

PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH BOTOL PLASTIK PET SEBAGAI BAHAN SUBSTITUSI ASPAL PORUS PENETRASI 60/70

Zukisa¹, Wan Alamsyah², Defry Basrin³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Sipil, Universitas Samudra, Fakultas Teknik, Kota Langsa, 24410, Indonesia
Email: zukisaaja@gmail.com

ABSTRACT

Porous asphalt has low stability but high permeability due to the large number of pores in the mixture. Therefore, it is necessary to add other materials to increase the stability value of the paving mix. In this study, PET plastic waste was used as an additional material, because PET plastic has inflexible properties as well as thermoplastic properties, i.e. it melts at high temperatures, but hardens at outside temperatures. The purpose of this study is to determine the use of waste PET plastic bottles as a substitute for porous asphalt based on the AAPA (2004) specifications and to analyze the use of waste plastic bottles as a substitute for porous asphalt. The method used in this study was an experimental study conducted at PUPR Service Laboratory in Langsa, Jl. Commander No. 37, Matang Seulimeng, Langsa, Aceh. The addition of PET plastic at concentrations of 0%, 1%, 3% and 5% achieved the best results out of the four percentages with PET at 1% plastic having a density of 2.314 gr/ml, VIM 16.82%, VMA 29.21%, VFA 42.42%, stability 1004.65 kg, flow 2.73 mm and Marshall Quotient (MQ) 374.26 kg/mm.

Keywords: Marshall Test, PET Plastic, Porous Asphalt, AAPA

ABSTRAK

Aspal berpori memiliki stabilitas yang rendah tetapi permeabilitas yang tinggi karena banyaknya pori dalam campuran. Oleh karena itu perlu ditambahkan material lain untuk meningkatkan nilai kestabilan campuran perkerasan. Pada penelitian ini digunakan limbah plastik PET sebagai bahan substitusi aspal porus, karena plastik PET memiliki sifat yang tidak fleksibel dan juga sifat termoplastik, yaitu meleleh pada suhu tinggi, tetapi mengeras pada suhu luar. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pemanfaatan limbah botol plastik PET sebagai bahan substitusi aspal porus berdasarkan spesifikasi AAPA (2004) dan menganalisis penggunaan limbah botol plastik sebagai pengganti aspal porus. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian eksperimen yang dilakukan di Laboratorium Pelayanan PUPR Langsa Jl. Panglima No. 37, Matang Seulimeng, Langsa, Aceh. Penambahan plastik PET pada konsentrasi 0%, 1%, 3% dan 5% mencapai hasil terbaik dari keempat persentase dengan plastik PET 1% memiliki nilai density 2,314 gr/ml, VIM 16,82%, VMA 29,21%, VFA 42,42%, stabilitas 1004,65 kg, flow 2,73 mm dan Marshall Quotient (MQ) 374,26 kg/mm.

Kata kunci: Uji Marshall, Plastik PET, Aspal Porus, AAPA

PENDAHULUAN

Campuran beraspal masih merupakan lapis penutup perkerasan jalan yang dominan di Indonesia, walaupun di beberapa ruas jalan telah dilakukan lapis perkerasan kaku dengan beton. Campuran beraspal panas merupakan campuran antara agregat dengan aspal sebagai pengikat pada komposisi dan suhu tertentu (Arlia et al., 2018).

Salah satu jenis campuran aspal adalah aspal berpori, yang hanya diperuntukkan bagi lapisan aus atau penutup jalan (*wearing course*) dan dikembangkan di beberapa negara maju. Pemanfaatan sumber daya tambahan yang dapat digunakan sebagai bahan tambahan, seperti limbah senyawa polimer, merupakan salah satu cara untuk mengatasi keterbatasan pasokan aspal modifikasi. (Saleh et al., 2014).

Berdasarkan hal tersebut, peneliti mencoba melihat potensi bahan plastik khususnya limbah plastik *polyethylene terephthalate* (PET) dalam mengubah sifat mekanik aspal. digunakan. Aditif memiliki sifat cair atau padat karena plastik PET memiliki sifat yang tidak fleksibel dan juga memiliki sifat termoplastik, yaitu itu meleleh pada suhu tinggi tetapi mengeras pada suhu sekitar.

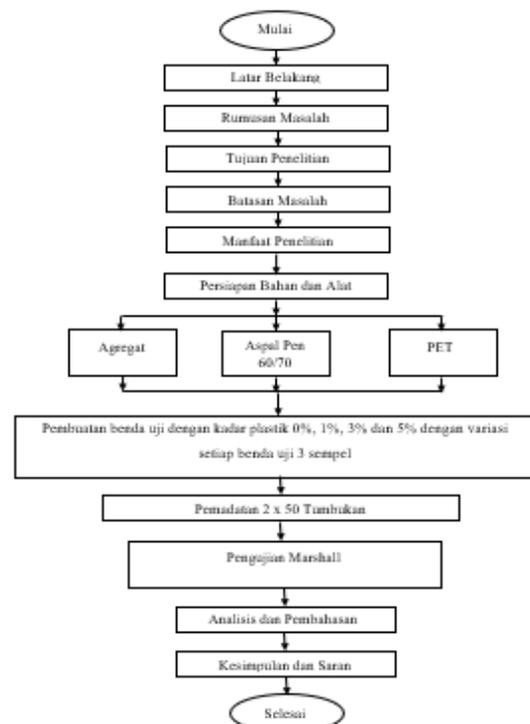
Campuran aspal berpori tersebut biasanya mempunyai stabilitas yang kurang baik dan sangat bergantung pada kualitas aspal sebagai pengikat agregat, sehingga diperlukan aspal yang berkualitas tinggi yaitu aspal modifikasi. Aspal modifikasi adalah aspal yang dibuat dengan mencampurkan aspal keras dengan bahan tambah. Tujuan penambahan ini adalah untuk memperbaiki sifat fisik aspal, meliputi penetrasi, kekentalan (*viscosity*), dan temperatur pelunakan (Anonim, 2004).

Penelitian ini menganalisis pemanfaatan botol plastik bekas sebagai pengganti aspal berpori. Penelitian ini menggunakan metode uji laboratorium, untuk menganalisis penggunaan botol

plastik bekas sebagai bahan tambah substitusi pada aspal porus. Pada penelitian di laboratorium mengamati dan mengevaluasi proporsi yang memenuhi spesifikasi dari campuran Laston AC-WC (*Asphalt Concrete-Wearing Course*). Data yang dihasilkan kemudian digunakan untuk membuat desain campuran. Ciri-ciri kombinasi tersebut kemudian ditentukan dengan membuat suatu benda uji (briket) untuk uji *Marshall*. sehingga diperoleh karakteristik campuran tersebut. (Saleh et al., 2014).

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah studi eksperimen yang dilakukan di Laboraturium yang berada di Dinas PUPR Kota Langsa pada Jl. Panglima No.37, Matang Seulimeng, Langsa, Aceh, yang nantinya akan dilakukan beberapa pengujian sampel benda uji terhadap *marshall test* yang dicampur dengan limbah plastik jenis PET (*Polyethylene Terephthalate*) yang bisa didapat dari hasil pengumpulan limbah plastik dari daerah sekitar dengan kadar (1%, 3%, dan 5%).



Gambar 1. Diagram Alir

Tahapan penelitian mengikuti langkah-langkah sebagai berikut :

1. Tahapan Persiapan

Perolehan bahan untuk digunakan dalam penelitian termasuk dalam proses penyiapan bahan. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain semen (*filler*), aspal pen. 60/70, agregat kasar dan halus, dan plastik PET.

2. Perencanaan Campuran

Bahan tambah yang digunakan adalah limbah plastik jenis PET (*Polyethylene Terephthalate*) yang bisa didapat dari hasil pengumpulan limbah plastik dari daerah sekitar dengan kadar (1%, 3%, dan 5%)

3. Pembuatan Benda Uji

Siapkan bahan dan alat yang dibutuhkan untuk membuat tempat pengujian, yaitu. Aspal, Agregat Kasar, Agregat Halus dan Limbah Botol Plastik PET yang disesuaikan dalam bungkus plastik sesuai persentase yang direncanakan. Panaskan aspal dan plastik PET hingga suhu aspal mencapai 150°C sebelum dicampur dengan agregat. Masukkan semua bahan yang sudah tercampur dengan suhu maksimal ke dalam cetakan dan tusuk dengan spatula. Penusukan dengan spatula dilakukan

sedemikian rupa sehingga ujung-ujungnya ditusuk 15 kali dan di tengah 10 kali.

4. Pengujian Benda Uji

Menguji item tes dengan Marshall Tester. Alat Marshall adalah alat kompresi yang dilengkapi dengan test ring yang digunakan untuk mengukur nilai stabilitas dan flow meter yang digunakan untuk mengukur kelelahan (flow).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari pengujian ini meliputi hasil pengujian benda uji dan pemeriksaan terhadap nilai-nilai karakteristik marshall berdasarkan spesifikasi *Australian Asphalt pavement Association (AAPA) 2004* dalam menentukan nilai stabilitas, flow, rongga dalam campuran (VIM), dan *Marshall Quontient (MQ)*.

1. Hasil Pemeriksaan Gradasi Agregat

Untuk mendapatkan aspal beton yang baik, skala agregat harus sesuai dengan peraturan acuan (SNI 03-1968-1990). Berikut adalah data campuran gradasi agregat menggunakan PET dan tanpa menggunakan PET.

Tabel 1. Campuran Gradasi Agregat

Ukuran Saringan	Gradasi Agregat		Kadar Aspal Optimum
	% Lolos	% Tertahan	5,5%
¾" (19,0 mm)	100	-	
½" (12,5 mm)	90	10,0	113,40
3/8" (9,5 mm)	85	5,0	56,70
No.4 (4,75 mm)	45	40,0	453,60
No.8 (2,36 mm)	20	25,0	283,50
No.16 (1,18 mm)	14	6,0	68,04
No.30 (0,6 mm)	10	4,0	45,36
No.50 (0,3 mm)	8	2,0	22,68
No.100 (0,15 mm)	7	1,0	11,34

Ukuran Saringan	Gradasi Agregat		Kadar Aspal Optimum
	% Lolos	% Tertahan	5,5%
No.200 (0,075 mm)	5	2,0	22,68
Filler		5,0	56,70
Berat Aspal (gr) = % Aspal X 1200 (gr)			66,00
Berat Campuran (gr)			1,200

Pada table 1 diatas menunjukkan hasil berat dari pembagian agregat kasar, agregat halus, *filler*, dan juga kadar aspal yang telah

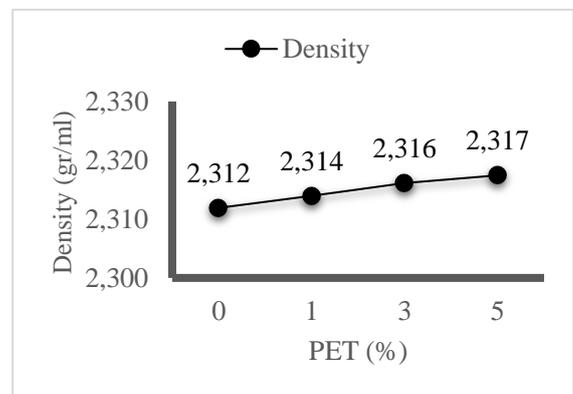
Selanjutnya dilakukan substitusi pada kadar aspal dengan campuran plastik PET 1%, 3%, dan 5% untuk mengetahui berat aspal pada masing-masing persentase, dimana berat kadar plastik 1% sebesar 0,12 gram, pada kadar plastik 3% sebesar 1,08 gram, dan pada kadar plastik 5% sebesar 3 gram. Hasil dari masing-masing persentase kadar plastik selanjutnya akan disubstitusikan dengan kadar aspal pada campuran plastik 0% yaitu sebesar 66 gram. Sehingga didapat kan hasil pada masing-masing persentase dimana berat aspal pada kadar plastik 1% sebesar 65,88 gram, pada kadar 3% berat aspal sebesar 64,92 gram, dan pada kadar plastik 5% berat aspal sebesar 63 gram.

2. Analisis Karakteristik Marshall

Hasil perhitungan hubungan kadar aspal porus terhadap sifat marshall menggunakan plastik dengan kadar aspal optimum 5,5 % dan campuran PET yaitu 0%, 1%, 3%, dan 5% terhadap berat aspal. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh Penambahan Limbah Plastik PET 0%, 1%, 3% dan 5% terhadap nilai kepadatan, *stabilitas* dan flow, serta nilai volumetrik parameter marshall seperti VIM, VMA, dan VFB.

ditentukan. Dimana berat aspal pada campuran gradasi agregat dengan kadar plastik PET 0% yaitu sebesar 66 gram.

a. Kepadatan (*Density*)

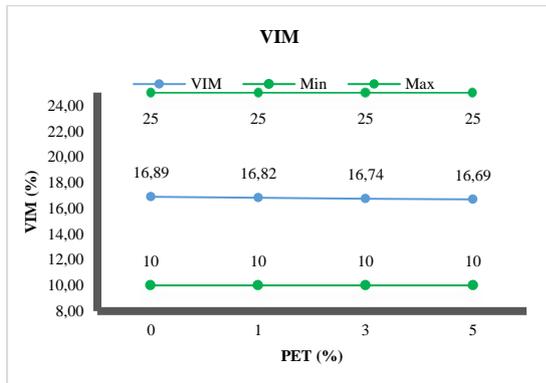


Gambar 3. Grafik *Density*

Dari gambar 3 diketahui nilai kepadatan cenderung meningkat dengan meningkatnya proporsi penambahan PET. Dimulai dengan benda uji dengan kadar plastik 0% PET dan nilai 2,312 gr/cc, nilai kepadatan meningkat untuk setiap benda uji hingga mencapai puncak pada benda uji dengan kadar plastik 5% PET.

Disimpulkan bahwa penambahan PET mempengaruhi kepadatan material berpori. Hal ini terjadi karena PET sebagai bahan tambah yang dicampurkan ke dalam aspal akan membuat volume aspal menjadi lebih besar, sehingga aspal akan lebih mengisi rongga udara yang sedianya hampa.

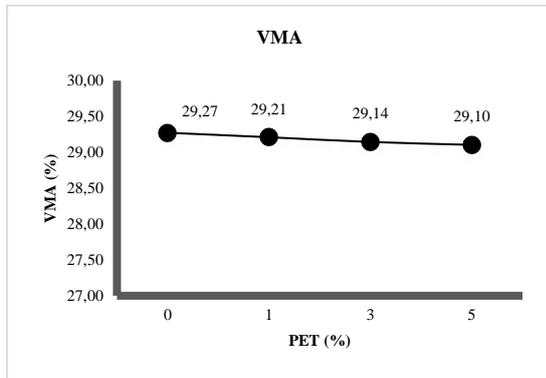
b. VIM



Gambar 4. Grafik VIM

Dari Gambar 4 diatas Telah diketahui bahwa nilai VIM campuran aspal berpori yang mengandung PET cenderung menurun dengan meningkatnya persentase penambahan PET. Benda uji dengan puncak memiliki kandungan plastik PET 5% dan nilai VIM yang rendah, namun masih dalam batas yang dapat diterima untuk campuran aspal berpori.

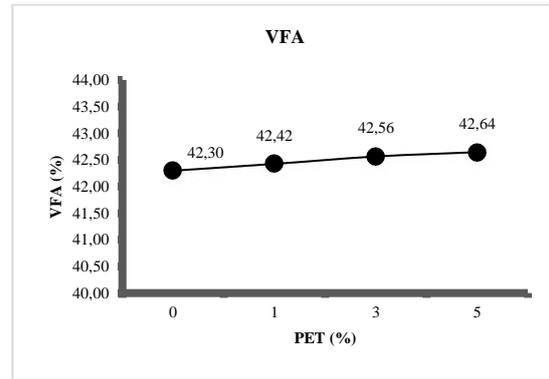
c. VMA



Gambar 5. Grafik VMA

Nilai dari Gambar 5 diatas terlihat jelas bahwa nilai VMA cenderung menurun seiring dengan kenaikan persentase PET, semakin besar persentase PET, semakin rendah nilai VMA. Dapat disimpulkan bahwa nilai dan karakteristik VIM berkorelasi langsung dengan VMA karena tren nilai VMA mirip atau sebanding dengan nilai VIM

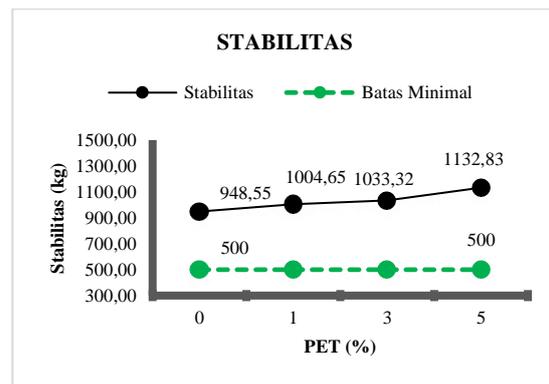
d. VFA



Gambar 6. Grafik VFA

Dari Gambar 6 nilai VFA pada campuran aspal porus dengan penambahan PET diketahui memiliki tren kenaikan dari benda uji dengan kadar plastik 1% PET hingga pada puncaknya pada benda uji dengan kadar plastik 5% PET. Dari tren persebaran data disimpulkan bahwa nilai VFA terpengaruh oleh banyaknya persentase penambahan plastik PET. Semakin tinggi persentase penambahan plastik PET maka akan semakin tinggi pula nilai VFA.

e. Stabilitas



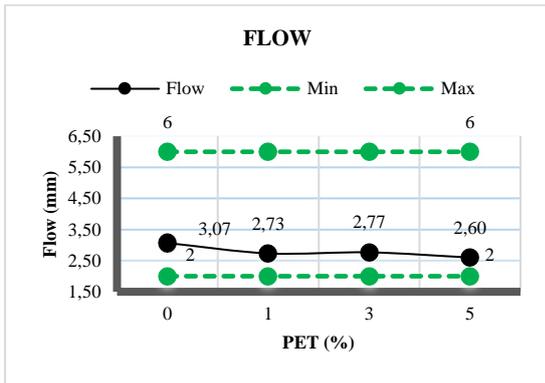
Gambar 7. Grafik Stabilitas

Dari Gambar 7 diketahui bahwa nilai *stabilitas* campuran aspal berpori meningkat seiring dengan penambahan jumlah *PolyEthylene Terephalate* (PET), dengan nilai *stabilitas* campuran aspal berpori meningkat seiring dengan peningkatan persentase penggunaan PET. Hal ini terjadi

karena aspal menjadi lebih keras dan lengket setelah *PolyEthylene Terephalate* (PET) larut di dalamnya, meningkatkan kemampuan aspal untuk mengikat agregat dan meningkatkan nilai stabilitas sebagai hasilnya.

memberikan pengaruh penurunan *flow* yang cukup dominan, hal itu dikarenakan oleh serpihan polimer mengisi rongga sehingga menyebabkan aspal menjadi lebih tipis.

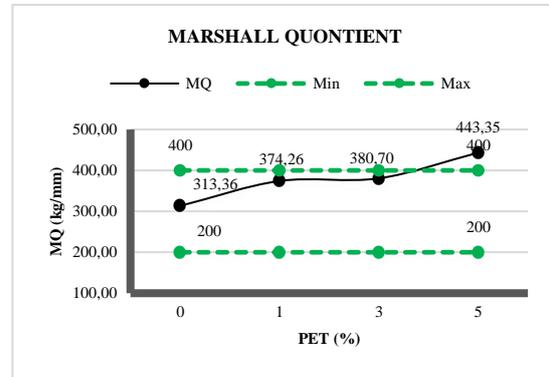
f. Flow



Gambar 8. Grafik Flow

Dari hasil uji flow pada aspal berpori, dapat disimpulkan bahwa semuanya turun hingga 0% pada level kontrol. Pada kadar plastik 1% PET mengalami penurunan 10,87%, pada kadar plstik 3% PET mengalami penurunan 9,78%, dan pada kadar plastik 5% PET mengalami penurunan 15,22%. Secara tidak langsung penambahan *PolyEthylene Terephalate* (PET)

g. Marshall Quontient (MQ)



Gambar 9. Grafik MQ

Hasil dari pengujian MQ (*Marshall Quotient*) pada aspal porus baik tanpa atau dengan PET dapat ditarik kesimpulan bahwa semua mengalami peningkatan dengan 0% sebagai kadar kontrol. Peningkatan nilai MQ terjadi pada kadar plastik 1%, 3% dan 5%. Pada kadar plastik 1% mengalami peningkatan dari 313,36 kg menjadi 374,26 dengan presentase kenaikan 19,44%, pada kadar plastik 3% mengalami peningkatan 21,49%, pada kadar plastik 5% mengalami peningkatan 41,48%.

Tabel 2. Hasil Pengujian Marshall Dengan Campuran Plastik PET

Parameter Marshall	Satuan	Kadar Plastik PET (%)				Spesifikasi
		0 %	1 %	3 %	5 %	
Kepadatan	gr/cc	2,312	2,314	2,316	2,317	-
Stabilitas	Kg	948,55	1004,65	1033,32	1132,83	Min.500
Flow	Mm	3,07	2,73	2,77	2,6	2 – 6
VIM	%	16,89	16,82	16,74	16,69	10 – 25
VMA	%	29,27	29,21	29,14	29,1	-
VFA	%	42,3	42,42	42,56	42,64	-
MQ	Kg/mm	313,36	374,26	380,7	443,35	Maks.400

Hasil rekapitulasi pada tabel 2 dari hasil seluruh pemeriksaan karakteristik *Marshall* yang telah dilakukan terhadap campuran

aspal porus dengan plastik PET 0%, 1%, 3%, dan 5% menunjukkan bahwa keempat campuran dengan kadar yang berbeda

tersebut hanya tiga campuran (0%, 1%, dan 3%) yang menghasilkan nilai VIM, *Stabilitas*, Flow, dan *Marshall Quotient* sesuai dan memenuhi spesifikasi *Australian Asphalt pavement Association* (AAPA) 2004, sedangkan pada campuran 5% tidak memenuhi spesifikasi *Australian Asphalt pavement Association* (AAPA) 2004 dikarenakan pada karakteristik nilai *Marshall Quotient* dengan nilai 443,35 kg/mm tidak memenuhi standar.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dilaboraturium PUPR Kota Langsa maka pengaruh dari penambahan limbah botol plastik *PolyEthylene Terephalate* (PET) terhadap karakteristik *marshall* pada aspal porus berdasarkan spesifikasi *Australian Asphalt Pavement Association* (AAPA) tahun 2004, berikut adalah hasil pengujian, dimana nilai VIM pada kadar plastik 0% sebesar 16,89%, pada kadar plastik 1% sebesar 16,82%, pada kadar plastik 3% sebesar 16,74%, dan pada kadar plastik 5% sebesar 16,69%, nilai *Stabilitas* pada kadar plastik 0% sebesar 948,55 kg, pada kadar plastik 1% sebesar 1004,65 kg, pada kadar plastik 3% sebesar 1033,32 kg, dan pada kadar plastik 5% sebesar 1132,83 kg, nilai Flow pada kadar plastik 0% sebesar 3,07 mm, pada kadar plastik 1% sebesar 2,73 mm, pada kadar plastik 3% sebesar 2,77 mm, dan pada kadar plastik 5% sebesar 2,60 mm, nilai *Marshall Quotient* (MQ) pada kadar plastik 0% sebesar 313,36 kg/mm, pada kadar plastik 1% sebesar 374,26 kg/mm, pada kadar plastik 3% sebesar 380,70 kg/mm, dan pada kadar plastik 5% sebesar 443,35 kg/mm.

Penggunaan limbah botol plastik bekas sebagai bahan substitusi aspal porus dalam campuran dengan kadar plastik 0%, 1%, 3% dan 5% terhadap karakteristik *marshall*, didapatkan nilai yang paling memuaskan yaitu campuran dengan kadar plastik PET 1% dikarenakan campuran tersebut memiliki

nilai yang stabil dibandingkan ketiga campuran lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Affan, M., 2006, Studi Peranan Rongga Terhadap Stabilitas dan Durabilitas Campuran Aspal Porus Akibat Penambahan Mortar, *Tesis, Magister Teknik Sipil, Program Sarjana, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh*.
- Anonim, 2004, Open Graded Asphalt Design Guide, Australian Asphalt Pavement Association, Australia.
- Arlia, L., Saleh, S. M., & Anggraini, R. (2018). Karakteristik Campuran Aspal Porus dengan Substitusi Gondrukem pada Aspal Penetrasi 60/70. *Jurnal Teknik Sipil*, 1(3), 657–666. <https://doi.org/10.24815/jts.v1i3.10011>
- Dedy, M. G., & Tommy, I., Penambahan Abu Ampas Tebu dan Serat Sabut Kelapa Terhadap Aspal Porus, *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil, Vol 3, No. 2, Februari 2022*
- Diana, I.W, 2004, Studi Rongga Menerus dan Kinerja Permeabilitas Perkerasan Aspal Porus Lapisan Ganda, *Jurnal Transportasi, FSTPT, Vol 4, No. 2 Bandung*.
- Djoko, S. F., Pungky, P., & Hegar, L. K., (2018). Analisis Tensile Strength, Bending, Cantabro, dan Permeabilitas pada Split Mastic Asphalt (SMA) dengan Bahan Tambah Hight Density Polyethylene (HDPE). *Jurnal MATRIKS TEKNIK SIPIL/Juni 2018/256*
- Erik, D. S., Alfia, N. R., & Soegyarto., (2022). Penentuan Karakteristik Aspal Porus Menggunakan Agregat Kasar Batu Pecah Parengan Tuban dengan Metode Uji Marshall, *Jurnal Teknik Sipil Unigoro, Vol 7, No. 2, Juli 2022*
- Fikri, H., Subagja, A., & Manurung, A. S. D.

- (2019). Karakteristik Aspal Modifikasi dengan Penambahan Limbah Botol Plastik Polyethylene Terephthalate (PET). *Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar*, 10(1), 609–616.
- Herry, T. A., Winoto, A., & Daryati., (2019). Kajian Parameter Marshall dengan Menggunakan Limbah Karet Ban – Dalam Kendaraan Sebagai Bahan Tambah pada Campuran Lapis AUS Permukaan Aspal Beton (AC-WC). *Menara Jurnal Teknik Sipil, Vol. XIV, No. 2, Juli, 2019*.
- Nuryasin, A., Halimatusadiyah., Nabil, H. G., Aidil, A., & Welly, D., Perbandingan Pengaruh Aditif Limbah Styrofoam dengan Plastik LDPE pada Aspal Porus terhadap Karakteristik Marshall, *Jurnal Ilmiah JUTEKS, Vol VIII No. 1 01/04/2023*
- Pratama, N. Y., Widodo, S., & Sulandari, E. (2018). Pengaruh Penggunaan Sampah Botol Plastik Sebagai Bahan Tambah pada Campuran Lapis Aspal Beton (LASTON). *Jurnal Ilmiah Universitas Tanjungpura*, 5(3), 1–17.
- Rizky, P. R., (2017), Pengaruh Penambahan Limbah Plastik (PET) Terhadap Karakteristik Marshall dan Permeabilitas pada Aspal Berpori. *Rekayasa Teknik Sipil Vol. 01 Nomor 01/rekat/17 (2017), 129 - 135*
- Saleh, S. M., Anggraini, R., & Aquina, H. (2014). Karakteristik Campuran Aspal Porus dengan Substitusi Styrofoam pada Aspal Penetrasi 60/70. *Jurnal Teknik Sipil*, 21(3), 241. <https://doi.org/10.5614/jts.2014.21.3.7>