

Evaluasi Modulus Resilien dan Deformasi Permanan Campuran Aspal Porus Pen 60/70 dengan Bahan Tambah Buton Natural Asphalt (BNA)

Evaluation of Resilien Modulus and Permanent Deformation of Mixture Porus Aspal Pen 60/70 and Buton Natural Asphalt (BNA)

Falderika

Dosen Program Studi Teknik Sipil Unikom
Jalan Dipatiukur No. 112-116, Coblong, Lebakgede, Kota Bandung 40132
Email : falderika_2011@yahoo.com

Abstrak- Perkerasan aspal porus merupakan teknologi perkerasan yang memiliki rongga yang besar, dimana campuran tersebut memerlukan suatu pengikat yang bagus. Penelitian ini menggunakan campuran aspal porus dengan aspal Pen 60/70 dan modifikasi Buton natural asphalt. Kinerja campuran diukur berdasarkan hasil pengujian Marshall, Cantabro Loss, Asphalt Drain Down, perendaman Marshall, pengujian Modulus Resilien dengan alat uji UMATTA, dan pengujian Wheel Tracking Machine. Nilai stabilitas Marshall tertinggi yaitu sebesar 479 kg pada campuran Pen 60/70. Hasil uji UMATTA memberikan nilai Modulus Resilien sebesar 1787 MPa dan 688 Mpa untuk campuran BNA 65/35 pada temperatur 25°C dan 35°C dan 1413 MPa dan 480 Mpa untuk campuran aspal Pen 60/70 pada temperatur yang sama. Pengujian Kuat Tarik Tak Langsung, menunjukkan bahwa dengan meningkatnya temperatur dapat menurunkan nilai kuat tarik terhadap campuran Aspal Porus, dimana untuk aspal Pen 60/70 sebesar 3,52 N/mm² dan 3,25 N/mm², untuk campuran BNA 75/25 sebesar 3,71 N/mm² dan 3,50 N/mm², untuk campuran BNA 65/35 sebesar 5,72 N/mm² dan 5,30 N/mm² pada temperatur 25°C dan 35°C. Secara umum hasil terbaik campuran aspal porus diperoleh pada pemakaian aspal modifikasi BNA 65/35.

Kata kunci : Aspal Porus, BNA Blend, Pen 60/70, Modulus Resilien, Kuat Tarik Tak Langsung

Abstract - Porous asphalt pavement is a pavement technology that has a large cavity, wherein the mixture requires a good binder. This study uses a mixture of porous asphalt with asphalt Pen 60/70 and polymer modification Elvaloy 1,5% and 2,5%. Performance of the mixture is measured based on the results of Marshall Test, Cantabro Loss, Down Drain Asphalt, Marshall Immersion, Resilient Modulus with UMATTA test equipment, and testing of Wheel Tracking Machine. The highest value of Marshall Stability is 479 kg in Pen 60/70. The results of Resilient Modulus (UMATTA) were 1787 Mpa (at 25°C) and 688 Mpa (at 35°C) for BNA 65,35 mix, while the result of asphalt Pen 60/70 mix was 1413 Mpa (at 25°C) and 480 Mpa (at 35°C). The result of Indirect Tencile Strength (ITS) test showed that the asphalt Pen 60/70 mix has the highest values (3,56 N/mm² and 3,24 N/mm²) at temperature of 25°C and 35°C, while for BNA 75/25 mix (3,71N/ mm² and 3,50 N/mm²), the Indirect Tencile Strength value (5,72N/mm² dan 5,30 N/mm²) for BNA 65/35 mix at the same temperature of 25°C and 35°C. The best results obtained from porous asphalt mixture with modified BNA 65/35 bitumen.

Keyword : Porus Asphalt, BNA Blend, Pen 60/70, Resilient Modulus, Indirect Tensile Strength.

I. PENDAHULUAN

Aspal porus adalah aspal yang dicampur dengan agregat tertentu yang setelah dipadatkan mempunyai 20 % pori-pori udara. Aspal porus umumnya memiliki nilai stabilitas marshall yang lebih rendah dari aspal beton yang menggunakan gradasi rapat, stabilitas marshall akan meningkat bila gradasi terbuka yang digunakan lebih banyak fraksi halus. Perkembangan selanjutnya aspal porus layak untuk meningkatkan kontak roda kendaraan dengan permukaan jalan. Aspal porus juga mengeliminasi pengkabutan dibelakang kendaraan dan mengurangi kesilauan dari permukaan jalan pada siang dan malam hari, sehingga permukaan jalan lebih jelas kelihatannya.

Aspal porus di Indonesia pertama kali diterapkan pada tahun 1997 oleh PT. Jasa Marga di lintasan Jagorawi sepanjang 250 meter. Uji coba tersebut

dimaksudkan untuk menekan frekuensi kecelakaan akibat selip yang terjadi di Tol Jagorawi dan memberikan layanan yang lebih baik pada pengguna jalan. Di beberapa negara Eropa penerapan aspal porus untuk meningkatkan keselamatan telah lama diaplikasikan, lapisan aspal porus pertama kali dikembangkan di Amerika pada tahun 1950 dan dikenal dengan nama *Open Graded Friction course* (OGFC).

Pada umumnya perkerasan yang memiliki gradasi terbuka seperti aspal porus memiliki kelemahan dalam sifat – sifat mekaniknya. Disatu sisi pemakaian aspal yang telah dimodifikasi, baik dengan bahan karet ataupun polimer serta selulosa, pada beberapa penelitian terdahulu terbukti telah meningkatkan sifat mekanik dari campuran aspal konvensional maupaun campuran Aspal porus (Dibya 2004). Inovasi teknologi pengolahan Aspal Buton tersebut terus dikembangkan

sehingga pengolahan asbuton akan lebih efisien dan mampu bersaing dengan penggunaan aspal minyak, salah satunya adalah Aspal BNA Blend. BNA

Berdasarkan hal tersebut diatas, maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk membandingkan kinerja campuran aspal modifikasi Buton Natural Asphalt (BNA) dibandingkan dengan aspal minyak Pen 60/70 dilihat dari karakteristik marshall tiap campuran, Berapa komposisi optimum penggunaan aspal modifikasi Buton Natural Asphalt (BNA) dalam campuran bergradasi seragam dengan berdasarkan kinerja campuran terhadap deformasi permanen.

II. KAJIAN PUSTAKA

A. Buton Natural Asphalt (BNA)

BNA Blend adalah aspal modifikasi campuran antara aspal minyak dan BNA (*Buton Natural Asphalt*) dengan komposisi tertentu, didistribusikan dalam bentuk curah dan padat. BNA merupakan produk pemurnian Asbuton dari PT. Aston Adhi Jaya (PT. AAJ) yang berfungsi sebagai *modifier* untuk meningkatkan kualitas aspal minyak. BNA dapat dicampurkan pada berbagai variasi dosis (25-70%) tergantung pada kualitas yang dikehendaki. Kenaikan presentase BNA dalam campuran akan meningkatkan adesifitas, ketahanan terhadap air/ bahan kimia serta titik lembek dan *stiffness* campuran. Di sisi lain, kenaikan kadar tersebut akan menurunkan penetrasi dan menikkan temperature kerja (*workability temperature*)

B. Aspal Porus

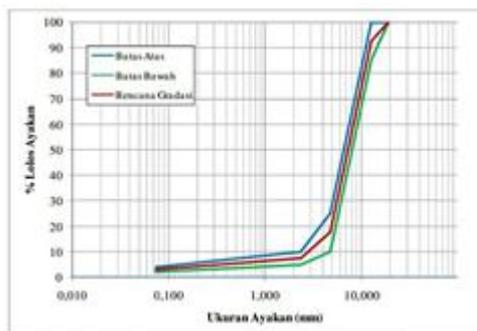
Campuran Aspal Porus adalah Campuran bergradasi terbuka merupakan campuran yang memiliki rongga udara yang tinggi dan hanya sedikit memiliki kandungan agregat halus. Kestabilan campuran gradasi terbuka tergantung pada friksi dan keadaan saling mengunci dari butiran agregat dan kohesi dari aspal sebagai pengikat. Contoh dari campuran gradasi terbuka ini adalah campuran aspal porus. Campuran aspal porus merupakan campuran perkerasan yang direncanakan ketika diletakkan dan dipadatkan akan membentuk suatu permukaan dengan perbandingan rongga di dalam campuran berkisar 22%.

Terdapat beberapa keunggulan dari aspal porus, diataranya adalah (Kraemer, 1997): menghilangkan perencanaan air, ketahanan terhadap selip yang lebih besar, meningkatkan penglihatan dikarenakan pengurangan cipratan dan siraman, pengaliran air yang cepat dari permukaan perkerasan dimana mengurangi waktu basah dari permukaan, makrotekstur yang negatif dengan waktu layan yang panjang, mengurangi tingkat kebisingan bagi pengguna dan penduduk sekitar, mengurangi rolling resistance, mengurangi pemantulan cahaya, baik pada siang hari maupun malam hari, mengurangi pengaliran air ke jaringan saluran pembuangan dan fleksibilitas tanpa fatigue atau rutting.

Selain keunggulan tersebut di atas, terdapat beberapa kekurangan yang dimiliki oleh campuran aspal porus ini, diantaranya adalah (Diana,I Wayan 2000): stabilitas yang rendah, membutuhkan biaya yang mahal, mempunyai durabilitas yang rendah sehingga umur layan dari perkerasan tersebut berkisar 7 hingga 10 tahun, peluang terjadinya pelapukan pada perkerasan sangat tinggi serta bahaya penguraian perkerasan

III. METODOLOGI

Campuran aspal porus pada penelitian ini terdiri dari tiga campuran yang terdiri dari agregat yang didapat dari Provinsi Jawa Barat dan dicampur dengan aspal Pen 60/70, aspal modifikasi BNA 65/35 dan BNA 75/25. Gradasi agregat yang digunakan pada penelitian ini adalah gradasi yang terdapat pada Rancangan Perancangan dan Pelaksanaan Campuran Aspal Porus Kementerian Pekerjaan Umum Tahun 2012, yang dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Kurva Gradasi untuk Ukuran Agregat Maksimum 19 mm(Rancangan Perancangan dan Pelaksanaan Campuran Aspal Porus Kementerian Pekerjaan Umum Tahun 2012)

Terdapat beberapa pengujian untuk mengetahui kinerja dari campuran aspal porus pada penelitian ini, yaitu pengujian Marshall, Cantabro Loss, Asphalt Drain Down, perendaman Marshall, Modulus Resilien dengan alat UMATTA, dan Wheel Tracking Machine. Jumlah benda uji yang digunakan pada penelitian ini untuk mengetahui kinerja dari campuran aspal porus. Jumlah kebutuhan dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Jumlah kebutuhan benda uji

Jenis Pengujian	Jumlah Variasi			Jumlah Benda Uji
	A1	A2	A3	
Marshall	15	15	15	45
Cantabro Loss	10	10	10	30
Asphalt Flow Down	5	5	5	15
Perendaman Marshall	3	3	3	9
Pengujian UMATTA	1	1	1	3
Uji Kuat Tarik Tak Langsung	2	2	2	6
Kebutuhan Total Benda Uji				108

Keterangan:

A1 =campuran aspal porus dengan aspal Pen 60/70

A2 =campuran aspal porus dengan BNA 65/35

A3 =campuran aspal porus dengan BNA 75/25

Tabel 2. Hasil pengujian sifat-sifat agregat kasar, agregat halus dan *filler*

No	Pengujian	Metode Uji	Persyaratan		Hasil Uji Agregat
			Min	Maks	
AGREGAT KASAR					
1	Penyerapan (%)		-	3	1,891
2	a. Berat jenis bulk	SNI 03-1969-1990	2,5	-	2,618
	b. Berat jenis SSD		2,5	-	2,667
	c. Berat jenis semu		2,5	-	2,754
	d. Berat Jenis Efektif		2,5	-	2,686
3	Kekekalan agregat terhadap Magnesium Sulfat, (%)	SNI 03-3407-1994	-	12	2,42
4	Abrasi dengan Mesin Los Angeles (%)	SNI 03-2417-1991	-	40	24,95
5	Angularitas	SNI 03-6877-2002	95/90		98
6	Kelekatan agregat terhadap aspal, (%)	SNI 03-2439-1991	95	-	96
7	Partikel pipih, (%)	ASTM D-4791	-	10	9,842
8	Partikel lonjong, (%)		-	10	9,18
AGREGAT HALUS					
1	Penyerapan (%)		-	3	0,730
2	a. Berat jenis bulk	SNI 03-1970-1990	2,5	-	2,641
	b. Berat jenis SSD		2,5	-	2,535
	c. Berat jenis semu		2,5	-	2,693
	d. Berat Jenis Efektif		2,5	-	2,671
3	Nilai setara Pasir, (%)	SNI 03-4428-1997	50	-	83,500
FILLER					
1	Berat Jenis	SNI 03-1970-1990	2,5		2,704
AGREGAT GABUNGAN					
1	a. Berat jenis bulk	SNI 03-1970-1990	2,5	-	2,623
	b. Berat jenis SSD		2,5	-	2,643
	c. Berat jenis semu		2,5	-	2,660
	d. Berat Jenis Efektif		2,5	-	2,673

Tabel 3. Hasil Pengujian Aspal Pen 60/70

No	Jenis pengujian	Metoda pengujian	Aspal PEN 60/70	Hasil Laboratorium
1	Penetrasi, 25°C (dmm)	SNI 06-2456-1991	60 – 70	65,7
2	Viskositas 135°C (cSt)	SNI 06-6441-2000	385	400,00
3	Titik Lembek, °C	SNI 06-2434-1991	≥48	50
4	Indeks Penetrasi	-	≥ -1,0	77,00%
5	Daktilitas pada 25°C, (cm)	SNI-06-2432-1991	≥ 100	≥100
6	Titik Nyalanya (°C)	SNI-06-2433-1991	≥ 232	334,000
7	Kelulusan dalam Toluene (%)	ASTM D 5546	≥99	99,9
8	Berat Jenis	SNI-06-2441-1991	≥ 1,0	103,90%
9	Stabilitas Penyimpanan (°C)	ASTM D 5976 part 6.1	-	
Pengujian residu hasil TFOT atau RTFOT :				
10	Berat yang Hilang (%)	SNI 06-2441-1991	≤ 0.8	0,02
11	Penetrasi pada 25°C (%)	SNI 06-2456-1991	≥ 54	62
12	Indeks Penetrasi	-	≥ -1,0	
14	Daktilitas pada 25°C (cm)	SNI 062432-1991	≥ 100	≥100

Tabel 4. Hasil Pengujian BNA

No	Jenis pengujian	Metode pengujian	BNA BLEND	Hasil	Hasil
				Laboratorium BNA 75/25	Laboratorium BNA 65/35
1	Penetrasi, 25°C (dmm)	SNI 06-2456-1991	Min 50	41,5	32,8
2	Viskositas 135°C (cSt)	SNI 06-6441-1991	385 - 2000		
3	Titik Lembek, °C	SNI 06-2434-2011	≥ 53	55	56,5
4	Indeks Penetrasi	-	≥ -0,5		
5	Daktilitas pada 25°C, (cm)	SNI 06-2432:2011	≥ 100	63	49,7
6	Titik Nyah (°C)	SNI 06-2433:2011	≥ 232	310	272
7	Kehilangan dalam Toluene (%)	RSNIM-04-2004	≥ 91,1	91,18	92,128
8	Berat Jenis	SNI 2441:2011	≥ 1,0	1,092	0,011
9	Stabilitas Penyimpanan (°C)	ASTM D 3976 part 6.1	2,2		
Pengujian residu hasil TFOT atau RTFOT :					
10	Berat yang Hilang (%)	SNI 06-2441-1991	≤ 0,8	0,0360	0,0340
11	Penetrasi pada 25°C (%)	SNI 06-2456-1991	≥ 54	34,10	32
12	Indeks Penetrasi	-	≥ -0,5		
14	Daktilitas pada 25°C (cm)	SNI 062432-1991	≥ 50	82,5	81

IV. HASIL PENGUJIAN CAMPURAN ASPAL PORUS

A. Karakteristik Agregat dan Aspal

Perlu dilakukan pengujian dari agregat dan aspal sebelum dilakukan pengujian terhadap kinerja campuran yang akan digunakan sehingga dapat diketahui karakteristik dari bahan-bahan tersebut. Hasil yang didapatkan dari pengujian akan dibandingkan dengan persyaratan yang digunakan. Hasil pengujian untuk karakteristik agregat dan aspal ditunjukkan pada **Tabel 2**, **Tabel 3** dan **Tabel 4**.

Secara umum dari hasil pengujian terhadap material agregat yang akan digunakan telah memenuhi persyaratan, kecuali untuk kadar lempung melebihi persyaratan yang ada. Hal ini akan mempengaruhi faktor kelekatan aspal dan agregat nantinya.

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan dapat dilihat bahwa karakteristik aspal Pen 60/70 yang akan digunakan memenuhi semua persyaratan yang digunakan pada penelitian ini. Hasil pengujian yang telah dilakukan pada BNA 75/25 dan BNA 65/35 pada pengujian residu hasil TFOT atau RTFOT tidak memenuhi persyaratan. Karakteristik aspal yang tidak memenuhi persyaratan tersebut adalah penetrasi pada 25°C. Nilai penetrasi yang tidak memenuhi ini akan berpengaruh pada titik lembek dan indeks penetrasi aspal dimana ketahanan terhadap perubahan temperatur pada campuran lebih baik dibandingkan aspal Pen 60/70. Sedangkan nilai daktilitas dibawah persyaratan menunjukkan BNA tersebut bersifat getas atau kaku.

B. Pengujian Marshall

Pada **Tabel 5** dibawah ini memperlihatkan hasil an berdasarkan pengujian Marshall yang telah dilakukan pada untuk masing-masing campuran aspal porus didapatkan nilai Kadar Aspal Optimum adalah 5,64% untuk aspal Pen 60/70, 5,5% untuk aspal modifikasi Elvaloy 5,4% untuk BNA 75/25 dan BNA 65/35.

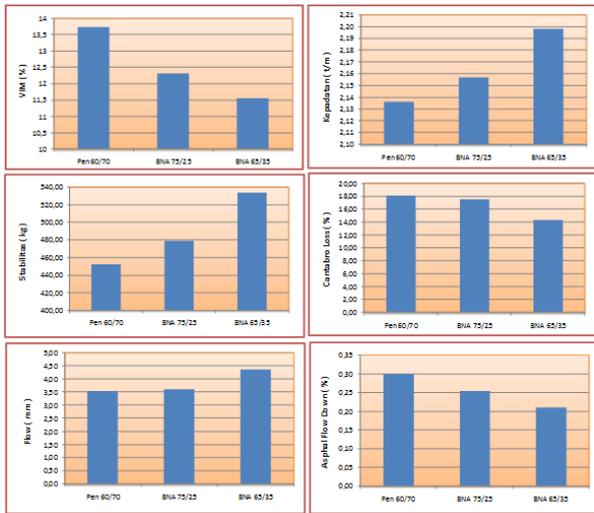
Tabel 5. Hasil Pengujian Marshall

Sifat - sifat Campuran	Asphalt Flow Down			Spesifikasi
	Pen 60/70	BNA 75/25	BNA 65/35	
VIM (%)	13,736	12,322	11,559	≤ 20%
Kepadatan (t/m ³)	2,14	2,16	2,20	-
Stabilitas (kg)	452,00	479,00	533,00	> 350 kg
Flow (mm)	3,56	3,63	4,36	2-4 mm
Cantabro Loss	18,08	17,50	14,34	< 20%
Asphalt Flow Down	0,30	0,25	0,21	< 0,3%

Secara keseluruhan dari hasil pengujian yang meliputi pengujian Marshall, Uji Cantabro Loss, Uji Asphalt Flow Down dapat dikatakan bahwa hasil terbaik diperoleh pada penambahan kadar BNA 65/35. Penggunaan BNA 65/35 pada campuran aspal porus membantu memperbaiki kinerja dari campuran. Campuran aspal porus dengan menggunakan BNA 65/35 mempunyai kepadatan campuran terbesar yakni 2,20 kg dan nilai stabilitas Marshall terbesar yakni 533kg. untuk nilai rongga udara dalam campuran (VIM) ini masih berada dibawah nilai yang disyaratkan untuk campuran aspal porus yaitu minimum 17% dan maksimum 20%, hal ini mungkin dikarenakan karena didominasi oleh agregat kasar sehingga luas permukaan agregat yang harus diselimuti aspal menjadi lebih sedikit.

Berdasarkan **Gambar 2**, diperlihatkan hasil-hasil pengujian tersebut masih terdapat parameter yang belum memenuhi persyaratan yang digunakan, yaitu nilai VIM dan Stabilitas Sisa Perendaman Marshall. Nilai VIM yang kecil ini dapat terjadi disebabkan oleh bentuk agregat yang digunakan tidak semua kubikal sehingga mengurangi terbentuknya rongga dalam campuran. Selain itu prosentase jumlah tertahan agregat pada ayakan No. 4 juga mengurangi rongga yang terjadi karena dengan jumlah agregat pada ayakan tersebut dapat mengisi rongga-rongga dalam campuran. Nilai Stabilitas Sisa Perendaman Marshall yang tidak memenuhi persyaratan disebabkan oleh jenis gradasi dari campuran aspal porus tersebut yang bersifat

terbuka sehingga mengakibatkan air masuk ke dalam campuran yang mengakibatkan berkurangnya kelekatan aspal dengan agregat. Temperatur pada saat pengujian yaitu 60°C juga mengakibatkan berkurangnya kelekatan aspal dan agregat.



Gambar 2. Hasil pengujian Marshall pada KAO

Pengujian Cantabro Loss pada campuran aspal porus dengan menggunakan BNA 65/35 memberikan nilai terkecil yaitu 0,21%. Hal ini menunjukkan BNA 65/35 tersebut memberikan suatu lapisan tipis pada agregat dan meningkatkan ketahanan campuran terhadap simulasi keausan akibat gesekan. pada campuran aspal porus dengan hasil terkecil, yaitu 0,1%. Akantetapi, bila dilihat dari masing-masing benda uji pada saat pengujian campuran aspal porus dengan menggunakan aspal modifikasi Elvaloy 2,5% terdapat sebuah benda uji yang memiliki nilai 0,08% sehingga memenuhi persyaratan yang berlaku. Hasil dari pengujian Asphalt Drain Down ini menunjukkan penggunaan aspal modifikasi Elvaloy membantu campuran aspal porus dalam bentuk lapisan tipis pada agregat untuk lebih tahan terhadap pengaliran aspal akibat gravitasi selama pengangkutan pada temperatur pencampuran.

C. Modulus Resilien

Hasil Modulus Resilien dari campuran aspal porus pada penelitian ini didapat dari alat UMATTA. Hasil yang didapatkan kemudian dibandingkan dengan Modulus Resilien yang didapatkan dari hasil perhitungan teoritis. Adapun hasilnya dapat dilihat pada Tabel 6 berikut ini.

Tabel 6. Hasil Pengujian UMATTA

Jenis Campuran	KAO (%)	Temperatur Pengujian (°C)	Hasil UMATTA		
			Total Defomasi Horizontal (µm)	Beban Puncak (N)	Stiffness Modulus (MPa)
PEN 60/70	5.5	25	6.89	1249	1413
		35	19.46	983	480
BNA 75/25	5.5	25	7.52	1266	1582
		35	17.2	983	542
BNA 65/35	5.44	25	6.48	1234	1787
		35	14.04	1030	688

Dari Tabel 6 dapat dilihat bahwa semakin rendah temperatur pengujian maka akan didapatkan nilai Modulus Resilien yang semakin tinggi. Selain itu dari hasil pengujian ini dapat dilihat bahwa nilai Modulus Resilien pada campuran aspal porus dengan menggunakan aspal Pen 60/70, aspal BNA 75/25 dan aspal BNA 65/35 tidak menunjukkan hasil yang terlalu berbeda. Hal ini dikarenakan peran aspal pada campuran aspal porus tidak terlalu besar untuk kekakuan, sedangkan yang lebih berperan besar adalah dari interlocking antar agregat. Hal ini bisa terjadi karena gradasi yang terdapat campuran aspal porus adalah gradasi terbuka yang lebih banyak agregat fraksi kasar sehingga mengakibatkan VIM yang didapat cukup besar.

E. Pengujian Kuat tarik Tak Langsung

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan suatu campuran beraspal dalam menahan gaya tarik yang terjadi pada suatu perkerasan. Parameter ini juga berhubungan dengan ketahanan terhadap retak akibat temperatur dan susut (*Thermal and Shrinkage Cracking resistance*). Hasil pengujian Kuat tarik tak Langsung dapat dilihat pada Tabel 7 berikut ini.

Tabel 7. Hasil Pengujian Kuat Tarik Tak Langsung

Jenis Aspal	Temperatur (°C)	Tinggi Benda Uji (mm)	Diameter (mm)	Beban Dahi (N)	n * P * I	Beban Pada Saat Runtuh			Defleksi (Beban/Defl)			ITS (Rpa)
						(kN)	(kPa)	(MPa)	(mm)	(mm)	(mm)	
PEN 60/70	25	75.45	102.70	257.000	22076.586	242.486	3.034	7.668	4.400	0.300	1.420	3.28
	35	75.45	102.70	255.000	22966.556	278.516	3.785	7.570	4.200	0.320	1.420	3.28
	35	75.335	102.70	250.000	22897.899	266.800	3.665	7.125	4.120	0.310	1.38	3.159
BNA 75/25	25	75.728	102.62	250.000	23306.379	271.870	3.719	11.477	3.200	0.260	1.28	3.58
	35	75.112	102.60	200.000	22808.047	426.420	4.684	9.765	4.200	0.170	1.18	3.46
	35	75.528	102.60	205.000	22964.938	402.350	4.025	8.928	4.100	0.240	1.18	3.360
BNA 65/35	25	75.729	102.60	250.000	22963.778	423.820	4.274	9.407	4.200	0.260	1.08	3.720
	35	75.382	102.70	251.000	22806.713	611.940	6.120	11.210	4.200	0.650	1.75	3.817
	35	75.320	102.688	250.000	22871.831	423.850	4.274	8.867	4.200	0.440	1.12	3.720
BNA 65/35	25	75.15	102.62	250.000	22828.811	954.860	9.550	11.597	4.200	0.520	1.38	3.48
	35	75.832	102.60	250.000	22828.750	620.800	6.205	11.210	4.100	0.150	1.15	3.38

Berdasarkan hasil pengujian didapat nilai ITS pada Tabel 7 diatas terbesar pada campuran aspal porus dengan menggunakan BNA 65/35 pada temperatur 25°C. Ini menunjukkan bahwa hasil pengujian kuat tarik tak langsung menunjukkan bahwa penambahan kadar BNA pada campuran aspal porus dan peningkatan suhu campuran memberikan penurunan terhadap nilai kuat tarik terhadap campuran. Hal ini menunjukkan bahwa kontribusi nilai Modulus bitumen (S_{bit}) berpengaruh terhadap nilai Modulus campuran (S_{mix}), dimana S_{bit} yang rendah (temperatur 35°C) memberikan perbedaan S_{mix} yang signifikan terhadap hasil teoritis dan hasil laboratorium.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan dapat ditarik beberapa kesimpulan yang berkaitan dengan penambahan aspal BNA pada kinerja campuran aspal porus:

1. Pada penelitian ini Penggunaan aspal Pen 60/70 pada campuran aspal porus tidak direkomendasikan berdasarkan hasil yang ditunjukkan
2. Secara umum dalam penelitian ini penggunaan aspal BNA 65/35 menunjukkan perbaikan kinerja dari campuran aspal porus, yaitu stabilitas Marshall, Cantabro Loss, Asphalt Flow Down,

perendaman Marshall, Stabilitas Dinamis dan nilai Modulus Resilient

3. Aspal BNA memberikan hasil yang terbaik pada campuran aspal porus. Hal ini dapat dilihat dari nilai stabilitas Marshall dan UMATTA
4. Aspal BNA dapat digunakan pada campuran aspal porus, tetapi kurang sesuai bila dilihat dari hasil-hasil pengujian yang telah dilakukan. Oleh sebab itu, perlu dicari aspal modifikasi lainnya untuk digunakan pada campuran aspal porus yang lebih sesuai dengan kondisi yang ada di Indonesia.

VI. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Prof. Dr. Ir Bambang Sugeng S, DEA dan Dr. Ir. Harmein Rahman, M.T yang telah membimbing, memberi arahan dan masukan dalam penelitian ini.

VII. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ary Setyawan., Baktiar Widhianto., Djoko Sarwono, Desain Aspal Porus Dengan Gradasi Seragam Sebagai Bahan Konstruksi Jalan Yang Ramah Lingkungan, e-Jurnal Matriks Teknik Sipil/ Juni 2013/165
- [2] Diana, I Wayan, Sifat Sifat Teknik dan Permeabilitas Aspal Porus, Tesis Magister Sistem dan Teknik Jalan Raya Institut Teknologi Bandung. (2000)
- [3] Koting S., Karim M.R., Mahmud H. The Properties Of Bituminous Mixtures For Semi-Flexible Pavement, Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol.6.PT. Jaya Trade Indonesia. 2014 Aspal Polimer JAP- 57. (http://www.jayatrade.com/aspal_polimer.php), April 2014.
- [4] Puslitbang Jalan dan Jembatan Kementerian PU. 2012. Rancangan Pedoman Perancangan dan Pelaksanaan Campuran Aspal Porus, Bandung.
- [5] Tenrilangi, Dibya, Pengaruh Tafpack-Super Pada Kuat Tarik Tak Langsung dan Modulus Kekakuan Dari Campuran Aspal Porus Menggunakan Gradasi Jepang, Tesis Magister, STJR, Institut Teknologi Bandung. (2004)

BIODATA PENULIS

Falderika, S.T., M.T., lahir di Sulawesi Selatan tepatnya dikota Pandang-Pandang, 15 Februari 1984. Memulai Sekolah Dasar (SD) pada tahun 1992 SDN Minasa Upa Makassar, kemudian melanjutkan ke Sekolah Menengah Pertama (SMP) di SMPN 21 Makassar pada tahun 1995, Sekolah Menengah Pertama (SMA) diselesaikan pada tahun 2001 di SMU Kartika Candra Kirana VII-I Makassar. Setelah lulus Sekolah menengah Atas (SMA) kemudian mengambil program bimbingan belajar selama satu tahun. Tahun

2002 mulai kuliah programl pendidikan diploma tiga (D3) di Universitas Hasanuddin Makassar jurusan Teknik Sipil dan selesai pada awal tahun 2006 dengan gelar Amd. Tahun 2007 melanjutkan ke tingkat Strata Satu (S1) di Institut teknologi Nasional dengan jurusan yang sama sampai tahun 2009. Pendidikan Pascasarjana (S2) ditempuh pada tahun 2011 dengan bidang keahlian Sistem dan Teknik Jalan raya (STJR) dan lulus pada tahun 2014 dengan gelar Magister Teknik Sipil (M.T) di Institut Teknologi Bandung. Falderika, S.T., M.T, memulai pengabdiannya sebagai pengajar di Universitas Komputer Indonesia Bandung sejak bulan Februari 2017 hingga sekarang.