



## STUDI PENGGUNAAN ASPAL MODIFIKASI PADA CAMPURAN ASPAL PORUS

Jasman<sup>1\*</sup>, Hendro Widarto<sup>2</sup>, Arief Hidayat<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Parepare, Indonesia

### Informasi Artikel

#### Riwayat Artikel:

Dikirim: 06 Januari 2021

Revisi: 16 Januari 2021

Diterima: 26 Januari 2021

Tersedia online: 30 Januari 2021

#### Keywords:

Porus asphalt, combination asphalt, polymer asphalt, liquid asbuton, iowa stormwater management

#### \*Penulis Korespondensi:

Jasman,  
Program Studi Teknik Sipil,  
Universitas Muhammadiyah  
Parepare,  
Jl Jenderal Ahmad Yani KM. 6,  
Kota Parepare, Indonesia.  
Email:  
[jasmanyusuf70@gmail.com](mailto:jasmanyusuf70@gmail.com)

### ABSTRACT

*This study aims to determine the effect of a mixture of porous asphalt using Modified asphalt with gradations of Iowa Stormwater Management (2009). To determine the porous asphalt mixture using modified asphalt binder in order to meet the parameters of the pavement structure asphalt Porous This research was carried out at the Road and Bridge Material Inspection Laboratory for Roads and Bridges of the Department of Infrastructure, South Sulawesi Province Km. 16 Makassar City with quantitative methods. Data from laboratory test results are processed in the form of numbers, graphs and tables and analyzed by comparing the required standard parameters (data is processed in the form of quantification). The data analysis techniques used were material characteristic analysis using AASHTO, ASTM and Bina Marga methods. Analysis of the performance model of the strength function of the porous asphalt mixture was carried out by comparing the test results with parameters such as stability, cantabro loss, binder drain down. Analysis of the performance model of asphalt inspection using the National Standard method Indonesia (SNI). The test results show the results of the graphical analysis of the relationship between several asphalt shaft performance parameters (cantabro loss, porosity, permeability, marshall stability, flow, marshall quotient and binder drain down) is 7.15% for the use of modified bitumen asphalt polymer 50% asphalt Liquid Asbuton 50% .*

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan Untuk mengetahui pengaruh campuran aspalporus yang menggunakan aspal Modifikasi dengan gradasi IowaStormwater Managemen (2009). Untuk mengetahui campuran aspal porus yang menggunakan bahan pengikat aspal modifikasi agar dapat memenuhi parameter struktur perkerasan Aspal Berpori. Penelitian ini dilaksanakan di Laboraturium Pemeriksaan BahanJalan dan Jembatan Bina Marga Dinas Prasarana Wilayah ProvinsiSulawesi Selatan Km. 16 Kota Makassar dengan metode kuantitatif. Datadatahasil uji laboraturium diolah dalam bentuk angka, grafik dan table serta dianalisis dengan membandingkan parameter standar yangdipersyaratkan (data diolah dalam bentuk kuantifikasi). Teknik analisisdata yang digunakan Analisis karakteristik material metode AASHTO,ASTM dan Bina Marga. Analisis model kinerja fungsi kekuatan campuranaspal berpori dilakukan dengan membandingkan hasil pengujian denganparameter seperti stability, cantabro loss, binder drain down. Analisismodel kinerja pemeriksaan aspal menggunakan metode Standar NasionalIndonesia (SNI). hasil pengujian menunjukkan hasil analisis grafikhubungan beberapa parameter kinerja aspal poros (cantabro loss,porositas, permeabilitas, stabilitas marshall, flow, marshall quotient danbinder drain down) adalah 7,15% untuk penggunaan aspal modifikasiaspal polimer 50% aspal Liquid Asbuton 50%.

This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



### I. PENDAHULUAN

Jalan terdiri dari beberapa lapisan, diantaranya surface course (lapis permukaan), base course (lapis pondasi atas) dan subbase course (lapis pondasi bawah). Masing-masing lapisan fungsi tersendiri. Untuk surface course (lapis permukaan) merupakan lapis yang langsung bersentuhan dengan permukaan roda kendaraan yang lewat. Distribusi beban roda yang

diterima lapis permukaan jauh lebih besar dari lapis dibawahnya. Alasan inilah menyebabkan lapis permukaan direncanakan dengan mutu bahan yang lebih baik dengan syarat teknis yang lebih tinggi. Lapisan permukaan yang terbuat dari lapisan aspal campuran panas (hot mix) adalah yang paling sering digunakan. Pemilihan jenis campuran aspal sangat terkait dengan tujuan pembuatan konstruksi jalan itu sendiri.

Bila konstruksi perkerasan aspal yang digunakan berorientasi pada kekuatan ( stabilitas tinggi ) dapat menggunakan gradasi rapat (dense-graded ), untuk fleksibilitas dan durabilitas menggunakan gradasi senjang ( gap-graded ) sedangkan untuk tujuan permeabilitas dapat menggunakan gradasi terbuka ( open-graded ). Perkembangan dan pembangunan jalan raya di Indonesia dituntut dapat memperbaiki tingkat keselamatan, kenyamanan dan ramah terhadap lingkungan perkotaan. Untuk itu mulai banyak dikembangkan pemakaian aspal porus. Perkerasan aspal porus adalah campuran aspal untuk perkerasan jalan yang direncanakan secara khusus, dimana Lapisan permukaan aspal porus telah dikembangkan di beberapa negara .

Campuran aspal porus adalah campuran beraspal dengan persentase agregat halus yang rendah, sehingga menghasilkan ronggayang besar. Rongga dalam campuran yang besar dapat menurunkan nilai karakteristik campuran aspal porus. Oleh karena itu, perlu diteliti bagaimana cara menghasilkan campuran aspal porus dengan nilai karakteristik seperti yang ditetapkan oleh spesifikasi Australian Asphalt Pavement Association (AAPA) atau berbagai macam gradasi dari beberapa negara seperti Amerika, Japan, dan Iowa Stormwater Managemen (2009) [1]. Beberapa peneliti telah melakukan penelitian pada campuran aspal porus dengan berbagai penambahan bahan aditif. Campuran aspal porus memiliki beberapa kelebihan bagi pengguna jalan dan bagian sekitar jalan, yaitu: fungsi drainase, fungsi keselamatan pengemudi, dan fungsi reduksi kebisingan jalan. Hal ini disebabkan karena nilai rongga (porosity) yang terkandung pada campuran aspal porus cukup besar. Rongga yang besar dapat menyebabkan turunnya nilai karakteristik pada campuran aspal porus.

Menurut A. Poul Greibe (2003) dalam Penelitiannya "Performance of Noise Reducing Porous Pavement" bahwa rongga yang terjadi dalam perkerasan aspal porus dapat meredam kebisingan sebesar 3 - 4 dB yang terjadi akibat adanya gesekan antara ban kendaraan dengan permukaan perkerasan sehingga dengan sifat tersebut maka aspal porus dikenal juga sebagai lapis permukaan yang ramah lingkungan. "Penggunaan gradasi terbuka ( konsep mastik aspal dari British) lebih cocok digunakan untuk aspal modifikasi (terutama untuk lapis tipis) daripada menggunakan gradasi tertutup (konsep gradasi menerus menurut teori Amerika) yang biasanya dipakai untuk lapis penutup" (Soehartono, 2005)[2].

#### Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diungkapkan, maka rumusan masalah dapat dikemukakan sebagai berikut :

1. Bagaimana karakteristik campuran aspal porus yang menggunakan gradasi Iowa Stormwater Managemen (2009)
2. Bagaimana perbandingan kekuatan pada campuran aspal porus yang menggunakan beberapa bahan pengikat.

#### Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian yang ingin dicapai dapat dikemukakan sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui karakteristik campuran aspal porus yang menggunakan aspal Modifikasi dengan gradasi Iowa Stormwater Managemen (2009)
2. Untuk menentukan perbandingan kekuatan pada campuran aspal porus yang menggunakan beberapa bahan pengikat

#### Manfaat Penelitian

Beberapa batasan permasalahan yang dilakukan agar lebih terfokus dalam mencapai tujuan penelitian, adalah:

1. Pengujian karakteristik agregat dan aspal serta komposisi campuran sebagai bahan perancangan aspal porus yang mengacu pada SNI (Standar Nasional Indonesia).
2. Gradasi yang di gunakan menurut standar dari Iowa Stormwater Managemen (2009)

## II. METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1. Lokasi dan waktu penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Pemeriksaan Bahan Jalan Bina Marga Dinas Prasarana Wilayah Provinsi Sulawesi Selatan Km. 16 Kota Makassar (Baddoka). Adapun waktu pelaksanaan penelitian ini dilakukan mulai tanggal 1 Februari 2014 hingga bulan April 2014

### 2.2. Persiapan bahan dan alat

Persiapan alat dan bahan adalah penyediaan/pengadaan bahan dan peralatan untuk pengujian, adapun bahan dan peralatan tersebut :

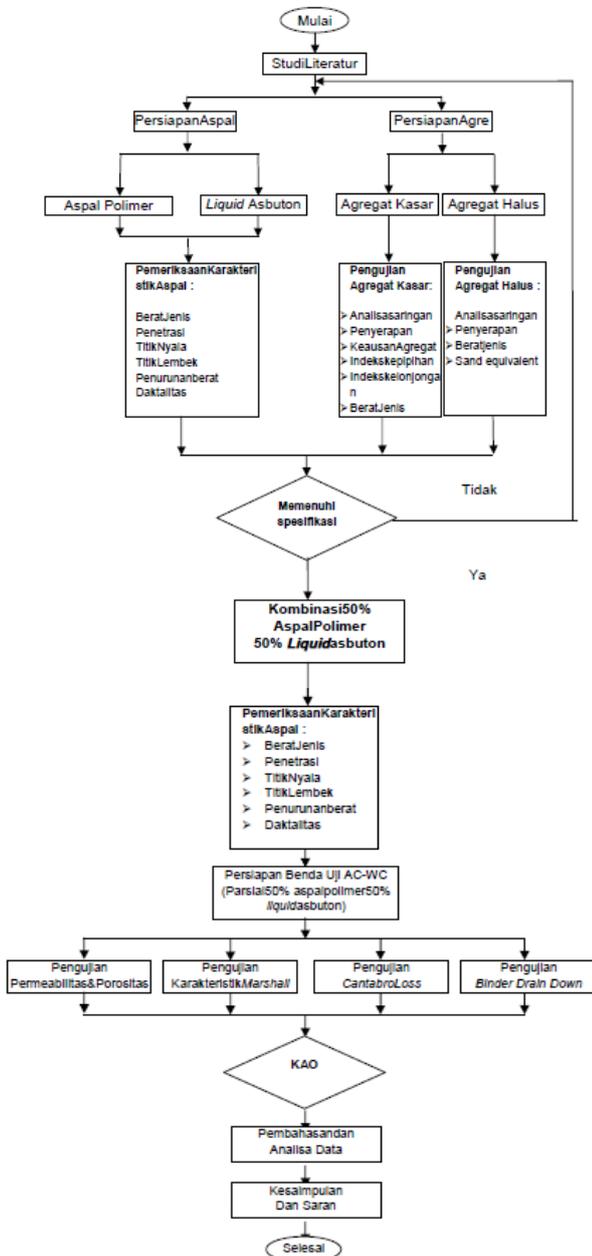
1. Material yang digunakan
  - a. Material yang digunakan Material agregat kasar berasal dari Gunung Lompongan PT. Alpindo Perkasa kabupaten Pinrang Propinsi Sulawesi Selatan.
  - b. Aspal yang digunakan Aspal Polimer Starbit E-55 berasal dari PT Bintang Djaja
  - c. Aspal Liquid asbuton yang di gunakan berasal dari Laboratorium Aspal Dinas Bina Marga
2. Peralatan yang diperlukan
  - a. Alat uji pemeriksaan aspal  
Alat yang digunakan untuk pemeriksaan aspal antara lain: alat uji penetrasi, alat uji titik lembek, alat uji titik nyala dan titik bakar, alat uji daktilitas, alat uji berat jenis (piknometer dan timbangan).

- b. Alat uji pemeriksaan agregat  
Alat uji yang digunakan untuk pemeriksaan agregat antara lain mesin Los Angeles (tes abrasi), saringan standar, alat pengering (oven), timbangan.
- c. Alat uji karakteristik campuran agregat aspal  
Alat uji yang digunakan adalah seperangkat alat untuk metode Marshall, alat uji permeabilitas, alat uji cantabro, dan alat uji binder drain down.

Gambar 1. Diagram alir program kerja

**2.3. Diagram proses penelitian**

Bagan alir penelitian diharapkan dapat memberikan langkah-langkah pelaksanaan penelitian secara ringkas serta memudahkan hal hal yang perlu diperhatikan dalam penyelesaian penelitian. Adapun bagan alirnya ditunjukkan pada gambar 8 berikut.



**2.4. Uraian tahap penelitian**

Studi pendahuluan adalah dengan mengumpulkan referensi-referensi yang relevan yang akan digunakan sebagai dasar dalam penelitian serta menentukan lokasi bahan dan tempat pengujian.

**2.5. Pengujian bahan**

**2.5.1 Pengujian Material Agregat**

Pengujian dimaksudkan untuk meneliti bahan yang akan dipakai dapat memenuhi persyaratan. Pengujian bahan meliputi aspal, agregat kasar, agregat halus. Pengujian laboratorium yang dilakukan untuk agregat kasar dan agregat halus disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi pengujian karakteristik agregat

No	Pengujian	Metode pengujian	Persyaratan	
			Min	Max
<b>a. Agregat kasar</b>				
1	Penyerapan (%)		-	3.00
2	a. Berat jenis bulk (gr/cc)		2.50	-
	b. Berat jenis SSD (gr/cc)	SNI-03-1969-1990	2.50	-
3	c. Berat jenis semu (gr/cc)		2.50	-
	Keausan agregat (%)	SNI-03-2417-1991	-	40
4	Indeks kepipihan (%)	SNI-M-25-1991-03	-	25
5	Indeks kelongkongan (%)		-	25
<b>b. Agregat halus</b>				
1	Penyerapan (%)		-	3.00
2	a. Berat jenis bulk (gr/cc)		2.50	-
	b. Berat jenis SSD (gr/cc)	SNI-03-1970-1990	2.50	-
3	c. Berat jenis semu (gr/cc)		2.50	-
	Sand equivalent	SNI-03-4428-1997	50	-
<b>c. Debu batu</b>				
1	Penyerapan (%)		-	3.00
2	a. Berat jenis bulk (gr/cc)		2.50	-
	b. Berat jenis SSD (gr/cc)	SNI-03-1970-1990	2.50	-
3	c. Berat jenis semu (gr/cc)		2.50	-

Sumber: spesifikasi bina marga, 2010

**2.5.2 Pengujian Material Aspal**

Aspal yang digunakan dalam penelitian ini adalah aspal polimer, liquidasbuton dan kombinasi 50% aspal polimer 50% liquid asbuton

**2.6 Pemilihan Gradasi Agregat**

Distribusi variasi ukuran butiran agregat disebut gradasi agregat. Gradasi agregat mempengaruhi besarnya rongga dalam campuran dan menentukan kinerja campuran beraspal. Penelitian ini mengacu pada standar gradasi versi Iowa Stormwater Managemen (2009) dengan menggunakan bahan pengikat aspal polimer, liquid asbuton dan kombinasi 50% aspal Polimer 50% liquid asbuton. Adapun spesifikasi dari gradasi versi Iowa Stormwater Managemen (2009) dapat dilihat pada Tabel 2

Tabel 2. Tipe gradasi yang digunakan

Ukuran saringan	Gradasi lolos (%)
¾ ( 19.0 mm)	100
½ (12.7 mm)	85 - 100
3/8 (9.5 mm)	55 - 75
No.4 (4.75 mm)	10 - 25
No.8 (2.36 mm)	5 - 10
No.200 (0.075mm)	2 - 4

Sumber : Iowa stormwater management, 2009

**2.7 Pengujian Campuran Beraspal**

**1. Pengujian marshall**

Salah satu metode untuk menghasilkan design yang baik adalah Marshall Test. Dikembangkan oleh Bruce Marshall dari Misisipi State Highway Department sekitar tahun 1940-an dibuat standard dalam ASTM D1559-89, dengan membuat beberapa benda uji dengan kadar aspal yang berbeda kemudian di test kadar udara (porosity), stability dan flow. Hasil test diplot terhadap kadar bitumen, kemudian kadar optimum bitumen dipilih, proses ini mengukur secara teliti: porosity, stability, flow, sehingga didapatkan sifat aspal yang awet dan tahan terhadap rutting (penurunan) serta fatigue (retak karena lelah).

Karakteristik metode marshall:

**a. Unit weight**

Unit weight merupakan berat volume kering campuran yang menunjukkan kepadatan campuran beton aspal. Campuran dengan kepadatan yang tinggi akan mempunyai kemampuan menahan bebanyang lebih tinggi daripada campuran dengan kepadatan rendah. Unit weight (berat volume) dinyatakan dalam satuan gram/cm<sup>3</sup> dan dapat dihitung dengan rumus (Lab. Jalan dan Aspal, 2000) :

$$Gmb = \frac{W}{B} \tag{1}$$

Dimana:

Gmb = Berat volume kering campuran (gr/cm<sup>3</sup>)

W = berat benda uji di udara (gr)

B = volume benda uji (cm<sup>3</sup>)

**b. Porositas/VIM (Voids In Mix)**

VIM (Voids In Mix) merupakan volume pori dalam campuran yang telah dipadatkan atau banyaknya rongga udara yang berada dalam campuran aspal porus. Dalam hal ini perhitungan volume sampel tidak dilakukan dengan perendaman sampel dalam air dikarenakan berat kering permukaan jenuh (SSD) pada aspal porus tidak akan terjadi sebagai akibat dari porusnya campuran, sehingga nilai porositas/VIM dinyatakan dalam bilangan satu angka dibelakang koma atau dalam persen (%) terhadap campuran dan dihitung dengan rumus :

$$P = \left[1 - \frac{D}{SG_{mix}}\right] \times 100\% \tag{2}$$

$$SG_{mix} = \frac{1}{\frac{W}{S} + \frac{W_{sub}}{S} + \frac{W_{ad}}{S}} \tag{3}$$

$$D = \frac{4W}{100G} \tag{4}$$

Dimana:

P = volume rongga udara dalam campuran (%)

SG<sub>mix</sub> = berat jenis maksimum campuran

D = berat jenis efektif total agregat

%W = % berat tiap komponen

**c. Stabilitas (Stability)**

Stabilitas (stability) adalah kemampuan lapis aspal beton untuk menahan deformasi atau perubahan bentuk akibat beban lalu lintas yang bekerja pada lapis perkerasan tersebut. Nilai stabilitas menunjukkan kekuatan dan ketahanan campuran beton aspal terhadap terjadinya perubahan bentuk tetap seperti gelombang, alur (rutting) maupun bleeding. Stabilitas dinyatakan dalam satuan kg dan diperoleh dari pembacaan arloji pada alat uji Marshall dengan rumus sebagai berikut (Lab. Jalan dan Aspal, 2000) :

$$Stability = O \times E' \times Q \tag{5}$$

Dimana :

Stability = Stabilitas Marshall (kg)

O = pembacaan arloji stabilitas (Lbf)

Q = kalibrasi alat marshall

E = angka korelasi volume benda uji

**d. Flow (kelelahan plastis)**

Flow menunjukkan besarnya deformasi dari campuran beton aspal akibat beban yang bekerja pada perkerasan. Flow merupakan salah satu indikator terhadap lentur. Besarnya rongga antar campuran (VIM) dan

penggunaan aspal yang tinggi dapat memperbesar nilai kelelahan plastis. Nilai flow diperoleh dari pembacaan arloji kelelahan pada alat uji Marshall dan dinyatakan dalam satuan mm.

**2. Pengujian permeabilitas**

Berdasarkan Simposium III FSTPT, ISBN no. 979-96241-0-X dibuat 3(tiga) benda uji aspal porus untuk pengujian permeabilitas. Pengujian permeabilitas menggunakan benda uji aspal porus didalam mould yang telah direndam sampai jenuh. Mould kosong diletakkan diatas mould yang berisi benda uji. Bagian dalam sambungan kedua mould dioles vaselin, agar air tidak menembus keluar. Ke dalam mould kosong diisi air setinggi 5 cm. Lama waktu perembesan air melalui media aspal porus dicatat. An International Perspective yang dikutip oleh Diana (1995)

**3. Pengujian cantabro**

Pengujian cantabro dilakukan untuk mengetahui kehilangan berat dari benda uji setelah dilakukan tes abrasi dengan mesin Los Angeles. Benda uji yang sudah dipadatkan dengan jumlah tumbukan masing-masing 50 pada kedua sisinya didiamkan selama 48 jam pada suhu ruang dan minimal 6 (enam) jam sebelum pengujian suhu harus dijaga berada pada suhu ruang. Sebelum benda uji dimasukkan kedalam drum mesin Los Angeles terlebih dahulu ditimbang untuk mendapatkan berat sebelum diabrasi (Mo). Selanjutnya benda uji dimasukkan ke drum mesin Los Angeles tanpa bola baja. Mesin Los Angeles kemudian dijalankan dengan kecepatan antara 30-33 rpm sebanyak 300 putaran. Setelah selesai benda uji dikeluarkan dan ditimbang dengan berat setelah abrasi (Mi).

$$L = \frac{Mo - Mi}{Mo} \times 100 \tag{6}$$

Dimana:

- Mo = berat sebelum diabrasi (gr)
- Mi = berat sebelum diabrasi (gr)
- L = persentase kehilangan berat (%)

**4. pengujian binder drain-down**

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui jumlah drain-down yang terjadi pada campuran beraspal yang belum dipadatkan, yaitu selama produksi, pengangkutan dan penempatan campuran (AASHTO T 305)[3]. Prosedur pengujian :

- a. Masukkan sampel ke dalam keranjang besi, dimana sample tersebut tidak boleh dipadatkan,
- b. Timbang dan catat berat sample dengan ketelitian 0.1 gram,
- c. Timbang wadah dengan ketelitian 0.1 gram,

- d. Tempatkan keranjang besi yang berisi sample pada wadah dan ukur suhu campuran,
- e. Masukkan wadah dan keranjang ke dalam oven, sesuai suhu pencampuran selama 1 jam ± 5 menit,
- f. Setelah sesuai waktu rencana keluarkan wadah bersama sample dari oven. Timbang wadah dengan ketelitian 0.1 gram.
- g. Hitung pelepasan dengan rumus :

$$\text{Drainage} = \frac{a-b}{c} \times 100 \tag{7}$$

Dimana:

- A = Berat wadah setelah pengujian (gr)
- B = Berat awal wadah sebelum digunakan (gr)
- C = berat total sampel

**III. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**1. Hasil pengujian sifat fisik agregat**

Serangkaian hasil pengujian sifat fisik agregat untuk mengetahui kelayakan penggunaan agregat sebagai bahan campuran beraspal dilakukan di laboratorium dengan menggunakan metode pengujian SNI. Rekapitulasi hasil pengujian sifat fisik agregat sesuai dengan metode pengujian yang digunakan dan spesifikasi yang diisyaratkan dapat dilihat pada tabel dibawah :

tabel 3. Hasil pemeriksaan agregat halus

NO	JENIS PENGUJIAN	HASIL PEMERIKSAAN SAMPEL AGREGAT HALUS		SPESIFI KASI
		Abu Batu	Pasir	
1.	Gand Equivalent	70,69 %	93,10 %	Min 50%
2.	Berat isi	1,522 gr/cc	1228 gr/cc	
3.	Berat jenis agregat Halus			
	a. Berat jenis bulk	2,503	2,519	
	b. Berat jenis kering permukaan jenuh	2,569	2,583	Min. 2,5
	c. Berat jenis efektif	2,679	2,692	
	d. Absorpsi	2,632	2,545	Max. 3%

Sumber: hasil pengolahan data 2014

Hasil pengujian agregat kasar dan halus telah memenuhi spesifikasi yang telah ada, dimana baik untuk di gunakan dalam pengujian - pengujian pada campuran aspal porus maupun pada pencampuran hal yang lainnya. Seperti AC-WC ataupun AC - BC. Menunjukkan nilai - nilai yang baik seperti pada pengujian Absorpsi pada agregat halus abu batu yaitu 2,632 dan pada pengujian kelekatan agregat pada aspal memiliki nilai lebih tinggi dari spesifikasi yaitu 98.67% dimana spesifikasi nya min 95%.

**2. Hasil pengujian sifat bahan aspal**

Hasil pengujian sifat-sifat fisik aspal menggunakan metode SNI. Rekapitulasi hasil pengujian karakteristik aspal dapat dilihat pada tabel berikut.

Sumber: pengolahan data

Tabel 4 karakteristik bahan aspal polimer E-55

No Urut	Pengujian	Metode	Contoh Nomor		Hasil Rata-rata	Yang disyaratkan		Satuan
			1	2		Polimer E55		
						Max	Min	
1	Penetrasi sebelum kehilangan berat	SNI. 06-2456-1991	61	61,2	61,1	-	40	0,1 MM
2	Titik lembek	SNI. 06-2434-1991	59	58	57,5	-	54	C
3	Daktalitas (25 C 5 cm/ment)	SNI. 06-2432-1991	134	134	134	-	100	Cm
4	Kelaurutan dalam tryclor Ethylen (C2HCL3)	SNI. 06-2438-1991	99,8%	99,90%	99,83	-	99	% Berat
5	Titik nyala (COC)	SNI. 06-2433-1991			310,58	-	232	C
6	Berat jenis	SNI. 06-2441-1991	1,0484	1,0330	1,0397	-	1	gr/oc
7	Kehilangan Berat 163 C, 5 jam (thin film oven test)	SNI. 06-2440-1991	0,0147	0,01957	0,017	0,8	-	% Berat
8	Penetrasi setelah kehilangan berat	SNI. 06-2434-1991	80,33	79,08	79,71	-	54	% Asli
9	Daktalitas setelah kehilangan berat	SNI. 06-2432-1991	92,537	92,537	92,537	-	-	%

Sumber: hasil pengolahan data

Tabel 5. Karakteristik bahan aspal kombinasi 50 % aspal polimer 50%aspal liquid asbuton

No Urut	Pengujian	Metode	Contoh Nomor		Hasil Rata-rata	Yang disyaratkan		Satuan
			1	2		Batas gradasi		
						Max	Min	
1	Penetrasi sebelum kehilangan berat	SNI. 06-2456-1991	59,8	58,8	59,1	-	-	0,1 MM
2	Titik lembek	SNI. 06-2434-1991	58	55	56,5	-	-	C
3	Daktalitas (25 C 5 cm/ment)	SNI. 06-2432-1991	77	80	78,5	-	-	Cm
4	Kelaurutan dalam tryclor Ethylen (C2HCL3)	SNI. 06-2438-1991	75,95%	76,64%	76,29	-	-	% Berat
5	Titik nyala (COC)	SNI. 06-2433-1991	319	312	315,5	-	-	C
6	Berat jenis	SNI. 06-2441-1991	1,5485	1,5834	1,5644	-	-	gr/oc
7	Kehilangan Berat 163 C, 5 jam (thin film oven test)	SNI. 06-2440-1991	1,1807	1,237304	1,20	-	-	% Berat
8	Penetrasi setelah kehilangan berat	SNI. 06-2434-1991	78,17	75,43	75,80	-	-	% Asli

Sumber: pengolahan data

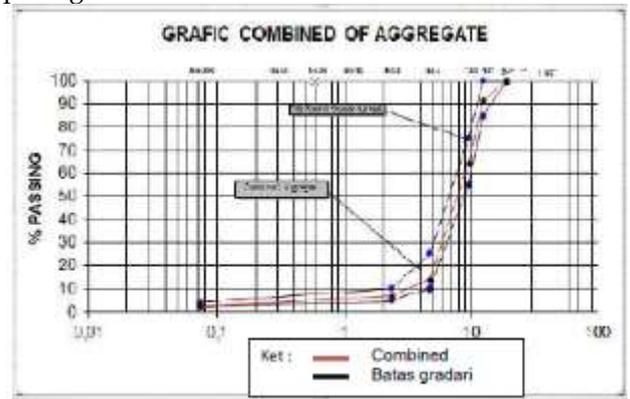
Tabel 6. Karakteristik bahan aspal liquid asbuton

No Urut	Pengujian	Metode	Contoh Nomor		Hasil Rata-rata	Yang disyaratkan		Satuan
			1	2		Batas gradasi		
						Max	Min	
1	Penetrasi sebelum kehilangan berat	SNI. 06-2456-1991	57,2	58,4	57,8	60	-	0,1 MM
2	Titik lembek	SNI. 06-2434-1991	52	51	51,5	58	48	C
3	Daktalitas (25 C 5 cm/ment)	SNI. 06-2432-1991	46	44,7	45,35	-	50	Cm
4	Kelaurutan dalam tryclor Ethylen (C2HCL3)	SNI. 06-2438-1991	75,94%	76,64%	76,29	-	99	% Berat
5	Titik nyala (COC)	SNI. 06-2433-1991	201,44	204,22	202,83	-	225	C
6	Berat jenis	SNI. 06-2441-1991	1,3382	1,2984	1,3183	-	1	gr/oc
7	Kehilangan Berat 163 C, 5 jam (thin film oven test)	SNI. 06-2440-1991	0,99	1,01	1,00	-	-	% Berat
8	Penetrasi setelah kehilangan berat	SNI. 06-2434-1991	77,62	77,40	77,51	-	-	% Asli

Ketiga tabel di atas menunjukkan hasil pengujian karakteristik aspal Polimer, Liquid Asbuton, dan kombinasi 50% polimer 50% Liquid asbuton telah memenuhi dalam parameter pengujian yang telah dilakukan dengan mengacuh pada metode pengujian SNI dan di lihat dari pengujian titik lembek menunjukkan bahwa aspal polimer E55 mempunyai nilai titik lembek yang tinggi di antara ketiga aspal yang di uji, itu menunjukkan bahwa aspal polimer memiliki sifat yang keras di bandingkan dari kedua aspal kombinasi dan liquid asbuton yang telah di uji.

3. Penentuan Gradasi Campuran

Gradasi agregat menggunakan gradasi terbuka (open graded) dengan sistem trial gradation yang menggunakan agregat kasar dan halus. Dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Hasil analisa gabungan agregat  
Sumber: hasil pengolahan data

Hasil penggabungan agregat yang terlihat pada gambar di atas, seluruh agregat yang telah melalui proses pengujian memenuhi spesifikasi combined agregat yang disyaratkan oleh Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum tahun [4], untuk selanjutnya dapat dipakai untuk pembuatan benda uji.

4. Hasil pengujian marshall test

Pengujian Marshall test dilakukan untuk mengetahui kinerja stability, flow, volume pori, marshall quotient. Adapun hasil dari pengujian ini dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 7. Pengujian marshall test dengan Menggunakan aspal polimer E-55

PARAMETER PENGUJIAN	SATUAN	VARIASI KADAR ASPAL					SPESIFIKASI
		4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	
Stability	Kg	590,13	660,38	783,32	786,84	748,20	> 500
Volume Pori	%	14,34	14,16	13,30	12,42	11,87	-
Flow	mm	2,66	3,13	3,45	3,90	4,14	2-6
Marshall Quotient	Kg/mm	222,0	210,8	227,3	201,6	180,7	>200

Sumber: pengolahan data

Tabel 8. Pengujian marshall test dengan menggunakan aspal buton

PARAMETER PENGUJIAN		VARIASI KADAR ASPAL						SPESIFIKASI
		5	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	
Stability	kg	665,65	720,83	705,64	781,57	730,12	674,4	> 500
Volume Pori	%	16,32	14,81	13,70	12,87	11,98	9,30	-
Flow	mm	2,04	2,90	3,53	3,58	3,88	3,93	2-8
Marshall Quotient	kg/mm	234,0	248,9	225,4	219,3	202,1	171,7	> 200

Sumber: pengolahan data

Tabel 9. Pengujian marshall test dengan menggunakan 50% aspal polimer E-55 50% aspal buton

PARAMETER PENGUJIAN		VARIASI KADAR ASPAL						SPESIFIKASI
		5	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	
Stability	kg	886,48	852,55	890,40	862,22	822,08	848,3	> 500
Volume Pori	%	16,78	16,38	11,31	10,25	9,86	7,07	-
Flow	mm	2,04	3,11	3,86	3,66	4,00	4,16	2-8
Marshall Quotient	kg/mm	242,7	274,4	245,1	244,5	230,7	204,1	> 200

Sumber: pengolahan data

Dari tabel - tabel bisa bisa disimpulkan ada nya beberapa hubungan antara - antara setiap dari penentuan nilai dari pengujian marshall seperti yang di jelaskan di bawah ini

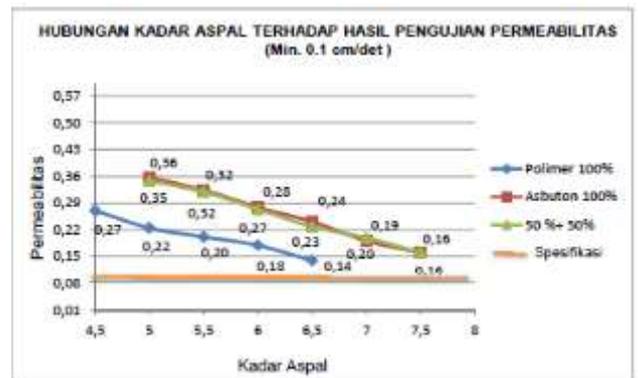
- Hubungan antara kadar aspal dengan volume pori  
Berdasarkan hasil analisis, Menunjukkan bahwa nilai Volume Pori menurun dengan bertambahnya kadar aspal. Hal ini disebabkan semakin banyaknya rongga yang diisi oleh aspal seiring dengan bertambahnya kadar aspal. Nilai Volume Pori pada dasarnya mirip dengan nilai porositas.
- Hubungan antara kadar aspal dengan stabilitas  
Stabilitas merupakan parameter empiris untuk mengukur kemampuan dari campuran aspal untuk menahan deformasi yang disebabkan oleh suatu pembebanan. Tabel 18, 19, dan 20 menunjukkan bahwa nilai stabilitas meningkat dengan bertambahnya kadar aspal dan kemudian kembali menurun setelah melewati kadar aspal tertentu yang dapat diindikasikan sebagai kadar aspal optimum campuran. Hal ini disebabkan kadar bitumen yang tinggi akan mengikat agregat lebih kuat sehingga agregat akan kokoh pada posisinya. Stabilitas marshall menurun pada saat kadar aspal sudah melebihi kadar Aspal optimum. Hal ini akan mengakibatkan terjadinya bleeding.
- Hubungan antara kadar aspal dengan flow  
Kelelahan atau flow merupakan parameter empiris untuk mengukur kelenturan campuran, yaitu kemampuan untuk mengikuti deformasi yang terjadi akibat lalu lintas, tanpa timbulnya retak dan perubahan volume. Suatu campuran yang memiliki kelelahan yang rendah

akan lebih kaku dan kecenderungan untuk mengalami retak dini pada usia pelayanannya.

- Hubungan antara kadar aspal dengan marshall quotient (MQ)

Hasil Bagi Marshall atau Marshall Quotient (MQ) adalah indicator terhadap kekakuan campuran yang merupakan hasil bagistabilitas dengan kelelahan. Semakin tinggi nilai MQ, maka kemungkinan akan semakin tinggi kekakuan suatu campuran dan semakin rentan campuran tersebut terhadap keretakan. Yang dimana hasil Bagi marshall atau Marshall Quotient (MQ) memiliki spesifikasi maks 200 kg/mm.

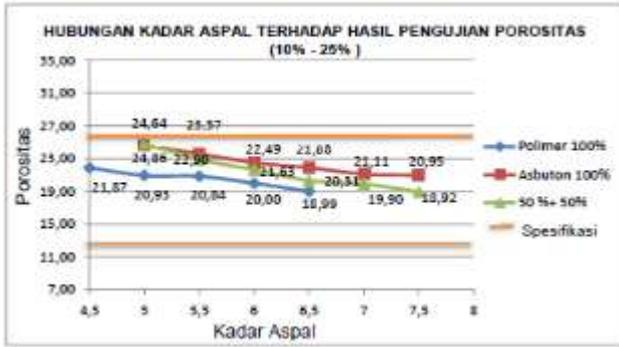
- Hasil pengujian permeabilitas Aspal porus  
Adapun hasil pengujian Permeabilitas dari beberapa aspal yang digunakan yang bisa di lihat pada grafik di bawah ini :



Gambar 3. Hubungan kadar aspal terhadap koefisien permeabilitas Sumber: hasil pengolahan data

Berdasarkan hasil analisis, pada pengujian permeabilitas dengan menggunakan beberapa aspal menunjukkan bahwa nilai permeabilitas semakin kecil dengan semakin bertambahnya kadar aspal dalam campuran aspal porus. Hal ini disebabkan karena dengan bertambahnya kadar aspal yang digunakan maka volume rongga yang berada di dalam benda uji semakin berkurang hal ini disebabkan rongga yang terisi oleh aspal dan agregat halus semakin kecil sehingga waktu untuk mengalirkan air di permukaan akan lebih lama. Fenomena perilaku permeabilitas sangat dipengaruhi juga dari persentase porositas dalam campuran. Spesifikasi untuk pengujian permeabilitas campuran aspal porus yaitu minimal 10<sup>-1</sup>cm/detik.

- Hasil Pengujian Porositas Aspal Porus  
Adapun hasil pengujian Permeabilitas dari beberapa aspal yang digunakan yang bisa di lihat pada grafik di bawah ini :

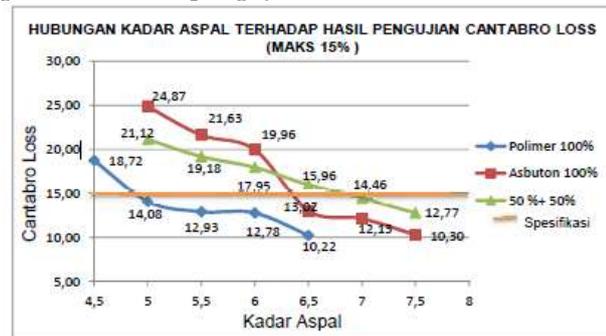


Gambar 4. Hubungan kadar aspal terhadap nilai porositas  
Sumber: hasil pengolahan data

Hasil analisis yang diperoleh, Pengujian Porositas pada campuran aspal porus menunjukkan bahwa nilai porositas semakin kecil dengan meningkatnya kadar aspal yang di gunakan dalam campuran, hal ini disebabkan semakin banyak rongga yang tertutup oleh aspal yang digunakan. Nilai porositas menunjukkan persentase rongga dalam campuran aspal porus setelah pemadatan. Persentase rongga yang tinggi mengindikasikan campuran untuk mudah mengalirkan air melalui rongga-rongga antar agregat, namun persentase rongga yang tinggi pula menjadikan campuran aspal porus semakin rentan terhadap pemisahan agregat semakin tinggi. Dari hasil pengujian porositas, campuran aspal porus telah memenuhi spesifikasi yang ditentukan yaitu 10%-25%.

7. Hasil Pengujian Cantabro Loss

Hasil Pengujian Cantabro Loss bisa ditinjau dari tabel di bawah ini dari beberapa aspal yang telah di gunakan dalam pengujian ini.



Gambar 5. Hubungan kadar aspal terhadap pengujian cantabro loss  
Sumber: hasil pengolahan data

Hasil pengujian Cantabro aspal porous, yang dapat dilihat pada gambar di atas menunjukkan bahwa nilai cantabro semakin kecil seiring dengan penambahan kadar aspal. Dengan melihat fenomena perilaku cantabro, menunjukkan daya ikat antar agregat dalam campuran semakin baik sehingga pemisahan antara agregat saat dilakukan pengujian cantabro dengan mesin Los Angeles semakin kecil. Pada gambar di atas terlihat benda uji yang memenuhi spesifikasi nilai cantabro

yang diisyaratkan terjadi mulai dari kadar Aspal 5.5% untuk aspal polimer 100%, dan mulai kadar aspal 7% untuk aspal modifikasi aspal polimer 50% liquid asbuton 50% dan untuk aspal Liquid Asbuton 100% dimulai dari kadar aspal 6.5 seperti yang telah di tujukan oleh spesifikasi pengujian cantabro yang diisyaratkan yaitu memiliki nilai maksimal 15%.

8. Hasil Pengujian Binder Drain Down

Adapun hasil pengujian Permeabilitas dari beberapa aspal yang digunakan yang bisa di lihat pada grafik di bawah ini :



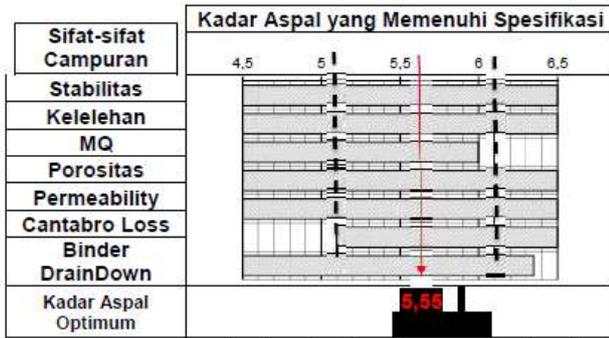
Gambar 6. Hubungan Kadar aspal terhadap pengujian binder drain down  
Sumber: hasil pengolahan data

Pengujian binder drain down bertujuan untuk mengetahui jumlah drain-down yang terjadi pada campuran beraspal yang belum dipadatkan, yaitu selama produksi, pengangkutan dan pemadatan campuran. Berdasarkan hasil analisis, Pengujian Binder Drain Down menunjukkan bahwa dengan bertambahnya kadar Aspal maka drain-down yang terjadi juga semakin bertambah. Dari pengujian ini menunjukkan bahwa binder drain down terbesar terjadi pada kadar Aspal 6.5% dengan persentase agregat 0,31% untuk aspal polimer 100%, pada kadar aspal 7,5% dengan persentase agregat 0,26% untuk aspal polimer 50% liquid asbuton 50% dan pada kadar aspal 7,5% dengan persentase agregat 0,20% untuk aspal Liquid Asbuton 100%. Hasil ini menunjukkan bahwa hasil yang diperoleh sudah memenuhi spesifikasi binder drain down yang diisyaratkan yaitu maksimum 0.3% dari berat total campuran sebelum dipadatkan.

9. Penentuan Kadar Aspal Optimum

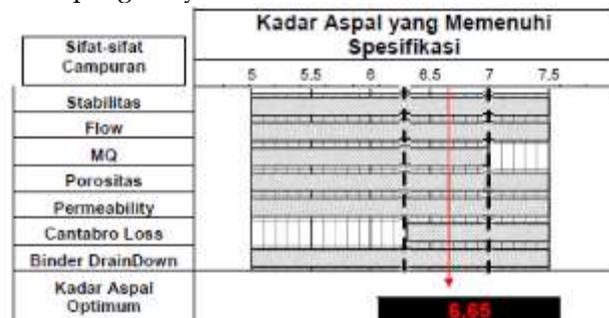
Penentuan Kadar aspal optimum ditentukan dari hubungan beberapa parameter pengujian mix desain aspal porus. berikut chart parameter penentuan kadar aspal optimum.

IV. SIMPULAN



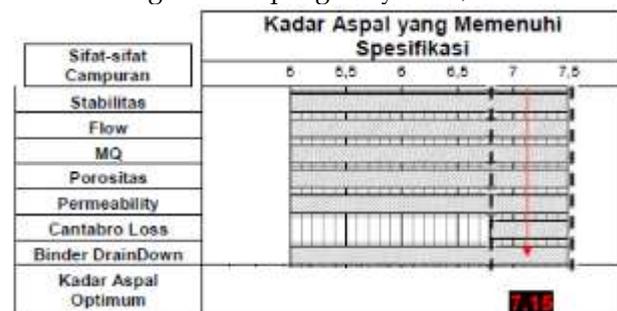
Gambar 7. Parameter Penentuan Kadar Aspal Optimum untuk Aspal Polimer E-55  
 Sumber: hasil pengolahan data

Pada parameter hubungan setiap pengujian pengujian yang adamenunjukkan bahwa Kadar Aspal Optimum ( KAO ) untuk aspal polimer E55 sebagai bahan pengikat yaitu 5,55



Gambar 8. Parameter Penentuan Kadar Aspal Optimum untuk Aspal Liquid Asbuton  
 Sumber: hasil pengolahan data

Pada parameter hubungan setiap pengujian pengujian yang adamenunjukkan bahwa Kadar Aspal Optimum ( KAO ) untuk aspal 100% Liquid Asbuton sebagai bahan pengikat yaitu 6,65



Gambar 9. Parameter Penentuan Kadar Aspal Optimum untuk 50% Aspal Polimer E-55 50% Aspal Buton  
 Sumber: hasil pengolahan data

Pada parameter hubungan setiap pengujian pengujian yang adamenunjukkan bahwa Kadar Aspal Optimum ( KAO ) untuk aspal kombinasi 50% polimer E55 50% Liquid Asbuton sebagai bahan pengikat yaitu 7,15

Berdasarkan hasil analisa data yang diperoleh dalam penelitian ini, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Pengujian karakteristik aspal porus yang menggunakan gradasi Iowa Stormwater Management (2009) dengan aspal modifikasi polimer E55 dan Liquid Asbuton sebagai pengikatnya dapat memenuhi parameter perkerasan aspal berpori.
2. Di lihat dari semua kadar aspal optimum pada beberapa bahan pengikat yang digunakan, menunjukkan bahwa aspal modifikasi polimer 50% liquid asbuton 50% yang memiliki dayakekuatan yang paling bagus, di tinjau dari nilai pengujian cantabro yang mempunyai nilai cantabro lebih kecil dari ketiga aspal yang digunakan sebagai bahan pengikat.

REFERENSI

- [1] Australian Asphalt Pavement Association (AAPA), 2010. This group report may be copied if used for educational purposes or by the tour participants. Extra copies of the report can be obtained from the Association.
- [2] Soehartono, Pemakaiannya Produksi, Penggunaan Dan Pengalaman Aspal Modifikasi Ditinjau Dari Kebutuhan.
- [3] AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials). 1998a. Standard Specifications for Transportation Materials and Methods of Sampling and Testing Part I: Specifications, 19th edition, Washington, D.C.
- [4] Bina Marga, 1999, "Panduan Perencanaan Campuran Beraspal Berdasarkan Kepadatan Mutlak ", SK N0. 76/KPTS/Db/1999, Jakarta.
- [5] Asphalt Institute, MS-4, 1985, "The Asphalt Handbook", Asphalt Institute, Lexington, Kentucky, USA
- [6] Asphalt Institute, Superpave Series No. 2, 1996, "Supervape Mix Design", Asphalt Institute, USA.
- [7] ASTM D3203-91, Tets Method for Percent Ait Void in Compacted Dense and Open Bituminous Paving Mixtures. USA.
- [8] Dinas Pekerjaan Umum Dirjen Bina Marga, 2006. Persyaratan dan Sifat-Sifat Teknis Agregat
- [9] Brown, S. F, and Brunton, J. M. 1987. An Introduction to the Analytical Design of Bituminous Pavement, Part II, 4th edition. University of Nottingham.
- [10] Busnial, 2005. Kajian karakteristik campuran aspal porus dengan tafpack-super terhadap wheel tracking test. Institut teknologi bandung.
- [11] Djumari dan Djoko Sarwono, 2009. "PERENCANAAN GRADASI ASPAL PORUS MENGGUNAKAN MATERIAL LOKAL DENGAN METODE PEMAMPATAN KERING". Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik UNS
- [12] Hardiman, Tinjauan aspal porus dwilapisan sebagai lapis permukaan jalan yang ramah dengan lingkungan perkotaan. Jurusan teknik sipil, universitas syiah Kuala.
- [13] Irwan, 2012. Studi penggunaan aspal kombinasi pada campuran aspal porous gradasi versi federal highway administration ( FHWA ). Jurusan teknik sipil fakultas teknik universitas hasanuddin makassar.