

# KEKUATAN DAN KETAHANAN LAPIS PADA TIPIS CAMPURAN ASPAL PANAS DENGAN *RETONA BLEND 55*

Ary Setyawan<sup>1)</sup>, Sanusi<sup>2)</sup>, Galih Fajar Sujatmiko<sup>3)</sup>

<sup>1), 2)</sup>Pengajar Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret Surakarta

<sup>3)</sup>Mahasiswa Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret Surakarta

Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret Surakarta, Jln Ir. Sutami 36A, Surakarta 57126

Telp: 0271-634524. Email : fajargalih033@gmail.com

## Abstract

*The movement of human in transportation caused by economic growth has increased. More movement of human in transportation pass through by land, so periodic maintenance is needed to maintain a proper pavement condition.. Maintenance of the road surface layer is generally done with the thickness was high enough , it raises new issues . So, it is required the innovation with a thin layer of hot mix. Thin surfacing hot mix asphalt is thin surface layer like dressing surface, which have thickness between 25 mm to 40 mm. This research used retona blend 55 asphalt. The purpose of this research is to find out strength and endurance of thin surfacing hot mix asphalt with retona blend 55 based on indirect tensile strength test, unconfined compressive strength test, and permeability test.*

*The method used in this research is experimental method which conducted in Highway Laboratory, Civil Engineering Department, UNS. The mixture was made use North Carolina gradation. The mixture was tested with indirect tensile strenght test, unconfined compressive strength test and permeability test on an optimum bitumen content. This research not only used retona blend 55 asphalt but also asphalt penetration 60/70 for comparison.*

*The result of analysis on the specimen, mixture used the retona blend 55 asphalt with optimum bitumen content 5,87% on indirect tensile strength testing, the value of ITS is 260.4511 KPa or increased 21,9 % compared used penetration 60/70 asphalt with the optimum bitumen content 5,81% . In the unconfined compressive strength test on mixture with optimum bitumen content, specimen used the retona blend 55 asphalt, the value of UCS is 1062,1402 KPa or increased 21,24 % compared used penetration 60/70 asphalt. In Permeability test on mixture with optimum bitumen content, specimen used the retona blend 55 asphalt yielded permeability coefficient at  $8,367 \times 10^{-4}$  cm / sec or decreased in impermeable by 30,53 % compared used penetration 60/70 asphalt..*

**Keywords:** *Thin Surface, Retona Blend 55 Asphalt, Indirect Tensile Strength, Unconfined Compressive Strength, Permeability*

## Abstrak

Pertumbuhan ekonomi menyebabkan pergerakan masyarakat semakin meningkat. Sebagian besar pergerakan masyarakat ditempuh melalui jalur darat sehingga pemeliharaan secara berkala dibutuhkan untuk mempertahankan kondisi perkerasan yang layak. Pemeliharaan lapis permukaan jalan pada saat ini umumnya dikerjakan dengan ketebalan yang cukup tinggi sehingga menimbulkan persoalan baru. Untuk itu dibutuhkan adanya inovasi yang salah satunya dengan lapis tipis campuran aspal panas. Lapis tipis campuran aspal panas merupakan lapis permukaan yang sangat tipis seperti permukaan dressing dan slurries, lapis permukaan tipis ini memiliki ketebalan dari 25 mm sampai 40 mm. Dari sisi penggunaan aspal digunakan *retona blend 55*. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kekuatan dan ketahanan pada lapis tipis campuran aspal panas dengan *retona blend 55* ditinjau dari uji kuat tarik tidak langsung, uji kuat tekan bebas dan uji permeabilitas.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen yang dilaksanakan di Laboratorium Jalan Raya, Jurusan Teknik Sipil, UNS. Pembuatan campuran menggunakan gradasi *North Carolina*. Pengujian campuran meliputi pengujian kuat tarik tidak langsung, kuat tekan bebas dan permeabilitas pada kondisi kadar aspal optimum. Selain aspal *retona blend 55* digunakan aspal penetrasi 60/70 sebagai pembanding.

Hasil analisis terhadap benda uji, campuran yang menggunakan aspal *retona blend 55* dengan kadar aspal optimum 5,87%, pada pengujian kuat tarik tidak langsung menghasilkan nilai ITS 260,4511 KPa atau mengalami peningkatan sebesar 21,9% dibandingkan menggunakan aspal penetrasi 60/70 dengan kadar aspal optimum sebesar 5,81%. Pada pengujian kuat tekan bebas pada campuran dengan kadar aspal optimum, benda uji yang menggunakan aspal *retona blend 55* menghasilkan nilai UCS 1062,1402 KPa atau mengalami peningkatan sebesar 21,24% dibandingkan menggunakan aspal penetrasi 60/70. Pada pengujian permeabilitas pada campuran dengan kadar aspal optimum, benda uji yang menggunakan aspal *retona blend 55* menghasilkan koefisien permeabilitas sebesar  $8,367 \times 10^{-4}$  cm/detik atau mengalami penurunan kedekatan sebesar 30,53% dibandingkan menggunakan aspal penetrasi 60/70.

**Kata Kunci :** Lapis Tipis, Aspal *Retona Blend 55*, Kuat Tarik Tidak Langsung, Kuat Tekan Bebas, Permeabilitas

## PENDAHULUAN

Kondisi perkerasan jalan terus menurun dari waktu ke waktu terutama akibat adanya beban lalu lintas dan faktor lingkungan, untuk itu perlu adanya pemeliharaan pada lapis permukaan secara berkala untuk mempertahankan kondisi perkerasan yang layak. Pada saat ini umumnya *overlay* dikerjakan dengan ketebalan yang cukup tinggi, da-

pat menyebabkan permukaan jalan memiliki ketebalan yang semakin tinggi pada pekerjaan *overlay* yang dilakukan secara berkala. Inovasi pada pekerjaan *overlay* yang salah satunya mulai dikembangkan adalah dengan *Thin Surfacing Hot Mix Asphalt*, memiliki ketebalan antara 25 – 40 mm. Kinerja lapis tipis ini diharapkan dapat mengatasi masalah mengenai perkerasan jalan seperti *fretting* (pelepasan agregat), memelihara kekedapan terhadap penetrasi air (*impermeability*) dan meningkatkan *skid resistance (safety)*. Pada penelitian ini digunakan *retona blend 55* sebagai bahan pengikat pada *job mix*. *Retona blend* adalah bahan modifier alami perpaduan antara aspal keras dengan Asbuton semi ekstraksi (Refinery buton asphalt). penggunaan aspal *retona blend 55* diharapkan dapat mengantisipasi kerusakan dini yang terjadi pada ruas – ruas jalan yang melayani beban lalu lintas berat dan temperatur tinggi. Berdasarkan pemikiran penulis, maka perlu diadakan penelitian mengenai penggunaan *retona blend 55* pada lapis tipis aspal campuran panas terhadap karakteristik kuat tarik tidak langsung (*Indirect Tensile Strength*), kuat tekan bebas (*Unconfined Compressive Strength*), dan permeabilitas.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Lapis Tipis Campuran Aspal Panas

*Thin Surface for Treatment* didefinisikan sebagai perawatan lapis tipis menggunakan sistem hotmix sebagaimana didefinisikan dalam spesifikasi standar atau ketentuan khusus dari California Department of Transportation. Tujuan dari perbaikan lapis tipis ini adalah sebagai lapisan non-struktural yang diterapkan untuk pemeliharaan lapis permukaan perkerasan, baik korektif atau preventif. Secara umum, perawatan lapis tipis mempunyai ketebalan kurang dari 1½ inci (37,5 mm). (Caltrans, 2007). *Thin Surfacing HMA* merupakan lapis permukaan yang sangat tipis seperti permukaan dressing dan slurries, lapis permukaan tipis ini memiliki ketebalan dari 25 mm sampai 40 mm (Nicholls, 1998).

*Thin Surfacing Hot Mix Asphalt* telah diterapkan pada jalan Taunton yang menghubungkan Ajax Pickering dengan Whitby pada 2001. Perkerasan jalan terlihat masih cukup baik tanpa ada kerusakan berupa retak parah sebelum *overlay*. Keseluruhan lapis tipis aspal digunakan sebagai pemeliharaan untuk memperpanjang umur perkerasan yang ada, memperbaiki alur kecil dan *irregular crossfall*. Biaya yang dikeluarkan untuk *overlay* lapis tipis dan perbaikan bahu jalan adalah sekitar \$7.00/m<sup>2</sup>. Pada tahun 2005, perkerasan tersebut masih dalam kondisi baik. (Uzarowski, 2005). Uzarowski, (2005) juga menyatakan bahwa biaya per unit dari lapis tipis permukaan berkisar kurang lebih \$ 1.40/m<sup>2</sup> untuk beberapa jenis perawatan lapis permukaan, biaya untuk *overlay* lapis tipis permukaan adalah sekitar \$ 5.00/m<sup>2</sup>. Sebagai perbandingan, pabrik konvensional dan perawatan aspal hot-mix berkisar \$ 8.00/m<sup>2</sup> atau lebih.

Gilbert et al, (2004) menyatakan bahwa tujuan utama penggunaan Lapis Tipis HMA (*Thin Surfacing Hot Mix Asphalt*) adalah untuk perawatan permukaan perkerasan jalan. Lapis tipis HMA dapat memperpanjang masa layan dan meningkatkan kinerja perkerasan seperti kelancaran, kenyamanan, kekesatan, mengurangi kebisingan. Hal tersebut didukung oleh pernyataan Hossain, (2010) yang menyatakan bahwa penggunaan Lapis Tipis HMA dapat untuk memperpanjang umur perkerasan, meningkatkan kualitas berkendara, memperbaiki permukaan cacat (*leveling*), meningkatkan karakteristik keamanan, meningkatkan performa, dan mengurangi kebisingan.

Lapis tipis permukaan biasanya menggunakan aspal modifikasi. Berdasarkan British Broad Agreement HAPAS, tebal dari *Thin Surfacing Hot Mix Asphalt* dibagi menjadi 3 tipe, yaitu:

- Tipe A dengan ketebalan kurang dari 18 mm
- Tipe B dengan ketebalan antara 18 – 25 mm
- Tipe C dengan ketebalan antara 25 – 40 m

### Spesifikasi Campuran

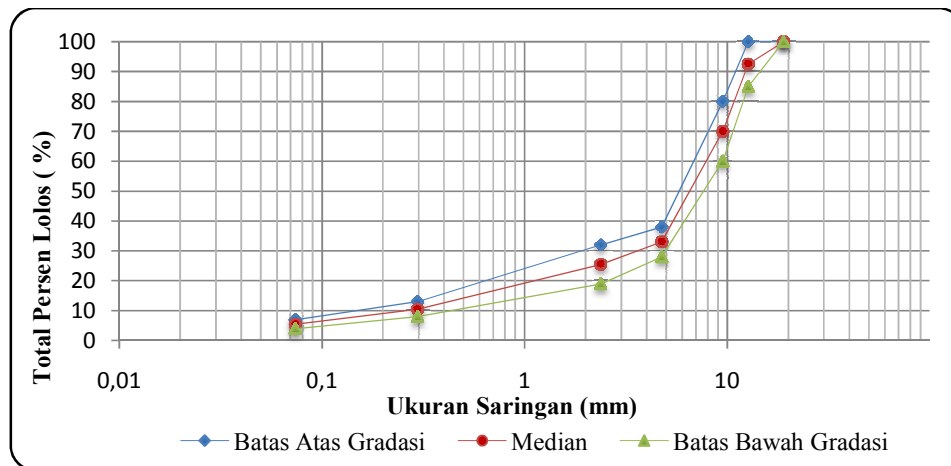
Spesifikasi yang digunakan pada campuran *Thin Surfacing Hot Mix Asphalt* mengacu pada **National Asphalt Pavement Association (NAPA)**. Gradasi yang digunakan pada campuran ini adalah gradasi envelop yang merupakan standar dari *North Carolina*. Maksimum ukuran agregat penyusun *Thin Surfacing HMA* ini adalah 12,5 mm atau tertahan oleh saringan nomor 1/2.

Tabel 1. *Gradations for Small NMAS Dense-Graded Asphalt Mixtures*

NMAS	12.5 mm		9.5 mm		6.3 mm		4.75 mm	
Agency	Alabama	North Carolina	Nevada	Utah	New York	Maryland	Georgia	Ohio
Gradation								

Lanjutan Tabel 1

Sieve Size	% Passing							
19 mm	100	100						
12.5 mm	90 – 100	85 – 100	100	100			100	100
9.5 mm	<90	60 – 80	85 – 100	90 – 100	100	100	90 – 100	95 – 100
4.75 mm		28 – 38	50 – 75	<90	90 – 100	80 – 100	75 – 95	85 – 95
2.36 mm	28 – 58	19 – 32		37 – 67	37 – 70	36 – 76	60 – 65	53 – 63
0.30 mm		8 – 13					20 – 50	4 – 19
0.075 mm	2 – 10	4 – 7	3 - 8	2 – 10	2 - 10	2 – 12	4 – 12	3 - 8

Gambar 1. Batasan Gradasi Agregat *Thin Surfacing Hot Mix Asphalt National Asphalt Pavement Association, North Carolina*

### Retona Blend 55

Aspal buton tipe *retona* merupakan jenis bitumen yang diekstraksikan dari Asbuton. Sifat material dari *retona* yaitu memiliki viskositas tinggi sehingga untuk kemudahan dalam pengerjaan maka *retona* akan dicampur dengan aspal minyak. Proses ekstraksi dari Asbuton dapat menghasilkan produk *retona* yang berbeda-beda, tergantung dari proporsi *inorganic solvent* yang digunakan dalam proses tersebut. Sebagai contoh, *Retona 60* merupakan kadar bitumen 90% dan 10% mengandung *filler*. Pengembangan produk *retona* terus dilakukan oleh PT. Olah Bumi Mandiri yang mengeluarkan produk *retona blend*. Produk ini merupakan hasil pencampuran aspal minyak dan aspal *retona*. Tujuannya agar memberikan kemudahan dalam proses pengerjaan dan memberikan kinerja yang lebih baik sesuai dengan Ditjen Bina Marga (2008).

Penggunaan aspal *retona blend 55* digunakan seperti aspal biasa, hanya perlu diaduk atau disirkulasi dengan pompa aspal. Karakteristik *retona blend 55* secara umum telah memenuhi persyaratan aspal yang dimodifikasi dengan aspal alam yang ditunjukkan dalam Tabel 2.

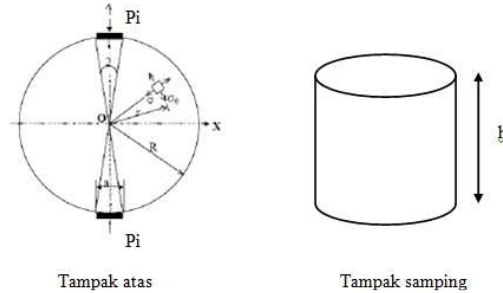
Tabel 2. Karakteristik Aspal *Retona Blend 55*

No.	Jenis Pengujian	Metode	Hasil Pengujian	Spesifikasi
1	Penetrasi, 25°C; 100 gr; 5 detik; 0,1 mm	SNI 06-2456-1991	41	40-55
2	Titik Lembek, °C	SNI 06-2434-1991	57	Min. 55
3	Titik Nyala, °C	SNI 06-2433-1991	318	Min. 225
4	Daktilitas; 25°C, cm	SNI 06-2432-1991	87,5	Min. 50
5	Berat Jenis	SNI 06-2441-1991	1,09	Min. 1,0
6	Kelarutan Dalam Tricholar Etylen % berat	RSNI M-04-2004	93,8	Min. 90
7	Penurunan Berat (dengan TFOT), % berat	SNI 06-2440-1991	0,019	Max. 2
8	Penetrasi setelah kehilangan berat, %, asli	SNI 06-2456-1991	75,6	Min. 55
9	Daktilitas setelah TFOT, cm	SNI 06-2432-1991	107,5	Min. 50

10	Mineral lolos saringan No. 100, %	SNI 03-1968-1990	98	Min. 90
----	-----------------------------------	------------------	----	---------

Catatan : Spesifikasi Umum edisi Desember 2006  
 Hasil pengujian Aspal oleh Departemen Pekerjaan Umum

**Pengujian**  
**Uji Kuat Tarik Tidak Langsung**



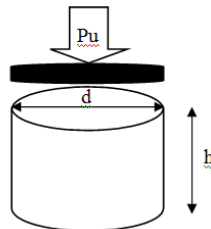
Kuat tarik tidak langsung (*Indirect Tensile Strength*) adalah kemampuan lapis perkerasan untuk menahan beban berupa tarikan yang terjadi pada arah horizontal. Uji kuat tarik tidak langsung digunakan untuk mengevaluasi kemungkinan terjadinya retakan yang terjadi pada lapisan perkerasan (Rachman, 2010). Untuk mengetahui nilai uji kuat tarik tidak langsung dihitung menggunakan rumus:

$$ITS = \frac{2.P}{\pi.d.h} \dots\dots\dots [1]$$

dengan :

- ITS = Nilai kuat tarik secara tidak langsung (N/mm<sup>2</sup>).
- P = Nilai beban terkoreksi (N).
- h = Tinggi benda uji (mm).
- d = Diameter benda uji (mm).

**Kuat Tekan Bebas**



Kuat tekan bebas (*Unconfined Compressive Strength*) merupakan pengujian secara tidak langsung untuk menentukan besarnya kekuatan tekan bebas pada suatu campuran perkerasan. Pengujian ini dilakukan dengan alat uji dimana pembebanan berupa plat yang rata dan diberikan penekanan secara aksial atau tegak lurus dengan arah pemadatan. Kekuatan tekan bebas adalah besarnya beban aksial persatuan luas pada benda uji mengalami keruntuhan atau regangan aksialnya mencapai 20% (Esghier, 1984). Nilai kuat tekan bebas dihitung berdasarkan persamaan :

$$F = \frac{P}{A} \dots\dots\dots [2]$$

Dengan :

- F = Kuat desak (N/mm<sup>2</sup>).
- P = Nilai beban (N).
- A = Luas permukaan benda uji (mm<sup>2</sup>)

**Permeabilitas**

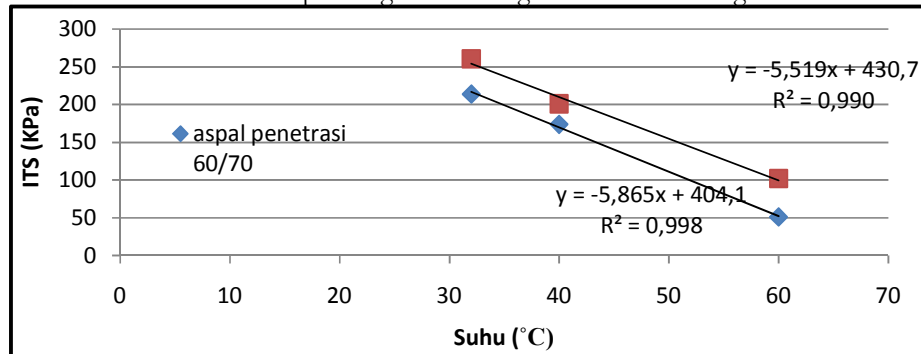
Bowles (1984) menyatakan bahwa setiap bahan yang memiliki rongga disebut pori, dan apabila rongga tersebut saling berhubungan maka bahan tersebut akan memiliki sifat permeabilitas. Permeabilitas adalah sifat yang menunjukkan kemampuan material untuk meloloskan zat alir (fluida) baik udara maupun air. Rongga sangat penting



Lanjutan Tabel 5

40	ITS 2A	28,53	100	9,5	970,640	216,737
	ITS 2B	29,23	99,4	8,5	868,467	190,420
	ITS 2C	29,5	101,4	9	919,553	195,802
Rata – rata						<b>200,986</b>
60	ITS 3A	30,83	100,7	4	408,69	83,861
	ITS 3B	29,18	100	7	684,904	149,527
	ITS 3C	29,8	100,5	3,5	342,452	72,831
Rata – rata						<b>102,073</b>

Dari data di atas didapatkan grafik hubungan variasi suhu dengan nilai ITS



Gambar 2. Grafik Pengaruh Variasi Suhu dengan Nilai ITS

Dari Gambar 2 dapat dilihat bahwa pengaruh penggunaan aspal *retona blend 55* pada *Thin Surfacing Hot Mix Asphalt* nilainya lebih besar daripada yang menggunakan aspal penetrasi 60/70 pada variasi suhu normal (32°C), 40°C dan 60°C. Hal ini menunjukkan bahwa aspal *retona blend* mempunyai kekuatan yang lebih baik dibandingkan dengan aspal penetrasi 60/70 jika dilihat dari uji kuat tarik tidak langsung. Pada Tabel 4 dan Tabel 5 menunjukkan benda uji yang menggunakan aspal *retona blend 55* nilai kuat tarik tidak langsung lebih besar 21,9% dibandingkan dengan menggunakan aspal penetrasi 60/70. Hal ini disebabkan karena kekuatan adhesi dan kohesi *retona blend 55* yang tinggi. Semakin tinggi kohesi maka daya lekat antar agregat semakin tinggi sehingga campuran aspal akan semakin kuat. Selain itu nilai ITS campuran yang lebih besar dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti stabilitas dan *flow* benda uji.

### Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas (*Unconfined Compressive Strength*)

Tabel 6. Rekapitulasi Hasil Pengujian UCS pada Kadar Aspal Optimum (5,81%) Aspal Penetrasi 60/70

Kode Benda Uji	Diameter (mm)	Dial (kN)	Kuat Tekan Terkalibrasi (N)	UCS (KPa)	Def.Vertikal (mm)
UCS 1A	101,1	7,9	7900	984,589	1,5
UCS 1B	101	9	9000	1123,906	1
UCS 1C	101	4,2	4200	524,490	0,4
Rata - rata				877,662	

Tabel 7. Rekapitulasi Hasil Pengujian UCS pada Kadar Aspal Optimum (5,87%) Aspal *Retona Blend 55*

Kode Benda Uji	Diameter (mm)	Dial (kN)	Kuat Tekan Terkalibrasi (N)	UCS (KPa)	Def.Vertikal (mm)
UCS 1A	100,4	8,5	8100	1078,484	0,9
UCS 1B	101,1	8,7	8700	1084,295	1,2
UCS 1C	100,2	8,1	8500	1023,642	1,4
Rata – rata				1062,140	



Pada Tabel 6 dan Tabel 7 menunjukkan dengan penggunaan aspal *retona blend 55* nilai kuat tekan bebas sebesar 1062,1402 KPa atau mengalami peningkatan sebesar 21,24 % jika dibandingkan dengan *Thin Surfacing HMA* yang menggunakan aspal penetrasi 60/70. Semakin besar nilai UCS maka kemungkinan terjadinya deformasi semakin kecil.

### Hasil Pengujian Permeabilitas

Tabel 8. Hasil Perhitungan Permeabilitas pada Kadar Aspal Optimum (5,81%) Aspal Penetrasi 60/70

Kode Benda Uji	Tebal (cm)	Luas (cm <sup>2</sup> )	Waktu Jatuh (detik)	Koefisien Permeabilitas (cm/dt)	Klasifikasi
PER 1A	2,99	78,343	15	1,274E-03	Fair Drainage
PER 1B	2,8	80,078	26,9	6,493E-04	Poor Drainage
PER 1C	2,8	78,5	33,4	5,330E-04	Poor Drainage
Rata – rata				6,409E-04	Poor Drainage

Tabel 9. Hasil Perhitungan Permeabilitas pada Kadar Aspal Optimum (5,87%) Aspal *Retona Blend 55*

Kode Benda Uji	Tebal (cm)	Luas (cm <sup>2</sup> )	Waktu Jatuh (detik)	Koefisien Permeabilitas (cm/dt)	Klasifikasi
PER 1A	2,88	78,186	39,6	4,643E-04	Poor Drainage
PER 1B	2,96	78,343	17,4	1,084E-03	Fair Drainage
PER 1C	3,13	78,972	20,6	9,620E-04	Poor Drainage
Rata – rata				8,367E-04	Poor Drainage

Pada Tabel 8 dan Tabel 9 menunjukkan bahwa nilai permeabilitas dari dari campuran *Thin Surfacing Hot Mix Asphalt* yang menggunakan *retona blend 55* lebih besar dibandingkan dengan yang menggunakan aspal penetrasi 60/70. Pengaruh dari besarnya nilai permeabilitas benda uji adalah kepadatan benda uji, jumlah tumbukan, porositas, dan kelekatan aspal terhadap agregat. Semakin kecil nilai permeabilitas suatu benda uji aspal, maka semakin bagus. Berdasarkan klasifikasi nilai permeabilitas yang dikemukakan oleh Mullen (1967) dan Suparma (1997) tentang penetapan pembagian campuran berdasarkan permeabilitas, maka hasil uji permeabilitas dari campuran *Thin Surfacing Hot Mix Asphalt* dengan penggunaan *retona blend* termasuk dalam kategori “*poor drainage*”.

### SIMPULAN

Dari hasil penelitian serta analisis data dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Penggunaan aspal *retona blend 55* dengan kadar aspal optimum yaitu 5,87 % dari berat campuran pada *Thin Surfacing HMA* pada pengujian kuat tarik tidak langsung lebih besar 21,9% dibandingkan dengan menggunakan aspal penetrasi 60/70 dengan kadar aspal optimum yaitu 5,81 % dari berat campuran. Dengan penggunaan aspal *retona blend 55* pada *Thin Surfacing HMA* menghasilkan kuat tarik tidak langsung sebesar 260,4511 KPa sedangkan yang menggunakan aspal penetrasi 60/70 sebesar 213,642 KPa.
2. Pengaruh variasi suhu pada penggunaan aspal *retona blend 55* pada pengujian kuat tarik tidak langsung pada suhu normal (32°C), 40°C dan 60°C nilainya lebih besar dibandingkan dengan menggunakan aspal penetrasi 60/70.. Variasi suhu menyebabkan nilai kuat tarik tidak langsung mengalami penurunan. Penurunan nilai kuat tarik tidak langsung pada benda uji yang menggunakan *aspal retona blend 55* pada *Thin Surfacing HMA* lebih kecil dibandingkan dengan menggunakan aspal penetrasi 60/70.
3. Benda uji yang menggunakan aspal *retona blend 55* pada pengujian kuat tekan bebas, nilainya lebih besar 21,24% dibandingkan dengan yang menggunakan aspal penetrasi 60/70. Dengan penggunaan aspal *retona blend 55* pada *Thin Surfacing HMA* menghasilkan kuat tekan bebas sebesar 1062,1402 KPa sedangkan yang menggunakan aspal penetrasi 60/70 sebesar 877,662 KPa.. Penggunaan aspal *retona blend 55* pada pengujian permeabilitas mengakibatkan peningkatan nilai koefisien permeabilitas. Nilai koefisien permeabilitas sebesar  $8,367 \times 10^{-4}$  cm/detik. Sehingga pada penggunaan aspal *retona blend 55* memiliki tingkat kedekatan terhadap

air sebesar 30,53% lebih tinggi dibandingkan dengan *Thin Surfacing HMA* dengan penggunaan aspal penetra-si 60/70.

### **UCAPAN TERIMA KASIH**

Puji syukur atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, sehingga penelitian ini dapat terselesaikan. Terelesaikannya penyusunan penelitian ini berkat dukungan dan doa dari orang tua, untuk itu kami ucapkan terima kasih. Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Ir. Ary Setyawan, MSc, PhD dan Ir. Sanusi, MT, selaku pembimbing yang dengan penuh kesabaran telah memberi koreksi dan arahan sehingga menyempurnakan penyusunan. Rasa terima kasih penulis sampaikan khusus untuk Tore, Febri, Dika, selaku tim skripsi yang pantang menyerah. Pada kesempatan ini kami mengucapkan terima kasih yang tulus kepada semua pihak yang telah berperan dalam mewujudkan penelitian ini secara langsung maupun tidak langsung khususnya mahasiswa sipil UNS 2009.

### **REFERENSI**

- Anonim. 2006. *Departemen Pekerjaan Umum – Direktorat Jendral Bina Marga, Spesifikasi*. Jakarta.
- Caltrans Division of Maintenance 2007. *Flexible Pavement Preservation 2nd Edition*. California.
- Gilbert, T.M., Olivier, P. A., and Gale, N. E. 2004. *Ultra Thin Friction Course: Five Years on in South Africa*.  
*Conference on Asphalt Pavements for Southern Africa*. Afrika Selatan.
- Hossain, Mostaque. 2010. *Extending Pavement Life Using Thin Surfacing to Counter the Effect of Increased Truck Traffic Due to Freight Movements On Highways*. Kansas : Kansas state University.
- National Asphalt Pavement Association. 2001. *Standart Specifications Construction of Transportation Systems*.  
North Carolina.
- Nicholls, J. C., Carswell, I., and Williams, J. T. 2002. *Durability of Thin Asphalt Surfacing Systems: Part 1 Initial Findings*. United Kingdom.
- Uzarowski, Ludomir. 2005. *Thin Surfacing - Effective Way of Improving Road Safety within Scarce Road Maintenance Budget*.  
*Annual Conference of the Transportation Association of Canada*.