

PENGARUH RENDAMAN BERULANG PADA CAMPURAN ASPAL BETON MENGGUNAKAN ASPAL MODIFIKASI SERPIHAN KARET BAN DENGAN VARIASI BAHAN PENGISI ABU BATU DAN ABU TERBANG

Anugerah S. P. Telaumbanua¹, Risma M. Simanjuntak²,
Setiyadi³

¹Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia
Email: anugerahsaktipratama@gmail.com

²Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia
Email: risimasimanjuntak@gmail.com

³Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia
Email: setiyadi021164@gmail.com

Masuk: 18-06-2022, revisi: 26-06-2022, diterima untuk diterbitkan: 28-06-2022

ABSTRAK

Perbaikan mutu perkerasan jalan lentur membutuhkan inovasi dalam hal penggunaan agregat dan aspal agar keawetan perkerasan semakin meningkat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan aspal modifikasi dengan campuran serpihan karet ban dan penggunaan bahan pengisi (*filler*) abu terbang (*fly ash*) sebagai pengganti bahan pengisi abu batu terhadap nilai uji Marshall pada campuran beton aspal. Selain itu, uji terhadap sampel juga dilakukan untuk mengetahui seberapa jauh penurunan stabilitas akan terjadi akibat perendaman yang dilakukan berulang sebanyak tiga kali. Untuk hasil uji tanpa perendaman pada sampel didapatkan nilai stabilitas dan Marshall kuosien tertinggi pada kadar *filler* abu terbang 100 % dengan nilai 1306,45 kg dan 390 kg/mm. Hasil uji dengan perendaman didapatkan pengurangan nilai stabilitas yang paling kecil pada kadar *filler* abu terbang 100 % yaitu sebesar 10,73 % sedangkan bila hanya menggunakan *filler* abu batu pengurangannya mencapai 15 %. Nilai kuosien Marshall hasil perendaman juga mengalami penurunan terkecil pada kadar *filler* abu terbang 100 % yaitu sebesar 11,97 % dibandingkan dengan campuran menggunakan *filler* abu batu dengan tingkat penurunan sebesar 22,95 %.

Kata Kunci : abu terbang, serpihan karet ban, perendaman, stabilitas, kuosien marshall

ABSTRACT

Improving the quality of flexible road pavements necessitates new approaches to aggregate and asphalt used to increase pavement durability. This study aims to see how modified asphalt with a mixture of tire rubber flakes and fly ash as a substitute for rock ash affects the Marshall test value in asphalt concrete mixes. Furthermore, tests on samples aim to determine how much of a decrease in stability would result from three times of repeated immersion. Obtaining the highest value of resilience and Marshall quotient at 100 percent Fly Ash (FA) filler content reached 1306.45 kg and 390 kg/mm for the test results without immersion on the sample. The immersion test results showed that the most negligible reduction in stability value was at 100% fly ash filler content, which was 10.73%. In contrast, if only using rock ash filler, the decline reached 15%. The Marshall quotient value due to immersion also experienced a minor decrease in the 100% fly ash filler content, which was 11.97%, compared to the mixture using rock ash filler with a reduction of 22.95%.

Keywords: *fly ash, tire rubber flakes, immersion, stability, Marshall Quotient*

1. PENDAHULUAN

Jalan adalah prasarana transportasi darat yang kebutuhannya di Indonesia terus mengalami peningkatan, seiring meningkatnya jumlah kendaraan. Konstruksi jalan merupakan suatu konstruksi yang menerima beban lalu lintas oleh sebab itu diharapkan suatu lapisan perkerasan jalan harus memiliki konstruksi perkerasan jalan yang kuat dan mampu menerima beban dari pengguna lalu lintas. Dengan semakin bertambahnya kendaraan di Indonesia maka semakin banyak pula ban kendaraan yang tidak terpakai akan menjadi limbah yang terbuang begitu saja. (Laos, 2015).

Penelitian ini mencoba untuk menggunakan ban bekas yang sudah tidak terpakai dalam bentuk serpihan karet ban sebagai bahan campuran dalam aspal panas. Dari aspek ekologi upaya pemanfaatan limbah ban ini dapat mengurangi sampah ban dan mengolahnya menjadi bahan yang berguna sebagai bahan campuran aspal modifikasi karet ban. Karet ban yang telah diolah menjadi serbuk karet dan lolos ukuran saringan nomor 40 dan dicampurkan ke dalam aspal panas diharapkan dapat menambah kualitas bahan aspal yang telah dimodifikasi.

Penelitian yang dilakukan terdahulu, mengenai pengaruh penambahan serbuk ban karet pada campuran Laston untuk perkerasan jalan diperoleh hasil sifat campuran berupa stabilitas yang mengalami peningkatan berdasarkan persyaratan Laston dengan campuran kadar aspal 5% dan serbuk karet ban 1%. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan serbuk karet ban dengan kadar serpihan karet ban sama dengan penelitian sebelumnya pada campuran AC-WC namun menggunakan bahan *filler* kombinasi abu terbang (*fly ash*) dan abu batu. Penggunaan *filler* abu batu bara (*fly ash*) pada penelitian sebelumnya (Dirgantara, 2021) juga memperlihatkan adanya peningkatan beban yang bekerja sampai dengan 5% beban puncak dalam hal ini adanya peningkatan stabilitas pada campuran.

Berdasarkan penelitian di atas, maka penelitian ini mencoba melakukan pengujian pada campuran beton aspal yang menggunakan aspal modifikasi karet ban bekas dan *filler* kombinasi abu batu dan abu terbang untuk melihat pengaruh perubahan nilai uji Marshall pada campuran menggunakan beberapa variasi campuran *filler* abu terbang. Campuran tersebut juga diuji pengaruhnya terhadap kondisi basah kering yang berulang untuk mengetahui besar pengurangan nilai stabilitas dan fleksibilitasnya.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian yang dilakukan di laboratorium menggunakan metode/rencana kerja yang dibagi dalam 4 (empat) tahap yaitu:

1. Pengujian teknis material (agregat dan aspal)
2. Perencanaan campuran
3. Pengujian contoh campuran tanpa rendaman
4. Pengujian contoh campuran yang mengalami perendaman dan pengeringan berulang sebanyak tiga kali.

2.1 Bahan Agregat/Batuan

2.1.1 Agregat Kasar

Agregat kasar didefinisikan secara umum sebagai formasi kulit bumi yang keras dan penyal (*solid*) yang tertahan pada saringan no. 8 atau 2,36 mm. Fungsi agregat kasar adalah untuk memberikan kekuatan pada campuran. Bentuk serta permukaan agregat kasar yang diinginkan adalah yang kasar dan tidak bulat agar dapat memberikan penguncian yang baik dengan material yang lain (Sukirman, S, 2003). Adapun persyaratan mutu yang harus dipenuhi pada material agregat kasar seperti tercantum pada Tabel 1.

Tabel 1. Persyaratan mutu agregat kasar

Sifat Agregat	Persyaratan
Keausan dengan Mesin Los Angeles	< 40%
Kelekatan terhadap aspal	> 95%
Jumlah bidang pecah	2
Indeks kepipihan	< 25%
Penyerapan air	< 3%
Berat Jenis (bulk & semu)	> 2,5
Bagian yang lunak	< 5%

Sumber: Spesifikasi Umum Bina Marga, 2010

2.1.2 Agregat Halus

Yang dimaksud dengan agregat halus adalah agregat yang lolos saringan No. 8 atau 2,36 mm dengan syarat-syarat mutu agregat halus yang tercantum pada Tabel 2.

Tabel 2 Syarat-syarat agregat halus

No	Pengujian	Nilai
1	Nilai setara pasir	Min. 45%
2	Material lolos saringan no. 200 (0,075)	Maks. 8%
3	Angularitas	Min. 45%
4	Penyerapan air	Maks. 3%
5	Berat jenis bulk	Min. 2,5%

Sumber: Spesifikasi Umum Bina Marga, 2010

2.1.3 Bahan Pengisi (*filler*)

Filler merupakan salah satu bahan pengisi rongga campuran aspal berupa bahan halus yang lolos saringan no. 200 atau 0,075 mm, sebagai bahan pengisi rongga agregat halus dan kasar serta meningkatkan kepadatan dan kestabilan.

Filler yang digunakan adalah campuran antara *filler* abu batu dan abu terbang (*fly ash*) dengan kombinasi persentasi 0:100, 25:75, 50:50, 75:25, dan 100:0.

Fly ash (abu terbang) adalah material yang berasal dari sisa pembakaran batu bara yang tidak terpakai kemudian dialirkan dari ruang pembakaran melalui ketel dalam bentuk semburan asap partikel halus dan bahan anorganik. Abu terbang mengandung bahan kimia yang terdiri dari mayoritas Fe_2O_3 (34,5%), SiO_2 (28,6%), CaO (19,4%), Al_2O_3 (8,8%) sedangkan selebihnya berupa MoO_3 , TiO_2 , K_2O , MgO , MnO , HgO , BaO , V_2O_5 , Cr_2O_3 , dan CuO (8,7%) (Paul Nugraha & Antoni, 2007)

2.1.4 Agregat Campuran

Agregat campuran harus mempunyai gradasi yang menerus dari butir yang kasar sampai yang halus, dan pemeriksaan gradasi dengan menggunakan cara PB-0201-76 MPBJ harus memenuhi syarat gradasi seperti yang tercantum pada Tabel 3.

Tabel 3 Persyaratan gradasi agregat campuran lapis aspal beton (Laston)

Ukuran Saringan	% Berat Lolos saringan
3/4 "	100
1/2 "	80-100
3/8"	70-90
No. 4	50-70
No. 8	35-50
No. 30	18-29
No. 50	13-23

No. 100	8-16
No.200	4-10

Sumber: PB-0201-76 MPBJ

2.2 Aspal

2.2.1 Aspal keras/panas

Aspal adalah material berwarna hitam atau cokelat tua, pada temperatur ruang berbentuk padat dan pada temperatur tinggi berbentuk cairan. Adapun aspal yang digunakan adalah aspal keras dengan penetrasi 60/70 dengan mutu persyaratan aspal keras seperti yang tercantum pada Tabel 4

Tabel 4 Persyaratan Aspal Keras

Jenis Pemeriksaan	Persyaratan Bahan Aspal						Satuan
	Pen 40/50		Pen 60/70		Pen 80/100		
	Min	Max	Min	Max	Min	max	
Penetrasi 25 °C, 100 gr, 5 detik	40	59	60	79	80	99	0.1 mm
Titik lembek	51	63	48	58	46	54	°C
Titik Nyala	232	-	232	-	232	-	°C
Kehilangan berat	-	0.4	-	0.4	-	0.4	% berat
Kelarutan	99	-	99	-	99	-	% berat
Daktilitas	100	-	100	-	100	-	Cm
Penetrasi setelah kehilangan	75	-	75	-	75	-	% semula
Berat jenis 25 °C	1	-	1	-	1	-	gr/cm ³

2.2.2 Serbuk Karet Ban

Serbuk karet ban merupakan salah satu limbah karet dari sisa bahan yang dihasilkan ban mobil atau truk yang berada di kota Malang. Serbuk karet ban merupakan salah satu bahan tambah yang diharapkan mampu meningkatkan kualitas aspal dalam memenuhi karakteristik aspal sebagai bahan ikat, serta meningkatkan karakteristik pada campuran lapis aspal beton terutama pada stabilitas, fleksibilitas dan durabilitas.

2.3 Lapisan Aspal Beton (*Laston*)

Aspal beton merupakan campuran merata antara agregat dan aspal sebagai bahan pengikat dan harus memenuhi syarat campuran Laston seperti tercantum pada Tabel 5.

Tabel 5 Persyaratan Laston

Sifat Campuran	Lalu Lintas Berat		Lalu Lintas Sedang		Lalu Lintas Ringan	
	Min	Maks	Min	Maks	Min	Maks
Stabilitas (Kg)	800	-	650	-	460	-
Kelelehan/Flow (mm)	2	4	2	4,5	2	5
Marshall Quotient	200	350	200	350	200	30
Rongga Dalam Campuran/VIM (%)	3	5	3	5	3	5
Rongga Dalam Agregat/VMA (%)	15	-	15	-	15	-
Rongga Terisi Aspal/VFA (%)	63	-	63	-	63	-
Jumlah Tumbukan	2x75		2x50		2x35	

Sumber: Spesifikasi Umum Bina Marga, 2010

3. HASIL PENELITIAN

3.1 Analisis Hasil Perhitungan Pengujian Agregat

Data hasil pengujian agregat dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6 Analisa Data Hasil Pengujian Agregat

Jenis pengujian	Hasil	Standar persyaratan	Persyaratan	Keterangan
Berat Jenis Agregat Kasar	2,7 gr/ml	SNI 1969:2008	$\geq 2,5$	Memenuhi
Berat Jenis Agregat Halus	2,665 gr/ml	SNI 1970:2008	$\geq 2,5$	Memenuhi
Penyerapan Agregat Kasar	1,54%	SNI 1969:2008	$\leq 3\%$	Memenuhi
Penyerapan Agregat Halus	0,482%	SNI 1970:2008	$\leq 3\%$	Memenuhi
Abrasi dengan Mesin Los Angeles	37%	SNI 2417:2008	$\leq 40\%$	Memenuhi

Sumber: Spesifikasi Umum Bina Marga, 2010

Hasil uji terhadap agregat memperlihatkan bahwa seluruh agregat yang dipergunakan sesuai dengan standar yang ditetapkan dalam SNI.

3.2 Analisa Hasil Perhitungan Pengujian Aspal

Analisa hasil perhitungan pengujian aspal dapat dilihat pada tabel 7

Tabel 7 Analisa Data Hasil Pengujian Aspal

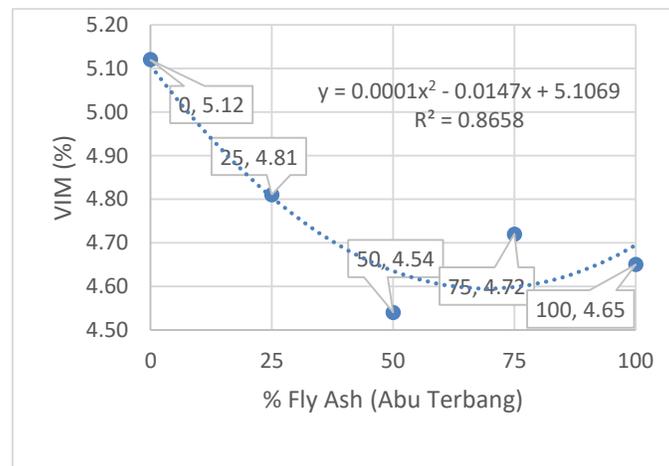
Jenis Pengujian	Hasil		Standar Persyaratan	Persyaratan		Keterangan	
	Aspal Pen 60/70	Aspal Modifikasi		Aspal Pen 60/70	Aspal Modifikasi	Aspal Pen 60/70	Aspal Modifikasi
Berat Jenis Aspal	1.06 gr/ml	1.06 gr/ml	SNI 2441:2011	≥ 1	≥ 1	Memenuhi	Memenuhi
Penetrasi Aspal	65,8	43,6	SNI 2456:2011	60-70	Min.40	Memenuhi	Memenuhi
Daktalitas Aspal	140 cm	94 cm	SNI 2432:2011	≥ 100	≥ 100	Memenuhi	Tidak Memenuhi
Titik Lembek Aspal	52,25	66,5	SNI 2434:2011	≥ 48	≥ 54	Memenuhi	Memenuhi
Titik Nyaladan Titik Bakar Aspal	329	300	SNI 2433:2011	≥ 232	≥ 232	Memenuhi	Memenuhi

Sumber: Spesifikasi Umum Bina Marga, 2010

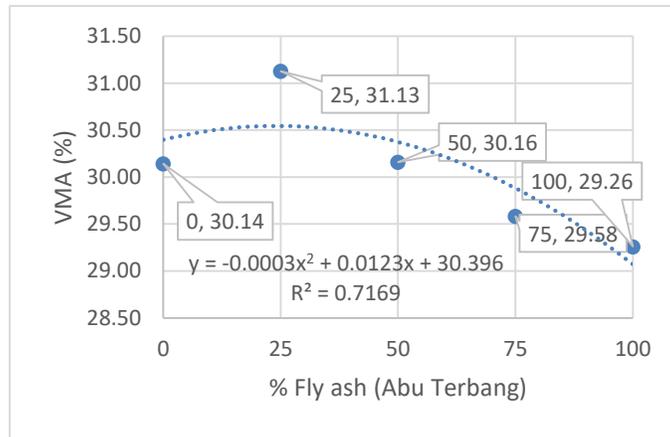
Hasil uji terhadap aspal ternyata tidak seluruhnya memenuhi syarat SNI karena aspal merupakan campuran aspal modifikasi yang dicampur dengan serpihan karet ban sehingga daktalitas tidak selalu memenuhi syarat SNI yang menggunakan aspal murni.

3.3 Grafik Analisis Nilai Marshall Tanpa Perendaman

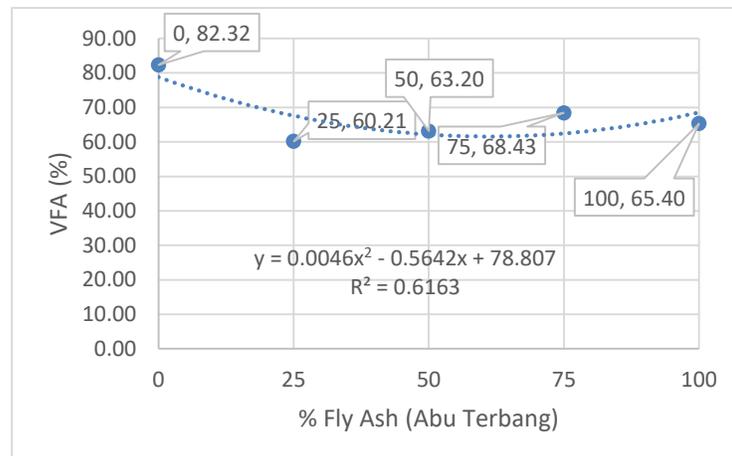
Hasil pengujian nilai volumetrik benda uji (VIM, VMA, dan VFA) didapatkan kecenderungan grafik seperti pada gambar 1 sampai dengan gambar 3.



Gambar 1. Grafik Nilai Rata – Rata VIM Tanpa Perendaman



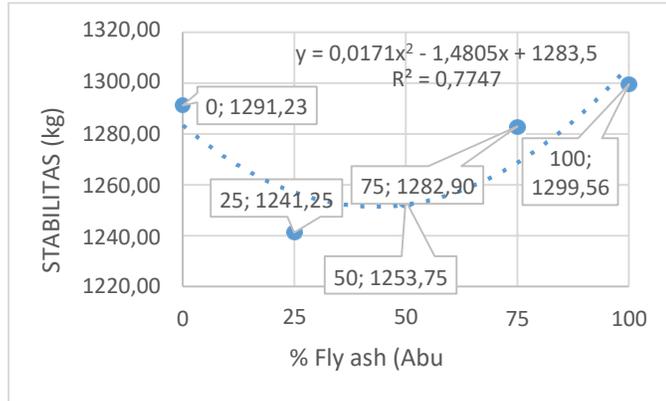
Gambar 2. Grafik Nilai Rata – Rata VMA Tanpa Perendaman



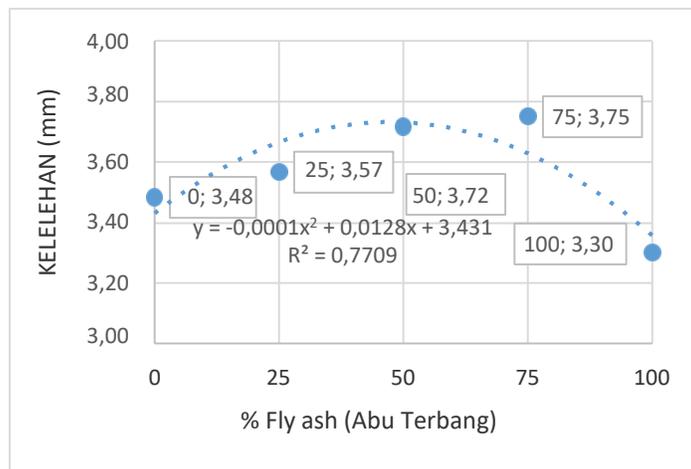
Gambar 3. Grafik Nilai Rata – Rata VFA Tanpa Perendaman

Dari hasil uji terhadap nilai volumetrik benda uji menggunakan aspal modifikasi dan variasi *filler* abu terbang didapatkan hasil yang cenderung menurun pada parameter VIM, VMA dan VFA pada berbagai variasi *filler* abu batu. Walaupun ada sedikit peningkatan namun peningkatan tersebut tidak signifikan.

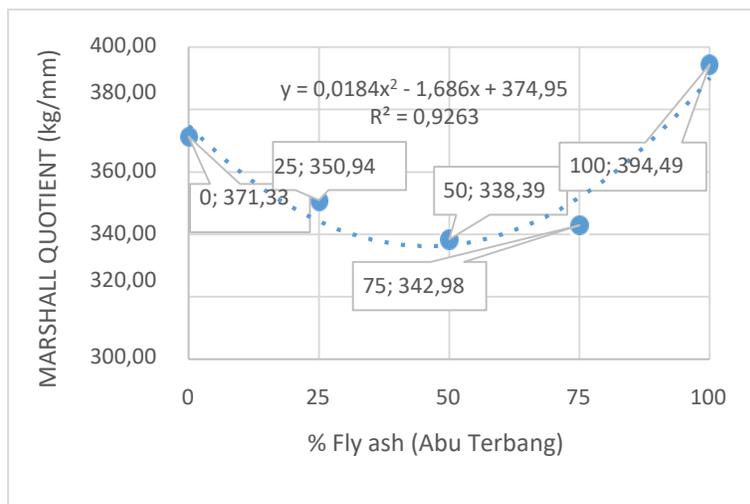
Hasil uji Marshall pada benda uji menggunakan variasi *filler* abu terbang ditunjukkan pada gambar grafik terhadap nilai stabilitas, kelelahan (*flow*), dan nilai kuesion Marshall pada gambar 4 sampai dengan gambar 6.



Gambar 4. Grafik nilai rata – rata stabilitas tanpa perendaman



Gambar 5. Grafik nilai rata – rata kelelehan tanpa perendaman

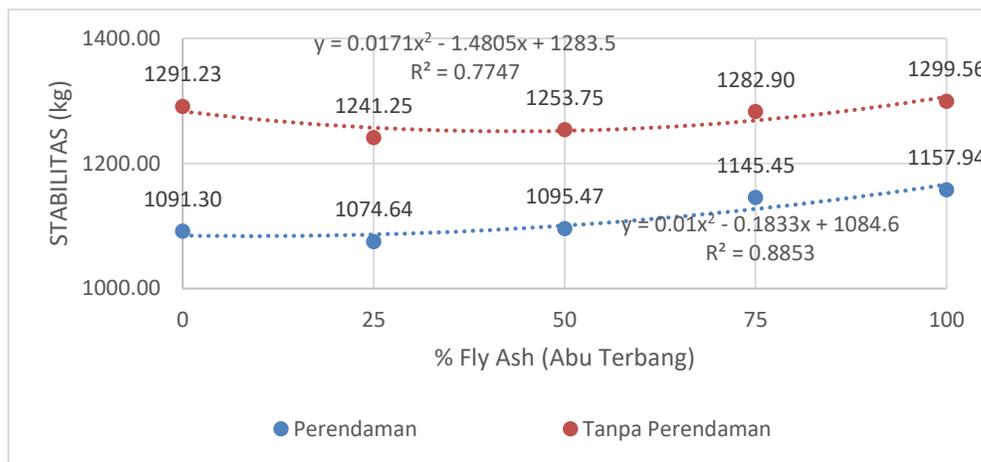


Gambar 6. Grafik nilai rata – rata Marshall *Quotient* tanpa perendaman

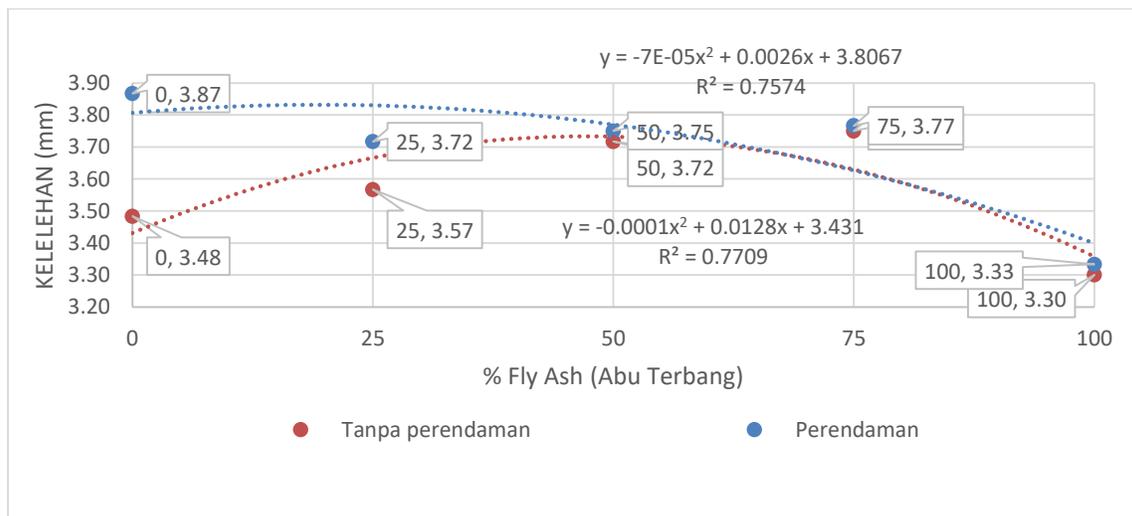
Hasil uji Marshall tanpa perendaman pada penelitian ini menunjukkan nilai stabilitas pada variasi abu terbang yang semakin menurun namun meningkat kembali dengan peningkatan tertinggi pada kadar *filler* abu terbang 100 % sebesar 1306,45 kg atau terjadi peningkatan yang tidak terlalu signifikan sebesar 1,79 % dibandingkan dengan bila menggunakan *filler* abu batu. Ini berarti penguncian antar partikel agregat dan daya ikat aspal terhadap agregat menjadi sedikit lebih kuat bila menggunakan *filler* abu terbang. Peningkatan nilai MQ (*Marshall Quotient*) tertinggi didapat pada kadar *filler* abu terbang 100 % dengan nilai 390,35 kg/mm atau sebesar 4,10 % dari campuran menggunakan 100 % abu batu, yang berarti bahwa campuran ini mempunyai tingkat fleksibilitas yang rendah dan tidak memenuhi syarat SNI karena melebihi nilai standar maksimum yang ditetapkan pada SNI yaitu sebesar 350 kg/mm.

3.4 Analisis Hasil Perbandingan Nilai Marshall Campuran Modifikasi Tanpa Perendaman dan Dengan Perendaman

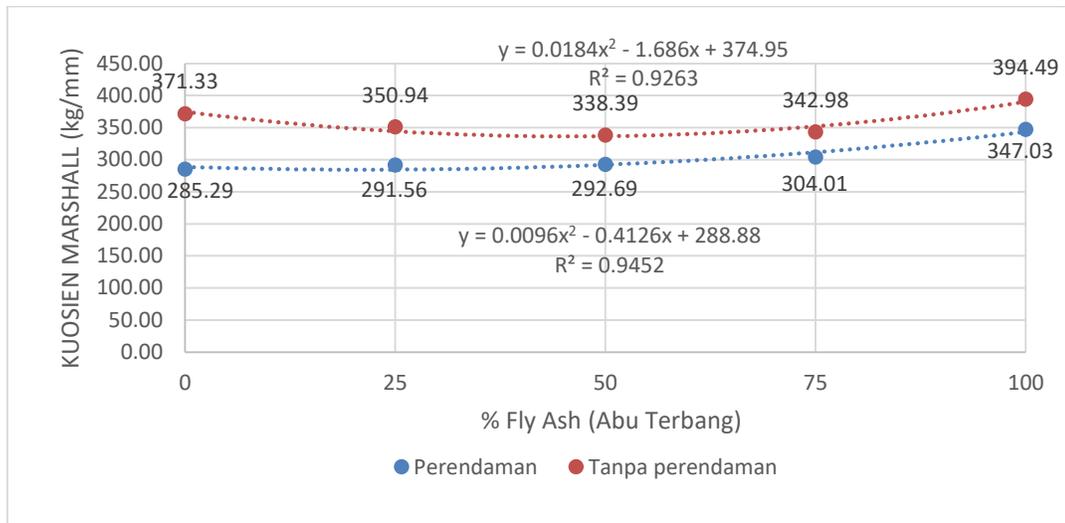
Pada gambar 7, 8, dan 9 dapat dilihat grafik perbandingan nilai Marshall berupa stabilitas, kelelahan (*flow*), dan kuesion Marshall (MQ) menggunakan sampel uji tanpa perendaman dan dengan perendaman.



Gambar 7 Grafik Perbandingan Stabilitas



Gambar 8 Grafik Perbandingan Kelelahan (*Flow*)



Gambar 9 Grafik Perbandingan Marshall Quotient (MQ)

Untuk hasil uji Marshall dengan perendaman ulang pada penelitian ini didapatkan penurunan nilai stabilitas terendah pada kadar filler abu terbang 100 % dengan nilai penurunan sebesar 10,37 %, sedangkan pada campuran dengan menggunakan filler abu batu penurunan stabilitas sebesar 15%. Pada nilai kelelahan, hasil uji menunjukkan kecenderungan menurun sehingga nilai kuesion Marshall (MQ) campuran yang menggunakan filler abu terbang 100 % mengalami penurunan sebesar 11,97 % dibandingkan dengan filler abu batu 100 % dengan nilai penurunan sebesar 22,95 %.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan filler abu terbang dan aspal modifikasi ban bekas menyebabkan tingkat penurunan stabilitas akibat adanya perendaman menjadi lebih kecil sehingga meningkatkan durabilitas campuran. Walaupun nilai stabilitas mengalami penurunan yang kecil namun nilai MQ campuran menurun cukup signifikan yang berakibat pada semakin berkurangnya tingkat fleksibilitas campuran ke tingkat yang lebih aman..

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis akhir pada uji Marshall dengan menggunakan bahan modifikasi serpihan karet ban variasi filler abu terbang dan abu batu, maka didapat kesimpulan sebagai berikut:

1. Stabilitas campuran yang menggunakan filler abu terbang cenderung mengalami penurunan namun mengalami peningkatan kembali sampai pada batas optimum 100 % dengan peningkatan yang tidak terlalu signifikan sebesar 1,79 % terhadap campuran dengan filler abu batu.
2. Nilai MQ (fleksibilitas) campuran dengan filler abu terbang juga mengalami penurunan dan meningkat tidak terlalu signifikan pada kadar 100 % yaitu sebesar 4,10 % dibandingkan dengan campuran menggunakan abu batu.
3. Dalam hal penelitian terhadap perendaman berulang didapatkan hasil pengurangan nilai stabilitas campuran menggunakan filler abu terbang lebih kecil dibandingkan dengan campuran menggunakan abu batu. Demikian juga halnya dengan pengurangan nilai pada MQ namun cukup signifikan mengurangi tingkat fleksibilitas.
4. Dari hasil analisis seluruh benda uji, dapat disimpulkan bahwa penggunaan aspal modifikasi dan filler abu terbang pada perkerasan jalan lentur dapat mengurangi tingkat kerusakan jalan dalam hal memelihara tingkat stabilitas jalan.

REFERENSI

- Badan Standar Nasional Indonesia (2003), M-01-2003: Pengujian Marshall Campuran Aspal, Badan Standar Nasional Indonesia, Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum (1987), Persyaratan Sifat Campuran Beton Aspal AC-BC (Laston), Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum (1987), Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (Laston), SKBI-2.4.26.1987, Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum (2010), Spesifikasi Umum Bina Marga 2010, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta
- Dirgantara, G. (2021), Pengaruh Abu Terbang Sebagai Filler Terhadap Karakteristik Marshall Campuran AC-WC, Tugas Akhir Program Studi Teknik Sipil, Universitas Hasanudin, Gowa.
- Laos, C., Gedy Goestiawan, Paravita Sri Wulandari, Harry Patmadjaja (2015), Pengaruh Penambahan Serbuk Ban Karet Pada Campuran Laston Untuk Perkerasan Jalan Raya, Jurnal Dimensi Pratama Teknik Sipil, Vol. 4, No. 2 (2015)
- Nugraha, P., Antoni (2007), "Teknologi Beton: Dari Material, Pembuatan, ke Beton Kinerja Tinggi", LPPM Universitas Kristen Petra, Penerbit Andi, Surabaya.
- Sukirman, S., (2003), Beton Aspal Campuran Panas, Granit, Jakarta.