

KARAKTERISTIK PENGGUNAAN PLASTIK PVC (*POLYVINYL CHLORIDE*) BAHAN TAMBAHAN CAMPURAN ASPAL PORUS

M. Sa'dillah¹⁾, Yurnalisdel¹⁾, Blima Oktaviastuti¹⁾, Calvin Charis Christy Nenabu¹⁾

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik,
Universitas Tribhuwana Tungadewi, Malang
Corresponding author: muhsad93@gmail.com

Abstrak

Berbagai jenis plastik yang digunakan oleh masyarakat termasuk plastik yang digunakan oleh para peneliti (*Polyvinyl Chloride*) PVC jenis plastik ini merupakan limbah paralon yang terbuat dari proses polimerisasi yang ditemukan dalam kehidupan sehari-hari, salah satu pemanfaatan biji plastik adalah sebagai bahan tambahan dalam pembuatan aspal porous yang nantinya berfungsi sebagai perekat konstruksi jalan. Penelitian ini bertujuan untuk (1) Menentukan nilai Kadar Aspal Optimal untuk sifat *Marshall* (KAO) untuk Campuran aspal porous (2) Karakteristik tes *Marshall* untuk menentukan kandungan aspal yang ideal dengan menambahkan limbah plastik PVC (3) mengetahui pengaruh penambahan biji plastik PVC terhadap kinerja aspal porous. Metode penelitian menggunakan penelitian eksperimental di laboratorium. Penelitian ini menggunakan metode pendekatan *Australian Asphalt Pavement Association* (AAPA) 2004. Pengujian kadar aspal optimum (KAO) yaitu terdapat pada kadar 5% telah memenuhi spesifikasi *Asphalt Pavement Association* (AAPA 2004) untuk campuran aspal porous. Pengujian campuran dengan variasi kadar plastik PVC 4% telah memenuhi spesifikasi *Australian* (AAPA 2004) meliputi pengujian VIM, VMA, Stabilitas, Flow dan MQ.

Kata Kunci : *Polivinil klorida, PVC, AAPA, Marshall, Aspal Porus.*

Abstract

Various types of plastik used by the community, including the plastik used by researchers (Polyvinyl Chloride). This type of PVC is plastik waste made from the polymerization process which is found in everyday life. One of the uses of plastik pellets is as an additional material in making asphalt. Porus which will later function as road construction adhesive. This research aims to (1) Determine the Optimal Asphalt Content value for Marshall properties (KAO) for porous asphalt mixtures (2) Characteristics of the Marshall test to determine the ideal asphalt content by adding PVC plastik waste (3) determine the effect of adding PVC plastik pellets on performance of porous asphalt. The research method uses experimental research in the laboratory. The research carried out using the Australian Asphalt Pavement Association (AAPA) 2004 approach method. Testing for optimum asphalt content (KAO), namely at a level of 5%, meets the Asphalt Pavement Association (AAPA 2004) specifications for porous asphalt mixtures. Mixture testing with variations in PVC plastik content of 4% has met Australian specifications (AAPA 2004) including VIM, VMA, Stability, Flow and MQ testing.

Keywords : *Polyvinyl Chloride, PVC, AAPA, Marshall, Asphalt Porous*

PENDAHULUAN

Indonesia khususnya Provinsi Nusa Tenggara Timur merupakan provinsi yang sedang berkembang dalam dunia transportasi darat yang menghubungkan daerah-daerah sebagai roda perekonomian masyarakat. Ketersediaan bahan jalan sangat penting untuk pembangunan jalan yang aman material pendukung sarana jalan. Infrastruktur jalan merupakan salah satu strategi sebagai akses arus barang, jasa, dan perpindahan penduduk semuanya memiliki kelebihan, tetapi jalan sangat bermanfaat untuk transportasi untuk pendidikan, kesehatan, dan tujuan penting lainnya. Tenaga kerja tetap diperhatikan. Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap lalu lintas (Luh, dkk., 2019).

Aspal berperan penting di Indonesia dalam konsep jalan aspal sebagai alternatif perekat paving dan banyak digunakan sebagai penutup jalan dengan kekuatan dan ketahanan deformasi yang lebih tinggi dibandingkan beton aspal itu sendiri. Terdapat berbagai jenis aspal pada permukaan jalan, namun perlu juga diperhatikan kualitas dan kekuatan aspal, serta letak geografisnya (Susilowati, dkk., 2021). Penggunaan aspal murni dalam produksiberdampak signifikan terhadap ketersediaan aspal secara global. Aspal modifikasi digunakan dalam konstruksi jalan untuk meminimalkan penggunaan aspal (Arifin, 2018)

Pengujian yang dilakukan (Linggo & Kurniawan, 2017), biji plastik PVC keberadaan aspal memegang peranan penting sebagai bahan permukaan jalan atau aditif jalan dalam permukaan fleksibel sebagai perlengkapan jalan. Kita semua tahu bahwa sampah di Indonesia sangat banyak, sehingga jumlah sampah yang dihasilkan oleh penduduk Indonesia semakin meningkat dari tahun ketahun, menurut Data Badan Pusat Statistik (BPS) 2021 menyebutkan limbah plastik Indonesia mencapai 66 juta ton per tahun, dengan berbagi dimensi plastik yang dimana Ada berbagai jenis plastik yang digunakan oleh masyarakat, termasuk plastik yang digunakan oleh para peneliti (*polyvinyl chloride*) PVC jenis plastik ini merupakan limbah paralon yang terbuat dari proses polimerisasi yang ditemukan dalam kehidupan sehari-hari, salah satu pemanfaatan biji plastik adalah sebagai bahan tambahan dalam pembuatan aspal porus yang nantinya berfungsi sebagai perekat konstruksi jalan (Rizkianto, dkk., 2015). Biji plastik PVC merupakan komponen dari suatu aktivitas manusia yang digunakan untuk proses produksi, pasca konstruksi, dan sebagainya yang berfungsi sebagai media pengaliran suatu zat cair, uap, atau gas dimana berbentuk batang silinder berongga. Biji plastik PVC juga dikenal sebagai bahan untuk pembuatan pipa PVC atau Polyvinyl Chloride yang terbuat dari proses polimerisasi. Pada konsep ini pengelolaan biji plastik PVC minim digunakan.

Menurut (Arlia, dkk., 2018) bahwasanya aspal porus memiliki stabilitas yang rendah namun memiliki permeabilitas yang tinggi disebabkan oleh banyaknya rongga dalam campuran perlu ditambahkan material lain untuk meningkatkan stabilitasnya, campuran perkerasan pada penelitian kali ini akan ditambahkan penambahan plastik pada aspal jalan sebagai campuran perkerasan jalan pada aspal porus untuk meningkatkan nilai kekuatan pada jalan akibat beban berlebihan kendaraan selain itu juga ada faktor lain seperti cuaca dan genangan air, dengan berkembangnya teknologi aspal porus mempunyai campuran aspal panas dengan gradasi terbuka dengan ini dimanfaatkan limbah sebagai bahan tambahan aspal porus (Sa'dillah, dkk., 2021). Pada penelitian kali ini akan ditambahkan biji plastik PVC sebagai campuran perkerasan jalan pada aspal porus untuk meningkatkan nilai kekuatan jalan akibat beban berlebihan kendaraan selain itu juga ada faktor lain seperti cuaca dan genangan air, dengan berkembangnya teknologi aspal porus mempunyai campuran aspal panas dengan gradasi terbuka dengan ini dimanfaatkan limbah plastik PVC sebagai bahan tambahan aspal porus Menurut siklus jurnal teknik sipil aspal modifikasi limbah PVC dibuat dengan prosentase 1%, 2%, 3% dan 4%. Karakteristik campuran yang dikaji adalah stabilitas *Marshall*, *flow*, *Marshall Quotient*, *Marshall immersion* dan indeks kekuatan sisa (Supriyadi, dkk., 2018)

Dari yang dijelaskan diatas penulis melakukan penelitian terhadap kekuatan aspal dengan presentase lanjutan yang berbeda yaitu 4%, 4.5%, 5%, 5,5%, 6%, dan 6,5% dengan tujuan untuk mengetahui nilai Kadar Aspal Optimum (KAO) untuk campuran aspal porus. Tujuan kedua yaitu untuk mengetahui kinerja aspal porus dengan tambahan plastik PVC dengan presentase kadar 0%, 2%, 4%, 6% dan 8%.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan menggunakan metode eksperimen dengan lokasi penelitian yang akan dilaksanakan dalam memenuhi konsep yang sudah dituangkan pada judul di atas, maka akan dilaksanakan penelitian di laboratorium Fakultas Teknik Universitas Tribhuwana Tungadewi Malang. Jenis penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif, sebab penelitian ini merupakan salah satu jenis penelitian yang spesifikasinya sistematis, terencana, dan terstruktur dengan jelas sejak awal hingga pembuatan desain penelitiannya. Dalam penelitian ini penulis melakukan penelitian dengan menggunakan pengujian terdiri dari pengujian agregat seperti aspal, pasir, kerikil dan biji plastik PVC dan akan dilakukan pengujian selanjutnya yaitu pengujian Marshall meliputi pengujian karakteristik aspal porus dengan tambahan limbah plastik dan pengujian karakteristik *Marshall* untuk menentukan kadar aspal optimum KAO untuk campuran aspal porus. Tujuan dari pengujian *Marshall* ini

campuran filler masing-masing sebanyak $15 \times 5 = 75$ buah. Jadi jumlah keseluruhan benda uji adalah 75 buah. Dari hasil benda uji, maka akan dilakukan desain benda uji yang digunakan untuk pengujian *Marshall* seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengujian CL dan AFD

Kadar Aspal	Uji	Uji	Uji
	Cantabro Loss (Buah)	Asphalt Flow Down (Buah)	VMA (Buah)
KAO	3	3	3
Total	9 Benda Uji		

Sumber: (Australian Asphalt Pavement Association (AAPA), 2004)

Setelah dilakukan proses pemeriksaan sifat-sifat aspal, yang di mana meliputi sifat agregat dan pemeriksaan gradasi, maka akan dilakukan pembuatan benda uji sebagai salah satu langka yang pasti. Dengan memperhitungkan jumlah material yang digunakan terhadap jumlah berat total campuran. Pembuatan benda uji pencampuran menggunakan metode basah (*wet process*) adalah suatu campuran yang di mana plastik yang sudah dipotong kecil-kecil tadinya akan dimasukkan kedalam aspal panas dan diaduk hingga plastik dan aspal panas benar-benar merata atau diaduk sampai homogen, kemudian agregat yang telah dicampur dengan *filler* kemudian di panas yang sudah bercampur dengan cairan plastik.

PEMBAHASAN

Dari hasil pengujian aspal penetrasi 60/70 yang diuji di laboratorium Teknik sipil Universitas Tribhuwana Tungadewi Malang Jl. Telaga warna

Blok C Malang Jawa Timur dengan Acuan spesifikasi Bina Marga 2010, maka akan dilakukan pengujian berat jenis Aspal, Penetrasi, Titik Nyala, Titik Bakar, Titik Lembek dan Daktilitis. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Pengujian Aspal

Pengujian	Max	Min	Hasil	Ket
1. Penetrasi	60	79	66,60	memenuhi
2. Berat Jenis	1,0	-	1,034	memenuhi
3. Titik Nyala	200	-	302	memenuhi
4. Titik Bakar	200	-	322	memenuhi
5. Titik Lembek	48	-	58	memenuhi
6. Daktilitis	100	-	146,6 7	memenuhi

Dari hasil pengujian yang dilakukan, maka diperoleh nilai karakteristik agregat aspal yang digunakan sebagai penyaringan mulai dari nomor $\frac{3}{4}$ sampai dengan lolos saringan nomor 200. Fraksi- fraksi agregat yaitu terdiri dari agregat kasar 10-14 mm, agregat halus terdiri dari 5-10 mm, filler abu batu lolos saringan No. 200 atau tertahan pan itu sendiri, yang akan menghasilkan komposisi campuran bergradasi yang akan dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Pengujian Gradasi Agregat

No or Sa rin ga n	Agregat kasar		Agregat halus		Filler		To tal (gr)	Mi ni m u m	AAPA 2004 M ak s
	Lo los (gr)	73 %	Lo los (gr)	15 %	lol os (gr)	12 %			
No . ½	16 90	12 33, 7	10 0	15	10 0	12	12 60, 7	85	10 0
No . 3/8	18 55	13 54, 15	10 0	15	10 0	12	13 81, 15	45	70
No . 4	13 50	13 98 5,5	10 0	87	10 0	12	10 84, 5	10	25
No . 8	5	3,6 5	18 00	27	10 0	12	28 5,6 5	7	15
No . 16	5	3,6 5	10 60	15	10 9	12	17 4,6 5	6	12
No . 30	5	3,6 5	28 0	42	10 0	12	57, 65	5	10
No . 50	5	3,6 5	69 0	10 3,5	10 0	12	11 9,1 5	4	8
No . 100	10	7,3	35 0	52, 5	95, 5	11, 46	71, 26	3	7
No . 200	5	3,6 5	90	13, 5	91	10, 92	28, 07	2	5
Pa n/ Ab u	15	10, 95				140			

Tabel 6. Pengujian Agregat Kasar, Halus dan Filler

No	Pengujian Agregat Kasar, Halus dan filler			Spesifikasi	
	Min	M ax	Hasil		Ket
Agregat Kasar					
1	BJ Buluk (gr/cm)	2,5	6,02	Memenuhi	
2	BJ SSD (gr/cm)		6,06	Memenuhi	
3	BJ Semu (gr/cm)		6,25	Memenuhi	
4	Penyerapan %		3, 0	0,60	Memenuhi
Agregat Halus					
1	BJ Buluk (gr/cm)	2,5	2,46	Memenuhi	
2	BJ SSD (gr/cm)		2,56	Memenuhi	
3	BJ Semu (gr/cm)		2,7	Memenuhi	
4	Penyerapan %		3, 0	4,16	Memenuhi
Filler					
1	Abu Batu	2	5	3,65	Memenuhi

Pengujian keausan agregat yang diambil di Tajinan Malang (PT.Piranti Utomo) dan diuji di laboratorium UM Malang, maka dilakukan analisis saringan tertahan

No. ½ dan 3/8 yang dikelompokkan dengan fraksi B dan menggunakan 11 bola baja. Untuk hasil pengujian *Loss Angeles* dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Pengujian Keausan Agregat

Berat Sampel Semula (gr)	Tertahan Saringan No. 12	
	5010	4005
1005		
20,0599		
20,06 %		

X-Ray Fluorescence (XRF) merupakan teknik analisa non-destruktif yang digunakan untuk identifikasi serta penentuan konsentrasi elemen yang ada pada padatan, bubuk ataupun sample cair. Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai studi awal untuk mencari atau mengidentifikasi unsur kimia yang terkandung didalam bahan (Biji Plastik PVC) menjelaskan bahwa unsur yang terdeteksi oleh alat uji XRF adalah klorida (Cl), kalsium oksida (CaO), titanium dioksida (TiO₂), vanadium oksida (V₂O₅), besi (Fe₂O₃), tembaga (CuO). Unsur yang memiliki persentase terbesar adalah unsur klorida (Cl), neodymium (Nd₂O₃), timbal (pbO). Hasil uji unsur yang terdeteksi oleh alat XRF dapat diketahui bahwa Klorida (Cl) memiliki presentase tertinggi yaitu 88,35%, Klorida sendiri adalah ion yang dapat terbentuk suatu anion ketika mendapatkan satu electron. Hasil uji unsur yang terdeteksi oleh alat XRF dapat diketahui bahwa sampel hasil pengujian mempunyai kandungan unsur seperti yang disebutkan diatas dengan perbandingan antara satu sampel uji dengan sampel uji yang lain adalah

presentase kandungan unsurnya. Setiap memproduksi sampel harus diperhatikan kandungan presentasenya karena kandungan presentase mempengaruhi sifat dan jenis sampel tersebut. Presentase kandungan unsur setiap sampel harus juga sesuai dengan ASTM (*American Standard Testing and Metallurgy*).

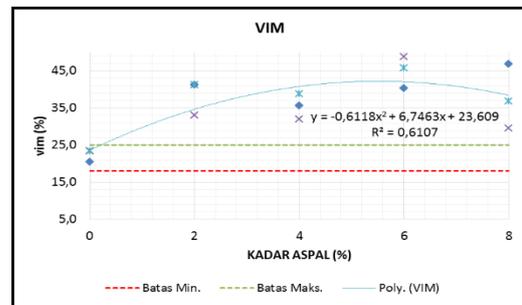
Menurut (Jamaludin. 2018) hasil analisis *X-ray Fluorescence (XRF)* dapat dilihat berdasarkan grafik yang ada pada gambar 3 yang mengidentifikasi jenis unsur yang terdeteksi oleh sinar X berupa unsur Fe, Mn, dan Ni dengan nilai konsentrasi yang bervariasi dalam bentuk bilangan perseratus (%) dari sampel yang di uji dari ke empat sampel yang diteliti. kadar unsur logam yang paling dominan adalah besi (Fe) yang rata-ratanya secara berturut-turut 48.17%, 49.49%, 56.64 dan 41.63%. Hal ini disebabkan karena unsur besi dominan kelimpahannya di alam dibandingkan dengan logam lain termasuk dalam batuan seperti ditunjukkan pada Tabel 8.

Tabel 8 Pengujian XRF

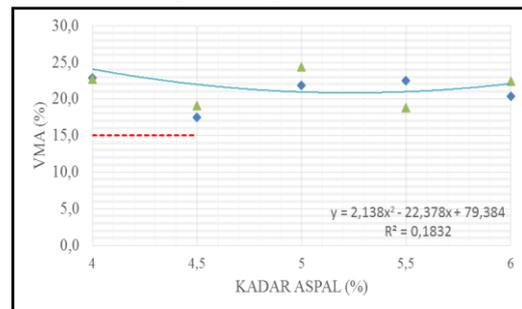
No	Compound	Conc Unit
1	8Cl	88,35 %
2	CaO	6,65 %
3	TiO2	3,22 %
4	V2O5	0,25 %
5	Fe2O3	0,17 %
6	CuO	0,052 %
7	Nd2O3	0,54 %
8	PbO	0,77%

Pengujian *Marshall* yang telah dilakukan sehingga memperoleh hasil yaitu meliputi *flow*, stabilitas, VMA, VIM, *Marshall Quotient*. Hasil analisis

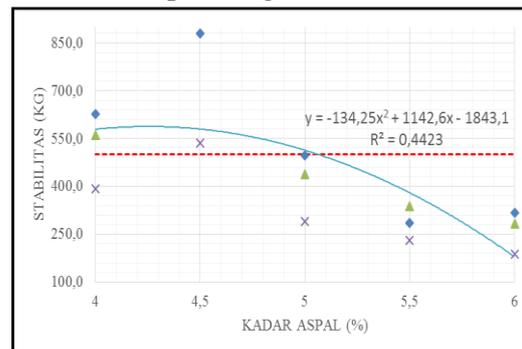
data berpedoman dan mensyaratkan (*Australian Asphalt Pavement Association (AAPA)*, 2004). Adapun grafik dari hasil pengujian *Marshall* diatas dapat dilampirkan Gambar 1 – Gambar 5.



Gambar 1. Grafik Perbandingan Kadar Aspal dengan VIM

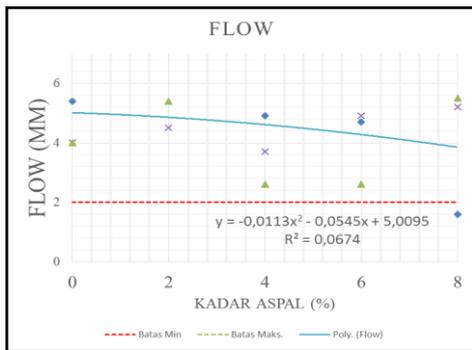


Gambar 2. Grafik Perbandingan Kadar Aspal dengan VMA

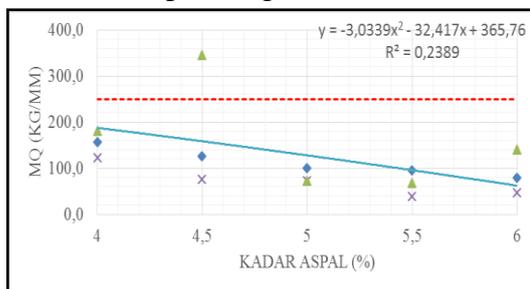


Gambar 3. Grafik Perbandingan Kadar Aspal dengan Stabilitas

Karakteristik Penggunaan Plastik PVC (*POLYVINYL CHLORIDE*) Bahan Tambahan Campuran Aspal Porus



Gambar 4. Grafik Perbandingan Kadar Aspal dengan Flow



Gambar 5. Grafik Perbandingan Kadar Aspal dengan MQ

Hasil pengujian yang telah dilaksanakan dan mendapatkan hasil, sehingga dapat disimpulkan bahwa hasil pengujian *Marshall* untuk dapat menentukan kadar aspal optimum (KAO) dilampirkan pada Tabel 9.

Tabel 9. Penentuan KAO

Karakteristik Marshall	Rentang kadar aspal yang memenuhi Spesifikasi
Stabilitas	4,5 - 5,5
Flow	4,5 - 5,5
MQ	4,5 - 5,5
VIM	4,5 - 5,5
VMA	4,5 - 5,5
% Aspal	4,5 - 5,5

Rumus untuk menentukan KAO pada campuran beraspal diambil nilai rata-rata (nilai tengah) dari kadar total KAO itu sendiri.

KAO : kr/kt

Kr : Kadar rencana

Kt : kadar total

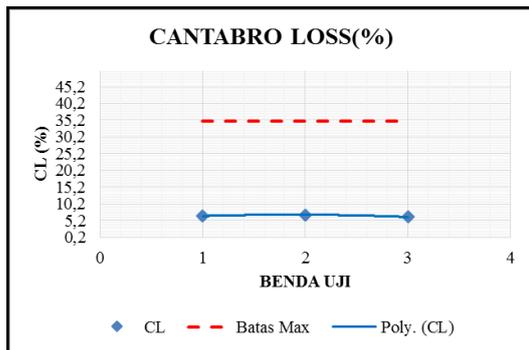
Jadi: KAO : Kr 25% / Kt 5%

KAO : 5%

Sumber : (Sa'dillah & Leliana, 2020)

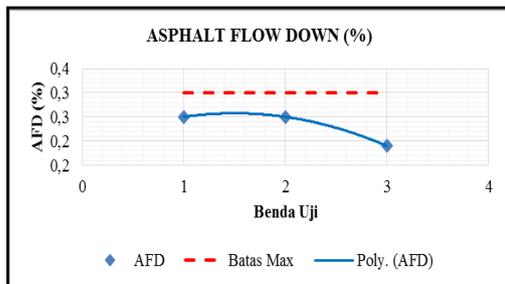
Kadar aspal optimum (KAO) merupakan hasil dari pengujian marshall yang memenuhi spesifikasi yang dimana dari pengujian VIM, VMA, Stabilitas, Flow dan MQ untuk penentuan KAO telah memenuhi spesifikasi AAPA 2004. Untuk mendapatkan nilai KAO dapat ditentukan pada tabel 9, Sehingga dapat disimpulkan bahwa untuk penentuan KAO dari hasil pengujian marshall dapat ditentukan dengan menghitung total kadar yang memenuhi dibagian dengan kadar rencana, maka nilai kadar aspal optimum (KAO) untuk bahan tambahan limbah Plastik yaitu 5% di setiap benda uji yang akan diuji untuk penambahan limbah plastik PVC (Hamzani, dkk., 2019)

Pengujian *Cantabro Loss* dilakukan untuk mengetahui kehilangan berat setelah pengujian *Loss Angeles* tanpa menggunakan bola baja dengan variasi kadar aspal 5% dari setiap benda uji dengan total 3 benda uji untuk mengetahui nilai CL dari pengujian *Cantabro Loss* (CL) yaitu akan dilampirkan seperti grafik Gambar 6 dibawah ini.



Gambar 6 Grafik Pengujian *Cantabro Loss*

Pengujian *Asphalt Flow Down (AFD)* yaitu akan dilampirkan tabel seperti tabel dan grafik seperti Gambar 7 dibawah ini.

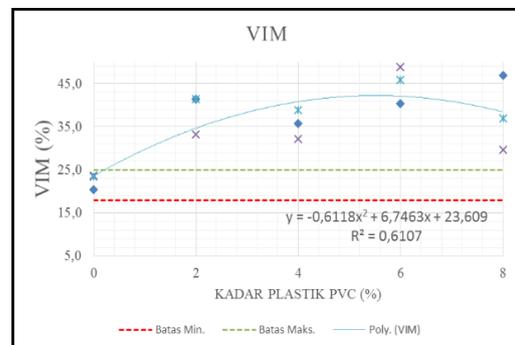


Gambar 7. Grafik Pengujian *Asphalt Flow Down*

Dari Hasil pengujian *Cantabro Loss* dengan syarat *Australian Pavement Association (AAPA 2004)* yaitu dengan kadar aspal 5% pada benda uji pertama yaitu 6.499%, pada kadar aspal 5% benda uji kedua yaitu 6.904% pada kadar aspal 5% benda uji ketiga yaitu 6.210%. Dari hasil pengujian CL diatas dapat disimpulkan bahwa semua benda uji memenuhi AAPA 2004. Kadar yang telah memenuhi standar AAPA 2004 terdapat pada kadar aspal 5% pada benda uji pertama yaitu 0,25%, pada kadar aspal 5% benda uji kedua yaitu 0,25%, pada kadar aspal 5% benda uji ketiga yaitu 0,19%. Dari hasil pengujian AFD diatas dapat disimpulkan bahwa semua benda uji

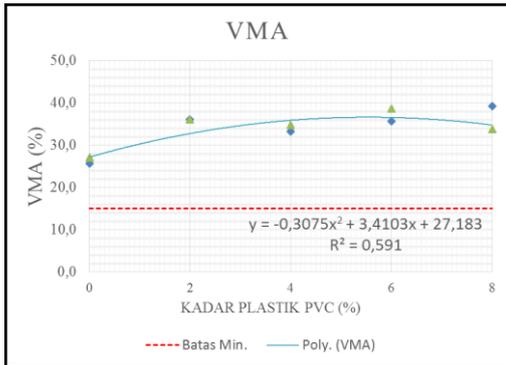
memenuhi AAPA 2004 (Susilowati, dkk., 2021) Karakteristik campuran aspal porus tanpa substitusi PVC memenuhi syarat, maka akan dilampirkan hasil pengujian aspal porus dengan bahan tambahan limbah plastik PVC (Sadillah, dkk., 2018).

Penentuan kadar aspal porus PVC dikaitkan dengan beberapa parameter rencana pengujian aspal porus dengan berstandar *Australian Asphalt Pavement Association (AAPA 2004)* dengan kadar rencana 0%, 2%, 4%, 6% dan 8%. Karakteristik campuran aspal porus tanpa substitusi PVC memenuhi syarat, maka akan dilampirkan hasil pengujian aspal porus dengan bahan tambahan limbah plastik PVC. Adapun grafik dari hasil pengujian *Marshall* diatas dapat dilampirkan Gambar 8 - Gambar 12.

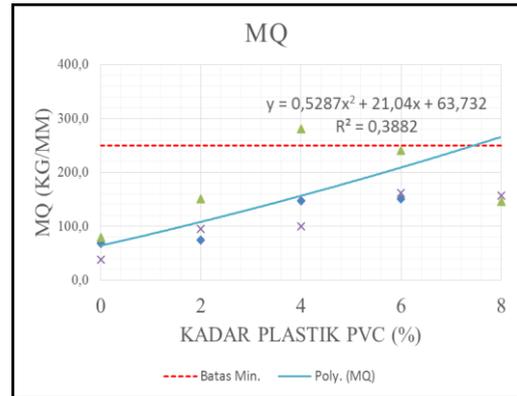


Gambar 8. Grafik Perbandingan Kadar Plastik dengan VIM

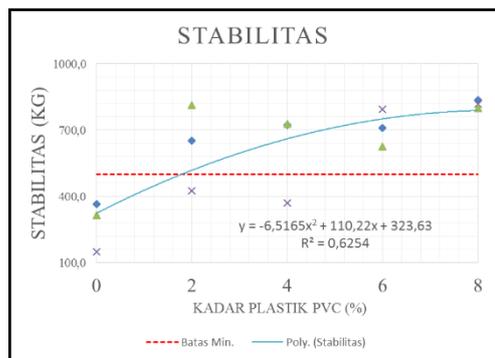
Karakteristik Penggunaan Plastik PVC (*POLYVINYL CHLORIDE*) Bahan Tambahan Campuran Aspal Porus



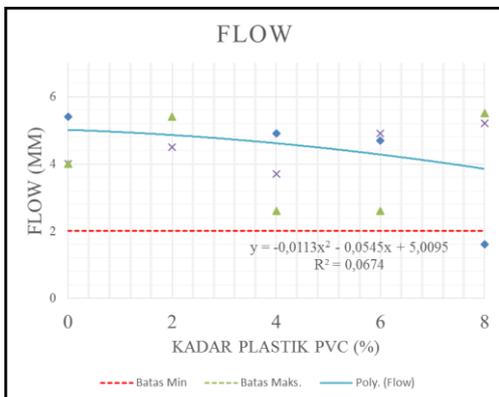
Gambar 9. Grafik Perbandingan Kadar Plastik dengan VMA



Gambar 12. Grafik Perbandingan Kadar Plastik dengan MQ



Gambar 10. Grafik Perbandingan Kadar Plastik dengan Stabilitas



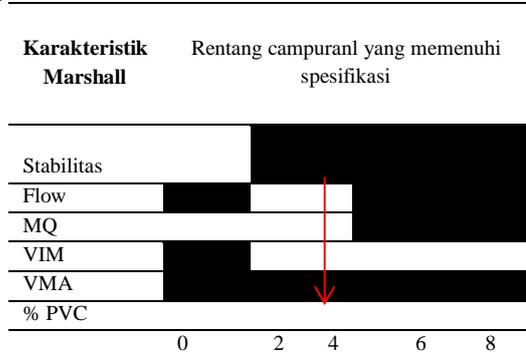
Gambar 11. Grafik Perbandingan Kadar Plastik dengan Flow

Nilai *Marshall Quotient* pada pengujian karakteristik *Marshall* dengan komposisi limbah plastik LDPE. Dari hasil pengujian *Marshall Quotient* dengan syarat *Australian Asphalt Pavement Association (AAPA 2004)* yaitu dengan kadar LDPE terendah 0% yaitu 182 kg/mm, kadar LDPE 2% yaitu 188 kg/mm, kadar LDPE 4% yaitu 189 kg/mm, kadar LDPE 6% yaitu 178 kg/mm dan kadar LDPE 8% yaitu 161 kg/mm jadi pada pengujian *Marshall Quotient* dengan tambahan limbah plastik dan aspal mengalami kenaikan karena dengan penambahan campuran limbah plastik LDPE membuat campuran lebih baik. Menurut (Ramadhan, 2017) mengalami peningkatan. Peningkatan nilai MQ terjadi pada kadar 0,15%, 0,30%, 0,45% dan 0,60%. Pada kadar 0,15% mengalami peningkatan dari 170,3 kg menjadi 203,1 dengan presentase kenaikan 19,26%, pada kadar 0,30% mengalami peningkatan 61,19%, pada kadar 0,45% mengalami peningkatan 6,99%, pada kadar 0,60% mengalami peningkatan 17,85%. Nilai MQ terbaik terdapat pada kadar PET

0,30% dengan kontrol menggunakan kadar 0% tanpa campuran PET.

Hasil pengujian yang telah dilaksanakan dan mendapatkan hasil, sehingga dapat disimpulkan bahwa hasil pengujian *Marshall* untuk dapat menentukan kadar campuran optimum dengan tambahan LDPE dilampirkan Tabel 10.

Tabel 10. Penentuan Kadar Campuran Optimum Aspal Porus dengan limbah plastik PVC



Penentuan kadar aspal porus PVC dikaitkan dengan beberapa parameter rencana pengujian aspal porus dengan berstandar *Australian Asphalt Pavement Association* (AAPA 2004) dengan kadar rencana 0%, 2%, 4%, 6% dan 8%. Parameter rencana pengujian parameter pengujian mix design aspal porus dapat memenuhi standar atau memenuhi spesifikasi yang disyaratkan beberapa karakteristik *Marshall*, sehingga untuk mendapatkan Kadar Aspal Optimum (KAO) dari karakteristik *Marshall* yaitu 5% (Sembung, dkk., 2020). Pengujian VIM (Sa'dillah, dkk., 2023) dengan variasi kadar LDPE 0% hingga 8% menunjukkan bahwa dengan bertambahnya kadar maka campuran aspal berpori semakin meningkat karena penambahan sampah plastik

LDPE membuat campuran semakin berpori. Campuran aspal porus yang ditambahkan dengan plastik ABS dapat meningkatkan nilai stabilitas dan MQ, 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 (Thomas, dkk., 2023). Nilai VIM pada pengujian karakteristik *Marshall* dengan komposisi biji plastik PS. Nilai VIM tertinggi dapat dilihat pada kadar aspal tambahan biji plastik 0% dengan nilai 45,84% dan nilai VIM terendah dapat dilihat pada kadar plastik 4% dengan nilai 37,74% dan aspal mengalami turun naik karena dengan penambahan biji plastik PS semakin berongga. Adapun nilai rata-rata dari hasil pengujian VIM dengan nilai rongga pada aspal porus yaitu 41,13% (Sa'dillah, dkk., 2023)

KESIMPULAN

Dari hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa dari pembahasan Bagaimana karakteristik *Marshall* terhadap Kadar aspal optimum (KAO) untuk campuran aspal porus. Pada penentuan kadar aspal optimum (KAO) yaitu terdapat pada kadar 5% telah memenuhi spesifikasi *Asphalt Pavement Association* (AAPA 2004). untuk campuran aspal porus dengan bahan tambahan biji plastik PVC. Hasil penelitian yang ditinjau dari pembahasan bagaimana pengaruh penambahan biji plastik PVC terhadap kinerja aspal porus. dapat disimpulkan

bahwa perencanaan campuran dengan variasi kadar aspal 4% telah memenuhi spesifikasi *Australian Asphalt Pavement Association* (AAPA 2004) meliputi pengujian VIM, VMA, Stabilitas, *Flow* dan MQ.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, M. Z. (2018). *Pengaruh Penggunaan Abu Terbang Batubara Sebagai Bahan Pengisi Terhadap Modulus Resilien Beton Aspal Lapis Aus*. Jurnal Himpunan Pengembang Jalan Indonesia, 4(1), 59–66. <https://doi.org/https://doi.org/10.26593/jh.v4i1.2849.%25p>
- Arlia, L., Saleh, S. M., & Anggraini, R. (2018). *Dengan Substitusi Gondorukem Pada Aspal*. Jurnal Teknik Sipil Universitas Syiah Kuala, 1(2004), 657–666.
- Australian Asphalt Pavement Association (AAPA). (2004). *Open Graded Asphalt - Implementation Design Guide. 1*, 40.
- Hamzani, Munirwansyah, Hasan, M., & Sugiarto, S. (2019). *The influence of the using waste tire rubber and natural ziolite as Asphalt and Cement replacements to compressive strength of Semi-Flexible Pavement*. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 523(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/523/1/012037>
- Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina marga. (2010). *Spesifikasi Umum 2010 (Rev 3) Final*.
- Linggo, J. S., & Kurniawan, J. Y. (2017). *Penggunaan Pvc Sebagai Bahan Tambah Pada Beton Aspal*. Jurnal Teknik Sipil, 13(3), 190–195. <https://doi.org/10.24002/jts.v13i3.875>
- Luh, N., Eka, S., Tajudin, A. N., & Pratama, J. (2019). *Menggunakan Agregat Terselimut Limbah Plastik Ldpe (Low Density Polyethylene)*. Jurnal Muara Sains, Teknologi, Kedokteran Dan Ilmu Kesehatan, 3(1), 123–136.
- Ramadhan, R. P. (2017). *Pengaruh Penambahan Limbah Plastik (PET) Terhadap Karakteristik Marshall dan Permeabilitas Pada Aspal Berpori*. Rekayasa Teknik Sipil Vol. 01, 1(1), 129–135.
- Rizkianto, T., Setyawan, A., & Sarwono, D. (2015). *Pengaruh Pengisian Rongga Pada Campuran Aspal Porus Menggunakan Aspal Polimer Starbit E-55 Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Tarik*. 479–484.
- Sa'dillah, M., Fajarwati, Y. E., & Primasworo, R. A. (2021). *Kinerja Campuran Aspal Porus Dengan Subtitusi Limbah Beton Sebagai Bahan Ramah Lingkungan*. Jurnal Teknik Sipil, 25(1). <https://ojs.unud.ac.id/index.php/jits/article/view/77684>
- Sa'dillah, M., & Leliana, A. (2020). *Karakteristik Aspal Beton Lapis Aus (AC-WC) Dengan Penambahan Bahan Pengisi Abu Terbang Batubara*. Prosiding

- SENTIKUIN (Seminar Nasional Teknologi Industri, Lingkungan Dan Infrastruktur)*, 3, 1–8.
- Sa'dillah, M., Rahma, P. D., & Malo, Y. S. (2023). *Pengaruh Penggunaan Biji Plastik Jenis Ps (Polystyrene) Sebagai Bahan Tambahan Pada Campuran Aspal Porus*. *Rekayasa: Jurnal Teknik Sipil*, 8(2), 1–8.
- Sa'dillah, M., Rahma, P. D., Primasworo, R. A., & Maliq, T. M. (2023). *Karakteristik Aspal Porus Dengan Bahan Tambahan Agregat Yang Menggunakan Limbah Plastik (Low Density Polyethylene) LDPE*. *Inersia: Jurnal Teknik Sipil*, 5(2), 85–94.
- Supriyadi, I. R. D., Rahardjo, B., & Pranoto. (2018). *Kajian eksperimental campuran aspal porus dengan bahan tambahan plastik hdpe (high density poly ethylene)*. *Jurnal Sipil Statik*, 23(2), 19–28.
- Susilowati, A., Wiyono, E., & Pratikto, P. (2021). *Pemanfaatan Limbah Plastik Sebagai Bahan Tambahan Pada Beton Aspal Campuran Panas*. *Bangun Rekaprima*, 7(2), 15–21.
- Thomas, D., Ole, D., Sa, M., & Oktaviastuti, B. (2023). *Experiments Using Abs Plastic Seeds (Acrylonitrile Butadiene Styrene) As Additional Materials In Porus Asphalt Mixture*. 4(2), 176–184.