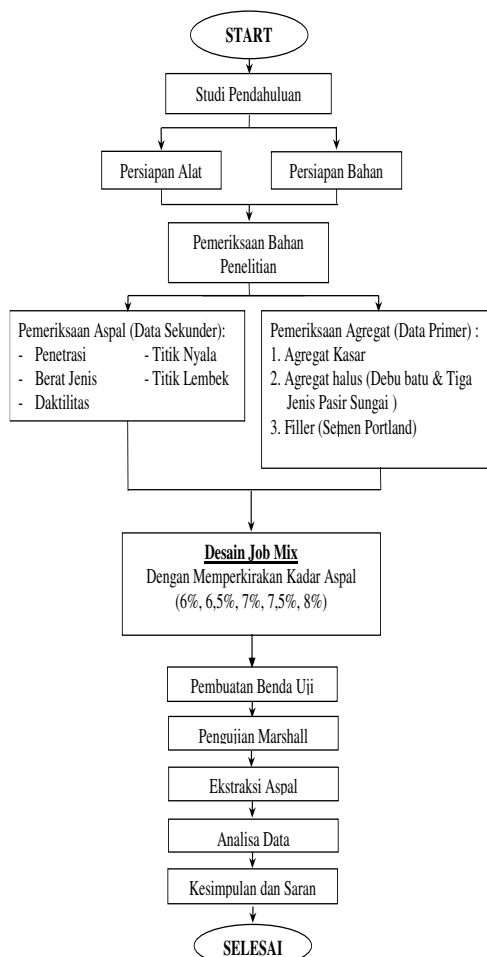
Aspal keras dikelompokkan berdasarkan nilai penetrasi dan nilai viskositasnya. Aspal semen dengan penetrasi rendah digunakan di daerah bercuaca panas. Di Indonesia dan salah satu wilayahnya yaitu pada daerah Kalimantan Barat umumnya dipergunakan aspal semen dengan penetrasi 60/70.

Tabel 5. Ketentuan aspal pen 60/70

No.	Jenis Pengujian	Metode Pengujian	Tipe Aspal Pen. 60/70
1	Penetrasi pada 25° C (0,1 mm)	SNI 06-2456-1991	60 - 70
2	Viskositas 135° C (cSt)	AASHTO T221-03	≥ 300
3	Titik Lembek (°C)	SNI 06-2456-1991	≥ 48
4	Indeks Penetrasi ²⁰	-	≥ -1,0
5	Duktilitas pada 25° C (cm)	SNI 06-2456-1991	≥ 100
6	Titik Nyala (°C)	SNI 06-2456-1991	≥ 293
7	Kelarutan dalam Trichloroethylene (%)	AASHTO T44-03	≥ 99
8	Berat Jenis	SNI 06-2441-1991	≥ 1,0
9	Stabilitas Pengompakan (°C)	ASTM D 593 part 8.3	-
Pengujian Residu hasil TFOT (SNI 06-2440-1991) atau STPOT (SNI 06-6835-2002) :			
10	Berat yang Hilang (%)	SNI 06-2441-1991	≤ 0,8
11	Penetrasi pada 25° C (50)	SNI 06-2456-1991	≤ 54
12	Indeks Penetrasi ²⁰	-	≥ -1,0
13	Kelarutan setelah Pengompakan (%)	AASHTO T44-03	-
14	Duktilitas pada 25° C (cm)	SNI 06-2456-1991	≥ 100
15	Partikel yang lebih halus dari 150 micron (µm) (%)	-	-

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

A. Bagan Alur Penelitian



Gambar 1. Bagan alur penelitian

B. Jumlah Sampel/Benda uji

Tabel 6. Jumlah Benda Uji dengan Berbagai Jenis Agregat Halus

No.	Rencana Kadar Aspal	Waktu & Suhu Pengaliran	Jumlah Sampel				Jumlah
			Agregat Duri Batu	Agregat Pasir Halus	Agregat Pasir Siering	Agregat Pasir Keras	
1	5,0%	10 menit dengan suhu 60°C	3	3	3	3	15
2	5,5%		3	3	3	3	15
3	7,0%		3	3	3	3	15
4	7,5%		3	3	3	3	15
5	8,0%		3	3	3	3	15
Jumlah Total Sampel							60

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 7. Hasil Pemeriksaan Aspal (Data Sekunder)

No	Jenis Pemeriksaan	Hasil	Syarat Spesifikasi Umum JKD		Saran
			Min	Max	
1.	Penetrasi, 25 °C, 100 gr, 5 detik	64,5	60	70	Min
2.	Titik Lembeek	50,85	48	58	°C
3.	Titik Nyala	290	282	-	°C
4.	Daktilitas, 25 °C	148	100	-	Cm
5.	Berat Jenis Aspal	1,173	1,02	-	gr/ml

Sumber : Hasil Pemeriksaan di UPMPJK Dinas PU Prov. Kalbar

Tabel 7. Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar (batu 1-2 cm)

No	Jenis Pemeriksaan	Spesifikasi	Hasil	Keterangan
1	Keruan agregat (Los Angeles)	Mak 40 %	20,29%	Memenuhi
2	Berat jenis bulk	Min 2,5	2,796 gr/cm ³	Memenuhi
3	Berat jenis SSD	Min 2,5	2,801 gr/cm ³	Memenuhi
4	Berat jenis semu (apparent)	Min 2,5	2,801 gr/cm ³	Memenuhi
5	Penyerapan (absorption)	Mak 3	0,183 %	Memenuhi

Sumber : Hasil Pemeriksaan di UPMPJK Dinas PU Prov. Kalbar

Tabel 8. Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar (batu 1-1 cm)

No	Jenis Pemeriksaan	Spesifikasi	Hasil	Keterangan
1	Keruan agregat (Los Angeles)	Mak 40 %	22,55 %	Memenuhi
2	Berat jenis bulk	Min 2,5	2,701 gr/cm ³	Memenuhi
3	Berat jenis SSD	Min 2,5	2,706 gr/cm ³	Memenuhi
4	Berat jenis semu (apparent)	Min 2,5	2,713 gr/cm ³	Memenuhi
5	Penyerapan (absorption)	Mak 3	0,163 %	Memenuhi

Sumber : Hasil Pemeriksaan di UPMPJK Dinas PU Prov. Kalbar

Tabel 9. Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar (batu 0-0,5 cm)

No	Jenis Pemeriksaan	Spesifikasi	Hasil	Keterangan
1	Berat jenis bulk	Min 2,5	2,951 gr/cm ³	Memenuhi
2	Berat jenis SSD	Min 2,5	2,951 gr/cm ³	Memenuhi
3	Berat jenis semu (apparent)	Min 2,5	2,956 gr/cm ³	Memenuhi
4	Penyerapan (absorption)	Mak 3	0,067 %	Memenuhi

Sumber : Hasil Pemeriksaan di UPMPJK Dinas PU Prov. Kalbar

Tabel 10. Hasil Pemeriksaan Agregat Halus (Debu Batu)

No	Jenis Pemeriksaan	Spesifikasi	Hasil	Keterangan
1	Berat jenis bulk	Min 2,5	2,664 gr/cm ³	Memenuhi
2	Berat jenis SSD	Min 2,5	2,667 gr/cm ³	Memenuhi
3	Berat jenis semu (apparent)	Min 2,5	2,698 gr/cm ³	Memenuhi
4	Penyerapan (absorption)	Mak 3	0,472 %	Memenuhi

Sumber : Hasil Pemeriksaan di UPMPJK Dinas PU Prov. Kalbar

Tabel 11. Hasil Pemeriksaan Agregat Halus (Pasir Halus)

No	Jenis Pemeriksaan	Spesifikasi	Hasil	Keterangan
1	Berat jenis bulk	Min 2,5	2,583 gr/cm ³	Memenuhi
2	Berat jenis SSD	Min 2,5	2,603 gr/cm ³	Memenuhi
3	Berat jenis semu (Apparent)	Min 2,5	2,636 gr/cm ³	Memenuhi
4	Penyerapan (Absorption)	Mak 3	0,716 %	Memenuhi

Sumber : Hasil Pemeriksaan di UPMPJK Dinas PU Prov. Kalbar

Tabel 12. Hasil Pemeriksaan Agregat Halus (Pasir Sedang)

No	Jenis Pemeriksaan	Spesifikasi	Hasil	Keterangan
1	Berat jenis bulk	Min 2,5	2,623 gr/cm ³	Memenuhi
2	Berat jenis SSD	Min 2,5	2,641 gr/cm ³	Memenuhi
3	Berat jenis semu (Apparent)	Min 2,5	2,669 gr/cm ³	Memenuhi
4	Penyerapan (Absorption)	Mak 3	0,554 %	Memenuhi

Sumber : Hasil Pemeriksaan di UPMPJK Dinas PU Prov. Kalbar

Tabel 13. Hasil Pemeriksaan Agregat Halus (Pasir Kasar)

No	Jenis Pemeriksaan	Spesifikasi	Hasil	Keterangan
1	Berat jenis bulk	Min 2,5	2,649 gr/cm ³	Memenuhi
2	Berat jenis SSD	Min 2,5	2,679 gr/cm ³	Memenuhi
3	Berat jenis semu (Apparent)	Min 2,5	2,721 gr/cm ³	Memenuhi
4	Penyerapan (Absorption)	Mak 3	1,010 %	Memenuhi

Sumber : Hasil Pemeriksaan di UPMPJK Dinas PU Prov. Kalbar

Tabel 14. Hasil Pemeriksaan Filler

No	Jenis Pemeriksaan	Spesifikasi	Hasil	Keterangan
1	Berat jenis bulk	Min 2,5	3,150 gr/cm ³	Memenuhi
2	Berat jenis semu (Apparent)	Min 2,5	3,150 gr/cm ³	Memenuhi

Sumber : Hasil Pemeriksaan di UPMPJK Dinas PU Prov. Kalbar

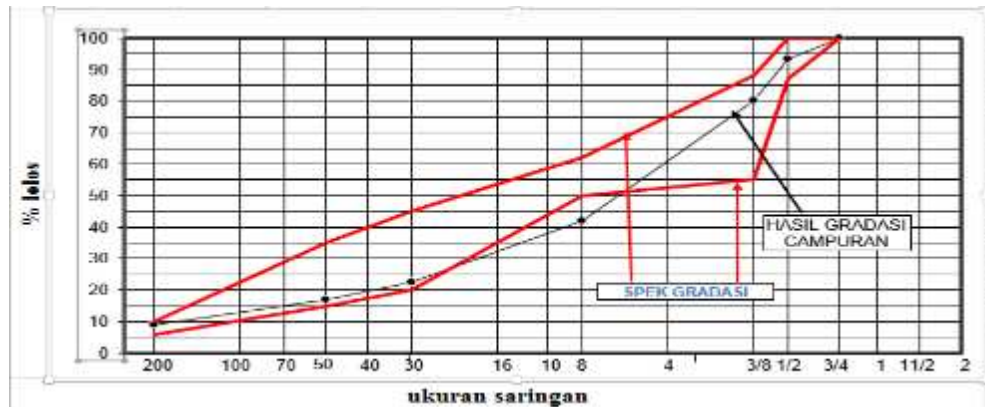
Dalam perhitungan penentuan proporsi campuran yang akan dibuat untuk jenis Hrs-Wc, cara perhitungannya yaitu menggunakan cara coba-coba (*trial and error*). Dengan cara ini maka akan diperoleh berapa besar prosentase campuran dari masing-masing agregat pada campuran Hrs-Wc tersebut yang ideal untuk digunakan 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 spesifikasi semi senjang agregat yang memenuhi persyaratan yaitu agregat halus pasir halus dan pasir sedang sedangkan agregat halus debu batu dan pasir kasar melebihi batas persyaratan. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 15 sampai dengan Tabel 18 proporsi campuran berikut :

Tabel 15. Campuran Proporsi Agregat Gradasi Gabungan (Debu Batu)

Ukuran Saringan		Agregat % Lolos					Hasil Gradasi campuran (Gabungan)	Spesifikasi
		Agregat Kasar			Agregat Halus	Filler		
		Batu 1-2	Batu 1-1	Batu 0,5	Debu Batu	Semen		
Inc	Mm	15%	10%	30%	40%	5%		Semi Senjang
3/4	19,10	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,00	100
1/2	12,70	57,06	99,09	100,00	100,0	100,0	93,47	87 – 100
3/8	9,50	20,64	23,00	98,70	100,00	100,0	80,01	55 – 88
No 8	2,40	0,00	0,00	29,15	70,88	100,0	42,10	50 – 62
No 30	0,60	0,00	0,00	13,74	44,29	100,0	22,44	20 – 45
No 50	0,30	0,00	0,00	9,45	22,57	100,0	16,86	15 – 35
No 200	0,075	0,00	0,00	3,12	7,57	99,83	8,96	6 – 10

Sumber : Hasil Pemeriksaan di UPMPJK Dinas PU Prov. Kalbar

Catatan : Agregat Kasar : 15 % + 10% + 30 % = 55 %
 Agregat Halus = 40 %
 Filler = 5%



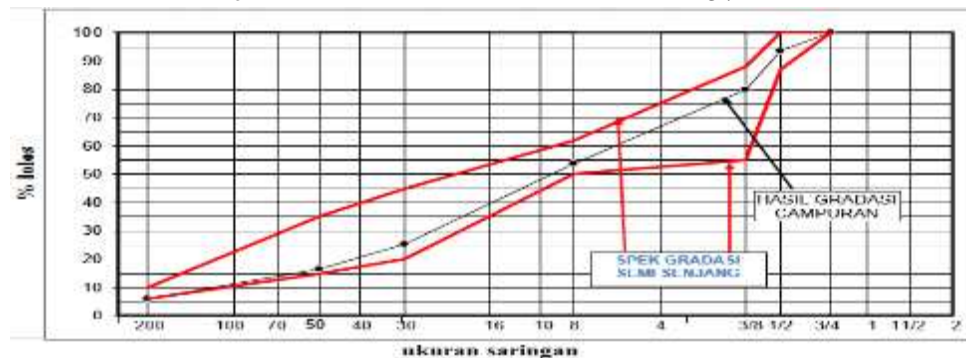
Gambar 2. Grafik amplop gradasi gabungan

Tabel 16. Campuran Proporsi Agregat Gradasi Gabungan (Pasir Halus)

Ukuran Saringan		Agregat % Lolos					Hasil Gradasi campuran (Gabungan)	Spesifikasi
		Agregat Kasar			Agregat Halus	Filler		
Inc	Min	Batu 1-2 15%	Batu 1-1 10%	Batu 0,5 30%	Pasir Halus 40%	Semen 5%		Sema Senjang 100
3/4	19,10	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,00	87 - 100
3/8	12,70	57,06	99,09	100,00	100,00	100,0	93,47	55 - 88
No 8	2,10	0,00	0,00	29,15	99,79	100,0	53,66	50 - 62
No 30	0,60	0,00	0,00	13,74	40,18	100,0	25,20	20 - 45
No 50	0,30	0,00	0,00	9,45	21,36	100,0	16,45	15 - 35
No 200	0,075	0,00	0,00	3,12	0,35	99,83	6,07	6 - 10

Sumber : Hasil Pemeriksaan di UPMPJK Dinas PU Prov. Kalbar

Catatan : Agregat Kasar : 15 % + 10% + 30 % = 55 %
 Agregat Halus = 40 %
 Filler = 5%



Gambar 3. Grafik amplop gradasi gabungan

Tabel 17. Campuran Proporsi Agregat Gradasi Gabungan (Pasir Sedang)

Ukuran Saringan		Agregat % Lolos					Hasil Gradasi campuran (Gabungan)	Spesifikasi
		Agregat Kasar			Agregat Halus	Filler		
		Batu 1-2	Batu 1-1	Batu 0,5	Pasir Sedang	Semen		
Inc	Mm	15%	10%	30%	40%	5%		Semi Senjang
¾	19,10	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,00	100
½	12,70	57,06	99,09	100,00	100,0	100,0	93,47	87 – 100
3/8	9,50	20,64	23,00	98,70	100,0	100,0	80,01	55 – 88
No 8	2,40	0,00	0,00	29,15	93,40	100,0	51,11	50 – 62
No 30	0,60	0,00	0,00	13,74	44,90	100,0	27,08	20 – 45
No 50	0,30	0,00	0,00	9,45	21,76	100,0	16,54	15 – 35
No 200	0,075	0,00	0,00	3,12	0,89	99,83	6,29	6 – 10

Sumber : Hasil Pemeriksaan di UPMPJK Dinas PU Prov. Kalbar

Catatan : Agregat Kasar : 15 % + 10% + 30 % = 55 %
Agregat Halus = 40 %
Filler = 5%



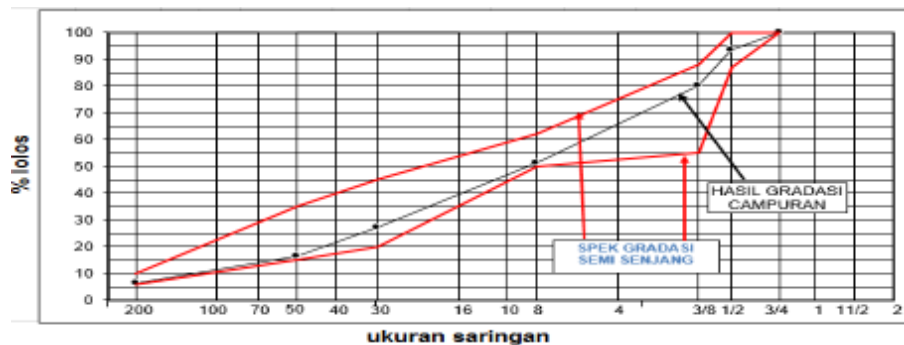
Gambar 4. Grafik amplot gradasi gabungan

Tabel 18. Campuran Proporsi Agregat Gradasi Gabungan (Pasir Sedang)

Ukuran Saringan		Agregat % Lolos					Hasil Gradasi campuran (Gabungan)	Spesifikasi
		Agregat Kasar			Agregat Halus	Filler		
		Batu 1-2	Batu 1-1	Batu 0,5	Pasir Sedang	Semen		
Inc	Mm	15%	10%	30%	40%	5%		Semi Senjang
¾	19,10	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,00	100
½	12,70	57,06	99,09	100,00	100,0	100,0	93,47	87 – 100
3/8	9,50	20,64	23,00	98,70	100,0	100,0	80,01	55 – 88
No 8	2,40	0,00	0,00	29,15	93,40	100,0	51,11	50 – 62
No 30	0,60	0,00	0,00	13,74	44,90	100,0	27,08	20 – 45
No 50	0,30	0,00	0,00	9,45	21,76	100,0	16,54	15 – 35
No 200	0,075	0,00	0,00	3,12	0,89	99,83	6,29	6 – 10

Sumber : Hasil Pemeriksaan di UPMPJK Dinas PU Prov. Kalbar

Catatan : Agregat Kasar : 15 % + 10% + 30 % = 55 %
Agregat Halus = 40 %
Filler = 5%



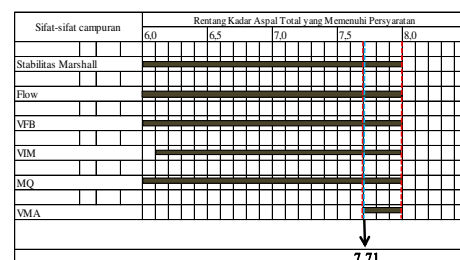
Gambar 5. Grafik amplop gradasi gabungan

4.1. Hasil Uji Sampel Debu Batu

Tabel 19. Hasil perhitungan hubungan kadar aspal dengan sifat-sifat Marshal Untuk Sampel Debu Batu.

No	Kadar Aspal (%)	Stabilitas	Flow	VIM	VFB	MQ
I	6,0	1445	4,3	6,3	84,8	231
	6,0	1427	4,6	5,0	87,1	210
	6,0	1445	4,7	5,0	87,8	238
	Rata-rata	1440	4,7	6,1	88,3	236
II	6,5	1427	4,7	5,3	86,3	234
	6,5	1427	4,8	5,7	85,1	237
	6,5	1445	4,8	5,2	86,2	231
	Rata-rata	1434	4,8	5,2	86,9	231
III	7,0	1408	4,3	5,1	87,5	241
	7,0	1427	4,3	4,6	86,8	247
	7,0	1427	4,9	4,8	84,8	241
	Rata-rata	1421	4,5	4,8	86,4	244
IV	7,5	1392	5,0	5,1	87,8	270
	7,5	1408	5,0	4,4	86,8	283
	7,5	1389	4,7	4,5	87,5	285
	Rata-rata	1392	4,9	4,6	87,8	283
V	8,0	1272	4,9	5,0	87,4	280
	8,0	1309	5,1	5,1	87,8	257
	8,0	1291	5,0	5,2	87,7	258
	Rata-rata	1291	5,0	5,1	87,6	258
Syarat		Min 800	Min 5	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 6. di bawah ini :



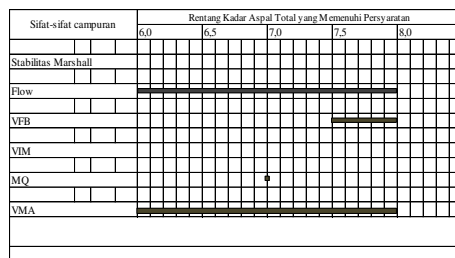
Gambar 6. Grafik Grafik Balok KAO

4.2. Hasil Uji Sampel Pasir Halus

Tabel 20. Hasil perhitungan hubungan kadar aspal dengan sifat-sifat Marshal Untuk Sampel Pasir Halus.

No	Kadar Aspal (%)	Stabilitas	Flow	VIM	VFB	MQ
I	6,0	1752	4,3	10,3	84,6	242
	6,0	1884	3,4	10,3	88,5	209
	6,0	1889	3,5	10,4	88,7	197
	Rata-rata	1855	4,3	10,3	88,6	217
II	6,5	1552	5,1	10,2	87,9	242
	6,5	1684	5,1	8,8	88,3	248
	6,5	1722	5,2	8,2	88,9	225
	Rata-rata	1627	5,2	8,8	88,2	242
III	7,0	1805	3,9	8,4	84,5	277
	7,0	1784	4,3	8,7	84,8	265
	7,0	1803	3,8	8,8	84,2	268
	Rata-rata	1797	3,9	8,7	84,2	269
IV	7,5	1684	4,3	8,8	77,5	259
	7,5	1752	4,1	7,8	88,5	242
	7,5	1684	4,2	8,4	86,3	250
	Rata-rata	1707	4,2	7,7	86,7	249
V	8,0	1752	4,2	8,8	72,5	260
	8,0	1807	3,2	8,8	72,5	222
	8,0	1734	2,4	7,8	88,5	216
	Rata-rata	1762	4,2	7,2	77,5	228
Syarat		Min 800	Min 5	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 7. di bawah ini :



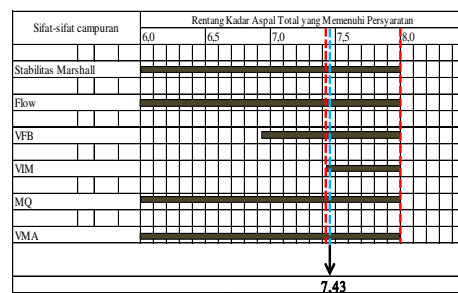
Gambar 7. Grafik Grafik Balok KAO

4.3. Hasil Uji Sampel Pasir Sedang

Tabel 21. Hasil perhitungan hubungan kadar aspal dengan sifat-sifat Marshal Untuk Sampel Pasir Sedang.

No.	Kadar Aspal (%)	Stabilitas	Flow	VIM	VFB	MQ
I	8.0	1220	4.2	8.3	57.7	201
	8.0	1196	4.5	8.3	57.3	204
	8.0	1179	4.5	8.3	57.3	201
	Rata-rata	1201	4.2	8.3	57.7	200
II	8.5	1212	4.8	8.2	60.8	208
	8.5	1212	4.8	8.8	61.7	203
	8.5	1250	5.9	8.2	60.8	191
	Rata-rata	1224	5.2	8.3	60.8	201
III	7.0	1256	4.5	8.8	66.3	201
	7.0	1243	4.1	7.4	66.8	191
	7.0	1226	4.2	8.5	70.2	201
	Rata-rata	1241	4.3	8.2	67.7	200
IV	7.5	1242	4.0	8.8	72.1	211
	7.5	1206	4.1	5.5	75.3	201
	7.5	1226	4.0	5.7	74.1	206
	Rata-rata	1224	4.0	5.7	74.1	206
V	8.0	1157	5.8	4.8	76.2	206
	8.0	1206	4.0	4.8	78.4	203
	8.0	1206	5.0	4.8	78.8	210
	Rata-rata	1184	5.0	4.8	78.5	206
Syarat		Min.800	Min.3	4-6	Min.68	Min.25%

Untuk memudahkan penentuan kadar aspal optimum dari hasil analisa grafik diatas selanjutnya kita plot ke dalam diagram batang (*Bar Chart*) seperti Gambar 8. di bawah ini :



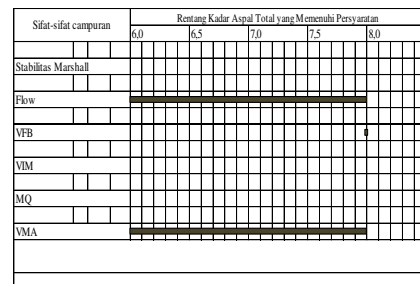
Gambar 8. Grafik Grafik Balok KAO

4.4. Hasil Uji Sampel Pasir Kasar

Tabel 22. Hasil perhitungan hubungan kadar aspal dengan sifat-sifat Marshal Untuk Sampel Pasir Kasar.

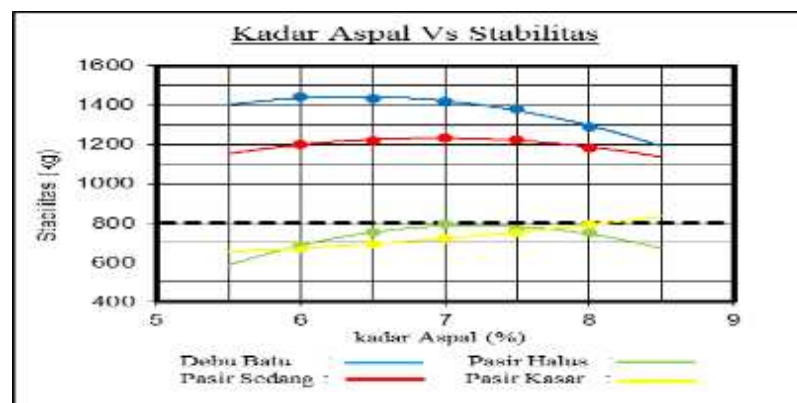
No.	Kadar Aspal (%)	Stabilitas	Flow	VIM	VFB	MQ
I	8.0	972	4.0	31.1	52.6	168
	8.0	880	4.2	30.7	52.8	169
	8.0	856	4.2	30.8	52.1	158
	Rata-rata	972	4.1	30.5	52.1	163
II	8.5	815	4.0	9.8	57.8	158
	8.5	752	4.0	10.2	56.7	158
	8.5	717	4.1	9.8	58.4	172
	Rata-rata	805	4.0	9.8	57.3	172
III	7.0	754	4.0	9.3	60.8	189
	7.0	754	4.0	9.3	61.8	189
	7.0	700	3.9	8.8	62.2	183
	Rata-rata	723	4.0	9.2	61.2	182
IV	7.5	769	4.0	8.8	66.8	192
	7.5	803	5.8	7.8	66.7	183
	7.5	803	5.8	7.7	67.3	213
	Rata-rata	752	5.0	7.8	66.8	194
V	8.0	888	5.7	6.7	71.3	240
	8.0	769	5.7	5.8	74.7	223
	8.0	717	5.6	7.1	70.3	189
	Rata-rata	791	5.6	6.2	72.1	223
Syarat		Min.800	Min.3	4-6	Min.68	Min.25%

Untuk memudahkan penentuan kadar aspal optimum dari hasil analisa grafik diatas selanjutnya kita plot ke dalam diagram batang (*Bar Chart*) seperti Gambar 9. di bawah ini :

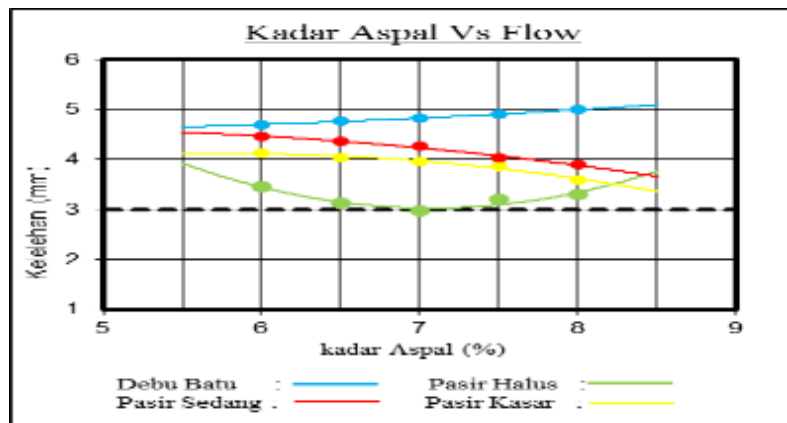


Gambar 9. Grafik Grafik Balok KAO

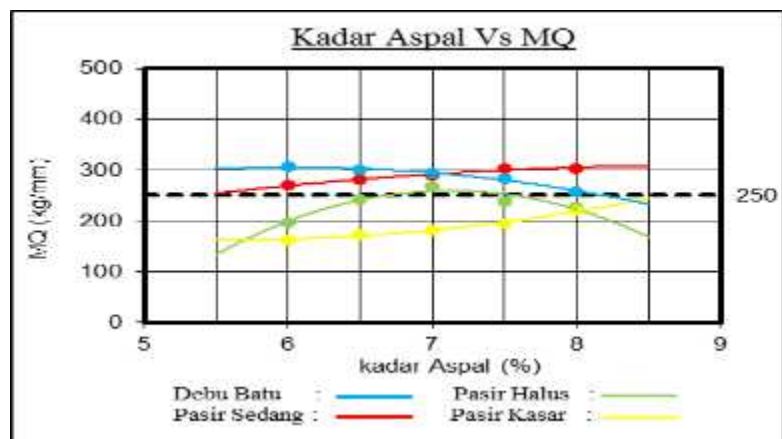
Berikut adalah grafik dari hasil dari perhitungan sifat-sifat marshal untuk jenis agregat halus debu batu, pasir halus, pasir sedang dan pasir kasar yang sudah direkap pada Tabel 19, Tabel 20, Tabel 21 dan Tabel 22. yang ditampilkan dalam satu grafik untuk nilai stabilitas, flow, MQ, VIM, VFB dan VMA agar dapat membandingkan perubahan yang terjadi akibat penggunaan agregat halus yang berbeda-beda. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 10 sampai dengan Gambar 15 :



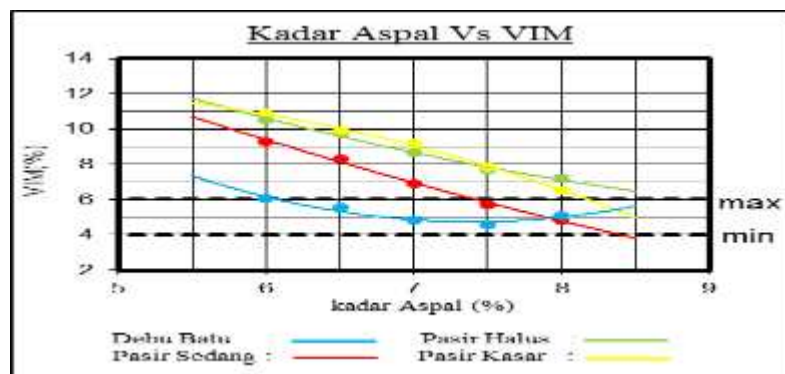
Gambar 10. Grafik gabungan kadar aspal dengan Stabilitas



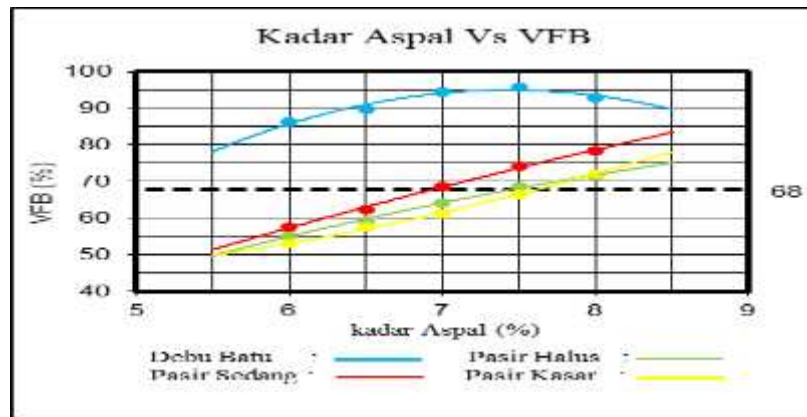
Gambar 11. Grafik gabungan kadar aspal dengan Flow



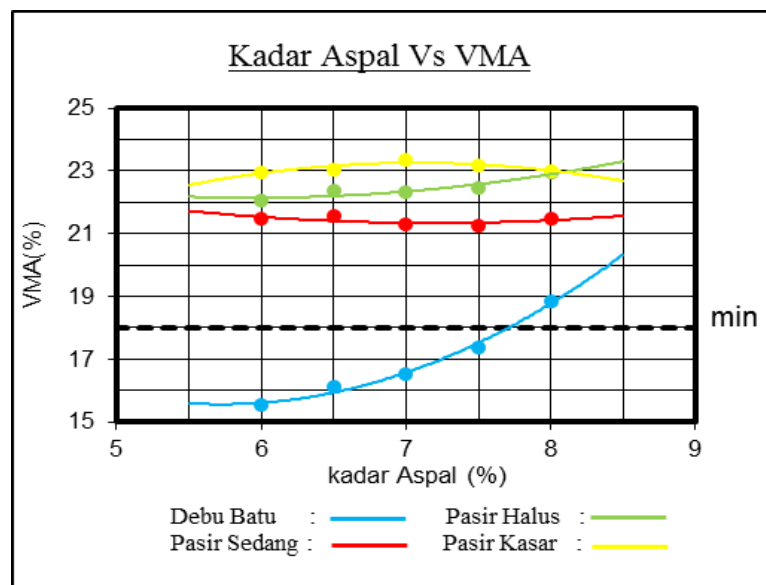
Gambar 12. Grafik gabungan kadar aspal dengan MQ



Gambar 13. Grafik gabungan kadar aspal dengan VIM



Gambar 14. Grafik gabungan kadar aspal dengan VFB



Gambar 15. Grafik gabungan kadar aspal dengan VMA

Berdasarkan dari Gambar 10 sampai dengan Gambar 15 untuk lebih jelasnya dapat dilihat hasil rekapitulasi nilai sifat-sifat marshall yang didapat dari nilai KAO seperti pada Tabel 24.

Tabel 24. Hasil Rekapitulasi Data Sesuai Nilai KAO

No	Keterangan	MATERIAL				Spesifikasi
		Debu Batu	Pasir Halus	Pasir Sedang	Pasir Kasar	
1	KAO	7,71	-	7,43	-	6 - 8 %
2	Stabilitas	1340,10	-	1220,00	-	Min 800 Kg
3	Flow	4,96	-	4,10	-	Min 3 mm
4	MQ	271,10	-	297,50	-	Min 250 Kg/mm
5	VFB	94,30	-	73,60	-	Min 68 %
6	VIM	4,85	-	5,58	-	4 - 6 %
7	VMA	18,10	-	21,28	-	Min 18 %

5. KESIMPULAN & SARAN

5.1. Kesimpulan

1. Penggunaan agregat halus yang berbeda-beda dapat mempengaruhi sifat-sifat parameter marshall. Hal tersebut dapat dibuktikan pada nilai stabilitas untuk semua jenis agregat halus yang digunakan akan mengalami penurunan nilai apabila penggunaan kadar aspal yang semakin tinggi. Akan tetapi pada agregat halus pasir berbutir halus dan pasir berbutir kasar nilai stabilitas yang didapat tidak memenuhi batas minimum yaitu sebesar 800 kg. Jika ditinjau dari nilai flow terdapat perbedaan hasil untuk dua jenis agregat yang berbeda, untuk agregat debu batu semakin tinggi kadar aspal nilai flow yang didapat akan semakin besar. Tetapi untuk agregat halus yang berasal dari pasir semakin tinggi kadar aspal akan menghasilkan nilai flow yang lebih rendah.
2. Penggunaan agregat halus yang berbeda-beda pada campuran aspal dapat mempengaruhi kualitas campuran beraspal tersebut. Dapat dibuktikan dari grafik Stabilitas, Flow, MQ, VIM, VFB dan VMA bahwa perbedaan hasil yang jelas terlihat pada penggunaan agregat debu batu dengan agregat dari pasir.
3. Penggunaan agregat halus yang berasal dari debu batu menunjukkan nilai-nilai dari keseluruhan sifat-sifat parameter marshall yang lebih baik jika dibandingkan dengan penggunaan agregat halus yang berasal dari pasir.
4. Pemeriksaan kadar aspal yang dilakukan dapat membuktikan bahwa material serta kadar aspal yang digunakan mendekati kadar aspal pada rencana campuran yang telah dibuat sebelumnya

5.2. Saran

1. Dapat melakukan percobaan dengan agregat halus dari bahan yang lain seperti kerak ketel (cangkang sawit), serbuk besi (slug) dan lain sebagainya.
2. Pada penelitian selanjutnya dapat dilanjutkan dengan memilih atau mencari material yang berbeda sumber atau quari agar dapat mengetahui perubahan serta perbedaan dari material yang digunakan pada percobaan sebelumnya.
3. Dapat memilih agregat halus yang baik dengan menggunakan tahapan gradasi untuk mendapatkan material sesuai spesifikasi agregat halus.
4. Dapat menggunakan jenis perkerasan yang berbeda seperti (HRS-BASE) dan yang lain sebagainya agar mengetahui perbedaan dan hasil yang diperoleh.

DAFTAR PUSTAKA

Balai Bahan dan Perkerasan Jalan, Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan, Departemen Pekerjaan Umum. 2009. *Modul Pengendalian Mutu Pekerjaan Aspal dan Agregat*.

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.

Maulana, Arief. 2014. *Karakteristik Kekutan Campuran Beraspal Akibat Air Laut*. Fakultas Teknik Universitas Tanjung Pura.

- RSNI 03-1737-1989. *Pelaksanaan Lapis Campuran Beraspal Panas. Badan Litbang Departemen Pekerjaan Umum.* 2005
- SNI 03-1968-1990. *Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Kasar dan Halus. Pusjatan Balitbang Pekerjaan Umum.*
- Ruzniar, Kurniawan. 2008. *Pengaruh Suhu Pemasatan Pada lapis Aspal Beton (Laston) Dengan Memvariasikan Kerak Ketel Dan Pasir Sebagai Agregat Halus.* Fakultas Teknik Universitas Tanjung Pura.
- Sukirman, Silvia. 1999. *Perkerasan Lentur Jalan Raya.* Bandung: Nova.
- Totomiharjo, Soeprapto 1994. *Bahan dan Struktur Jalan Raya.* Universitas Gajah Mada: Biro Penerbit.