

PENGARUH PENGGUNAAN ABU TERBANG BATUBARA SEBAGAI BAHAN PENGISI TERHADAP MODULUS RESILIEN BETON ASPAL LAPIS AUS

M. Zainul Arifin
Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik
Universitas Brawijaya
Jln. Mayjen Haryono 147
mzaftub@gmail.com
mzaub@ub.ac.id

M. Sadillah
Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik
Universitas Brawijaya
Jln. Mayjen Haryono 147
sadillah92@gmail.com

Achmad Wicaksono
Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik
Universitas Brawijaya
Jln. Mayjen Haryono 147
wicaksono1968@yahoo.com

Abstract

In this study, the use of fly ash of coal as a filler material of wearing course asphalt concrete. The use of coal fly ash is intended to increase the modulus of asphalt concrete resilient. In this study the resilient modulus was measured using the UMATTA device. The results show that the coal fly ash filler can withstand the effect of temperature in the field, by making the pavement become more rigid, so that the pavement becomes more resistant to deformation.

Keywords: fly ash, filler, resilient modulus, wearing course

Abstrak

Pada penelitian ini dikaji penggunaan abu terbang batubara sebagai bahan pengisi beton aspal lapis aus. Penggunaan abu terbang batubara tersebut dimaksudkan untuk meningkatkan modulus resiliensi beton aspal. Pada studi ini modulus resiliensi diukur dengan menggunakan alat UMATTA. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa bahan pengisi abu terbang batubara dapat menahan pengaruh temperatur di lapangan, dengan membuat perkerasan menjadi lebih kaku, sehingga perkerasan menjadi lebih tahan terhadap deformasi.

Kata-kata kunci: abu terbang, bahan pengisi, modulus resiliensi, lapisan aus

PENDAHULUAN

Pengendalian kualitas pelaksanaan konstruksi jalan beton aspal di lapangan sering kali hanya meliputi pemeriksaan kepadatan dan ketebalan gelaran, padahal dari sudut persyaratan campuran perlu juga dikendalikan gradasi, stabilitas, dan rongga dalam campuran. Dari segi perancangan tebal perkerasan, parameter yang digunakan untuk menentukan kualitas bahan beton aspal adalah modulus resiliensi (AASHTO, 1993; Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Prasarana Transportasi, 2002).

Pada penelitian ini dikaji penggunaan abu terbang batubara sebagai bahan pengisi beton aspal lapis aus (AC-WC). Pengaruh abu terbang batubara terhadap modulus resiliensi beton aspal lapis aus pada penelitian ini diukur dengan menggunakan alat UMATTA.

Secara garis besar ada tiga tahap pengujian yang dilakukan pada penelitian ini. Tahap-tahap tersebut adalah:

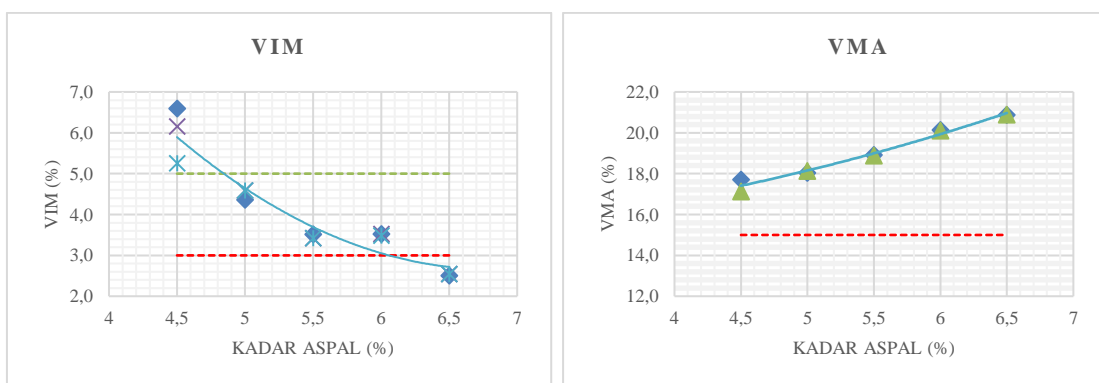
- 1) Penentuan Kadar Aspal Optimum (KAO); kadar aspal yang digunakan adalah 4,5%, 5%, 5,5%, 6%, dan 6,5% dengan jumlah benda uji dibuat masing-masing 3 buah untuk satu perlakuan. Bahan pengisi yang digunakan adalah abu batu sesuai dengan spesifikasi campuran beton aspal lapis aus (AC-WC). Pengujian dilakukan dengan menggunakan alat Marshall.
- 2) Penentuan Kadar Bahan Pengisi Optimum; kadar bahan pengisi yang digunakan adalah 5%, 6%, 7%, 8%, dan 9% dengan jumlah benda uji dibuat masing-masing 5 buah untuk satu perlakuan. Bahan pengisi yang digunakan adalah abu terbang batubara. Kadar aspal yang digunakan adalah kadar aspal optimum yang dilakukan pada pengujian tahap pertama dan pengujian dilakukan dengan menggunakan alat Marshall.
- 3) Penentuan Modulus Resilien; benda uji yang digunakan pada pengujian ini dibuat dengan kadar bahan pengisi optimum yang telah diperoleh pada tahap kedua. Jumlah benda uji masing-masing 2 buah untuk satu perlakuan. Pengujian dilakukan dengan menggunakan alat UMATTA.

HASIL PENGUJIAN BAHAN

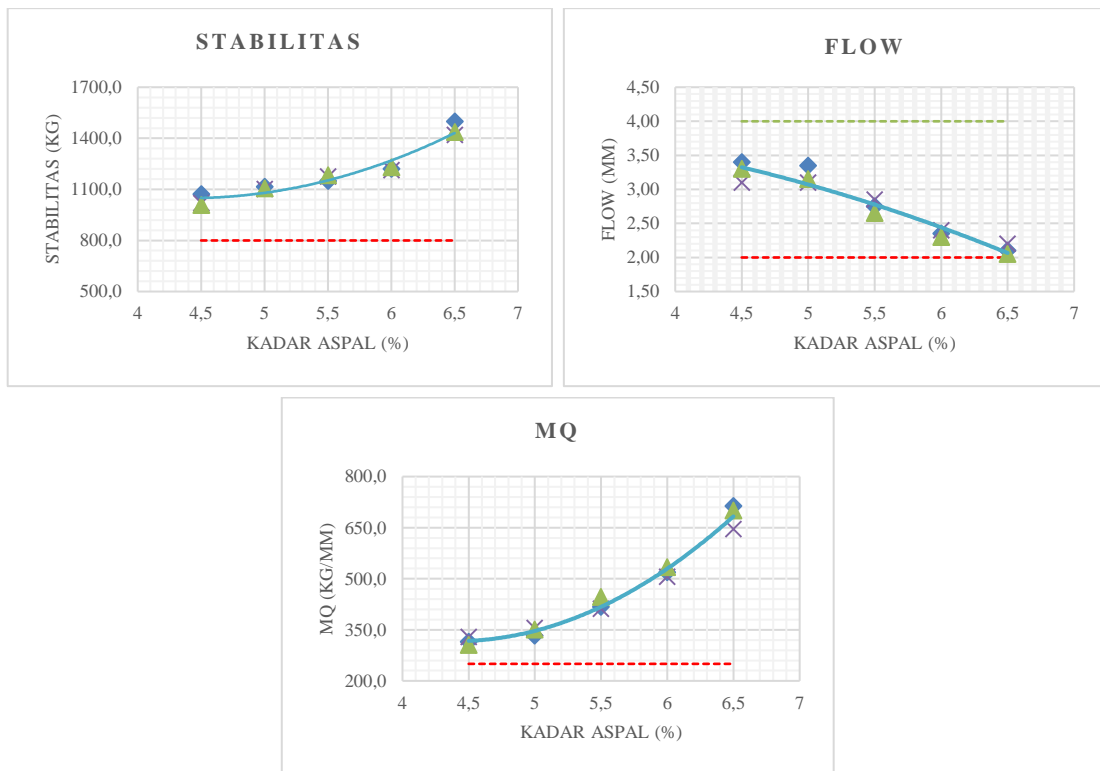
Kadar aspal optimum didapat setelah melalui berbagai macam pengujian, yaitu: (1) pengujian agregat, (2) pengujian aspal, dan (3) pengujian Marshall. Pengujian yang dilakukan untuk memastikan bahwa agregat kasar dan aspal memenuhi persyaratan untuk digunakan sebagai benda uji.

PENENTUAN KADAR ASPAL OPTIMUM

Pengujian dilakukan memperoleh parameter-parameter Marshall, yaitu VIM (*Void In Mix*), VMA (*Void In Mineral Agreggates*), stabilitas, *flow*, dan *Marshall Quotient* (MQ). Hasil perhitungan parameter-parameter Marshall ini dapat dilihat pada Gambar 1 dan Tabel 1.



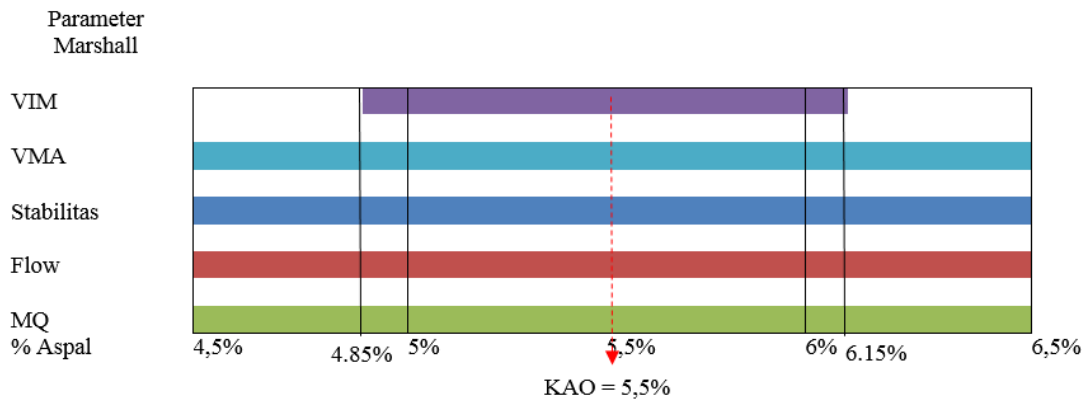
Gambar 1 Hubungan antara Kadar Aspal dengan Karakteristik Campuran



Gambar 1 Hubungan antara Kadar Aspal dengan Karakteristik Campuran (Lanjutan)

Tabel 1 Hasil Pengujian Bahan

No.	Pengujian	Unit	Spesifikasi		Hasil	Keterangan
			Min	Maks		
Agregat Kasar						
1	BJ Bulk	(gr/cm ³)	2,5	-	2,71	Memenuhi
2	BJ SSD	(gr/cm ³)	-	-	2,76	Memenuhi
3	BJ Semu	(gr/cm ³)	-	-	2,84	Memenuhi
4	Penyerapan	%	-	3,0	1,78	Memenuhi
5	Impact	%	-	30	6,39	Memenuhi
6	Keausan	%	-	40	13,19	Memenuhi
Agregat Halus						
1	BJ Bulk	(gr/cm ³)	2,5	-	2,63	Memenuhi
2	BJ SSD	(gr/cm ³)	-	-	2,70	Memenuhi
3	BJ Semu	(gr/cm ³)	-	-	2,82	Memenuhi
4	Penyerapan	%	-	3,0	2,49	Memenuhi
Bahan Pengisi Abu terbang batubara						
1	BJ Bulk	(gr/cm ³)	2,5	-	2,41	Memenuhi
2	BJ SSD	(gr/cm ³)	-	-	2,41	Memenuhi
3	BJ Semu	(gr/cm ³)	-	-	2,41	Memenuhi
Aspal						
1	Berat Jenis	(gr/cm ³)	1	-	1,04	Memenuhi
2	Penetrasi	(mm)	60	79	66,89	Memenuhi
3	Uji Lembek	(°C)	48	58	49	Memenuhi
4	Uji Nyala	(°C)	200	-	319	Memenuhi
4	Uji Bakar	(°C)	200	-	338	Memenuhi
5	Pemuluran	(cm)	100	-	150	Memenuhi

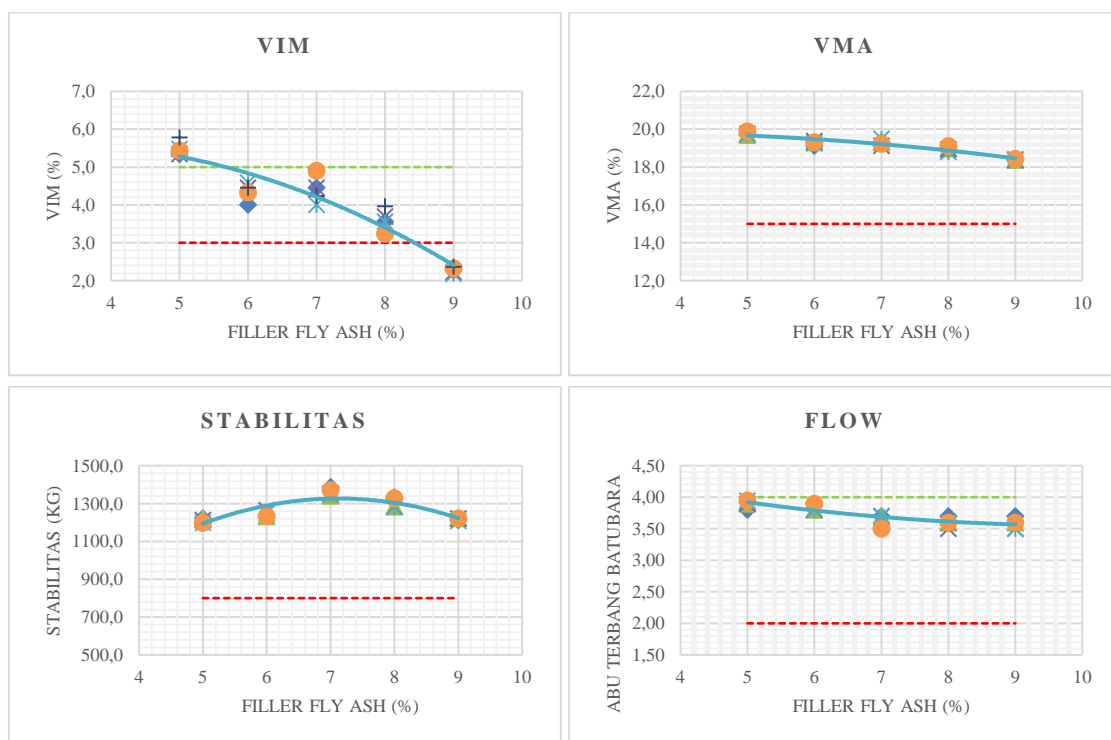


Gambar 2 Penentuan Kadar Aspal Optimum

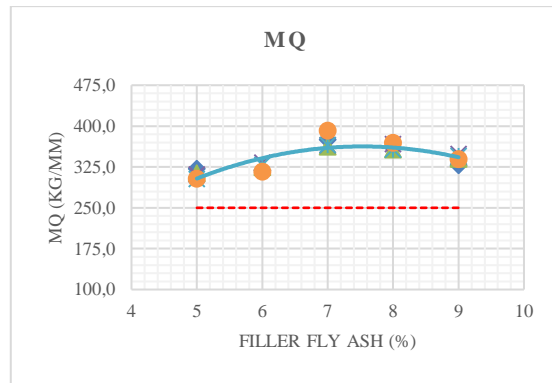
Gambar 2 menunjukkan rangkuman hasil pengujian Marshall untuk menentukan KAO. Dari pengujian ini diperoleh KAO sebesar 5,5%.

PENENTUAN KADAR BAHAN PENGISI OPTIMUM

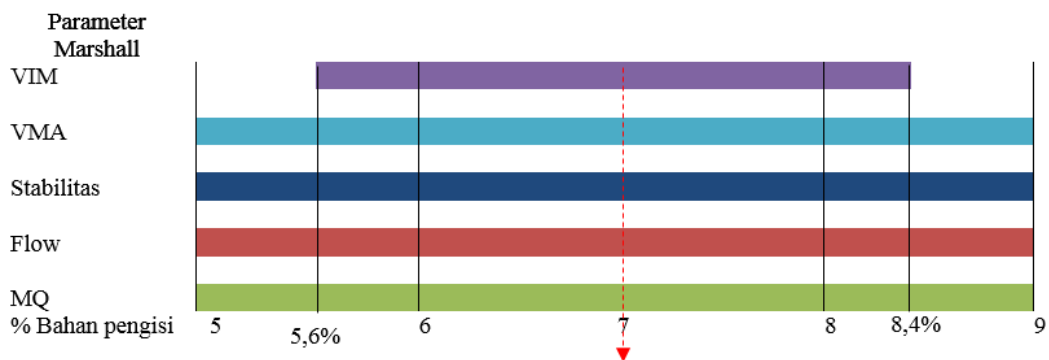
Pada pengujian ini digunakan benda uji dengan bahan pengisi abu terbang batubara. Kadar bahan pengisi adalah 5%, 6%, 7%, 8%, dan 9%. Dari pengujian ini diperoleh parameter Marshall, yaitu VIM, VMA, stabilitas, *flow*, dan *Marshall Quotient*. Dengan menggunakan hasil pengujian Marshall diperoleh kadar bahan pengisi optimum, yaitu 7 %, seperti ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 3 Hubungan antara Kadar Bahan Pengisi Abu Terbang Batubara dengan Karakteristik Campuran



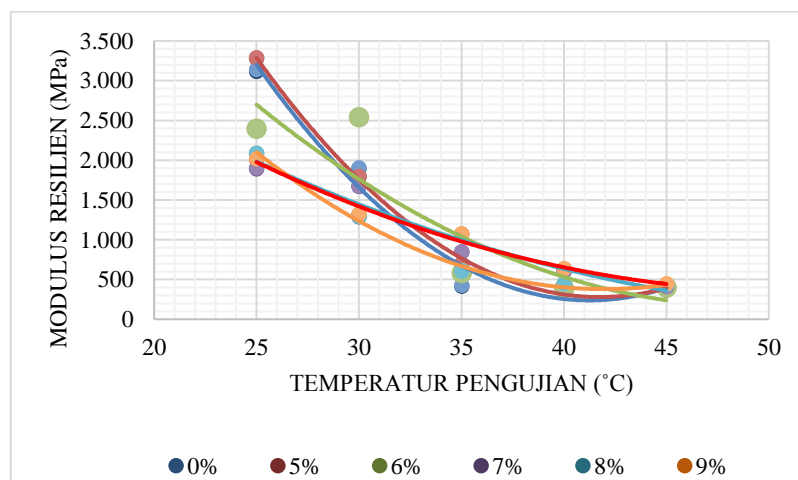
Gambar 3 Hubungan antara Kadar Bahan Pengisi Abu Terbang Batubara dengan Karakteristik Campuran



Gambar 4 Penentuan Kadar Bahan Pengisi Optimum

PENENTUAN MODULUS RESILIEN

Pengujian dengan alat UMATTA dilakukan untuk memperoleh modulus resilien benda uji. Hasil yang diperoleh dengan menggunakan alat UMATTA ini disajikan pada Tabel 2 dan Gambar 5 hingga Gambar 8.



Gambar 5 Hubungan Antara Temperatur Pengujian dengan Modulus Resilien

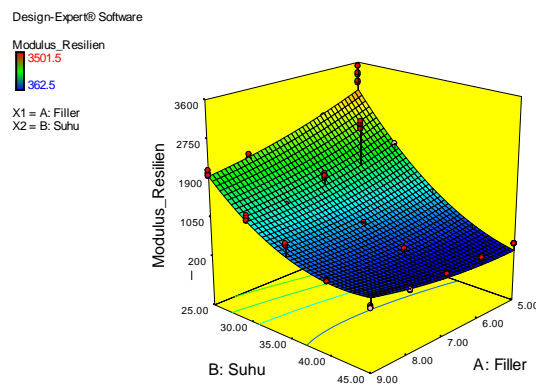
Tabel 2 Hasil Pengujian dengan Alat UMATTA

Kadar	Temperatur	Pukulan					Rata-rata
		Pukulan 1	Pukulan 2	Pukulan 3	Pukulan 4	Pukulan 5	
%	°C	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa
0%	25	3.245	3.179	3.110	3.042	3.053	3.126
	30	2.002	1.883	1.892	1.869	1.842	1.897
	35	422	407	408	414	440	418
	40	360	359	360	360	360	359
	45	389	391	391	382	380	387
5%	25	3.502	3.346	3.299	3.155	3.114	3.283
	30	1.889	1.799	1.769	1.762	1.734	1.791
	35	744	716	672	677	658	693
	40	403	384	381	375	363	381
	45	374	373	371	366	367	370
6%	25	2.557	2.388	2.363	2.328	2.311	2.389
	30	2.651	2.574	2.499	2.472	2.484	2.536
	35	623	566	583	552	547	574
	40	395	381	377	376	371	380
	45	422	393	387	388	379	393
7%	25	2.022	1.893	1.865	1.854	1.842	1.895
	30	1.737	1.693	1.677	1.621	1.633	1.672
	35	903	859	841	827	807	847
	40	628	593	600	601	602	604
	45	424	412	392	393	387	401
8%	25	2.182	2.085	2.070	2.051	2.035	2.084
	30	1.337	1.300	1.283	1.257	1.260	1.287
	35	649	599	594	584	575	600
	40	469	446	438	430	425	441
	45	454	435	425	414	406	426
9%	25	2.095	2.033	1.984	1.984	1.967	2.012
	30	1.400	1.339	1.290	1.281	1.277	1.317
	35	1.100	1.059	1.058	1.083	1.057	1.071
	40	649	622	622	642	630	633
	45	477	438	437	427	417	439

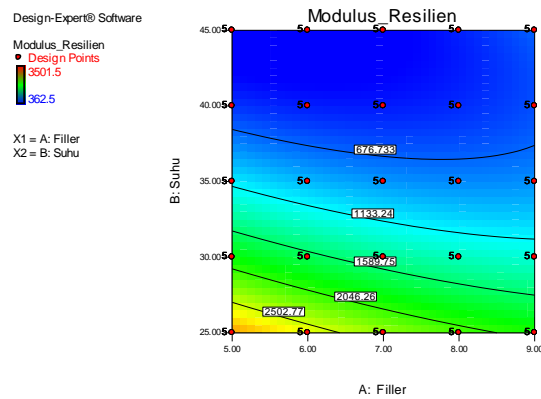
Persamaan yang didapatkan untuk menentukan nilai modulus resilien berdasarkan kadar bahan pengisi (x_1) dan temperatur (x_2) adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Modulus resilien} = & 16755.8694 - 1091.65 x_1 - 575.78 x_2 \\ & + 17.5884 x_1 x_2 + 28.9714 x_1^2 + 5.0133 x_2^2 \end{aligned} \quad (1)$$

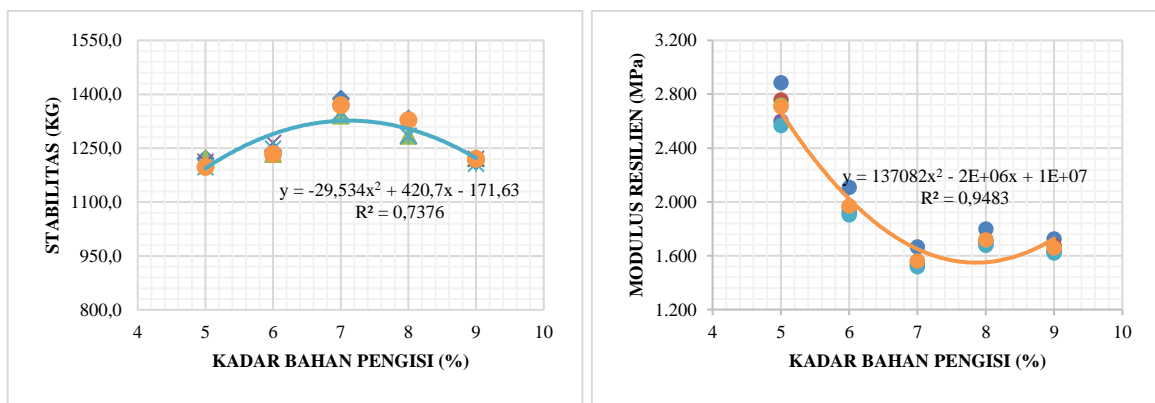
Persamaan tersebut digunakan untuk menghitung nilai modulus resilien optimum berdasarkan kadar bahan pengisi dan temperatur. Grafik 3 dimensi dan grafik kontur yang dihasilkan berdasarkan persamaan tersebut ditunjukkan pada Gambar 6 dan Gambar 7.



Gambar 6 Grafik 3D Modulus Resilien Berdasarkan Kadar Bahan Pengisi dan Temperatur



Gambar 7 Grafik Kontur Modulus Resilien Berdasarkan Kadar Bahan Pengisi dan Temperatur



Gambar 8 Hubungan Modulus Resilien terhadap Stabilitas Marshall

PEMBAHASAN

Dapat dilihat pada Gambar 8 bahwa dengan penambahan bahan pengisi, nilai stabilitas campuran meningkat hingga mencapai puncaknya pada kadar bahan pengisi 7 %. Nilai stabilitas campuran pada kadar bahan pengisi 7% ini adalah 1.326 kg.

Nilai modulus resilien rata-rata untuk benda uji dengan kadar bahan pengisi 5% adalah 3.283 MPa dan nilai rata modulus resilien ini menurun dengan meningkatnya kadar bahan pengisi. Grafik pada Gambar 8 menunjukkan bahwa pada kadar bahan pengisi 5% hingga 7% modulus resilien rata benda uji mengalami penurunan, sedangkan pada kadar bahan pengisi tersebut stabilitas benda uji mengalami peningkatan. Hal ini dapat diinterpretasikan bahwa perkerasan yang memiliki stabilitas tinggi menjadikan perkerasan lebih kaku, tetapi mempunyai kemampuan deformasi balik rendah. Sebaliknya nilai stabilitas rendah menjadikan perkerasan lebih lentur dan deformasi balik menjadi tinggi. Hal ini membuktikan bahwa stabilitas dan modulus resilien memiliki hubungan kuat.

Pada Tabel 2 dapat dilihat bahwa semakin tinggi temperatur pengujian, semakin rendah nilai modulus resilien. Untuk temperatur pengujian yang sama, yaitu 25°C, pada kadar bahan pengisi 5% nilai modulus resilien adalah 3.283 MPa, sedangkan pada pada kadar bahan pengisi 9% nilai modulus resilien adalah 2.012 MPa. Hal ini menunjukkan

bahwa bahan pengisi abu terbang batubara dapat menahan pengaruh temperatur di lapangan, dengan membuat perkerasan menjadi lebih kaku, sehingga lebih tahan terhadap deformasi.

Penelitian yang dilakukan oleh Wiyono (2012) menunjukkan bahwa nilai modulus resilien tertinggi terjadi pada campuran dengan kadar bahan pengisi kapur 0% pada temperatur pengujian 20°C, yaitu sebesar 792,42 MPa. Penelitian tersebut menyimpulkan bahwa semakin tinggi kadar kapur, semakin lentur campuran beraspal, semakin banyak bahan pengisi kapur dalam campuran, semakin rendah modulus resilien campuran tersebut.

KESIMPULAN

Dari studi ini diperoleh bahwa kadar aspal optimum beton aspal lapis aus (AC-WC) adalah 5,5%. Dengan menggunakan kadar aspal tersebut diperoleh kadar bahan pengisi abu terbang batubara yang optimum adalah 7%.

Bahan pengisi abu terbang batu bara menurunkan modulus resilien campuran beton aspal lapis aus pada saat stabilitas campuran bertambah. Hal ini berarti bahwa dengan menggunakan bahan pengisi abu terbang batubara, perkerasan yang memiliki stabilitas tinggi dan lebih kaku akan mempunyai kemampuan deformasi balik yang rendah, dan sebaliknya perkerasan yang memiliki stabilitas rendah dan lebih lentur mempunyai kemampuan deformasi balik yang tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- American Association of State Highway and Transportation Officials. 1993. *Guide for Design of Pavement Structure*. Washington, DC.
- Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Prasarana Transportasi. 2002. *Pedoman Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Pt T-01-2002-B*. Departemen Perumahan dan Prasana Wilayah. Bandung:.
- Wiyono, A.W.W. 2012. *Pengaruh Suhu terhadap Modulus Elastisitas dan Angka Poisson Beton Aspal Lapis Aus (AC-WC) dengan Kapur sebagai Filler*. Jurnal Rekayasa dan Manajemen Transportasi, 2 (2), Juli 2012.