

JURNAL TUGAS AKHIR

**STUDI KARAKTERISTIK PERKERASAN ASPAL BERPORI
MENGGUNAKAN ASPAL POLIMER**



HAERUL SALEH

206 190 229

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PAREPARE
2014**

STUDI KARAKTERISTIK PERKERASAN ASPAL BERPORI MENGGUNAKAN ASPAL POLIMER

M. Nashir¹, Jasman², Haerul Saleh³

Abstrak : Penelitian ini bertujuan (1) Untuk mengidentifikasi material dan bahan pengikat aspal polimer terhadap campuran aspal berpori. (2) Untuk mengetahui bagaimana kekuatan campuran dengan menggunakan aspal polimer pada campuran aspal berpori.(3) Untuk mengetahui bagaimana fungsi resapan campuran menggunakan aspal polimer pada campuran aspal berpori. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Pemeriksaan Bahan Jalan dan Jembatan Bina Marga Dinas Prasarana Wilayah Provinsi Sulawesi Selatan Km. 16 Kota Makassar dengan metode kuantitatif. Data-data hasil uji laboratorium diolah dalam bentuk angka, grafik dan tabel serta dianalisis dengan membandingkan parameter standar yang dipersyaratkan (data diolah dalam bentuk kuantifikasi).Teknik analisis data yang digunakan (1) Analisis karakteristik material metode AASHTO, ASTM danBinaMarga.(2) Analisis model kinerja fungsi kekuatan campuran aspal berpori dilakukan dengan membandingkan hasil pengujian dengan parameter seperti stabilitas ,cantabro loss, binder drain down.(3)Analisis model resapan campuran aspal berpori dilakukan dengan metode permeabilitas yaitu *falling head permeability (FHP)* dimana air di dalam tabung(*stand pipe*) jatuh bebas dengan ketinggian tertentu sampai melewati rongga pada campuran aspal berpori . Material dan bahan pengikat aspal yang digunakan sudah memenuhi standar yang digunakan pada perkerasan aspal berpori. Nilai stabilitas pada pengujian marshall didapat kadar aspal optimum 5.75 % dengan nilai stabilitas 978.6 kg dengan standar min 500 kg. Untuk fungsi resapan didapat nilai porositas pada kadar aspal optimum 5.75% adalah 11.44% dengan standar 10 % sampai 30%, sedangkan nilai permeabilitas pada kadar aspal optimum 5.75 % didapat 0.157 cm/det dengan standar min 0.01 cm/det.

Kata kunci : Aspal berpori dengan bahan pengikat aspal polimer.

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Konstruksi perkerasan aspal poros merupakan salah satu alternatif dari perkerasan lentur (*flexible pavement*) dengan tujuan memberikan keleluasaan air melakukan penetrasi ke dalam lapisan permukaan atas (*surface layer*) secara vertical dan horizontal serta menyalirkannya dalam system drainase perkerasan. Perkerasan aspal berpori adalah campuran aspal untuk perkerasan jalan yang direncanakan khusus supaya setelah penghamparan dan pemadatan di lapangan mempunyai rongga udara sebesar 15%-25%. Biasanya perkerasan aspal berpori dipakai untuk lapisan permukaan dan dihamparkan di atas lapisan perkerasan yang kedap air. Persentase rongga udara yang sangat besar merupakan jaringan drainase di dalam lapisan perkerasan, yang dapat mengalirkan air hujan mulai dari turun hujan sampai meresap kedalam

perkerasan dan mengalir ke saluran samping.

Lapisan permukaan aspal berpori telah digunakan di beberapa negara dengan tujuan untuk memberikan keamanan dan kenyamanan ketika sedang berkendaraan. Namun, dalam kondisi tertentu yakni pada musim dingin tampak adanya perubahan perilaku perkerasan aspal berpori dibanding dengan lapisan permukaan konvensional karena struktur perkerasan aspal berpori lebih terbuka dan akibat penggunaan es untuk mencairkan salju (Lefebvre,1993). Di Amerika Serikat pada tahun 2000 oleh National Center for Asphalt Technology (NCAT) telah mempromosikan Open Graded Friction Course (OGFC) sebagai generasi baru dari perkerasan lentur. Hasil penelitian memberikan hasil yang cukup baik dengan kadar pori 18%

Campuran aspal berpori pada umumnya memiliki nilai stabilitas *Marshall* yang lebih rendah dari beton aspal yang menggunakan gradesi rapat. Stabilitas

Marshall akan meningkat bila gradasi terbuka yang digunakan lebih banyak fraksi halus (Cabrera & Hamzah, 1996). Sehubungan dengan hal tersebut di atas, maka judul penelitian ini adalah "**Studi Karakteristik Perkerasan Aspal Berpori menggunakan aspal polimer**"

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah yang terkait dengan aspal berpori, maka rumusan-rumusan masalah dapat diuraikan sebagai berikut :

1. Bagaimana karakteristik material dan bahan pengikat aspal polimer terhadap campuran aspal berpori ?
2. Bagaimana kekuatan campuran dengan menggunakan aspal polimer pada campuran aspal berpori ?
3. Bagaimana fungsi resapan campuran menggunakan aspal polimer pada campuran aspal berpori ?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian yang ingin dicapai dapat dikemukakan sebagai berikut:

1. Untuk mengidentifikasi material dan bahan pengikat aspal polimer terhadap campuran aspal berpori.
2. Untuk mengetahui bagaimana kekuatan campuran dengan menggunakan aspal polimer pada campuran aspal berpori.
3. Untuk mengetahui bagaimana fungsi resapan campuran menggunakan aspal polimer pada campuran aspal berpori.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan adalah campuran antara agregat dan bahan ikat yang digunakan untuk melayani beban lalu lintas. Tujuan utama struktur perkerasan adalah untuk mengurangi tegangan akibat beban roda sehingga mencapai tingkat yang dapat diterimah oleh tanah yang menyokong perkerasan tersebut. Intensitas tegangan statis dan dinamis terbesar terjadi di permukaan perkerasan dan terdistribusi dalam bentuk pyramid dalam arah vertikal pada seluruh tebal struktur perkerasan. Perkerasan jalan dikelompokkan dalam 2 (dua) jenis,yaitu perkerasan lentur (*flexible pavement*) dan perkerasan kaku (*rigid pavement*). Perkerasan lentur bersifat lentur(*fleksibel*) karena bahan susunnya

terdiri atas berbagai butiran agregat pecah yang diselimuti aspal, yang kekuatannya sangat ditentukan oleh *internal friction* antara butiran dan modulus elastisitas aspal serta jumlah rongga dalam campuran agregat yang terisi aspal. Sifat elastisitas aspal ini disebabkan aspal merupakan bahan *rheologic* dan *thermoplastic* yang sifat fisiknya sangat dipengaruhi oleh perubahan beban dan temperatur udara (B.C. Ministry of Transportation 2007;TNZ, 2002.a dan 2004;Scott et al.,2004) serta temperatur pencampurannya dengan butiran agregat(Balitbang Departemen PU, 2005.a).perkerasan *rigid* bersifat kaku karena bahan susunnya terdiri atas berbagai ukuran agregat pecah yang dihubungkan oleh bahan ikat yang mengeras seperti *cement Portland* (Boucher, 2007). Sifat kaku lebih ditentukan oleh proses pengerasan *cement Portland* karena fisik bahan semen tidak mengalami perubahan wujud ketika menerima beban dan perubahan cuaca.

2.2. Struktur Perkerasan Jalan

Perkerasan lentur adalah perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat, sehingga perkerasan memiliki deformasi yang lebih besar dan dapat bertahan sampai 20 tahun. Kadar air yang tinggi dapat menyebabkan terjadinya pergerakan struktur perkerasan yang berlebihan dan akan mengakibatkan perkerasan mengalami kerusakan lebih awal. Lapisan-lapisan perkerasannya bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar yang telah dipadatkan. Struktur perkerasan lentur umumnya terdiri dari empat lapis yang terdiri:

1. Lapisan permukaan(surface coarse)
2. Lapisan pondasi atas(base coarse)
3. Lapisan pondasi bawah(sub-base coarse)

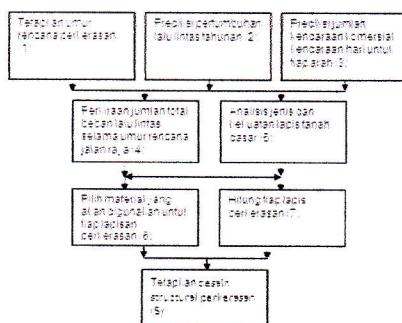
4. Lapisan tanah dasar(subgrade)

Ada beberapa keuntungan dan kerugian dari perkerasan lentur antara lain:

1. Keuntungan menggunakan perkerasan lentur adalah:
 - a. Dapat digunakan pada daerah dengan perbedaan penurunan (*differential settlement*) terbatas.
 - b. Mudah diperbaiki.
 - c. Tambahan lapisan perkerasan biasa dilakukan kapan saja.

- d. Memiliki tahanan geser yang baik.
 - e. Warna perkerasan memberikan kesan tidak silau bagi pengguna jalan
 - f. Dapat dilaksanakan bertahap, terutama pada kondisi biaya pembangunan terbatas atau kurangnya data untuk perencanaan.
2. Kerugian menggunakan perkerasan lentur adalah:
- a. Tebal total struktur perkerasan lebih tebal dari perkerasan kaku.
 - b. Kelenturan dan sifat kohesi berkurang selama masa pelayanan.
 - c. Frekwensi pemeliharaan lebih sering daripada menggunakan perkerasan kaku.
 - d. Tidak baik digunakan jika sering digerangi air.
 - e. Membutuhkan agregat lebih banyak.

Perencanaan tebal perkerasan lentur menurut versi *road note* 29 tersebut menggunakan kendaraan rencana adalah kendaraan komersial sedangkan untuk versi *American Association of State Highway and Transportation Official* (AASHTO) menggunakan seluruh jenis kendaraan baik mobil penumpang maupun kendaraan komersial sebagai kendaraan rencana dan dinyatakan dalam satuan mobil penumpang (SMP). Pada gambar di bawah diberikan langkah-langkah perencanaan tebal perkerasan lentur sebagai berikut.



Gambar 1.garis besar langkah perencanaan struktural perkerasan versi Road Note 29

2.3. Perkerasan Campuran Aspal Berpori

Di negara-negara maju, aspal berpori sudah banyak diterapkan, seperti Belanda, Spanyol, Belgia, Inggris, Denmark, Amerika Serikat, Jepang dan Singapura. Awalnya aspal berpori dikenal sebagai *open-graded friction courses* (OGFC) yang telah digunakan sejak tahun 1950 di Amerika Serikat untuk tujuan meningkatkan kekesatan perkerasan aspal. Perkerasan OGFC ini memiliki rongga dalam campuran yang lebih besar, sehingga dapat mengurangi kebisingan (meredam suara) dan dapat memindahkan air dari perkerasan melalui lapis aspal. Tidak sama dengan campuran konvensional beton aspal, aspal berpori didesain dengan rongga dalam campuran lebih besar dari 20%. Banyak nama lain yang digunakan untuk aspal berpori, seperti "Drain asphalt" di Perancis, "Whispering asphalt" di Jerman dan "Popcorn mix" di Amerika Serikat.



Gambar 2. Aspal Berpori

Biasanya Aspal Berpori dipakai untuk lapisan permukaan dan dihamparkan di atas lapisan perkerasan yang kedap air. Persentase rongga udara yang sangat besar merupakan jaringan drainase didalam lapisan perkerasan yang dapat mengalirkan air hujan mulai dari turun hujan sampai meresap kedalam perkerasan dan mengalir ke saluran samping.

2.4. Prinsip-prinsip Perkerasan Aspal Berpori

Dengan persentase ruang kosong yang besar pada Aspal Berpori maka terbentuk jaringan saluran-saluran yang mampu menyalurkan air yang jatuh pada aspal selama siraman hujan dan menembus permukaan serta menyalurkan ke saluran samping. Karena Aspal Berpori mampu menyalurkan air, maka perlunya lapisan kedap air dengan beberapa *cross fall* untuk mencegah air mencapai lapisan paling dasar dan menggenang di lapisan berpori.

1. Sifat - Sifat Perkerasan Aspal Berpori

Sifat-sifat aspal poros ditentukan oleh gradasi agregat, disamping juga tergantung dari sifat-sifat bahan pembentuk aspal poros itu sendiri. Pemilihan gradasi merupakan proses yang tidak mudah dalam menentukan sifat-sifat aspal poros yang diinginkan, hampir setiap lembaga penelitian di berbagai negara mempunyai gradasi agregat yang spesifik berdasarkan resep yang tersedia, dan gradasi tersebut tidak selalu cocok jika digunakan dengan material dan metode produksi yang berbeda.

Sifat perkerasan aspal berpori yang paling penting adalah besarnya rongga udara setelah penghamparan dan pemadatan. Makin besar rongga udara makin besar kemampuan untuk mengalirkan air, akan tetapi lebih cepat terjadinya penyumbatan. Seperti yang telah dibuktikan pada penelitian yang dilakukan di BRRC (*The Belgia Road Research Centre, 2001*) penurunan tingkat kebisingan ini dihasilkan dari :

- Penyerapan suara pada rongga - rongga lapisan aspal
 - Penghilangan penekan udara antara aspal dan ban
 - Keseragaman permukaan yang baik pada tipe jalan ini
2. *Keuntungan perkerasan aspal berpori*
Beberapa keuntungan aspal berpori dapat dikemukakan sebagai berikut :
- Mengurangi percikan air pada roda kendaraan
 - Faktor gesekan yang baik untuk kecepatan tinggi
 - Mereduksi suara kendaraan bermotor
 - Mengurangi silau yang ditimbulkan pada jalan yang permukaannya basah.

Untuk mendapatkan rongga udara yang optimal, sebagai kriteria perilaku yang diuji adalah : *Stabilitas dan Flow test, Cantabro Test, Run Off Flow Test dan Permeability Test.*

2.5. Gradasi terbuka campuran aspal berpori

Gradasi terbuka pada perkerasan aspal berpori telah dikembangkan di beberapa negara terutama di negara Amerika Serikat. Negera Argentina telah mengadopsi gradasi tersebut untuk implementasi perkerasan aspal berpori. Adapun gradasi tersebut dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Gradasi open graded asphalt (Pablo, 2001)

OPA Gradasi	Limit	Gradasi Aktual
3.4-19.0	100	100
1.2-12.5	85-100	87.9
6.8-9.5	55-75	64.8
No 4-47.5	9-25	9.5
No 8-2.36	5-10	5.6
No 200-0.075	2-4	3.6

Untuk gradasi agregat *Porous Friction Courses (PFC)* berdasarkan *United Facilities Criteria (UFC), DOD USA, 2001*, dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Gradasi porous friction courses (DOD, 2001)

Sieve PFC Gracion	Gradasii "A"	Gradasii "B"
	19 mm(4-inch) max	12.5 mm(1/2-inch) max
F ₄ - 19.0 mm	100	100
F ₄ - 12.5 mm	70-100	100
3.8 - 9.5 mm	55-75	80-100
No 4-47.5 mm	25-40	25-40
No 8-2.36 mm	10-20	10-20
No 30-0.060 mm	5-10	5-10
No 200-0.075 mm	0-5	0-5

2.6. Parameter Kinerja Perkerasan Aspal Berpori

Parameter kinerja perkerasan aspal berpori adalah ukuran yang membatasi atau tolak ukur kinerja (*performance*) dari perkerasan aspal berpori. Parameter kinerja juga dapat diartikan sebagai besaran terukur dari karakteristik yang menjadi penilaian performance yang dibandingkan dengan parameter standar yang menjadi tolak ukur capuran aspal berpori (Nur Ali, 2012).

Perencanaan campuran dan pengujian material yang digunakan pada aspal berpori mengacu pada Standar Nasional Indonesia, Manual Pekerjaan Campuran Beraspal Panas Versi Bina Marga, ASTM dan AASHTO dan untuk standar volumetric propertise digunakan standar New Zealand OGPA.

Tabel 3. Volumetric properties of typical OGPA and AC mixes

Volumetric properties	OGPA	Continuously graded AC
Voidratio	20-23%	4-6%
Binder content(m/m)	±5.5%	5.5%
Voids in mineral aggregate	30-33%	14-17%
Voids filled with binder	30-35%	70-75%
Binder film thickness	10µm	7µm

Sumber: New Zealand OGPA 2011

1. Karakteristik Marshall

Kinerja aspal berpori diperoleh melalui hasil pengujian *Marshall Test* yang meliputi kinerja *stability*, *flow*, *VIM*, *VMA*, *Marshal Quotient* dan *Marshal Immerton*. Spesifikasi *open graded porous asphalt* dibatasi pada nilai-nilai sebagai berikut :

Tabel 4. Standar kinerja *marshal* untuk perkerasan aspal berpori

Performance	Standar
1. Stability	> 500
2. Flow	26 mm
3. Void in Mix	10% - 25%
4. Marshall Question	>200 kg/mm
5. Marshall Immersion	>75%

Sumber Specification for Porous Asphalt Australian Road standard 2002

Sedangkan untuk standar yang disyaratkan terkait standar kinerja fungsi aspal berpori dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Standar kinerja fungsi untuk perkerasan aspal berpori

Performance	Standar
1. Permeabilitas	> 0,01 cm/det
2. Porositas	10-30%
3. Cantabro Loss	<15%
4. Binder Drain Down	0,3%

Sumber Specification for porous asphalt Australian road standard 2002

2. Kinerja Porositas

Porositas adalah kandungan rongga dalam campuran yang sangat dipengaruhi oleh jumlah agregat kasar yang digunakan dalam perkerasan aspal berpori. Secara umum penambahan proporsi agregat kasar dan pengurangan agregat halus dapat meningkatkan nilai porositas campuran, (Nur Ali, 2012). Gradiasi dan ukuran butir, akan berpengaruh pada rongga dan jenis rongga yang terbentuk pada campuran, (D. Sarwono dan A.K. Wardhani, 2007).

Nilai porositas dihitung menggunakan rumus densitas yang menunjukkan kepadatan campuran aspal poros, seperti ditunjukkan dalam persamaan [1]

$$D = \frac{4Ma}{\pi d^2 L}$$

dimana,

D = Densitas spesimen (gr/cm³),

d = Diameter spesimen (cm)

Ma = Berat spesimen di udara (gr)

L = Rata-rata tebal spesimen (cm)

Spesific Gravity Campuran, menunjukkan berat jenis campuran, yaitu:

$$SG_{mix} = \frac{100}{\frac{\rho_{air}}{SG_{air}} + \frac{\rho_{void}}{SG_f} + \frac{\rho_{bind}}{SG_b}}$$

dimana,

SG_{mix} = Spesific Gravity campuran (gr/cm³)

%W = % Berat tiap komponen

SG = Spesific Gravity komponen (gr/cm³)

Porositas (P)/ Void in mix (VIM), benda uji dihitung berdasarkan densitas dan spesific gravity dari benda uji yang dipadatkan, dinyatakan dalam %:

$$P = \{ 1 - (D / SG_{mix}) \} \times 100$$

3. Kinerja Permeabilitas

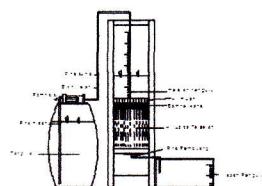
Permeabilitas adalah kemampuan media yang poros untuk mengalirkan fluida (D. Sarwono dan A.K. Wardhani, 2007). Setiap material dengan ruang kosong diantaranya disebut poros, dan apabila ruang kosong itu saling berhubungan maka ia akan memiliki sifat permeabilitas. Maka batuan; beton; tanah; dan banyak material lain dapat merupakan material poros dan permeabel. Material dengan ruang kosong yang lebih besar biasanya mempunyai angka pori yang lebih besar pula (Bowles, JE 1986). Semakin besar proporsi agregat kasar maka nilai koefisien permeabilitasnya juga semakin besar. Semakin banyak agregat kasar maka penguncian antar partikel akan berkurang, yang mengakibatkan banyaknya rongga udara yang terjadi. Sehingga koefisien permeabilitasnya akan besar dan dapat mengalirkan air dengan baik dari rongga yang ada.

Koefisien permeabilitas aspal dihitung berdasarkan Hukum Darcy. (Kandall dan Mallick, 2001). Metode untuk mengukur besarnya permeabilitas yaitu falling head permeability (FHP) dimana air di dalam tabung (stand pipe) jatuh bebas dengan ketinggian tertentu sampai melewati rongga pada campuran aspal berpori. Metode lain untuk mengukur permeabilitas yaitu constant head permeability (CHP), (Takahashi & Part, 1999).

Pengujian permeabilitas di UK dengan gradasi PA British Standard (BS), Porositas rata-rata : 17,30%, dan Stabilitas : 10,80 KN dengan menggunakan metode FHP didapat nilai koefisien permeabilitas rata-rata: 0,153 cm/dt, (Cabrera dan Hamzah, 1994) dan koefisien permeabilitas >25m/hari menggunakan metode FHP (Khalid dan Jemenez, 1994).

Pengujian di laboratorium EMPA Switzerland, menggunakan Swiss Gradation dengan porositas (VIM) sebesar 21,6%, dan metode FHP menghasilkan

koefisien permeabilitas sebesar 1,112 cm/dt (Manfred N. Partl dan Takahashi, 1999). Sementara itu pada tahun 2002, di Sultan Qaboos University, Muscat, Sultanate of Oman oleh H.F Hassan dan R.Taha juga telah dilakukan uji permeabilitas pada PA dengan gradasi NCAT oleh Kandhal dan Malick pada tahun 1999, dengan menggunakan metode CHP, didapat nilai koefisien permeabilitas sebesar 0,051 cm/dt (Hassan & Taha, 2002). Berikut ini ditampilkan gambar alat pengukuran permeabilitas sebagai berikut : *Water permeability test*



Gambar 3. Water permeability test

Hasil perhitungan dan perbandingan pengukuran permeabilitas aspal porus dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Perbandingan kh pada gradasi Australia - kv pada gradasi BS dan BVR

Laboratorium	Porositas (%)	Koef. Permeabilitas Horizontal (kh) cm/dt	Koef. Permeabilitas Vertikal (kv) cm/dt
JNS (gradas: BS)	27.58	-	0.0924
DJK (gradas: BS) 1	17.30	-	0.155
JNS (gradas: Australia)	26.63	0.2979	-
J-A (gradas: Australia) 2	21.50	1.1990	-
<hr/>			
Laboratorium	Porositas (%)	Koef. Permeabilitas Horizontal (kh) cm/dt	Koef. Permeabilitas Vertikal (kv) cm/dt
JNS (gradas: BVR)	32.18	-	0.2942
Ary Setyawan (gradas: BVR) 3	27.44	-	1.57

Sumber : 1) Cedere dan Hamzah 1994 2) Mitra Yulianti 2003
3) Setyawan Ag. 2003

Permeabilitas vertikal dan horizontal dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$K = 2,3 \text{ al} / At \times (\log h_1/h_2)$$

Dimana :

K = Koefisien permeabilitas air

A = Luas potongan melintang tabung (cm²)

L = Tebal specimen (cm)

A = Luas potongan specimen

T = Waktu yang dibutuhkan untuk mengalir dari h₁ ke h₂ (detik)
Kinerja Stabilitas

Nilai stabilitas aspal berpori cenderung menurun dengan meningkatnya proporsi agregat kasar. Dengan bertambahnya agregat kasar maka penguncian antara agregat akan berkurang, sehingga nilai stabilitasnya akan menurun.

4. Kinerja Cantabro Loss

Cantabro Loss adalah proses berkurangnya berat sampel akibat pengaruh tumbukan/impact yang terjadi dalam mesin Los Angeles Abrasion Test. Nilai Cantabro Loss meningkat sesuai dengan peningkatan proporsi agregat kasar. Hal ini terjadi karena bertambahnya proporsi agregat kasar akan mengakibatkan kurang kuatnya ikatan antar butiran.

$$\text{Kehilangan Berat } ((M_o - M_i) / M_o) \times 100\%$$

dimana:

L = Kehilangan Berat

M_o = Berat Sebelum Pengujian

M_i = Berat Setelah Pengujian

5. Kinerja Binder Drain Down

Binder Drain Down pada aspal berpori merupakan salah satu kinerja yang perlu di uji karena terkait dengan pengaliran aspal pada campuran sebelum dipadatkan atau selama proses produksi, pengangkutan dan pemasaran. Batas maksimum kadar aspal rencana adalah yang nilainya kurang dari 0,3% dari berat sampel. Apabila binder drain down besar, maka kadar aspal harus diturunkan sehingga tidak terjadi pengaliran aspal pada campuran.

$$\text{Binder Drain Down (D)} = (A - B) / C \times 100\%$$

dimana;

A = Berat wadah setelah pengujian (gram)

B = Berat awal wadah sebelum digunakan (gram)

C = Berat total benda uji (gram)

3. METODE PENELITIAN

3.1. Jenis Penelitian

Penelitian ini adalah penelitian eksperimental laboratorium dan merupakan penelitian dengan metode kuantitatif. Data-data hasil uji laboratorium diolah dalam bentuk angka, grafik dan tabel serta dianalisis dengan membandingkan parameter standar yang dipersyaratkan (data diolah dalam bentuk kuantifikasi).

3.2. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Pemeriksaan Bahan Jalan Bina Marga Dinas Prasarana Wilayah Provinsi Sulawesi Selatan Km. 16 Kota Makassar. Adapun waktu pelaksanaan penelitian ini dilakukan mulai bulan Oktober 2013 hingga bulan Desember 2013.

3.3. Sampel

Sampel pengujian ini dibuat sesuai dengan langkah-langkah pengujian campuran beraspal panas. Sampel untuk pengujian marshall di buat 3 buah setiap variasi kadar aspal. Total sampel yang dibuat sebanyak 15 buah. Untuk pengujian permeabilitas, cantabro loss, binder drawi down, dan porositas dibuat 12 sampel. Jadi total sampel yang dibuat adalah 27 buah.

3.4. Teknik Analisis Data

Teknik analisis yang digunakan dalam penelitian ini secara umum dijelaskan sebagai berikut :

1. Analisis karakteristik material metode AASHTO, ASTM dan Bina Marga.
2. Analisis model kinerja fungsi kekuatan campuran aspal berpori dilakukan dengan membandingkan hasil pengujian dengan parameter seperti *stability*, *cantabro loss*, *binder drain down*.
3. Analisis model resapan campuran aspal berpori dilakukan dengan metode permeabilitas yaitu *falling head permeability (FHP)* dimana air di dalam tabung (*stand pipe*) jatuh bebas dengan ketinggian tertentu sampai melewati rongga pada campuran aspal berpori .

3.5. Metode Analisis Data

Metode analisis data ini dituangkan dalam bagan alir berikut ini: **Acuan Normatif**

Manual ini menggunakan acuan dokumen SNI (Standar Nasional Indonesia), AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials), ASTM (American Society for Testing and Materials), dan standar lainnya yaitu sebagai berikut :

- | | |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| SNI 03-2417-1991 | Metoda pengujian keausan agregat dengan mesin abrasi Los Angeles 2 dari 197 |
| SNI 03-4141-1996 | Metoda pengujian jumlah bahan dalam agregat yang lolos |

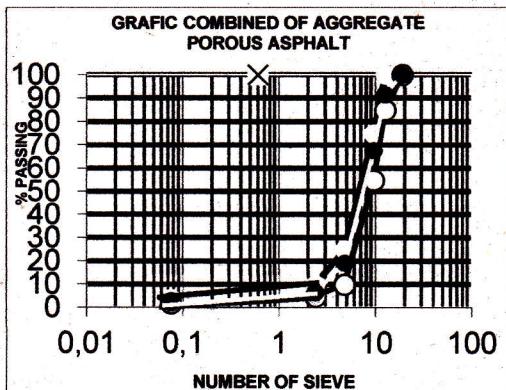
SNI 03-1968-1990	saringan No. 200 (0,075 mm)
SNI 03-4428-1997	Metode pengujian tentang analisis saringan agregat halus dan kasar
SNI 03-4141-1996	Metode pengujian agregat halus atau pasir yang mengandung bahan plastis dengan cara setara pasir
SNI 03-1969-1990	Metode pengujian gumpalan lempung dan butir-butir mudah pecah dalam agregat
SNI 03-1970-1990	Metode pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar
SNI-06-2439-1991	Metode pengujian kelekatatan agregat terhadap aspal Pennsylvania DoT Test : <i>Determining the percentage of crushed fragments in No. 261 gravel</i>
AASHTO TP-33	<i>Test procedure for fine aggregate angularity</i>
BS 812-1975	Pemeriksaan kepipihan dan kelonjongan agregat
SNI 06-2456-1991	Penetrasi
SNI 06-2434-1991	Titik lembek
SNI 06-2432-1991	Daktilitas
SNI 06-2438-1991	Kelarutan dalam C2HCl3
SNI 06-2433-1991	: Titik nyala
SNI 06-2488-1991	: Berat jenis
SNI 06-2441-1991	: Kehilangan berat
SNI 06-2456-1991	: Penetrasi setelah kehilangan berat
SNI 06-2432-1991	: Daktilitas setelah kehilangan berat
SNI 06-2434-1991	: Titik lembek setelah RTFOT
SNI 03-6411-2000	: Temperatur pencampuran dan pemanasan
SNI 06-2439-1991	: Kadar air

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisa Gabungan Agregat

Tabel 7. Gabungan Agregat Campuran Aspal Berpori

Number of Sieve	34,	12,	8,	16,4	16,8	16,200
	18,1	12,6	8,62	4,76	2,36	0,076
BATU PECAH 1 - 2	% PAS65	100,00	68,84	50,94	-	-
32,00	% BATCH	25,00	22,33	18,11	-	-
BATU PECAH 0,6 - 1	% PAS65	100,00	52,28	37,22	18,08	-
60,00	% BATCH	20,00	48,18	33,69	7,84	-
ABU BATU	% PAS65	100,00	100,00	100,00	80,21	14,66
13,00	% BATCH	10,00	13,00	9,00	6,62	1,46
Pasir	% PAS65	100,00	100,00	100,00	100,00	42,22
5,00	% BATCH	8,00	8,00	5,00	2,01	0,01
Gabungan Agregat		100,00	81,62	67,71	38,17	8,80



Gambar 4. Grafik Gabungan Agregat Aspal Berpori

Sumber : Hasil Olahan Data 2013

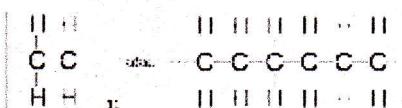
Dari hasil gabungan agregat diperoleh grafik yang memenuhi batas-batas toleransi yang ada. Hasil desain gradasi tersebut kemudian dilakukan mix desain dan membuat bricket uji dengan fareasi kadar aspal mulai 4,5% sampai dengan variasi 6,5%.

4.2. Pemeriksaan Aspal

Aspal yang digunakan dalam penelitian ini adalah aspal modifikasi. Aspal adalah material yang padat pada suhu ruang berbentuk padat sampai agak padat, dan bersifat termoplastis. Aspal akan mencair jika dipanaskan sampai suhu tertentu dan kembali membeku jika suhu turun. Bersama dengan agregat, aspal merupakan material pembentuk campuran perkerasan jalan. Banyaknya aspal dalam campuran perkerasan berkisar antara 4-10 % berdasarkan berat

campuran, atau 10-15% berdasarkan volume campuran

sendiri merupakan aspal yang pada pembuatannya melalui proses pencampuran aspal keras dengan bahan tambah panjang atau besar yang dibuat dengan cara saling menyambungkan molekul kecil atau monomer melalui reaksi kimia. Menurut Wikipedia.com polimer sendiri bersifat kenyal, bentuknya dapat diubah dan dapat ditarik hingga berganda-ganda panjangnya, tetapi bentuknya dapat kembali seperti semula. Di bawah ini merupakan rumus kimia dari polimer dan monomer.



Adapun hasil pengujian laboratorium dapat dilihat pada tabel 8.

Tabel 8. hasil pemeriksaan aspal polimer

No	Jenis Pemeriksaan	Spesifikasi	Hasil	Satuan
1	Penetrasi 25°C	50-70	60,7	mm
2	Titik lembek	54-58	54,5	°C
3	Titik nyala	250	320,8	8 °C
4	Berat jenis	≥ 1	1,038	Gr/cc
5	Daktilitas	≥ 100	150	Cm

Sumber: Hasil olahan data 2013

4.3. Hubungan Kadar Aspal Terhadap Stabilitas Marshall, Keleahan(flow) dan Marshall Question (MQ)

Nilai stabilitas aspal berpori cenderung menurun dengan meningkatnya proporsi agregat kasar. Dengan bertambahnya agregat kasar maka penguncian antara agregat akan berkurang, sehingga nilai stabilitasnya akan menurun. Nilai stabilitas ini tidak masuk dalam batas spesifikasi karena nilainya terlalu tinggi. Hal ini bisa menyebabkan lapisan perkerasan jalan menjadi kaku dan mengalami retak.

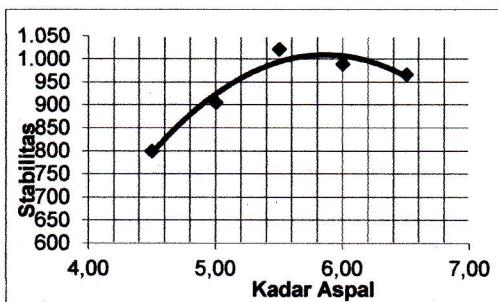
Tabel 9. Hasil uji marshall

No	Parameter Pengujian	Varasi Kasar Aspal					Spesifikasi
		4,50	5,00	5,50	6,00	6,50	
1	Stabilitas	799,49	904,70	1.021,77	988,68	966,70	> 500
2	Kelelahan	2,30	2,35	2,60	2,35	2,35	1-3
3	MQ	347,80	384,95	392,89	420,71	411,38	> 250
4	VIM	10,41	11,63	10,24	9,73	9,62	10-25

Sumber : Hasil pengolahan data 2013

1. Hubungan Kadar Aspal (KA) dengan Stabilitas

Stabilitas campuran dalam pengujian *marshall* ditunjukkan dengan pembacaan nilai stabilitas yang dikoreksi dengan angka tebal benda uji. Stabilitas merupakan kemampuan lapis perkerasan untuk menahan deformasi akibat beban lalu lintas yang bekerja diatasnya, tanpa mengalami perubahan bentuk seperti gelombang dan alur. Nilai stabilitas dipengaruhi oleh gesekan antar butiran agregat (*internalfriction*), penguncian antar butir agregat (*interlocking*) dan daya ikat yang baik dari lapisan aspal (kohesi), disamping itu proses pemanatan, mutu agregat, dan kadar aspal juga berpengaruh.



Gambar 5. Grafik hubungan Stabilitas dan kadar aspal

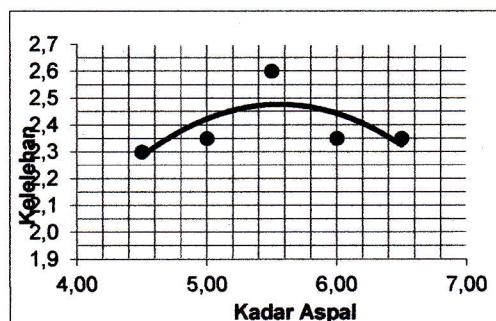
Sumber : Hasil Olahan Data 2013

Dari gambar 8 Hubungan stabilitas dan kadar aspal diatas, pada penambahan kadar aspal 4,5% berada pada posisi 799,49 kg, kemudian pada kadar aspal 5,0% mengalami peningkatan sebesar 904.70 kg, kemudian meningkat pada kadar aspal 5,5% sebesar 1021.77kg dan terjadi penurunan pada kadar aspal 6% sebesar 988.68 kg dan naik lagi pada kadar aspal 6,5% sebesar 966.70 kg.

2. Hubungan Kadar Aspal (KA) dengan Kelelahan(*Flow*)

Flow atau kelelahan menunjukkan besarnya penurunan atau deformasi yang terjadi pada lapis keras akibat menahan beban yang diterimanya.. Nilai *flow* dipengaruhi antara lain oleh gradasi agregat, kadar aspal dan proses

pemanatan yang meliputi suhu dan energi pemanatan. Campuran yang memiliki nilai kelelahan atau *Flow* yang rendah dan stabilitas yang tinggi, cenderung menjadi kaku dan getas/*brittle*, sedangkan campuran yang memiliki nilai *Flow* (kelelahan) yang tinggi dengan stabilitas yang rendah cenderung plastis dan mudah berubah bentuk apabila mendapatkan beban lalu lintas.

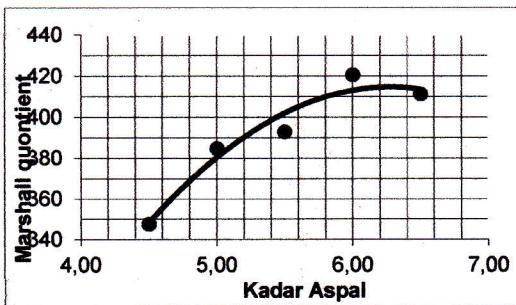


Gambar 6. Hubungan Kadar Aspal(KA) dengan Kelelahan(*flow*)

Dari gambar 6 hubungan kadar aspal dengan kelelahan di atas menunjukkan pada penambahan kadar aspal 4.5% sampai 6.5% tingkat kelelahan berada pada posisi 2.30 mm, 2.35 mm, 2.60 mm, 2.35 dan 2.35 mm. Dari besarnya nilai kelelahan tertinggi pada kadar aspal 5.5% pada posisi 2.60 mm menunjukkan bahwa nilai kelelahan masih memenuhi syarat sesuai dengan standar kinerja marshall untuk perkerasan aspal berpori yaitu antara 2 mm sampai 6 mm.

3. Hubungan Kadar Aspal (KA) dengan Marshall Quotient (MQ)

Nilai *Marshall/Quotient* (MQ) merupakan hasil bagi antara stabilitas dengan *Flow* (kelelahan) dan merupakan pendekatan terhadap tingkat kekakuan dan fleksibilitas campuran. Semakin besar nilai *Marshall/Quotient* (MQ) berarti campuran semakin kaku dan sebaliknya semakin kecil *Marshall Quotient* (MQ) maka perkerasannya semakin lentur.

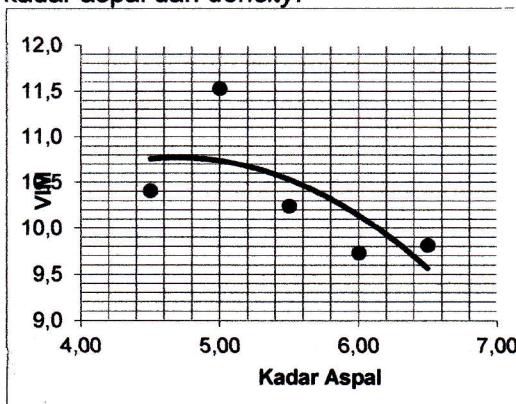


Gambar 7. Hubungan Kadar Aspal (KA) dengan Marshall Quontient

Pada gambar 7 hubungan kadar aspal dengan marshall Quontient menjelaskan hasil yang dicapai mulai pada kadar aspal 4.5% yaitu 347.60 kg/mm meningkat sampai pada kadar aspal 6% yaitu 420.71 kg/mm kemudian pada kadar aspal 6.5% turun sampai 411.36 kg/mm.

4. Hubungan Kadar Aspal (KA) dengan VoidsinMix(VIM)

VoidsinMix (VIM) adalah banyaknya rongga dalam campuran yang dinyatakan dalam prosentase. Rongga udara yang terdapat dalam campuran diperlukan untuk tersedianya ruang gerak untuk unsur-unsur campuran sesuai dengan sifat elastisnya. Nilai VIM dipengaruhi oleh gradasi agregat, kadar aspal dan density.



Gambar 8. Hubungan Kadar Aspal (KA) dengan VIM

Sumber :hasil olahan data 2013

Pada gambar 8 hubungan kadar aspal dengan VIM menjelaskan pada kadar aspal 4.5% berada pada 10.41%, pada kadar aspal 5% meningkat pada 11.53%, pada kadar aspal 5.5% turun pada 10.24%, selenjutnya pada kadar aspal 6% turun pada 9.73% sedangkan pada kadar aspal

6.5% naik pada 9.82%. kadar aspal yang masuk dalam standar kinerja marshall untuk pekerjaan aspal berpori yaitu pada kadar aspal 4.5% samapi 5.5% yaitu antara 10% samapai 25%.

4.4. Hubungan Kadar Aspal Terhadap Cantabro Loss

Nilai Cantabro Loss meningkat sesuai dengan peningkatan proporsi agregat kasar. Hal ini terjadi karena bertambahnya proporsi agregat kasar akan mengakibatkan kurang kuatnya ikatan antar butiran. Nilai cantabro loss ini tidak memenuhi nilai yang disyaratkan.

Tabel 10. Hasil pengujian cantabro loss

Sampel	KA (%)	Aspal Polimer			
		(Mo)	(Mi)	L	L (%)
1	4.5	1143.1	1018	0.11	11.12
2	5.75	1162.7	1064.3	0.08	8.46
3		1179.8	1019.2	0.14	13.61
Rata-Rata					11.06

Sumber : hasil pengolahan data 2013

Dari hasil data pengujian di atas menunjukkan pada sampel nomor satu setelah diuji dengan mesin Los Angeles didapat nilai cantabro loss 11.12 %, pada sampel nomor dua setelah diuji dengan mesin Los Angeles didapat nilai Cantabro loss 8.46 %, sedangkan pada sampel nomor tiga setelah diuji dengan mesin Los Angeles didapat nilai Cantabro Loss 13.61 % sehingga didapat nilai rata-rata pada pengujian nilai Cantabro Loss adalah 11.06 %. Hasil rata-rata yang didapat masih memenuhi syarat sesuai standar kinerja fungsi untuk perkerasan aspal berpori yaitu lebih kecil dari 15 % .

4.5. Hubungan Kadar Aspal Terhadap Porositas

Nilai porositas makin besar dengan meningkatnya proporsi agregat kasar. Maks 30% pada proporsi agregat kasar 82% dan Min :10% pada proporsi agregat kasar 82%. Nilai rongga udara masih batas spesifikasi, antara 10%-30%. Jadi tidak didapatkan nilai rongga udara yang lebih dari 30% walaupun dilakukan penambahan agregat kasar.

Tabel 11.Hasil pengujian porositas

SAMPEL	Aspal Polimer			SAT	
	5.75%				
	1	2	3		
Berat sampel menurut Uji	1199.2	1191.4	1199.8	g	
Cemeter sampel menur	10.00	10.00	10.00	dm	
Pengukuran tebal sampel men	0.30	0.29	0.30	cm	
Densitas sampel E	2.035	2.035	2.035	g/cm³	
Spesifikasi Binder S3a	2.050	2.050	2.050	g/cm³	
Spesifikasi Binder S3b	2.050	2.050	2.050	g/cm³	
Spesifikasi Binder S3b	1.0258	1.0258	1.0258	g/cm³	
Persen Berat Agregat (%)	62.00	62.00	62.00	%	
Persen Berat Binder (%)	3.43	3.43	3.43	%	
Persen Berat Binder (%)	0.75	0.75	0.75	%	
Spesifikasi Binder S3m (%)	2.422	2.422	2.422	g/cm³	
Porositas	10.33	13.69	10.30	%	
Rata-Rata Porositas Sampel (P)	11.44			%	

Sumber hasil pengolahan data 2013

Pada nilai porositas di atas menjelaskan pada sampel 1 didapat nilai 10.33%, pada sampel 2 didapat nilai 13.69% sedangkan pada sampel 3 didapat nilai 10.30%. Jadi nilai rata-rata porositas yang didapat adalah 11.44%. Hasil ini menunjukkan masih dalam standar kinerja fungsi untuk perkerasan aspal berpori yaitu antara 10% sampai 30%.

4.6. Hubungan Kadar Aspal Terhadap Permeabilitas

semakin besar proporsi agregat kasar maka nilai koefisien permeabilitasnya juga semakin besar. Semakin banyak agregat kasar maka penguncian antar partikel akan berkurang, yang mengakibatkan banyaknya rongga udara yang terjadi. Sehingga koefisien permeabilitasnya akan besar dan dapat mengalirkan air dengan baik dari rongga yang ada.

Tabel 12. hasil pengujian permeabilitas

PENGUKURAN	Aspal Polimer			SAT	
	5.75%				
	1	2	3		
Lama waktu alir (t)	21.3	23.5	21.7	Det	
Tinggi benda uji (h)	5.60	5.40	5.10	cm	
Koefisien Permeabilitas	0.168	0.150	0.160	cm/det	
Rata-Rata Koefisien Permeabilitas	0.159			cm/det	

Sumber hasil pengolahan data 2013

Pada tabel 12 hasil pengujian permeabilitas menerangkan pada sampel 1 menghasilkan nilai permeabilitas 0.168 cm/det, pada sampel 2 menghasilkan nilai permeabilitas 0.150 cm/det sedangkan pada sampel 3 menghasilkan nilai permeabilitas 0.160 cm/det. Jadi nilai permeabilitas rata-rata dari ketiga sampel adalah 0.159 cm/det. Dari hasil ini menunjukkan bahwa nilai permeabilitas yang didapat masih dalam standar kinerja fungsi untuk perkerasan aspal berpori yaitu lebih besar dari 0.01 cm/det.

4.7. Hubungan Kadar Aspal Terhadap Binder Drain Down

Dengan meningkatnya proporsi agregat kasar akan menyebabkan penurunan persentase kehilangan aspal. Nilai Binder Drain Down minimum diperoleh sebesar 0,20% pada proporsi agregat kasar 82%.

Tabel 13. Hasil pengujian binder drain down

Sampel	KAO (%)	aspal polimer			
		A	B	C	D
1	5.75	650.8	649.2	1176.4	0.14
		627.5	623.4	1149.2	0.36
		620.3	626.9	1154.1	0.12
Rata-Rata					0.20

Sumber Hasil pengolahan data 2013

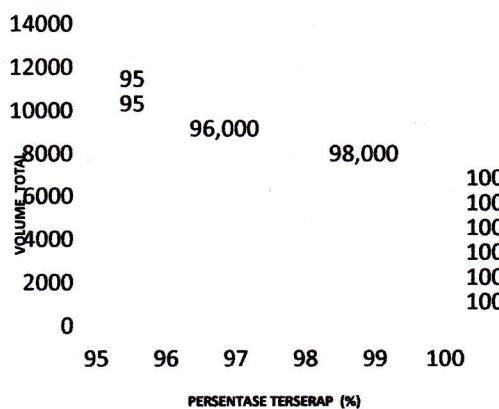
Hasil olahan data pada tabel 13 hasil pengujian Binder drain down menjelaskan pada sampel 1 menghasilkan 0.14%, pada sampel 2 menghasilkan 0.36% sedangkan pada sampel 3 menghasilkan 0.12%. jadi nilai rata-rata pada hasil pengujian ini adalah 0.20%. Hasil ini menunjukkan bahwa nilai Binder Drain Down masih dalam spesifikasi yang ada dalam standar kinerja fungsi untuk perkerasan aspal berpori yaitu 0.30%

4.8. Hubungan kadar Aspal Terhadap Fungsi Resapan Campuran Aspal Berpori

Tabel 14. Hasil uji resapan pada campuran aspal berpori menggunakan aspal polimer

Tinggi Air (cm)	waktu alir (menit)	volume total (ml)	volume terserap (ml)	volume tertinggal (ml)	Persen terserap (%)	Persen tertinggal (%)	Ket
20	1	11520	10944	576	95	5	
18	1	10368	9907.2	460.8	95.556	4.444	
16	1	9216	8928	288	96.875	3.125	
14	1	8064	7948.8	115.2	99.571	1.429	
12	1	6912	6912	0	100	0	
10	1	5760	5760	0	100	0	
8	1	4608	4608	0	100	0	
6	1	3456	3456	0	100	0	
4	1	2304	2304	0	100	0	
2	1	1152	1152	0	100	0	

Sumber hasil pengolahan data 2013



Gambar 9Grafik hasil rembesan hujan terhadap campuran aspal berpori menggunakan aspal polimer

Kemampuan fungsi resapan pada hasil percobaan diatas menjelaskan dalam waktu yang ditentukan makin tinggi volume air maka makin rendah persentase air yang meresap pada campuran aspal berpori.

5. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian terhadap karakteristik aspal berpori menggunakan aspal polimer dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Material dan bahan pengikat yang digunakan untuk perkerasan aspal berpori sudah sesuai dengan standar yang digunakan dalam perkerasan aspal berpori.
2. Hasil pengujian Marshall dilaboratorium adalah sebagai berikut: Nilai Kadar Aspal Optimum (KAO) 5,75% ; Stabilitas Marshallnya 978,6 kg spesifikasi Min 500 kg; nilai Flow dari semua variasi kadar aspal masuk dalam standar kinerja marshall untuk perkerasan aspal berpori. *Marshall Quotient* yang didapat dari semua variasi kadar aspal masih berada dalam standar kinerja marshall untuk perkerasan aspal berpori Min 200 kg/mm.
3. Untuk mengetahui fungsi resapan campuran aspal berpori menggunakan aspal polimer maka ditinjau pada pengujian porositas dan permeabilitas. Untuk nilai porositas untuk kadar aspal 5,75% aspal polimer didapat 11,44%

dengan spesifikasi 10% sampai 30%. Untuk nilai permeabilitas dengan kadar aspal 5,75% aspal polimer didapat 0,159 cm/det dengan spesifikasi min 0,01 cm/det.

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa untuk aspal polimer dapat digunakan untuk perkerasan aspal berpori sesuai standar yang digunakan.

5.2. Saran

1. Untuk bahan pengikat aspal polimer perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk menghasilkan nilai standar yang maksimal.
2. Ada baiknya dalam pengujian marshall lebih dikembangkan dengan membuat beberapa variasi gradasi campuran dan kadar aspal yang berbeda, sehingga ada perbandingan untuk menghasilkan nilai standar yang lebih maksimal.
3. Untuk menghasilkan fungsi resapan yang maksimal, ada baiknya dibuat alat yang lebih lengkap untuk menghasilkan nilai yang maksimal dalam hal pengujian porositas dan permeabilitas.

6. DAFTAR PUSTAKA

- 1) Balitbang (Badan Penelitian dan Pengembangan) Departemen Pekerjaan Umum (PU), 2005.b, *Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan, Divisi III: Pekerjaan Tanah*, Pusat Litbang Prasarana Transportasi, Bandung.
- 2) Bennett, C.R., 2007.b, *Pavement Data Collection Technologies*, The World Bank, Tokyo.
- 3) Bennett, C.R., Chamorro, A., Chen Chen, de Solminihac, H., and Flintsch, G.W., 2006, *Data Collection Technologies for Road Management*, East Asia Pacific Transport Unit, The World Bank, Washington, D.C., Available for download from
- 4) Bennett, C.R., Chamorro, A., Chen, Chen., de Solminihac, H. and Flintsch, G.W., 2005, *Data Collection Technologies for Road Management*, Report to the World Bank, Available for download from