

PENGARUH PENGGUNAAN AGREGAT HALUS (PASIR BESI) PASUR BLITAR TERHADAP KINERJA HOT ROLLED SHEET (HRS)

Rifan Yuniartanto, S.T.

ABSTRAK

Hot rolled sheet – Wearing Course (HRS – WC) adalah campuran lapis tipis aspal beton bergadrasi senjang, dimana penggunaan agregat ukuran kasar dan sedang sangat sedikit, lebih banyak dari campuran agregat halus dan aspal. Campuran ini sering digunakan di Indonesia sebagai lapis permukaan, karena relative mempunyai kelenturan dan daya tahan yang lebih tinggi. Pasir biasa adalah komponen penting dalam campuran HRS – WC. Pasir biasa merupakan bahan yang umum digunakan. Saat ini sedang dicoba menggunakan bahan alternative lain, contohnya adalah pasir besi. Kemudian bahan tersebut coba dibandingkan nilai karakteristiknya dengan pasir biasa.

Hasil penelitian pasir besi dengan kadar aspal 6%, 6,5%, 7%, 7,5%, 8% ternyata didapatkan hasil yang tidak memenuhi persyaratan Depkimpraswil 2002, sehingga dilakukan pengurangan presentase aspal untuk bisa didapatkan hasil yang memenuhi persyaratan. Hal ini didasarkan dengan melihat data hasil pengujian Marshal Test dari nilai flow didapatkan bahwa kadar aspal berpengaruh sangat besar terhadap agregat halus pasir besi Pasur Blitar, sehingga kadar aspal harus diturunkan sehingga diharapkan memberikan peluang penggunaan pasir besi sebagai bahan campuran aspal.

Kata Kunci : aspal, pasir besi Pasur Blitar, Pengurangan Presentase Aspal, HRS – WC, Nilai Karakteristik.

1. PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG

Peningkatan mutu jalan di Indonesia harus ditunjang dengan adanya bahan baku dan mutu yang baik. Di Indonesia mempunyai bahan baku yang cukup banyak yang pemanfaatannya tergantung dalam kemampuan dalam mengolah bahan baku tersebut untuk mencapai mutu yang baik dan guna pemberdayaan material local yang ada di daerah yang bersangkutan. Salah satu diantara bahan baku tersebut yang berada di Jawa Timur (kab. Blitar) adalah pasir yang mempunyai kandungan besi.

Campuran perkerasan terdiri dari material agregat kasar, agregat halus dan aspal. Pasir besi sebagai bahan agregat halus dapat diperoleh dari hasil sedimentasi yang berupa butiran halus, batuan ini disebut batuan sedimen silica. Pasir besi didapat dari hasil tambang dan juga dari hasil pemecah batu yang diperoleh dari sungai. agregat halus memiliki peran sebagai bahan pengisi dari campuran perkerasan (VMA = Voids In Mineral Agregat) yaitu volume pori diantara butir agregat dalam aspal padat tetapi selimut aspal ditiadakan.

Metode HRS (Hot Rolled Sheet) baik bagi bahan perkerasan jalan, jenis ini merupakan Lapisan Tipis Aspal Beton terutama sebagai lapisan permukaan jalan, karena sifatnya yang lentur dan keawetannya dalam menerima beban lalu lintas berulang-ulang seperti berat kendaraan dan gesekan antar roda kendaraan dengan permukaan jalan, serta menahan keausan akibat pengaruh cuaca dan iklim.

1.2. RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan uraian diatas, maka dapat dirumuskan permasalahan yang akan diteliti yaitu:

1. Adakah pengaruh pemakaian agregat halus (pasir besi) dari daerah Pasur Blitar terhadap kualitas campuran perkerasan HRS (Hot Rolled Sheet) yang meliputi:

- Stabilitas (Kg)
- Kelelehan (mm)
- Persen Rongga Udara Dalam Campuran (VIM) (%)
- Persen Rongga Udara Dalam Campuran Tanpa Selimut Aspal (VMA) (%)
- Daya Tahan

2. Berapa besar kadar Asphalt Optimum yang diperoleh menggunakan agregat halus (pasir besi) pada campuran HRS

1.3. BATASAN PENELITIAN

1. Aspal yang digunakan adalah aspal keras penetrasi 60/70 dari PT. Pertamina
2. Agregat kasar dari Lesthi Lumajang
3. Agregat halus :
 - Pasir besi dari Pasur Blitar
 - Pasir biasa dari Lesthi Lumajang
4. Tidak membahas dan memperhitungkan sifat kimia dan agregat halus (pasir besi) dan campuran HRS baik proses maupun pengaruhnya
5. Tidak membahas biaya produksi

1.4. TUJUAN PENELITIAN

Dalam penelitian ini akan menghasilkan pemikiran baru guna memberikan masukan kepada semua pihak yang membutuhkan yaitu:

1. Untuk mengetahui kinerja campuran perkerasan HRS dengan menggunakan agregat halus (pasir besi)
2. Untuk mengetahui besar kadar aspal yang diberikan agar mencapai kondisi optimum.

1.5. MANFAAT PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan harapan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

- a. Untuk instansi atau praktisi terkait, hasil penelitian ini dapat memberikan suatu informasi yang tepat dalam pemakaian agregat halus (pasir besi) dari desa Kademangan Pasur Blitar, untuk campuran perkerasan HRS sehingga dapat disesuaikan dengan kondisi pada proyek dan dalam rangka pemberdayaan bahan material lokal.
- b. Untuk masyarakat dapat memanfaatkan secara optimal baik dari segi ekonomis dan lapangan kerja baru bagi masyarakat sekitar.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. PENGERTIAN PERKERASAN JALAN

Jalan merupakan prasarana perhubungan darat yang menghubungkan dua lokasi atau lebih. Konstruksi jalan pada umumnya terdiri dari lapis bahan yang berbeda-beda, menurut sifat yang digunakan. Secara garis besar ada tiga macam konstruksi perkerasan jalan yaitu perkerasan lentur, kaku, dan komposit.

1. Konstruksi perkerasan lentur
Yaitu perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat lapisan-lapisan perkerasannya, bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar.
2. Konstruksi perkerasan kaku

Yaitu perkerasan yang menggunakan semen sebagai bahan pengikat pelat beton dengan atau tanpa tulangan, diletakkan diatas dasar dengan atau tanpa lapis pondasi bawah sebagai pemikul beban lalu lintas.

3. Konstruksi perkerasan komposit
Yaitu perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur, dapat berupa perkerasan lentur diatas perkerasan kaku, atau perkerasan kaku diatas perkerasan lentur.

2.2. BAHAN CAMPURAN LAPISAN HOT ROLLED SHEET (HRS)

Campuran untuk lapisan Hot Rolled Sheet pada dasarnya terdiri dari agregat kasar, agregat halus, aspal dan filler masing-masing agregat terlebih dahulu harus diperiksa gradasinya dan selanjutnya digabungkan menurut perbandingan yang akan menghasilkan agregat campuran yang memenuhi syarat.

Lapisan Hot Rolled Sheet adalah beton aspal bergradasi senjang. Hot Rolled Sheet biasa juga disebut Lataston (Lapisan Tipis Aspal Beton). Karakteristik beton aspal yang terpenting adalah durabilitas dan fleksibilitas.

2.3. AGREGAT KASAR

Agregat kasar harus dari batu pecah yang bersih, kuat, awet, dan bebas dari

bahan lain yang mengganggu serta memenuhi persyaratan sebagai berikut:

- a. Keausan pada 500 putaran : maksimum 40%
- b. Kelekatan pada aspal : minimum 95%
- c. Jumlah butiran tertahan No.4 yang mempunyai paling sedikit dua bidang pecah : minimum 50%
- d. Penyerapan air : maksimum 3%
- e. Bagian yang lunak : maksimum 5%.

2.4. AGREGAT HALUS

Agregat halus terdiri dari pasir alam atau pasir buatan atau gabungan bahan-bahan tersebut. Agregat halus harus bersih, kering, kuat, bebas dari gumpalan-gumpalan lempung dan bahan-bahan lain yang mengganggu. Karena perannya sebagai mortar bersama dengan aspal agregat halus memiliki ukuran agregat lebih halus dari saringan No.8 (=2,36 mm). agregat halus mempunyai akivalen pasir minimum 50%.

2.5. FILLER

Filler adalah material yang sangat halus, minimum 75% yang lolos saringan No.200 dalam campuran HRS filler, agregat halus dan aspal membentuk mortar dan berperan sebagai pengisi rongga sehingga meningkatkan kepadatan

dan ketahanan campuran serta meningkatkan stabilitas campuran.

Pada prakteknya, fungsi filler adalah meningkatkan viskositas dari asal dan mengurangi kepekaan terhadap temperature. Meningkatkan komposisi filler dalam campuran dapat meningkatkan stabilitas campuran tetapi menurunkan kadar air void (rongga udara).

3. METODOLOGI PENELITIAN

Pelaksanaan penelitian dilakukan di Laboratorium Struktur dan Jalan Raya Institut Teknologi Nasional Malang, Jalan Bendungan Sigura-Gura no.2 Malang.

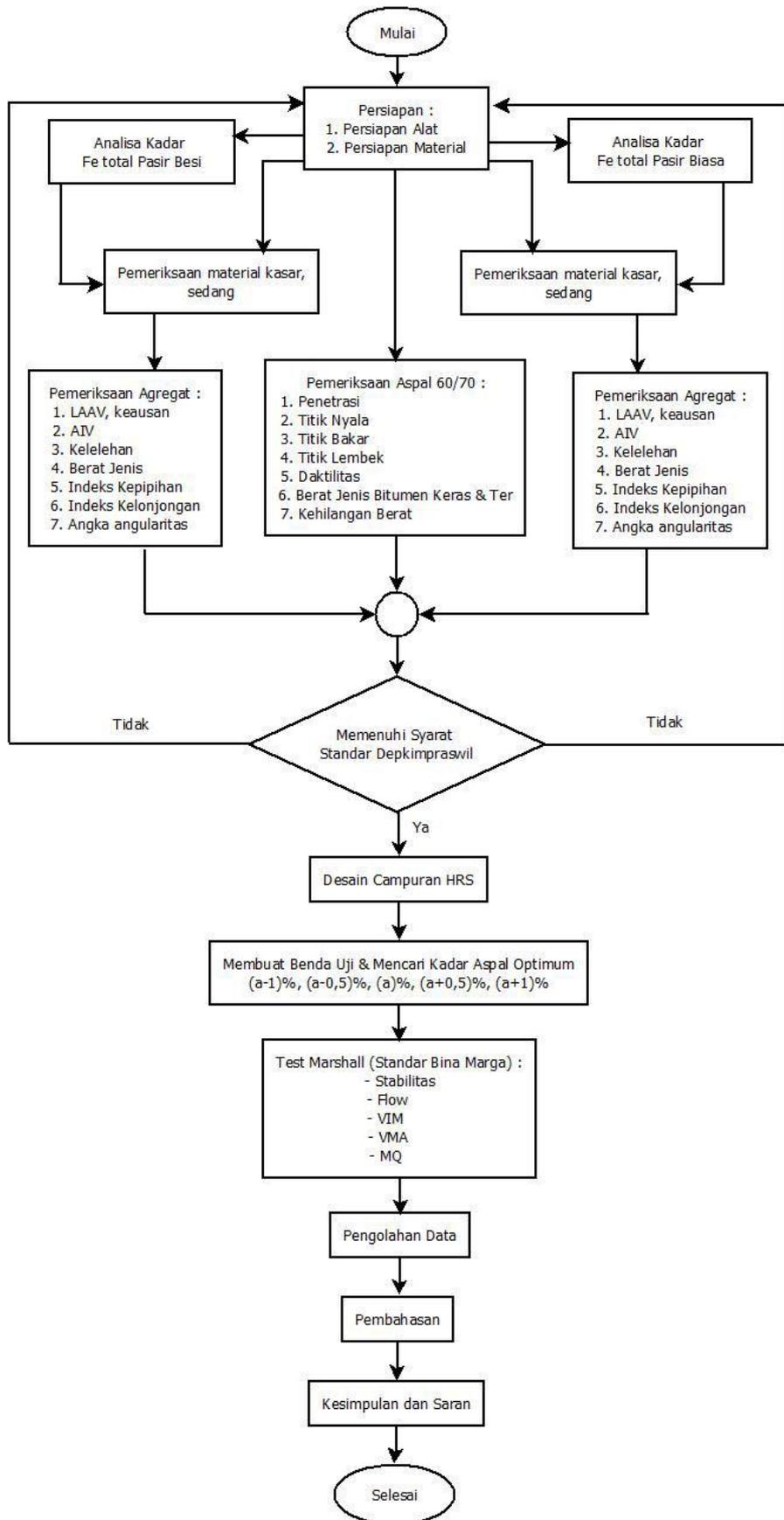
3.1. RANCANGAN PENELITIAN

Dibagi dalam dua tahap, yaitu:

1. Studi literatur, bertujuan mengkaji variabel yang akan diteliti dengan mempelajari teori-teori yang ada untuk dirumuskan sesuai dengan hipotesis penelitian.
2. Studi eksperimen, dilakukan di laboratorium untuk mendapatkan data-data yang diperlukan.

Dari kedua rancangan diatas, akan didapatkan data yang kemudian dianalisis dan dipakai untuk mengkaji hipotesis, sehingga didapat suatu kesimpulan akhir.

3.2. BAGAN ALIR



4. ANALISIS DATA DAN
PENGUJIAN
4.1. PERHITUNGAN MENCARI
KADAR ASPAL OPTIMUM

4.1.1. DATA HASIL TEST
MARSHALL MENGGUNAKAN
PASIR BESI

Tabel 4.24. Perhitungan Test Marshall Mencari Kadar Aspal Optimum (KAO)
menggunakan Pasir Besi Campuran HRS-WC

Kadar Aspal		6,0%				
No. Benda Uji		1	2	3	4	5
a	Diameter (cm)	10,17	10,20	10,18	10,19	10,18
b	Tinggi 1 (cm)	5,49	5,50	5,53	5,59	5,63
c	Tinggi 2 (cm)	5,50	5,52	5,54	5,60	5,61
d	Tinggi 3 (cm)	5,48	5,50	5,55	5,60	5,60
e	Tinggi rata-rata (mm)	54,90	55,07	55,40	55,97	56,13
f	% aspal thd agregat	6,38	6,38	6,38	6,38	6,38
g	% aspal thd campuran	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00
h	Berat sampel (gram)	1178,80	1184,10	1181,70	1184,30	1182,50
i	Berat SSD (gram)	1185,30	1188,40	1186,30	1188,50	1186,00
j	Berat dalam air (gram)	752,00	755,00	752,00	755,00	754,00
k	Isi (gram)	433,30	433,40	434,30	433,50	432,00
l	Berat isi	2,72	2,73	2,72	2,73	2,74
m	BJ maksimum teoritis	2,85	2,85	2,85	2,85	2,85
n	(g ³ /lbj aspal)	15,81	15,88	15,81	15,88	15,91
o	((100-g) ³ /lbj agregat	74,49	74,80	74,50	74,80	74,94
p	Jumlah kandungan rongga (%)	9,70	9,32	9,69	9,33	9,15
q	% rongga thd agregat VMA	25,51	25,20	25,50	25,20	25,06
r	% rongga terisi aspal	61,96	63,01	62,00	63,00	63,49
s	% rongga dim campuran VIM	4,47	4,06	4,45	4,06	3,88
t	Masuk waterbath	12,00	12,05	12,10	12,15	12,20
u	Test	12,30	12,35	12,40	12,45	12,50
v	Pembacaan arloji stabilitas	52,00	60,00	54,00	63,00	57,00
w	Ibf	1447,71	1686,99	1507,83	1775,91	1597,63
x	kg	643,97	750,41	670,71	789,96	710,66
y	koreksi (tebal)	1,25	1,25	1,24	1,21	1,21
z	Stabilitas (dg koreksi benda uji)	808,06	936,72	828,68	959,62	859,10
aa	Flow	4,80	4,70	4,55	4,60	4,32
ab	Marshall Quotient	168,35	199,30	182,13	208,61	198,87

Catatan : Ditembak Selama 30 menit Pada Suhu 60°C dengan kadar aspal 6,0% - 6,0%

Kadar Aspal		6.5%					7.0%				
No. Benda Uji		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
a	Diameter (cm)	10.19	10.18	10.19	10.20	10.20	10.19	10.20	10.18	10.20	10.17
b	Tinggi 1 (cm)	5.53	5.49	5.57	5.59	5.59	5.49	5.50	5.51	5.47	5.48
c	Tinggi 2 (cm)	5.53	5.48	5.57	5.58	5.60	5.48	5.49	5.52	5.47	5.48
d	Tinggi 3 (cm)	5.54	5.49	5.56	5.60	5.61	5.47	5.49	5.51	5.48	5.47
e	Tinggi rata-rata (mm)	55.33	54.87	55.67	55.90	56.00	54.80	54.93	55.13	54.73	54.77
f	% aspal thd agregat	6.95	6.95	6.95	6.95	6.95	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53
g	% aspal thd campuran	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00
h	Berat sampel (gram)	1181.30	1185.40	1183.60	1185.20	1184.40	1183.90	1180.60	1185.30	1180.50	1184.70
i	Berat SSD (gram)	1186.50	1189.50	1187.30	1189.10	1189.80	1188.20	1184.70	1189.10	1185.10	1188.20
j	Berat dalam air (gram)	754.00	756.00	755.00	755.00	754.00	755.00	751.00	754.00	753.00	753.00
k	Isi (gram)	432.50	433.50	432.30	434.10	435.80	433.20	433.70	435.10	432.10	435.20
l	Berat isi	2.73	2.73	2.74	2.73	2.72	2.73	2.72	2.72	2.73	2.72
m	BJ maksimum teoritis	2.82	2.82	2.82	2.82	2.82	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80
n	(g ³)/bj aspal	17.19	17.21	17.24	17.19	17.11	18.53	18.46	18.47	18.52	18.46
o	((100-g ³)/bj agregat	74.38	74.47	74.56	74.35	74.01	74.03	73.74	73.79	74.00	73.74
p	Jumlah kandungan rongga (%)	8.42	8.32	8.20	8.46	8.88	7.44	7.81	7.74	7.47	7.81
q	% rongga thd agregat VMA	25.62	25.53	25.44	25.65	25.99	25.97	26.26	26.21	26.00	26.26
r	% rongga terisi aspal	67.13	67.43	67.76	67.02	65.84	71.34	70.27	70.47	71.25	70.28
s	% rongga dlm campuran VIM	3.19	3.08	2.96	3.23	3.67	2.24	2.62	2.55	2.27	2.62
t	Masuk waterbath	12.25	12.30	12.35	12.40	12.45	12.50	12.55	13.00	13.05	13.10
u	Test	12.55	13.00	13.05	13.10	13.15	13.20	13.25	13.30	13.35	13.40
v	Pembacaan arloji stabilitas	58.00	64.00	62.00	62.00	65.00	64.00	63.00	56.00	57.00	61.00
w	lbf	1627.46	1805.46	1746.31	1746.31	1834.96	1805.46	1775.91	1567.74	1597.63	1716.67
x	kg	723.93	803.10	776.80	776.80	816.23	803.10	789.96	697.36	710.66	763.61
y	koreksi (tebal)	1.24	1.26	1.23	1.22	1.21	1.26	1.25	1.25	1.26	1.26
z	Stabilitas (dg koreksi benda uji)	896.26	1008.80	952.06	945.48	990.56	1010.93	990.21	868.70	896.46	962.24
aa	Flow	4.80	5.10	4.80	4.85	5.00	4.15	4.90	4.50	4.80	4.65
ab	Marshall Quotient	186.72	197.80	198.35	194.95	198.11	243.60	202.08	193.05	186.76	206.93

Kadar Aspal		7.5%					8.0%				
No. Benda Uji		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
a	Diameter (cm)	10.18	10.20	10.19	10.19	10.20	10.20	10.21	10.19	10.19	10.18
b	Tinggi 1 (cm)	5.47	5.51	5.49	5.48	5.59	5.49	5.48	5.46	5.50	5.49
c	Tinggi 2 (cm)	5.48	5.50	5.49	5.48	5.60	5.48	5.48	5.47	5.49	5.49
d	Tinggi 3 (cm)	5.49	5.49	5.48	5.49	5.58	5.47	5.47	5.46	5.51	5.48
e	Tinggi rata-rata (mm)	54.80	55.00	54.87	54.83	55.90	54.80	54.77	54.63	55.00	54.87
f	% aspal thd agregat	8.11	8.11	8.11	8.11	8.11	8.70	8.70	8.70	8.70	8.70
g	% aspal thd campuran	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
h	Berat sampel (gram)	1184.30	1185.70	1187.10	1183.50	1184.20	1185.30	1186.30	1184.50	1187.30	1183.70
i	Berat SSD (gram)	1186.50	1187.30	1189.30	1185.60	1185.90	1187.20	1190.20	1186.60	1189.40	1185.40
j	Berat dalam air (gram)	755.00	755.00	756.00	754.00	754.00	750.00	751.00	748.00	753.00	750
k	Isi (gram)	431.50	432.30	433.30	431.60	431.90	437.20	439.20	438.60	436.40	435.40
l	Berat isi	2.74	2.74	2.74	2.74	2.74	2.71	2.70	2.70	2.72	2.72
m	BJ maksimum teoritis	2.77	2.77	2.77	2.77	2.77	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75
n	(g ³)/bj aspal	19.94	19.92	19.90	19.92	19.92	21.01	20.93	20.93	21.08	21.06
o	((100-g ³)/bj agregat	73.95	73.90	73.81	73.88	73.87	72.65	72.38	72.37	72.91	72.85
p	Jumlah kandungan rongga (%)	6.12	6.18	6.29	6.20	6.21	6.34	6.69	6.71	6.01	6.08
q	% rongga thd agregat VMA	26.05	26.10	26.19	26.12	26.13	27.35	27.62	27.63	27.09	27.15
r	% rongga terisi aspal	76.52	76.33	76.00	76.26	76.23	76.80	75.77	75.73	77.80	77.59
s	% rongga dlm campuran VIM	0.92	0.98	1.09	1.01	1.02	1.24	1.60	1.62	0.89	0.96
t	Masuk waterbath	13.15	13.20	13.25	13.30	13.35	13.40	13.45	13.50	13.55	14.00
u	Test	13.45	13.50	13.55	14.00	14.05	14.10	14.15	14.20	14.25	14.30
v	Pembacaan arloji stabilitas	49.00	54.00	49.00	52.00	51.00	43.00	46.00	44.00	41.00	48.00
w	lbf	1357.19	1507.83	1357.19	1447.71	1417.58	1175.09	1266.29	1205.52	1114.18	1326.93
x	kg	603.70	670.71	603.70	643.97	630.57	522.71	563.27	536.24	495.61	590.24
y	koreksi (tebal)	1.26	1.25	1.26	1.26	1.22	1.26	1.26	1.27	1.25	1.26
z	Stabilitas (dg koreksi benda uji)	759.93	838.98	758.33	809.76	767.50	657.97	709.79	678.61	619.95	741.42
aa	Flow	5.00	4.83	5.25	5.31	5.20	5.40	5.35	5.56	5.64	5.75
ab	Marshall Quotient	151.99	173.70	144.44	152.50	147.60	121.85	132.67	122.05	109.92	128.94

**Tabel 4.25. Perhitungan Test Marshall Mencari Kadar Aspal Optimum (KAO)
menggunakan Pasir Besi Campuran HRS-WC**

Kadar Aspal		6.0%				
No. Benda Uji		1	2	3	4	5
a	Diameter (cm)	10.17	10.19	10.20	10.18	10.18
b	Tinggi 1 (cm)	5.49	5.53	5.57	5.48	5.59
c	Tinggi 2 (cm)	5.48	5.52	5.56	5.47	5.60
d	Tinggi 3 (cm)	5.49	5.51	5.57	5.47	5.59
e	Tinggi rata-rata (mm)	54.867	55.200	55.667	54.733	55.933
f	% aspal thd agregat	6.38	6.38	6.38	6.38	6.38
g	% aspal thd campuran	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
h	Berat sampel (gram)	1186.20	1184.70	1182.90	1187.20	1188.00
i	Berat SSD (gram)	1188.40	1186.20	1184.10	1189.10	1191.40
j	Berat dalam air (gram)	764.00	762.00	761.00	764.00	766.00
k	Isi (gram)	424.40	424.20	423.10	425.10	425.40
l	Berat isi	2.795	2.793	2.80	2.79	2.79
m	HJ maksimum teoritis	2.85	2.85	2.85	2.85	2.85
n	(g ³)/b _j aspal)	16.242	16.229	16.247	16.229	16.229
o	((100-g ³)/b _j) agregat	76.525	76.465	76.547	76.464	76.461
p	Jumlah kandungan rongga (%)	7.233	7.306	7.206	7.31	7.31
q	% rongga thd agregat VMA	23.475	23.535	23.45	23.54	23.54
r	% rongga terisi aspal	69.190	68.957	69.27	68.95	68.94
s	% rongga dim campuran VIM	1.85	1.93	1.82	1.93	1.93
t	Masuk waterbath	12.00	12.05	12.10	12.15	12.20
u	Test	12.30	12.35	12.40	12.45	12.50
v	Pembacaan arloji stabilitas	55.00	56.00	53.00	50.00	49.00
w	lbf	1537.81	1567.74	1477.79	1387.41	1357.19
x	kg	684.05	697.36	657.35	617.15	603.70
y	koreksi (tebal)	1.256	1.243	1.226	1.261	1.216
z	Stabilitas (dg koreksi benda uji)	859.26	866.91	805.67	778.50	734.08
aa	Flow	4.39	4.38	4.41	4.42	4.40
ab	Marshall Quotient	195.73	197.93	182.69	176.13	166.84

Catatan : Dikondam Selama 24 jam, Pada Suhu 60°C dengan kadar aspal 6,0% -8,0%

Kadar Aspal		6.5%					7.0%				
No. Benda Uji		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
a	Diameter (cm)	10.20	10.18	10.17	10.19	10.18	10.20	10.19	10.18	10.19	10.18
b	Tinggi 1 (cm)	5.51	5.49	5.49	5.54	5.53	5.49	5.50	5.54	5.59	5.57
c	Tinggi 2 (cm)	5.52	5.48	5.48	5.53	5.55	5.49	5.50	5.53	5.57	5.58
d	Tinggi 3 (cm)	5.52	5.50	5.48	5.54	5.54	5.48	5.49	5.54	5.58	5.57
e	Tinggi rata-rata (mm)	55.167	54.900	54.833	55.367	55.400	54.867	54.967	55.367	55.800	55.733
f	% aspal thd agregat	6.95	6.95	6.95	6.95	6.95	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53
g	% aspal thd campuran	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00
h	Berat sampel (gram)	1185.50	1187.20	1185.30	1184.90	1184.50	1187.50	1185.90	1187.30	1186.20	1185.40
i	Berat SSD (gram)	1187.20	1189.50	1187.00	1186.30	1187.20	1189.20	1188.00	1189.50	1188.40	1187.20
j	Berat dalam air (gram)	760.00	762.00	760.00	760.00	761.00	760.00	759.00	761.00	760.00	759.00
k	Isi (gram)	427.20	427.50	427.00	426.30	426.20	429.20	429.00	428.50	428.40	428.20
l	Berat isi	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78	2.77	2.76	2.77	2.77	2.77
m	HJ maksimum teoritis	2.82	2.82	2.82	2.82	2.82	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80
n	(g ³)/b _j aspal)	17.47	17.48	17.48	17.50	17.50	18.76	18.74	18.79	18.77	18.77
o	((100-g ³)/b _j) agregat	75.575	75.630	75.597	75.696	75.688	74.947	74.880	75.056	75.004	74.989
p	Jumlah kandungan rongga (%)	6.96	6.89	6.93	6.81	6.82	6.30	6.38	6.16	6.22	6.24
q	% rongga thd agregat VMA	24.43	24.37	24.40	24.30	24.31	25.05	25.12	24.94	25.00	25.01
r	% rongga terisi aspal	71.52	71.74	71.61	72.00	71.97	74.87	74.61	75.31	75.10	75.04
s	% rongga dim campuran VIM	1.64	1.57	1.61	1.48	1.49	1.02	1.11	0.88	0.95	0.97
t	Masuk waterbath	12.25	12.30	12.35	12.40	12.45	12.50	12.55	13.00	13.05	13.10
u	Test	12.55	13.00	13.05	13.10	13.15	13.20	13.25	13.30	13.35	13.40
v	Pembacaan arloji stabilitas	61.00	54.00	59.00	56.00	62.00	57.00	62.00	64.00	60.00	54.00
w	lbf	1716.67	1507.83	1657.25	1567.74	1746.31	1597.63	1746.31	1805.46	1686.99	1507.83
x	kg	763.61	670.71	737.18	697.36	776.80	710.66	776.80	803.10	750.41	670.71
y	koreksi (tebal)	1.244	1.255	1.257	1.237	1.236	1.256	1.252	1.237	1.221	1.223
z	Stabilitas (dg koreksi benda uji)	950.25	841.62	926.97	862.49	959.75	892.68	972.69	993.27	916.07	820.40
aa	Flow	4.20	4.19	4.18	4.22	4.21	4.80	5.35	4.33	5.26	4.60
ab	Marshall Quotient	226.25	200.86	221.76	204.38	227.97	185.97	181.81	229.39	174.16	178.35

Kadar Aspal		7,5%					8,0%				
No. Benda Uji		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
a	Diameter (cm)	10,19	10,19	10,20	10,18	10,20	10,19	10,20	10,18	10,18	10,19
b	Tinggi 1 (cm)	5,33	5,49	5,47	5,54	5,50	5,49	5,48	5,50	5,46	5,52
c	Tinggi 2 (cm)	5,34	5,48	5,47	5,53	5,49	5,47	5,48	5,51	5,48	5,51
d	Tinggi 3 (cm)	5,33	5,47	5,46	5,52	5,48	5,48	5,47	5,52	5,47	5,51
e	Tinggi rata-rata (mm)	53,333	54,800	54,667	55,300	54,900	54,800	54,767	55,100	54,700	55,133
f	% aspal thd agregat	8,11	8,11	8,11	8,11	8,11	8,70	8,70	8,70	8,70	8,70
g	% aspal thd campuran	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
h	Berat sampel (gram)	1186,10	1185,20	1185,90	1187,40	1184,90	1187,20	1185,70	1185,20	1187,90	1184,90
l	Berat SSD (gram)	1188,20	1187,50	1188,00	1189,10	1186,20	1189,00	1187,30	1187,00	1189,50	1186,20
j	Berat dalam air (gram)	757,00	756,00	756,00	757,00	755,00	755,00	754,00	754,00	755,00	753,00
k	Isi (gram)	431,20	431,50	432,00	432,1	431,2	434	433,3	433	434,5	433,2
l	Berat isi	2,75	2,75	2,75	2,748	2,748	2,735	2,736	2,737	2,734	2,735
m	BJ maksimum teoritis	2,77	2,77	2,77	2,77	2,77	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75
n	(g*/l)/bj aspal	19,98	19,95	19,94	19,96	19,96	21,20	21,20	21,21	21,18	21,19
o	((100-g)/l)/bj agregat	74,110	74,003	73,961	74,037	74,035	73,302	73,328	73,348	73,261	73,295
p	Jumlah kandungan rongga (%)	5,91	6,05	6,10	6,002	6,004	5,503	5,470	5,444	5,556	5,512
q	% rongga thd agregat VMA	25,89	26,00	26,04	25,963	25,965	26,698	26,672	26,652	26,739	26,705
r	% rongga terisi aspal	77,18	76,75	76,58	76,883	76,876	79,388	79,493	79,573	79,222	79,360
s	% rongga dlm campuran VIM	0,70	0,84	0,90	0,79	0,80	0,35	0,31	0,29	0,40	0,36
t	Masuk waterbath	13,15	13,20	13,25	13,30	13,35	13,40	13,45	13,50	13,55	14,00
u	Test	13,45	13,50	13,55	14,00	14,05	14,10	14,15	14,20	14,25	14,30
v	Pembacaan arloji stabilitas	43,00	46,00	51,00	47,00	49,00	48,00	41,00	38,00	42,00	40,00
w	lbf	1175,09	1266,29	1417,58	1296,63	1357,19	1326,93	1114,18	1022,75	1144,65	1083,71
x	kg	522,71	563,27	630,57	576,77	603,70	590,24	495,61	454,94	509,16	482,05
y	koreksi (tebal)	1,322	1,259	1,264	1,239	1,255	1,259	1,260	1,247	1,263	1,246
z	Stabilitas (dg koreksi benda uji)	690,94	709,04	797,13	714,79	757,54	742,99	624,53	567,30	642,97	600,49
aa	Flow	5,50	5,10	4,85	5,45	5,35	5,70	5,69	5,48	5,70	5,65
ab	Marshall Quotient	125,63	139,03	164,36	131,15	141,60	130,35	109,76	103,52	112,80	106,28

4.1.2. PERHITUNGAN INTERVAL KEPERCAYAAN KADAR ASPAL OPTIMUM MENGGUNAKAN PASIR BESI (TANPA MODIFIKASI)

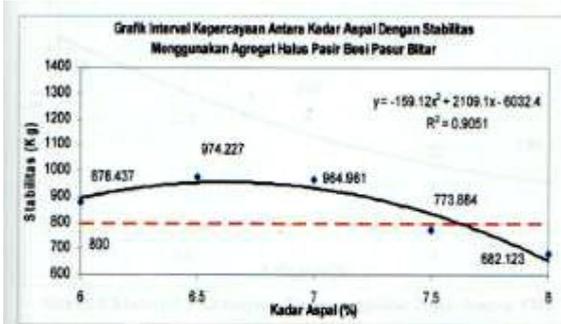
- Data stabilitas kadar aspal = 6%
- rata-rata nilai stabilitas (x) = 808,063 kg
- jumlah data (n) = 5
- *Varian* (S^2) = 4447,353
- Standar Deviasi (S) = $\sqrt{4447,353} = 66,688$
- Derajat kepercayaan (γ) = 0,95
- Harga derajat kepercayaan (p) = 0,5
(1+0,95) = 0,975
- Deviasi antar kelompok (dk) = n-1 = 5-1 = 4

Untuk p = 0,975 dan untuk dk = 4 didapat $t_{0,975} = 2,78$

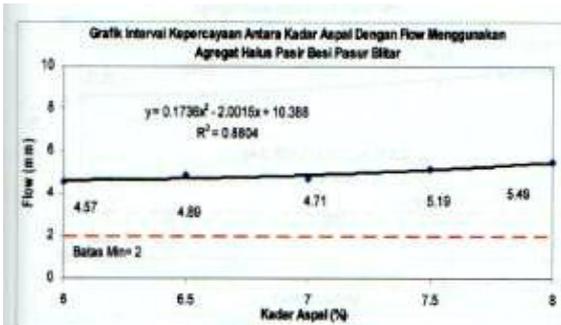
$$\begin{aligned}
 & - \text{Interval data stabilitas} = 808,063 - \\
 & \left(2,78 \times \frac{66,688}{\sqrt{5}}\right) < \mu < 808,063 + \\
 & \left(2,78 \times \frac{66,688}{\sqrt{5}}\right) \\
 & = 795,526 < \mu < 961,347
 \end{aligned}$$

Didapat 95% interval kepercayaan adalah $795,526 < \mu < 961,347$, jadi dapat dikatakan bahwa 95% yakin bahwa data yang dimiliki dalam interval dengan batas 795,526 dan 961,347.

Perhitungan mencari kadar aspal optimum didasarkan pada hasil dari perhitungan Marshall yang digambarkan dalam grafik sebagai berikut :



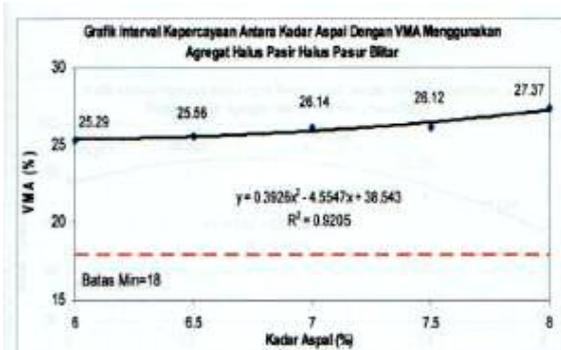
Grafik 4.1. Interval Kepercayaan Hubungan kadar Aspal dengan Stabilitas



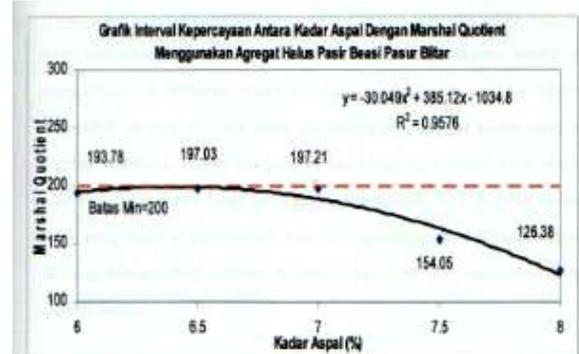
Grafik 4.2. Interval Kepercayaan Hubungan kadar Aspal dengan Flow



Grafik 4.3. Interval Kepercayaan Hubungan kadar Aspal dengan VIM



Grafik 4.4. Interval Kepercayaan Hubungan kadar Aspal dengan VMA



Grafik 4.5. Interval Kepercayaan Hubungan kadar Aspal dengan Marshall Quotient



Grafik 4.6. Interval Kepercayaan Hubungan kadar Aspal dengan Indeks Perendaman

Pada grafik 4.5 menunjukkan bahwa penggunaan agregat halus pasir besi dari Pasur ternyata menghasilkan nilai Marshall Quotient (MQ) yang tidak memenuhi persyaratan sehingga diagram batang tidak bisa dibuat. Oleh karena itu, dicoba untuk mengurangi persen aspal pada tiap-tiap benda uji.

4.1.3. DATA HASIL TEST MARSHALL MENGGUNAKAN PASIR BESI (SETELAH PENGURANGAN ASPAL)

Tabel 4.35. Perhitungan Test Marshall Mencari Kadar Aspal Optimum (KAO) menggunakan Pasir Besi Campuran HRS-WC (Setelah Pengurangan Aspal)

Kadar Aspal		5.0%				
No. Benda Uji		1	2	3	4	5
a	Diameter (cm)	10.17	10.20	10.18	10.19	10.18
b	Tinggi 1 (cm)	5.49	5.50	5.53	5.59	5.63
c	Tinggi 2 (cm)	5.50	5.52	5.54	5.61	5.61
d	Tinggi 3 (cm)	5.48	5.52	5.55	5.62	5.60
e	Tinggi rata-rata (mm)	54.90	55.13	55.40	56.07	56.13
f	% aspal thd agregat	5.26	5.26	5.26	5.26	5.26
g	% aspal thd campuran	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
h	Berat sampel (gram)	1183.00	1186.80	1184.70	1186.30	1184.50
i	Berat SSD (gram)	1185.30	1188.40	1186.30	1188.50	1186.00
j	Berat dalam air (gram)	762.00	765.00	764.00	765.00	764.00
k	Isi (gram)	423.30	423.40	422.30	423.50	422.00
l	Berat isi	2.79	2.80	2.81	2.80	2.81
m	BJ maksimum teoritis	2.90	2.90	2.90	2.90	2.90
n	(g*/l)/bj aspal	13.53	13.57	13.59	13.57	13.59
o	((100-g*)/l)/bj agregat	77.33	77.56	77.63	77.51	77.67
p	Jumlah kandungan rongga (%)	9.14	8.86	8.79	8.92	8.74
q	% rongga thd agregat VMA	22.67	22.44	22.37	22.49	22.33
r	% rongga terisi aspal	59.70	60.49	60.72	60.32	60.87
s	% rongga dlm campuran VIM	3.70	3.41	3.33	3.47	3.28
t	Masuk waterbath	13.00	13.05	13.10	13.15	13.20
u	Test	13.30	13.35	13.40	13.45	13.50
v	Pembacaan arloji stabilitas	66.00	76.00	64.00	74.00	71.00
w	lbf	1864.42	2157.10	1805.46	2098.80	2011.15
x	kg	829.33	959.52	803.10	933.50	894.60
y	koreksi (tebal)	1.25	1.25	1.24	1.21	1.21
z	Stabilitas (dg koreksi benda uji)	1040.66	1195.27	992.26	1130.79	1081.46
aa	Flow	4.20	4.16	4.18	4.21	4.19
ab	Marshall Quotient	247.78	287.33	237.38	268.60	258.11

Catatan : Diredam Selama 30 menit Pada Suhu 60°C dengan kadar aspal 5,0% -7,0%

Kadar Aspal		5.5%					6.0%				
No. Benda Uji		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
a	Diameter (cm)	10.19	10.18	10.19	10.20	10.20	10.19	10.20	10.18	10.20	10.17
b	Tinggi 1 (cm)	5.53	5.49	5.57	5.59	5.59	5.49	5.49	5.51	5.47	5.48
c	Tinggi 2 (cm)	5.53	5.48	5.57	5.58	5.60	5.48	5.48	5.52	5.47	5.48
d	Tinggi 3 (cm)	5.54	5.49	5.56	5.60	5.61	5.47	5.48	5.51	5.48	5.47
e	Tinggi rata-rata (mm)	55.33	54.87	55.67	55.90	56.00	54.80	54.83	55.13	54.73	54.77
f	% aspal thd agregat	5.82	5.82	5.82	5.82	5.82	6.38	6.38	6.38	6.38	6.38
g	% aspal thd campuran	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
h	Berat sampel (gram)	1184.30	1187.20	1185.60	1185.20	1186.40	1183.90	1185.50	1187.30	1184.60	1187.10
i	Berat SSD (gram)	1186.50	1189.50	1187.30	1187.00	1188.30	1185.60	1187.20	1189.10	1186.40	1189.00
j	Berat dalam air (gram)	760.00	762.00	761.00	759.00	762.00	757.00	759.00	761.00	760.00	756.00
k	Isi (gram)	426.50	427.50	426.30	428.00	426.30	428.60	428.20	428.10	426.40	433.00
l	Berat isi	2.78	2.78	2.78	2.77	2.78	2.76	2.77	2.77	2.78	2.74
m	BJ maksimum teoritis	2.87	2.87	2.87	2.87	2.87	2.85	2.85	2.85	2.85	2.85
n	(g*/l)/bj aspal	14.79	14.79	14.81	14.75	14.82	16.05	16.09	16.12	16.14	15.93
o	((100-g*)/l)/bj agregat	76.43	76.44	76.55	76.22	76.60	75.63	75.80	75.93	76.06	75.06
p	Jumlah kandungan rongga (%)	8.78	8.77	8.63	9.03	8.57	8.32	8.11	7.95	7.79	9.01
q	% rongga thd agregat VMA	23.57	23.56	23.45	23.78	23.40	24.37	24.20	24.07	23.94	24.94
r	% rongga terisi aspal	62.76	62.79	63.18	62.03	63.36	65.86	66.49	66.97	67.45	63.89
s	% rongga dlm campuran VIM	3.40	3.39	3.25	3.67	3.19	3.00	2.78	2.61	2.44	3.73
t	Masuk waterbath	13.25	13.30	13.35	13.40	13.45	13.50	13.55	14.00	14.05	14.10
u	Test	13.55	14.00	14.05	14.10	14.15	14.20	14.25	14.30	14.35	14.40
v	Pembacaan arloji stabilitas	78.00	73.00	70.00	75.00	80.00	69.00	76.00	73.00	78.00	71.00
w	lbf	2215.33	2069.61	1981.88	2127.96	2273.49	1952.57	2157.10	2069.61	2215.33	2011.15
x	kg	985.42	920.60	881.58	946.56	1011.30	868.54	959.52	920.60	985.42	894.60
y	koreksi (tebal)	1.24	1.26	1.23	1.22	1.21	1.26	1.26	1.25	1.26	1.26
z	Stabilitas (dg koreksi benda uji)	1220.00	1156.40	1080.48	1152.11	1227.30	1093.31	1206.56	1146.79	1243.07	1127.30
aa	Flow	4.31	4.29	4.34	4.27	4.32	4.23	4.29	4.32	4.28	4.26
ab	Marshall Quotient	283.06	269.56	248.96	269.82	284.10	258.46	281.25	265.46	290.44	264.62

Kadar Aspal		6.5%					7.0%				
No. Benda Uji		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
a	Diameter (cm)	10.18	10.20	10.19	10.19	10.20	10.20	10.21	10.19	10.19	10.18
b	Tinggi 1 (cm)	5.47	5.51	5.52	5.48	5.59	5.49	5.48	5.46	5.48	5.49
c	Tinggi 2 (cm)	5.48	5.50	5.49	5.48	5.60	5.48	5.48	5.47	5.48	5.49
d	Tinggi 3 (cm)	5.49	5.49	5.51	5.49	5.58	5.47	5.47	5.46	5.46	5.48
e	Tinggi rata-rata (mm)	54.80	55.00	55.07	54.83	55.90	54.80	54.77	54.63	54.73	54.87
f	% aspal thd agregat	6.95	6.95	6.95	6.95	6.95	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53
g	% aspal thd campuran	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00
h	Berat sampel (gram)	1184.30	1185.70	1187.10	1183.50	1184.20	1184.70	1184.40	1183.10	1186.60	1182.90
l	Berat SSD (gram)	1186.50	1187.30	1189.30	1185.60	1185.90	1184.00	1188.20	1186.60	1188.40	1185.40
j	Berat dalam air (gram)	754.50	755.00	756.00	754.00	754.00	755.00	752.00	753.00	757.00	752.00
k	Isi (gram)	432.00	432.30	433.30	431.60	431.90	429.00	436.20	433.60	431.40	433.40
l	Berat isi	2.74	2.74	2.74	2.74	2.74	2.76	2.72	2.73	2.75	2.73
m	BJ maksimum teoritis	2.82	2.82	2.82	2.82	2.82	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80
n	(g ³)/b ³ aspal)	17.26	17.27	17.25	17.26	17.26	18.72	18.41	18.50	18.65	18.50
o	((100-g ³)/b ³ agregat	74.66	74.70	74.61	74.68	74.67	74.80	73.55	73.91	74.51	73.93
p	Jumlah kandungan rongga (%)	8.08	8.04	8.14	8.06	8.07	6.47	8.04	7.59	6.84	7.56
q	% rongga thd agregat VMA	25.34	25.30	25.39	25.32	25.33	25.20	26.45	26.09	25.49	26.07
r	% rongga terisi aspal	68.11	68.24	67.93	68.17	68.15	74.31	69.60	70.91	73.15	70.99
s	% rongga dlm campuran VIM	2.83	2.78	2.89	2.81	2.82	1.21	2.87	2.39	1.60	2.36
t	Masuk waterbath	14.15	14.20	14.25	14.30	14.35	14.40	14.45	14.50	14.55	15.00
u	Test	14.45	14.50	14.55	15.00	15.05	15.10	15.15	15.20	15.25	15.30
v	Pembacaan arloji stabilitas	68.00	71.00	65.00	70.00	73.00	63.00	60.00	64.00	57.00	67.00
w	lbf	1923.22	2011.15	1834.96	1981.88	2069.61	1775.91	1686.99	1805.46	1597.63	1893.84
x	kg	855.49	894.60	816.23	881.58	920.60	789.96	750.41	803.10	710.66	842.42
y	koreksi (tebal)	1.26	1.25	1.25	1.26	1.22	1.26	1.26	1.27	1.26	1.26
z	Stabilitas (dg koreksi benda uji)	1076.87	1119.04	1018.88	1108.55	1120.52	994.39	945.60	1016.32	896.46	1058.19
aa	Flow	4.37	4.40	4.44	4.34	4.38	4.49	4.50	4.47	4.54	4.52
ab	Marshall Quotient	246.42	254.33	229.48	255.43	255.83	221.47	210.13	227.36	197.46	234.11

Tabel 4.36. Perhitungan Test Marshall Mencari Kadar Aspal Optimum (KAO) menggunakan Pasir Besi Campuran HRS-WC (Setelah Pengurangan Aspal)

Kadar Aspal		5.0%				
No. Benda Uji		1	2	3	4	5
a	Diameter (cm)	10.17	10.19	10.20	10.18	10.18
b	Tinggi 1 (cm)	5.49	5.53	5.57	5.48	5.59
c	Tinggi 2 (cm)	5.48	5.52	5.56	5.47	5.60
d	Tinggi 3 (cm)	5.49	5.51	5.57	5.47	5.59
e	Tinggi rata-rata (mm)	54.867	55.200	55.667	54.733	55.933
f	% aspal thd agregat	5.26	5.26	5.26	5.26	5.26
g	% aspal thd campuran	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
h	Berat sampel (gram)	1186.20	1184.70	1182.90	1187.20	1188.00
l	Berat SSD (gram)	1188.40	1186.20	1184.10	1189.10	1191.40
j	Berat dalam air (gram)	764.00	762.00	761.00	764.00	766.00
k	Isi (gram)	424.40	424.20	423.10	425.10	425.40
l	Berat isi	2.795	2.793	2.80	2.79	2.79
m	BJ maksimum teoritis	2.90	2.90	2.90	2.90	2.90
n	(g ³)/b ³ aspal)	13.535	13.524	13.539	13.524	13.524
o	((100-g ³)/b ³ agregat	77.339	77.278	77.361	77.277	77.275
p	Jumlah kandungan rongga (%)	9.125	9.198	9.100	9.20	9.20
q	% rongga thd agregat VMA	22.661	22.722	22.64	22.72	22.73
r	% rongga terisi aspal	59.730	59.521	59.80	59.52	59.51
s	% rongga dlm campuran VIM	3.69	3.76	3.66	3.76	3.77
t	Masuk waterbath	11.30	11.35	11.40	11.45	11.50
u	Test	12.00	12.05	12.10	12.15	12.20
v	Pembacaan arloji stabilitas	65.00	62.00	66.00	67.00	64.00
w	lbf	1834.96	1746.31	1864.42	1893.84	1805.46
x	kg	816.23	776.80	829.33	842.42	803.10
y	koreksi (tebal)	1.256	1.243	1.226	1.261	1.216
z	Stabilitas (dg koreksi benda uji)	1025.29	965.66	1016.45	1062.67	976.54
aa	Flow	4.39	4.38	4.41	4.42	4.40
ab	Marshall Quotient	233.55	220.47	230.49	240.42	221.94

Catatan : Direndam Selama 24 jam. Pada Suhu 60°C dengan kadar aspal 5,0% - 7,0%.

Kadar Aspal		5.5%					6.0%				
No. Benda Uji		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
a	Diameter (cm)	10.20	10.18	10.17	10.19	10.18	10.20	10.19	10.18	10.19	10.18
b	Tinggi 1 (cm)	5.51	5.49	5.49	5.54	5.53	5.49	5.50	5.54	5.59	5.57
c	Tinggi 2 (cm)	5.52	5.48	5.48	5.53	5.55	5.49	5.50	5.53	5.57	5.58
d	Tinggi 3 (cm)	5.52	5.50	5.48	5.54	5.54	5.48	5.49	5.54	5.58	5.57
e	Tinggi rata-rata (mm)	55.167	54.900	54.833	55.367	55.400	54.867	54.967	55.367	55.800	55.733
f	% aspal thd agregat	5.82	5.82	5.82	5.82	5.82	6.38	6.38	6.38	6.38	6.38
g	% aspal thd campuran	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
h	Berat sampel (gram)	1185.50	1187.20	1185.30	1184.90	1184.50	1187.50	1185.90	1187.30	1186.20	1185.40
l	Berat SSD (gram)	1187.20	1189.50	1187.00	1186.30	1187.20	1189.20	1188.00	1189.50	1188.40	1187.20
j	Berat dalam air (gram)	760.00	762.00	760.00	760.00	761.00	760.00	759.00	761.00	760.00	759.00
k	Isi (gram)	427.20	427.50	427.00	426.30	426.20	429.20	429.00	428.50	428.40	428.20
l	Berat isi	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78	2.77	2.76	2.77	2.77	2.77
m	BJ maksimum teoritis	2.87	2.87	2.87	2.87	2.87	2.85	2.85	2.85	2.85	2.85
n	(g*)/bj aspal	14.78	14.79	14.79	14.81	14.80	16.08	16.06	16.10	16.09	16.09
o	((100-g*)/l)/bj agregat	76.383	76.439	76.406	76.506	76.498	75.752	75.686	75.863	75.811	75.795
p	Jumlah kandungan rongga (%)	8.83	8.77	8.81	8.69	8.70	8.17	8.25	8.03	8.10	8.12
q	% rongga thd agregat VMA	23.62	23.56	23.59	23.49	23.50	24.25	24.31	24.14	24.19	24.20
r	% rongga terisi aspal	62.59	62.79	62.67	63.02	62.99	66.31	66.07	66.71	66.52	66.46
s	% rongga dlm campuran VIM	3.46	3.39	3.43	3.31	3.32	2.84	2.93	2.70	2.77	2.79
t	Masuk waterbath	11.55	12.00	12.05	12.10	12.15	12.20	12.25	12.30	12.35	12.40
u	Test	12.25	12.30	12.35	12.40	12.45	12.50	12.55	13.00	13.05	13.10
v	Pembacaan arloji stabilitas	69.00	68.00	67.00	69.00	69.00	67.00	67.00	69.00	69.00	68.00
w	lbf	1952.57	1923.22	1893.84	1952.57	1952.57	1893.84	1893.84	1952.57	1952.57	1923.22
x	kg	868.54	855.49	842.42	868.54	868.54	842.42	842.42	868.54	868.54	855.49
y	koreksi (tebal)	1.244	1.255	1.257	1.237	1.236	1.256	1.252	1.237	1.221	1.223
z	Stabilitas (dg koreksi benda uji)	1080.82	1073.48	1059.30	1074.20	1073.11	1058.19	1054.87	1074.20	1060.28	1046.42
aa	Flow	4.20	4.19	4.18	4.22	4.21	4.30	4.31	4.33	4.29	4.32
ab	Marshall Quotient	257.34	256.20	253.42	254.55	254.90	246.09	244.75	248.08	247.15	242.23

Kadar Aspal		6.5%					7.0%				
No. Benda Uji		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
a	Diameter (cm)	10.19	10.19	10.20	10.18	10.20	10.19	10.20	10.18	10.18	10.19
b	Tinggi 1 (cm)	5.33	5.49	5.47	5.54	5.50	5.49	5.48	5.50	5.46	5.52
c	Tinggi 2 (cm)	5.34	5.48	5.47	5.53	5.49	5.47	5.48	5.51	5.48	5.51
d	Tinggi 3 (cm)	5.33	5.47	5.46	5.52	5.48	5.48	5.47	5.52	5.47	5.51
e	Tinggi rata-rata (mm)	53.333	54.800	54.667	55.300	54.900	54.800	54.767	55.100	54.700	55.133
f	% aspal thd agregat	6.95	6.95	6.95	6.95	6.95	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53
g	% aspal thd campuran	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00
h	Berat sampel (gram)	1186.10	1185.20	1185.90	1187.40	1184.90	1187.20	1185.70	1185.20	1187.90	1184.90
l	Berat SSD (gram)	1188.20	1187.50	1188.00	1189.10	1186.20	1189.00	1187.30	1187.00	1189.50	1186.20
j	Berat dalam air (gram)	757.00	756.00	756.00	757.00	755.00	755.00	754.00	754.00	755.00	753.00
k	Isi (gram)	431.20	431.50	432.00	432.1	431.2	434	433.3	433	434.5	433.2
l	Berat isi	2.75	2.75	2.75	2.748	2.748	2.735	2.736	2.737	2.734	2.735
m	BJ maksimum teoritis	2.82	2.82	2.82	2.82	2.82	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80
n	(g*)/bj aspal	17.32	17.29	17.28	17.30	17.30	18.55	18.55	18.56	18.54	18.54
o	((100-g*)/l)/bj agregat	74.912	74.803	74.760	74.837	74.836	74.099	74.125	74.145	74.057	74.092
p	Jumlah kandungan rongga (%)	7.77	7.91	7.96	7.863	7.865	7.355	7.323	7.298	7.408	7.364
q	% rongga thd agregat VMA	25.09	25.20	25.24	25.163	25.164	25.901	25.875	25.855	25.943	25.908
r	% rongga terisi aspal	69.02	68.62	68.47	68.751	68.745	71.602	71.699	71.774	71.447	71.576
s	% rongga dlm campuran VIM	2.50	2.64	2.70	2.60	2.60	2.14	2.11	2.08	2.20	2.15
t	Masuk waterbath	12.45	12.50	12.55	13.00	13.05	13.10	13.15	13.20	13.25	13.30
u	Test	13.15	13.20	13.25	13.30	13.35	13.40	13.45	13.50	13.55	14.00
v	Pembacaan arloji stabilitas	62.00	64.00	65.00	66.00	66.00	59.00	59.00	60.00	58.00	60.00
w	lbf	1746.31	1805.46	1834.96	1864.42	1805.46	1657.25	1657.25	1686.99	1627.46	1686.99
x	kg	776.80	803.10	816.23	829.33	803.10	737.18	737.18	750.41	723.93	750.41
y	koreksi (tebal)	1.322	1.259	1.264	1.239	1.255	1.259	1.260	1.247	1.263	1.246
z	Stabilitas (dg koreksi benda uji)	1026.81	1010.93	1031.83	1027.80	1007.74	927.95	928.93	935.74	914.17	934.78
aa	Flow	4.50	4.49	4.48	4.51	4.53	4.70	4.69	4.68	4.71	4.72
ab	Marshall Quotient	228.18	225.15	230.32	227.89	222.46	197.44	198.07	199.95	194.09	198.05

4.1.4. PERHITUNGAN INTERVAL KEPERCAYAAN KADAR ASPAL OPTIMUM MENGGUNAKAN PASIR BESI (SETELAH PENGURANGAN ASPAL)

- Data stabilitas kadar aspal = 5%
- rata-rata nilai stabilitas (\bar{x}) = 1088,807 kg
- jumlah data (n) = 5
- $Varian (S^2) = 6197,286$

- Standar Deviasi (S) = $\sqrt{6197,286}$
=78,723

- Derajat kepercayaan (γ) = 0,95

- Harga derajat kepercayaan (p) = 0,5
(1+0,95) = 0,975

- Deviasi antar kelompok (dk) = n-1 = 5-1 = 4

Untuk p = 0,975 dan untuk dk = 4 didapat
 $t_{0,975} = 2,78$

- Interval data stabilitas

$$= 1088,087 - (2,78 \times \frac{66,688}{\sqrt{5}}) < \mu < 1088,087 + (2,78 \times \frac{66,688}{\sqrt{5}})$$

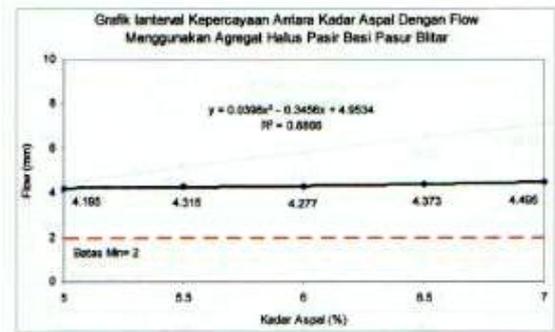
$$= 990,215 < \mu < 1185,960$$

Didapat 95% interval kepercayaan adalah
 $990,215 < \mu < 1185,960$, jadi dapat dikatakan bahwa 95% yakin bahwa data yang dimiliki dalam interval dengan batas 990,215 dan 1185,960.

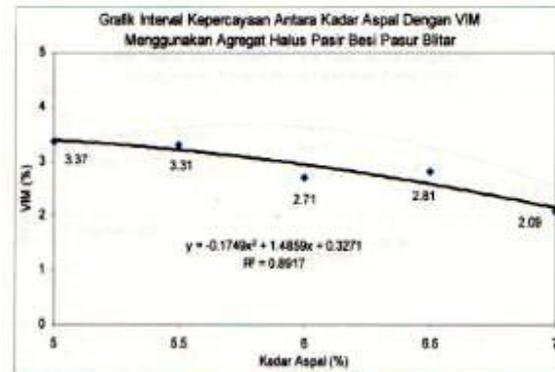
Perhitungan mencari kadar aspal optimum didasarkan pada hasil dari perhitungan Marshall yang digambarkan dalam grafik sebagai berikut :



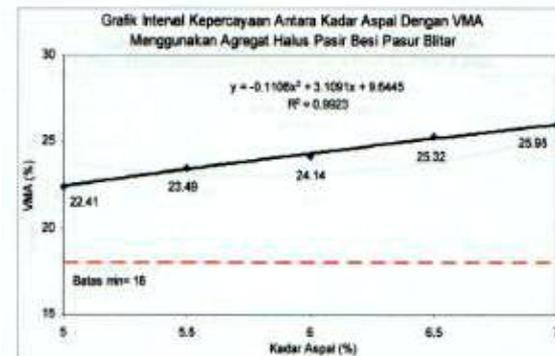
Grafik 4.7. Interval Kepercayaan Hubungan kadar Aspal dengan Stabilitas



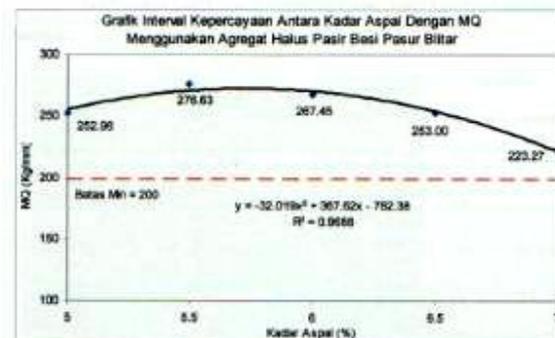
Grafik 4.8. Interval Kepercayaan Hubungan kadar Aspal dengan Flow



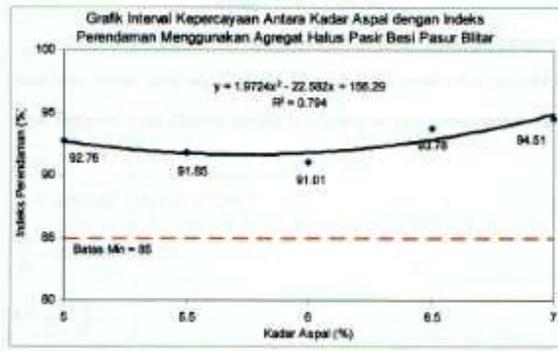
Grafik 4.9. Interval Kepercayaan Hubungan kadar Aspal dengan VIM



Grafik 4.10. Interval Kepercayaan Hubungan kadar Aspal dengan VMA



Grafik 4.11. Interval Kepercayaan Hubungan kadar Aspal dengan Marshall Quotient



Grafik 4.12. Interval Kepercayaan Hubungan kadar Aspal dengan Indeks Perendaman

Berdasarkan grafik diatas, diperoleh kadar aspal optimum sebagai berikut :

Berdasarkan grafik diatas, kadar aspal optimum dapat dihitung dengan nilai stabilitas puncak yaitu:

$$y = -129,24 x^2 + 1511,3x - 3249,7$$

$$\frac{dy}{dx} = 258,48 x + 1511,3$$

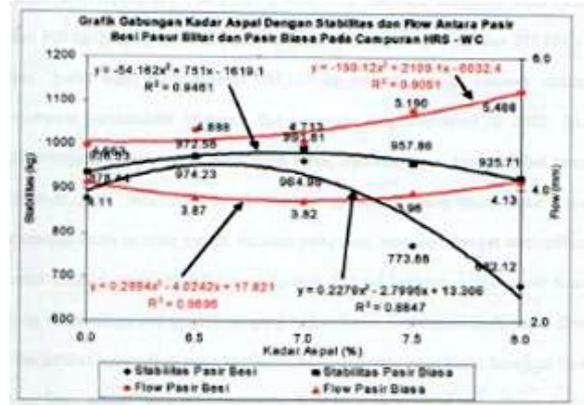
$$X = 5,847\%$$

Jadi, kadar aspal optimu menggunakan pasir besi adalah 5,847%.

4.2. PEMBAHASAN

4.2.1. STABILITAS DAN FLOW

Grafik hubungan kadar aspal antara nilai stabilitas dan nilai flow pada penggunaan pasir besi dan pasir biasa dapat dilihat pada grafik 4.21.



Grafik 4.21. Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan Stabilitas dan Flow menggunakan agregat halus Pasir Besi (Pasur) Blitar dan Pasir Biasa Pada Campuran HRS - WC

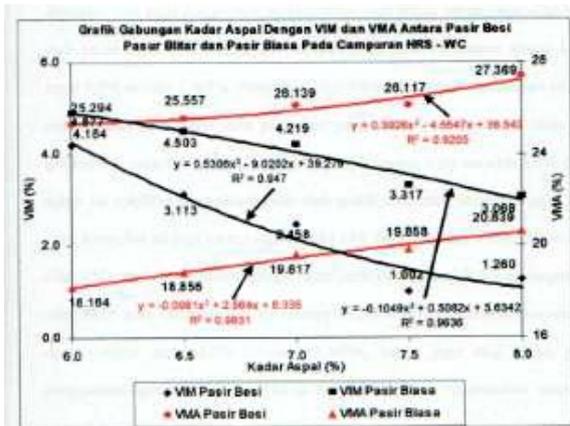
Pada grafik 4.21 terlihat bahwa penggunaan agregat halus pasir besi dari Pasur dengan kadar aspal 6,0% - 8,0% masih belum memenuhi standar dari Depkimpraswil tahun 2002.



Grafik 4.22. Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan Stabilitas Dan Flow Pasir Besi (Pasur) Blitar Setelah Pengurangan Aspal Pada Campuran HRS - WC

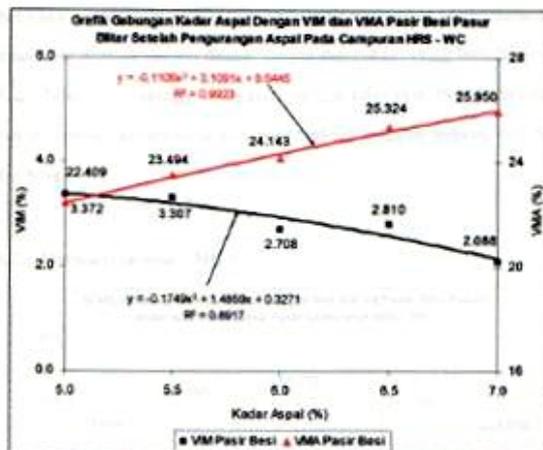
Pada grafik 4.22 stabilitas dengan agregat halus pasir besi dari Pasur Blitar terlihat bahwa semua nilai stabilitas tersebut diatas memenuhi persyaratan karakteristik Marshall dan sesuai dengan peraturan Depkimpraswil tahun 2002, dimana nilai stabilitas minimum lebih besar dai 800 kg.

4.2.2. VIM DAN VMA



Grafik 4.23. Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan VIM dan VMA menggunakan agregat halus Pasir Biji (Pasir) Blitar dan Pasir Biasa Pada Campuran HRS - WC

Pada grafik 4.23 penggunaan agregat halus pasir besi dari Pasur menunjukkan nilai VIM pada kadar aspal 6,0% sebesar 4,814% akan terus menurun sampai dengan kadar aspal 8,0% sebesar 1,260%. Sementara nilai VMA pada kadar aspal 6,0% sebesar 25,294% akan terus meningkat sampai dengan kadar aspal 8,0% sebesar 27,369%.

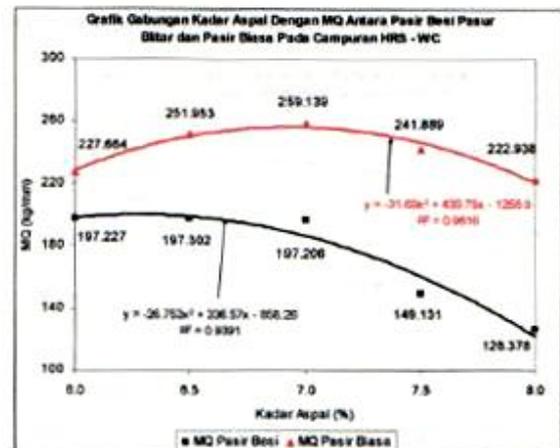


Grafik 4.24. Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan VIM dan VMA Pasir Biji (Pasir) Blitar Setelah Pengurangan Aspal Pada Campuran HRS - WC

Pada kurva VIM menggunakan agregat halus pasir besi dari Pasur dengan kadar aspal 5,0% - 7,0% (setelah ada pengurangan kadar aspal) menunjukkan

nilai VIM pada kadar aspal 5,0% sebesar 3,372% dan akan terus menurun sampai kadar aspal 7,0% sebesar 2,088%. Sementara nilai VMA pada kadar aspal 5,0% sebesar 22,409% akan terus meningkat sampai dengan kadar aspal 7,0% sebesar 25,950%.

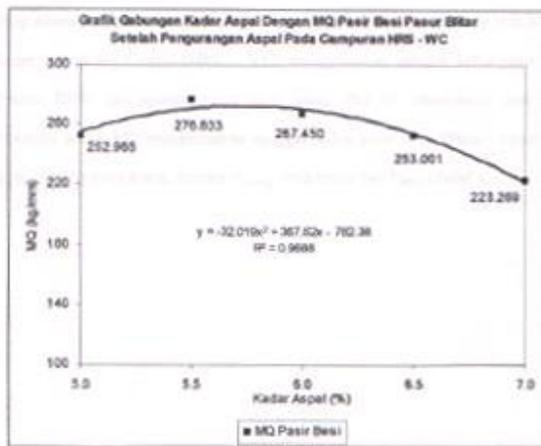
4.2.3. MARSHALL QUOTIENT



Grafik 4.25. Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan Marshall Quotient menggunakan agregat halus Pasir Biji (Pasir) Blitar dan Pasir Biasa Pada Campuran HRS - WC

Pada grafik 4.25 terlihat bahwa penggunaan agregat halus pasir besi dari Pasur Blitar pada kadar aspal 6,0% - 8,0% akan menghasilkan nilai Marshall Quotient dibawah standar karakteristik Marshall (min 200 kg/mm) dan tidak sesuai dengan persyaratan Depkimpraswil tahun 2002.

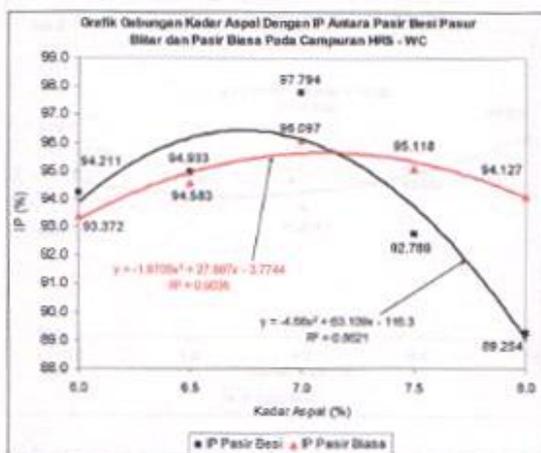
dari Pasur Blitar didapat nilai keawetan lebih dari 85%.



Grafik 4.26. Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan Marshall Quotient menggunakan agregat halus Pasir Besi (Pasir) Blitar Setelah Pengurangan Aspal Pada Campuran HRS - WC

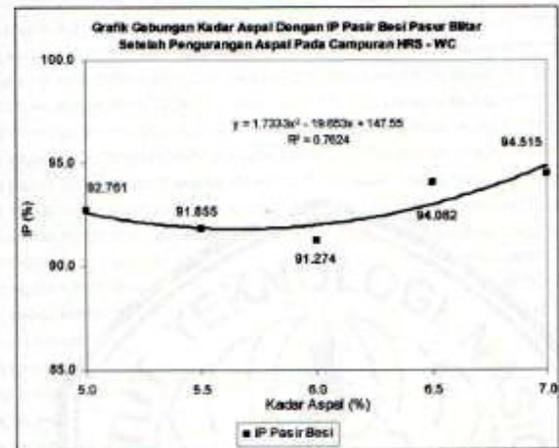
Pada grafik 4.26 terlihat bahwa penggunaan agregat halus pasir besi dari Pasur Blitar pada kadar aspal 5,0% - 7,0% menunjukkan nilai Marshall Quotient yang memenuhi standar karakteristik Marshall dan sesuai dengan persyaratan Depkimpraswil tahun 2002.

4.2.4. INDEKS PERENDAMAN (IP)



Grafik 4.27. Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan Indeks Perendaman menggunakan agregat halus Pasir Besi (Pasir) Blitar dan Pasir Biasa Pada Campuran HRS - WC

Pada grafik 4.27 berdasarkan uji perendaman air terhadap campuran Hot Rolled Sheet - Wearing Course menggunakan agregat halus pasir besi



Grafik 4.28. Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan Indeks Perendaman menggunakan agregat halus Pasir Besi (Pasir) Blitar Setelah Pengurangan Aspal Pada Campuran HRS - WC

Grafik 4.28. merupakan grafik pengujian penggunaan agregat halus pasir besi dari Pasur Blitar setelah pengurangan aspal terhadap rendaman, parameter yang dihasilkan telah memenuhi standar karakteristik Marshall dan sesuai dengan persyaratan Deskimpraswil tahun 2002 yaitu perendaman minimum sebesar 85%.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. KESIMPULAN

Hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Hipotesis statistic untuk mengetahui pengaruh penggunaan agregat halus pasir besi dari Pasur Blitar terhadap nilai karakteristik campuran HRS didapat hasil $F_{hitung} > F_{tabel}$ maka H_0 diterima, ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan hasil uji Marshall

dari penggunaan agregat halus pasir besi dari Pasur Blitar.

2. Hasil pengujian Marshall menggunakan agregat halus pasir besi dari Pasur Blitar dengan kadar aspal 6%, 6,5%, 7%, 7,5%, 8% (sesuai standar Deskimpraswil th.2002) tidak diperoleh kadar aspal optimum, hal ini disebabkan karena nilai Marshall Quotient (MQ) yang dihasilkan tidak memenuhi standar minimum peraturan Deskimpraswil yaitu lebih besar dari 200 Kg/mm.
3. Untuk hasil pengujian Marshall menggunakan agregat halus pasir besi dari Pasur Blitar dengan kadar aspal 5%, 5,5%, 6%, 6,5%, dan 7% (setelah pengurangan aspal) diperoleh kadar aspal optimum 5,847% dengan nilai :
 - a. Stabilitas = 1168,49 kg; $F_{hitung} = 10,357 > F_{tabel} = 3,06$ Ha diterima, ada perbedaan
 - b. $F = 4,293$ mm; $F_{hitung} = 127,48 > F_{tabel} = 3,11$ Ha diterima, ada perbedaan
 - c. VIM = 3,036 %; $F_{hitung} = 9,777 > F_{tabel} = 3,01$ Ha diterima, ada perbedaan
 - d. VMA = 24,042 %; $F_{hitung} = 121,221 > F_{tabel} = 3,06$ Ha diterima, ada perbedaan

e. $MQ = 272,447$ kg/mm;

$F_{hitung} = 17,718 > F_{tabel} = 3,06$ Ha diterima, ada perbedaan

f. IP = 91,684 %

Berdasarkan nilai karakteristik yang didapat, penggunaan agregat halus pasir besi dari Pasur Blitar terhadap nilai karakteristik campuran HRS sesuai dengan persyaratan yang ditentukan oleh Depkimpraswil tahun 2002.

4. Ditinjau segi layak dan tidaknya penggunaan agregat halus pasir besi dari Pasur Blitar terhadap nilai karakteristik campuran HRS maka dapat disimpulkan bahwa setelah mengadakan pengurangan aspal, agregat halus pasir besi dari Pasur Blitar layak digunakan karena telah memenuhi standar karakteristik Marshall dan memenuhi syarat yang telah ditetapkan oleh Depkimpraswil tahun 2002.

5.2. SARAN

1. hasil pengujian dalam skala laboratorium, campuran HRS dengan menggunakan agregat halus pasir besi dari Pasur Blitar umumnya memenuhi syarat Depkimpraswil tahun 2001.
2. untuk penelitian selanjutnya, jika menggunakan agregat halus pasir besi dari Pasur Blitar sebaiknya diadakan penelitian lebih lanjut dengan adanya

variasi filler, juga pada campuran HRS untuk mengetahui juga nilai karakteristiknya.

3. dalam uji statisti hendaknya digunakan prosentase interval kepercayaan yang lebih besar sehingga data yang dihasilkan benar-benar valid.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonym , 1991. SK SNI S-02-1993-0, Spesifikasi Agragat Halus Untuk Campuran Perkerasan Beraspal, Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum.
- Anonym , 1987. SNI 17237-1989-f, Petunjuk Pelaksanaan Lapis Asphalt Beton (Laston) Untuk Jalan Raya, Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum.
- Anonym, 1999. Praktikum Uji Bahan Jalan Raya, Laboratorium Perkerasan Jalan Raya Institut Teknologi Nasional, Malang.
- Anonym, 1999. No. 76/KPTS/Db/1999 Pedoman Perencanaan Campuran Beraspal Panas Dengan Pendekatan Kepadatan Mutlak, Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum.
- Siswanto, Hari, 2000. Studi Penelitian Penambahan Pasir Gunung Semeru Desa Rembun Dampit sebagai Bahan Perkerasan ATB (Asphalt Treated Base) Untuk Bahan Jalan.
- Sudjana, 2002. Metoda Statistika, Tarsito Bandung.
- Sukirman, Slivia, 1999. Perkerasan Lentur Jalan Raya, Penerbit : NOVA, Bandung.