

## CAMPURAN BERASPAL SEMI LENTUR MENGGUNAKAN PASTA SEMEN

Irawan<sup>1</sup>, Sri Sunarjono<sup>2</sup>, Agus Riyanto<sup>3</sup>, Senja Rum Harnaeni<sup>4</sup>

Jurusan Teknik Sipil FT Universitas Muhammadiyah Surakarta,  
Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan, Kartasura 57102 Telp 0271717417  
Email: irawanbeni8@gmail.com

### Abstrak

Perkerasan semi lentur adalah perkerasan yang dirancang dengan gradasi terbuka yang memiliki rongga udara (air void) yang kemudian diisi dengan mortar semen, dengan modulus mendekati perkerasan kaku namun memiliki kelenturan. Perkerasan semi lentur memiliki stabilitas yang tinggi untuk memikul beban lalu lintas, oleh karena itu perkerasan semi lentur merupakan jenis perkerasan jalan yang sangat baik untuk dikembangkan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui stabilitas marshall, pengaruh perbandingan air dan semen dengan variasi 45:100, 55:100, 65:100, 75:100 dan durabilitas perkerasan semi lentur dengan pengujian durabilitas. Penelitian ini dilakukan dengan mempersiapkan benda uji aspal porous dengan gradasi aspal porous yaitu dengan menggunakan gradasi Sebelas Maret (Variasi I) dengan rongga udara sebesar 30% dan Malaysia (Variasi II) dengan rongga udara sebesar 20% sehingga mempunyai rongga yang besar yang dapat diisi dengan mortar. Selanjutnya dilakukan pencampuran terhadap mortar yang kemudian dituangkan pada benda uji kemudian digetarkan dengan mesin penggetar. Selanjutnya dilakukan perawatan selama 7 hari dengan suhu kamar, kemudian masing-masing benda uji di rendam pada waterbath selama 30 menit dan 24 jam dengan suhu 60°C. Selanjutnya dilakukan pengujian Marshall untuk mengetahui stabilitas. Dari hasil penelitian ini telah didapatkan nilai stabilitas terbaik yaitu pada perbandingan pasta semen 75:100 dengan nilai stabilitas pada variasi I sebesar 2524.54 kg dan variasi II sebesar 2210.39 kg menunjukkan bahwa variasi I lebih tinggi dari pada variasi II. Sedangkan IKS pada perkerasan semi lentur 87,63%. Hasil dari pengujian durabilitas pada perkerasan semi lentur cukup baik karena masih memiliki stabilitas yang tinggi.

**Kata Kunci :** Campuran Aspal Semi Lentur, Durabilitas, Pasta Semen, Properties Marshall

### Pendahuluan

Indonesia adalah Negara berkembang yang memiliki laju pertumbuhan yang sangat pesat. Dan seiring dengan laju pertumbuhan tersebut maka peranan transportasi sangatlah penting. Agar transportasi berjalan lancar diperlukan sarana dan prasarana yang memadai. Maka peranan suatu jalan sangat penting untuk menunjang aktivitas perekonomian dan sosial suatu daerah. Jalan yang aman, kuat dan ekonomis akan memudahkan manusia dalam melakukan pergerakan atau perpindahan. Jalan di Indonesia saat ini lapis perkerasannya paling sering digunakan menggunakan perkerasan lentur (*flexible pavement*) dan perkerasan kaku (*rigid pavement*),

Salah satu jenis campuran beraspal adalah aspal porous yang merupakan salah satu jenis perkerasan jalan yang telah dikembangkan di beberapa Negara maju dan diperuntukan hanya pada lapisan aus atau penutup (*wearing course*). menurut (Diana, 1995). Aspal porous (*porous asphalt*) merupakan campuran beraspal panas bergradasi terbuka dengan persentase agregat kasar yang besar persentase agregat halus yang kecil sehingga menyediakan rongga udara yang besar. Campuran aspal porous umumnya memiliki stabilitas yang rendah, kekakuan yang rendah, karena rongga dalam campuran yang cukup besar dan sangat tergantung dari mutu aspal sebagai bahan pengikat agregat sehingga untuk mengatasi hal tersebut perlu dilakukan penelitian jenis perkerasan baru yaitu campuran beraspal semi lentur menggunakan pasta semen. Perkerasan ini menggunakan agregat kasar yang lebih banyak dari agregat halus, tingkat porositas yang digunakan dalam penelitian ini yaitu 20% dan 30%.

Tujuan penelitian ini adalah mempelajari pengaruh perbandingan pasta semen pada campuran beraspal semi lentur, mengetahui volume yang masuk kedalam campuran dengan melakukan pengujian stabilitas Marshall dan mengetahui tingkat durabilitas dengan pengujian IKS standar yaitu dengan melakukan perendaman 24 dengan suhu 60 °C.

## Metode Penelitian

Penelitian ini bersifat eksperimental yang dilakukan di Laboratorium Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta. Penelitian ini dilakukan untuk mempelajari pengaruh perbandingan pasta semen pada campuran beraspal semi lentur, dan durabilitas campuran semi lentur, proses injeksi/diisi pasta semen dilakukan dengan cara Sempel yang sudah dicetak dalam mould tidak dilepas, namun pada bagian alas cetakan diberi pelat dan bagian sambungan pelat dengan cetakan *mould* diberi lilin sebagai isolasi agar tidak terjadi bocor pada waktu penggrouting. Setelah itu Menghidupkan mesin penggetar agar pasta semen lebih cepat masuk ke dalam rongga rongga campuran aspal porus tersebut. Penggetaran dilakukan dengan waktu selama 2 menit, dan melakukan perawatan didiamkan selama 24 jam agar mengeras, kemudian perawatan sebelum diuji, dilakukan perendaman terlebih dahulu selama 24 jam dan setelah 7 hari dilakukan pengujian. Berikut adalah tabel jumlah dan variasi benda uji yang digunakan.

## Hasil dan Pembahasan

### Data Propertis Agregat dan Aspal

Pada penelitian ini menggunakan data propertis agregat dan aspal dari data sekunder dari penelitian Ramadhan (2018).

#### 1. Data Propertis Agregat

Hasil pemeriksaan di laboratorium yang dilakukan terhadap agregat kasar dan halus menunjukkan bahwa kualitas agregat yang diperiksa sudah memenuhi persyaratan yang ditentukan hasil pemeriksaan agregat dapat dilihat pada tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Data Propertis Agregat

Jenis percobaan	Hasil	Syarat		Keterangan
		Min	Maks	
1. Berat jenis				
Kasar	2,452		3%	Memenuhi syarat
Halus	2,620		5%	Memenuhi syarat
2. Penyerapan				
Kasar	1,992%		3%	Memenuhi syarat
Halus	2,569%		5%	Memenuhi syarat
3. Kelekatan	99,83 %	95%	100%	Memenuhi syarat
4. Keausan	36,47 %		40%	Memenuhi syarat
5. S, Equivalent	92,05 %	50%		Memenuhi syarat

#### 2. Data Propertis Aspal

Aspal yang digunakan pada penelitian ini adalah aspal penetrasi 60/70 produksi PT. Pertamina data propertis aspal yang diperiksa di laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta menunjukkan bahwa kualitas agregat yang diperiksa telah memenuhi persyaratan yang ditentukan. Data propertis aspal dapat dilihat pada tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Data Propertis Aspal

Jenis Pemeriksaan	Hasil	Syarat		Keterangan
		Min	Maks	
1. Penetrasi	60,5 dmm	60 dmm	70 dmm	Memenuhi syarat
2. Titik Lembek	50,5°C	48°C	58°C	Memenuhi syarat
3. Daktilitas	>1500 mm	1000 mm	-	Memenuhi syarat
4. Berat jenis	1,05	1,00	-	Memenuhi syarat
5. Titik Nyala dan Bakar	315°C - `325°C	-	-	Memenuhi syarat

## Propertis Marshall Campuran Semi Lentur dengan Variasi Pasta Semen

### 1. Hasil Pengujian Marshall Campuran Semi Lentur Variasi I

Dalam pembahasan ini menganalisis benda uji standar setelah diisi dengan pasta semen. Berdasarkan gradasi dengan nilai porositas 30%, kadar aspal optimum (KAO) sebesar 4% (Gilang R, 2018) selanjutnya membuat benda uji setelah itu didiamkan pada suhu kamar, sempel tidak dilepas dari *mould* namun pada bagian atas alas diberi lilin agar tidak bocor pada saat injeksi, selanjutnya diisi dengan pasta semen dengan variasi yang telah ditentukan yaitu 45:100, 55:100, 65:100, 75:100 setelah itu didiamkan selama 24 jam agar mengeras kemudian dilakukan perawatan sebelum diuji, dilakukan perendaman selama 24 jam dan perawatan 7 hari dengan suhu ruangan Hasil pengujian Marshall dan benda uji dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 3. Hasil Perhitungan Marshall Variasi I

Perbandingan Air dan Semen	Stabilitas	Flow	VFWA	VIM	MQ	VMA	Densitas	VFWAM (%)
	Kg	mm	%	%	Kg/mm	%	gram/cm <sup>2</sup>	
75:100	2524.54	6.53	69.49	3.71	386.27	14.34	2.25	87.63
65:100	2113.82	5.55	57.51	6.40	380.91	16.13	2.20	78.67
55:100	1614.98	4.30	38.59	12.99	375.49	21.63	2.10	56.70
45:100	1397.24	3.70	33.11	15.55	377.34	23.42	2.00	48.18

(Sumber : Hasil Penelitian)

**2. Hasil Pengujian Marshall Campuran Semi Lentur Variasi II**

Dalam pembahasan ini menganalisis benda uji standar setelah diisi dengan pasta semen. Berdasarkan gradasi dengan tingkat porositas 20% kadar aspal optimum (KAO) sebesar 4,5% (Gilang R,2018) Hasil pengujian dapat dilihat pada pada tabel .4 berikut ini.

Tabel 4. Hasil Perhitungan Marshall Variasi II

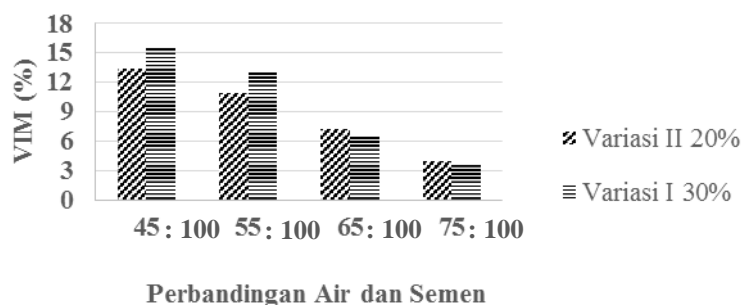
Perbandingan Air dan Semen	Stabilitas	Flow	VFWA	VIM	MQ	VMA	Densitas	VFWAM (%)
	Kg	mm	%	%	Kg/mm	%	gram/cm <sup>2</sup>	
75:100	2210.39	6.20	70.41	3.93	361.30	15.54	2.23	80.36
65:100	1957.51	5.70	57.02	7.22	357.13	17.91	2.16	63.89
55:100	1330.03	4.35	45.64	10.92	320.48	20.58	2.09	45.39
45:100	1130.29	3.75	39.65	13.42	321.44	22.50	2.03	32.90

(Sumber : Hasil Penelitian)

**3. Pengaruh Perbandingan Air dan Semen Terhadap VIM**

Dari hasil penelitian yang sudah dilakukan maka dapat membandingkan nilai VIM dari campuran beraspal semi lentur dengan perbandingan air dan semen.Nilai Vim (%) dari variasi I dan variasi II dapat dilihat dibawah ini.

Grafik Hubungan Perbandingan Air dan Semen dengan VIM

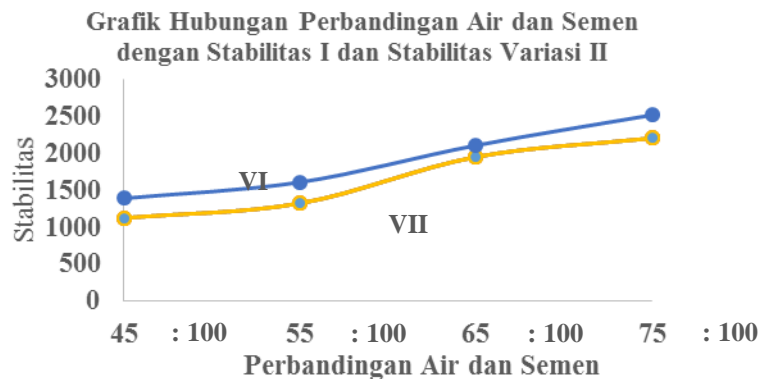


Gambar 1. Diagram Hubungan Perbandingan Air dan Semen dengan Nilai VIM

Dari gambar 1. diatas dapat dilihat bahwa setiap penambahan perbandingan air dan semen nilai VIM selalu mengalami penurunan hal ini disebabkan karena semakin banyak tinggi perbandingan air dan semen maka pasta semen akan semakin encer sehingga akan mudah masuk ke dalam campuran aspal semi lentur, pada perbandingan air dan semen 75:100 nilai VIM yang didapat pada variasi I sebesar 3.71% sedangkan pada variasi II sebesar 3.93%, pada perbandingan ini pasta semen yang dihasilkan paling baik diantara perbandingan air dan semen yang lain karena nilai VIM yang dihasilkan kecil hal ini disebabkan karena pasta semen yang masuk lebih banyak.

**4. Pengaruh Perbandingan Air dan Semen Terhadap Stabilitas**

Dari hasil penelitian yang sudah dilakukan terhadap variasi I dan Variasi II maka dapat membandingkan tingkat stabilitas terbaik dari kedua variasi. Nilai stabilitas dapat dilihat pada gambar berikut ini.

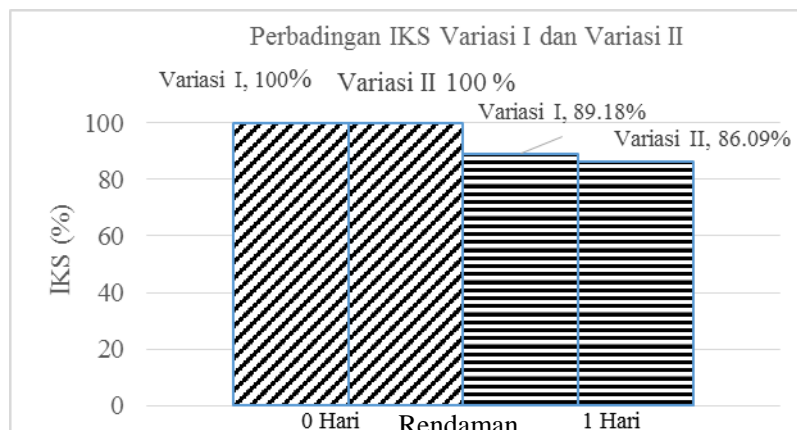


Gambar 2. Grafik Hubungan Perbandingan Air dan Semen dengan Stabilitas

Bedasarkan gambar 2 diatas dapat dilihat bahwa semakin tinggi nilai perbandingan air dan semen maka nilai stabilitas akan semakin tinggi dari gambar diatas maka nilai stabilitas terbaik didapat pada perbandingan air dan semen 75:100, sedangkan untuk peningkatan stabilitas terbesar didapat pada perbandingan air dan semen 65:100.

**5. Perbandingan Durabilitas Benda Uji Dengan Variasi I Dengan Variasi II**

Dari hasil pengujian durabilitas yang dilakukan terhadap variasi I dan variasi II maka dapat dibandingkan durabilitas standar dari kedua variasi. Nilai durabilitas standar dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 3. Grafik Hubungan Durabilitas Standar Variasi I dan Variasi II

Bedasarkan Gambar 3 menunjukan bahwa persentase kekuatan sisa dengan benda uji standar pada kedua ampuran ini mengalami penurunan pada rendaman satu hari untuk campuran Variasi I nilai IKS yang didapat adalah 89,18% sedangkan pada Variasi II nilai IKS yang didapat adalah 86,09 %. Dari nilai IKS kedua campuran diatas campuran dengan Variasi I lebih baik karena memiliki nilai IKS yang lebih baik, hal ini dikarenakan jumlah pasta semen yang masuk kedalam campuran lebih banyak, pasta semen berfungsi sebagai pengisi rongga rongga dalam campuran benda uji sehingga kekuatan benda uji menjadi meningkat dengan semakin banyak pasta semen yang masuk kedalam benda uji.

**Kesimpulan**

1. Hasil pengujian stabilitas, menunjukan hasil yang cukup baik pada variasi I dan Vairasi II dengan perbandingan pasta semen 75:100, pada variasi I nilai stabilitas rata rata yang diadapat adalah 2524.54 kg sedangkan pada variasi II nilai stabilitas yang didapat adalah 2210.39 kg, pada perbandingan 65:100 terjadi peningkatan stablitas yang lebih besar dibandingkan dengan variasi lainnya, hal ini disebabkan karena pengaruh perbandingan air dan semen yang semakin cair.

2. Pada perbandingan 75:100, rongga udara dalam campuran variasi I sebesar 3,71% sedangkan variasi II sebesar 3.93% hal ini sangat bagus karena rongga udara yang terisi oleh pasta semen cukup banyak. Injeksi pasta semen dilakukan dengan cetakan mould, namun pada bagian alas diberi plat serta lapisan lilin pada sempel agar tidak bocor, memaksimalkan volume yang masuk dan kepadatan menjadi tinggi
3. Pada perbandingan 75:100 indek kekuatan sisa pada variasi I dan variasi II menunjukkan bahwa variasi I lebih baik dibandingkan dengan variasi II hal ini disebabkan pada variasi I pasta semen yang mengisi rongga dalam benda uji lebih banyak

### Ucapan Terimakasih

Puji Syukur Kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat serta hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Tidak lupa penulis juga mengucapkan terimakasih kepada dosen pembimbing, kepada keluarga, dan teman teman yang senantiasa memberikan dukungan dan doa sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan jurnal ini.

### Daftar Pustaka

- Abdurrohim, Yahya, 2017, *Pembuatan Job Mix Formula Untuk Porus Aspal Dan Evaluasi Campuran Dari Penerapan Pada Jalan Lingkungan* Surakarta : Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret.
- Anonim, 2001, *Pedoman Penyusunan "Laporan Tugas Akhir"*. Surakarta: Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Anonim, 2010, *Spesifikasi Umum Devisi 6 Revisi 3*. Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Anonim, 2016, *Modul Praktikum Bahan Perkerasan*. Surakarta: Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Al.Rahman, 2014, *Penggunaan Abu Limbah Kelapa Sawit Sebagai Bahan Pengisi (Filler) Pada Campuran Aspal Porus*. Padang: Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Andalas.
- Cabrera, J.G & Hamzah, M.O., 1994, *Aggregate Grading Design For Porous Asphalt*. In Cabrera, J.G & Dixon, J.R. (eds), *Performance and Durability of Bituminous Materials, Proceeding of Symposium, University of Leeds, March 1994*, London.
- Diana, IW, 2006, *Penerapan Teory Darcy Untuk Kinerja Permeabilitas Pada Perkerasan Aspal Porus*, Bandung : Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Katolik Parahyangan.
- Fithra, Herman, 2014, *Karakteristik Campuran Perkerasan Semi Lentur Yang Ditinjau Dari Uji Durabilitas Aceh* : Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Malikussaleh.
- Karami, M., 2004. "Pengaruh Filler Terhadap Modulus Kekakuan (Stiffnes Modulus) Campuran beraspal" Bandung : Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Univrsitas Katolik Parahyangan. .
- Ramadhan G, 2018, "Penyusunan Matriks Panduan Pemilihan Gradasi Agregat Aspal Porus Berbasis Pada Curah Hujan, Nilai Porositas dan Stabilitas" Surakarta : Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta
- Nakanishi, H., 2002. "Semi Flexible Pavement". Makalah disampaikan pada workshop di Universitas Lampung, April 2002.
- Saleh Sofyan, 2014, *Karaktristik Campuran Aspal Porus dengan Subtitusi Styrofoam Pada Aspal Penetrasi 60/70 Aceh*: Jurusan Teknik Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala.
- Setyawan & Sanusi, 2008, *Observasi Propertis Aspal Porus Berbagai Gradasi dengan Material Lokal* . Surakarta: Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret.
- Sudarta Haryanto Made, 2012, "Pengaruh Kekentalan Dan Kualitas Mortar Semen Terhadap Kinerja Perkerasan Semi Lentur" Lampung: Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung
- Sundhal, J dan Hede, J., 2002. "Semi-Flexible Materials for Heavy Duty Pavement", Abstrak dari Ranboll Departement of Road and Airfield Denmark
- Sukirman, 2003, *Beton Aspal Campuran Panas*, Jakarta: Granit.
- Tjokrodinuljo Kardiyono 2007, *Teknologi Beton*, Yogyakarta : Naviri.
- Yamin, M, 2001, *Modifikasi Marshall Dalam Pernencanaan Campuran Porus Aspal Untuk Cement Treated Asphalt Mixture (CTAM)* " Bali :Prosiding Simposium Ke-4 FSTPT.