

Studi Penggunaan Limbah Styrofoam Pada Perkerasan Aspal Porus**Elsa Eka Putri¹, Hermistanora², Bayu Martanto Adji³**Jurusan Teknik Sipil, Universitas Andalas^{1,2,3}email: elsaecka@eng.unand.ac.id¹, hermistanora2015@gmail.com², bayu@eng.unand.ac.id³DOI: <http://dx.doi.org/10.31869/rtj.v3i2.1705>

Abstract: Styrofoam adalah sejenis limbah plastik yang sulit terurai, dan didaur ulang, sehingga limbah Styrofoam akan terus menggunung dan merusak lingkungan. Penelitian ini merupakan studi mengenai “Pengaruh Penggunaan Styrofoam terhadap Kinerja Perkerasan Aspal Porus”. Pemanfaatan limbah untuk meningkatkan kinerja perkerasan jalan dan menyelamatkan lingkungan dengan mengurangi jumlah limbah terutama limbah Styrofoam. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kadar aspal optimum campuran asphalt porus yang menghasilkan kinerja perkerasan optimum dengan menggunakan metoda Australia Asphalt Pavement Association (AAPA, 2004) serta untuk mengetahui pengaruh substitusi Styrofoam pada aspal terhadap kinerja perkerasan. Parameter untuk menentukan kadar aspal optimum yaitu; nilai Cantabro Loss (CL), Asphalt Flow Down (AFD) dan Void in Mix (VIM). Berdasarkan hasil penelitian diperoleh nilai KAO 5,65% dengan nilai kinerja perkerasan optimum yaitu; stabilitas 555,75 kg, flow 5,46 mm, VIM 22,15%, MQ 101,89 kg/mm, CL 16% dan AFD 0,29%. Peningkatan substitusi kadar Styrofoam pada KAO dan KAO \pm 0,5% benda uji meningkatkan nilai stabilitas, vim, mq dan cl benda uji. Nilai flow dan nilai AFD campuran aspal porus menurun dengan meningkatnya substitusi Styrofoam pada KAO dan KAO \pm 0,5%.

Keywords: Aspal Porus, Styrofoam, Kinerja Perkerasan

PENDAHULUAN

Campuran Aspal membutuhkan kekuatan melalui bahan tambah yang dicampurkan kedalam aspal sebagai modifikasi dengan tujuan agar aspal pada temperatur rendah tidak rapuh/getas dengan demikian dapat mengurangi potensi terjadinya retak (cracking), disamping itu juga bertujuan untuk mencari sifat baru aspal dan meningkatkan nilai stabilitas serta kekuatannya. Campuran asphalt porus biasanya digunakan sebagai lapisan permukaan pada perkerasan jalan (Saleh, 2014). Campuran aspal porus merupakan jenis campuran perkerasan yang bergradasi terbuka, dimana persentase agregat kasar besar, dan berpori sehingga dapat mengalirkan air permukaan, dengan demikian air tidak menggenangi bagian permukaan jalan. (Diana, 1995). Tabel 1 menampilkan tipe nilai tengah gradasi aspal porus.

Aspal porus memiliki stabilitas rendah, sehingga membutuhkan aspal dengan mutu yang baik yang berfungsi sebagai pengikat dalam campuran. Untuk itu penggunaan limbah Styrofoam yang dicampurkan kedalam bahan pengikat aspal untuk meningkatkan mutu aspal porus dilakukan pada penelitian ini.

Tabel 1. Tipe gradasi aspal porus

Diameter Saringan (mm)	Diameter Agregat Maksimum	
	10 mm	14 mm
19,0	100	100
13,2	100	85 – 100
9,5	85 – 100	45 – 70
4,75	20 – 45	10 – 25
2,36	10 – 20	7 – 15
1,18	6 – 14	6 – 12
0,6	5 – 10	5 – 10
0,3	4 – 8	4 – 8
0,15	3 – 7	3 – 7
0,075	2 – 5	2 – 5
Total	100	100
Kadar Aspal	5,0 - 6,5	4,5-6,0

Sumber: AAPA, (2004)

Pemanfaatan limbah dari bahan polimer merupakan salah satu teknik modifikasi aspal seperti penggunaan limbah Styrofoam. Styrofoam adalah jenis plastik yang terbuat dari 90% -95% polystyrene dan 5%-10% gas seperti n-butana atau npentane. Styrofoam banyak digunakan dalam kehidupan salah satunya sebagai penyangga alat elektronik (Putri dan Syamsuwirman, 2016).

Limbah Styrofoam merupakan sampah yang sulit terurai dan tidak dapat dengan mudah didaur ulang. Limbah Styrofoam akan tetap pada bentuknya, tidak berubah atau hilang sampai akhir hidup. Limbah Styrofoam akan terus menggunung dan jika dibuang ke sungai atau saluran air, akan menyumbat saluran air dan mengakibatkan banjir yang akan merusak lingkungan.

Penggunaan Styrofoam sebagai aditif adalah karena memiliki perilaku termoplastik, padat pada suhu ruangan, dan akan meleleh jika dipanaskan di atas 100°C, selanjutna akan menjadi kaku lagi ketika didinginkan. Di sisi lain, Styrofoam menolak asam, basa, dan perilaku korosif lain. Satu dari fungsi Styrofoam adalah sebagai perekat bila dicampur dengan bensin. Maka penambahan Styrofoam ke dalam aspal diharapkan untuk meningkatkan adhesi antara agregat dan aspal. Sehingga itu akan meningkatkan kualitas campuran perkerasan yang memenuhi persyaratan, dengan demikian, limbah Styrofoam dibuang ke tempat pembuangan akhir (TPA) berkurang (Mashuri, 2010).



Gambar 1. (a) Limbah Styrofoam dan Plastik di Sungai Indonesia; (b) Styrofoam dari Penyangga Alat Elektronik (c) Styrofoam Setelah Dihaluskan

Penelitian ini merupakan studi mengenai “**Penggunaan Limbah Styrofoam Pada Perkerasan Aspal Porus**”. Pemanfaatan limbah untuk meningkatkan kinerja perkerasan jalan dan menyelamatkan lingkungan dengan mengurangi jumlah limbah terutama limbah Styrofoam

Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan kadar aspal optimum pada campuran perkerasan aspal porus yang menghasilkan nilai kinerja perkerasan optimum, serta melihat pengaruh substitusi Styrofoam terhadap nilai kinerja perkerasan aspal porus.

Tabel 2. Spesifikasi Aspal Porus

No	Kriteria Perencanaan	Nilai
1	Uji cantabro loss (%)	Maks 20
2	Uji Asphalt flow down (%)	Maks 0.3
3	Stabilitas Marshall (kg)	Min 500
4	Kelelahan Plastis (mm)	2 – 6
5	Kadar Rongga Udara (%)	18 – 25
6	Kekakuan Marshall (kg/mm)	Maks 400

Sumber: AAPA (2004)

METODE PENELITIAN

Jenis campuran perkerasan yang diuji adalah campuran aspal porus, dimana campuran ini merupakan gradasi terbuka, dengan menggunakan nilai tengah agregat maksimum 14 mm berdasarkan spesifikasi dari AAPA (2004).

Substitusi Styrofoam dilakukan ke dalam aspal penetrasi 60/70 dengan variasi substitusi 0%, 10%, 15%, dan 20% terhadap berat aspal dan Styrofoam yang dimanfaatkan adalah Styrofoam untuk pengamanan dan penyangga barang elektronik. Penentuan Kadar aspal optimum (KAO) menggunakan metode Australia dengan parameter nilai *Cantabro Loss*, *Asphalt Flow Down* dan *Voids in Mix*.

Jumlah benda uji yang dibuat sebanyak 153 buah dengan yang dibagi menjadi 2 kelompok antara lain kelompok pertama benda uji untuk penentuan KAO sebanyak 45 buah masing-masingnya digunakan untuk pengujian Marshall 15 buah, pengujian CL 15 buah dan pengujian AFD 15 buah, kelompok benda uji kedua berjumlah 108 buah yang digunakan untuk pengujian kinerja perkerasan campuran aspal porus dengan variasi persentase substitusi Styrofoam terhadap kadar aspal.

Komposisi campuran untuk benda uji dibuat dengan perbandingan berat dan sesuai dengan komposisi campuran menurut nilai tengah gradasi aspal porus (AAPA, 2004). Kadar aspal yang digunakan berdasarkan AAPA (2004), untuk ukuran agregat maksimum 14 mm yaitu antara 4,5-6,5% dari total berat campuran dengan variasi yang digunakan sebanyak 5 variasi kadar aspal dengan interval 0,5% yaitu 4,5%, 5%, 5,5%, 6%, dan 6,5 % terhadap berat total campuran.

Pemeriksaan sifat-sifat fisis aspal meliputi pemeriksaan penetrasi, berat jenis, titik lembek dan berat yang hilang dengan dan tanpa substitusi Styrofoam. Pengujian sifat-sifat fisis agregat meliputi pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat, Pemeriksaan abrasi dengan mesin Los Angeles dan kelekatan agregat terhadap aspal.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pemeriksaan aspal dengan dan tanpa substitusi Styrofoam dapat dilihat pada table 1 dan hasil pemeriksaan agregat pada table 2 berikut.

Tabel 3. Pemeriksaan Aspal

Pemeriksaan	Aspal +0% Styrof oam	Aspal +10% Styrof oam	Aspal +15% Styrof oam	Aspal +20% Styrof oam	Spesifikasi	Standart
Kehilangan Berat	0.477	0.35	0.23	0.117	≤ 0.8	SNI 06-6442-2000
Titik Lembek	49.5	52.5	54.3	55.5	≥ 48	SNI-2434:2011
Berat jenis	1,03	1,029	1,027	1,02	≥ 1.0	SNI-2441:2011
Kelekatan terhadap batuan (%)	>95	>95	>95	>95	> 90%	PA-0312-76
Penetrasi aspal Tanpa kehilangan berat	68,8	65,4	63	61.5	60-70	SNI 2456:2011
Dengan kehilangan berat	63,4	60,2	57,5	55,4	≥ 54	SNI 2456:2011

Tabel 4. Pemeriksaan Agregat

Pemeriksaan agregat	Standart Pengujian	Persyaratan	Hasil
1 Berat jenis dan penyerapan agregat kasar			
- Berat jenis (bulk)		Min 2.5	2.62
- Berat jenis SSD	SNI 1969-2008	-	2.65
- Berat jenis semu		-	2.63
- Penyerapan agregat (%)		Mak 3%	1.134
2 Berat jenis dan penyerapan agregat halus			
- Berat jenis (bulk)		Min 2.5	2.62
- Berat jenis SSD	SNI 1970-2008	-	2.69
- Berat jenis semu		-	2.83
- Penyerapan agregat (%)		Mak 5%	2.82
3 Berat isi			
- Isi lepas		-	1453,18
- Cara penusukan	ASTM C-29-71	-	1531,96
- Cara penggoyangan		-	1627,68
4 Kelekatan agregat terhadap aspal (%)	SNI 2439-2011	Min 95%	95
5 Keausan agregat dengan mesin LA(%)	SNI 2417-2008	Maks 40%	25,058

Substitusi Styrofoam menyebabkan berat jenis turun 0.1 – 0.97%, penetrasi tanpa kehilangan berat turun 4 – 10,61%, penetrasi dengan kehilangan berat turun 5 – 12.62% dari nilai tanpa adanya substitusi styrofoam. Kehilangan berat semakin kecil dengan adanya substitusi Styrofoam yaitu 26 – 75.5 % dari

nilai kehilangan berat 0% styrofoam, sedangkan titik lembek meningkat 6 - 12.12% dari nilai titik lembek tanpa substitusi styrofoam.

Menurunnya nilai penetrasi pada peningkatan kadar Styrofoam mengindikasikan bahwa substitusi Styrofoam kedalam aspal berkaitan dengan tingkat kekerasan asphalt. Asphalt menjadi lebih keras dengan adanya penggantian sebagian aspal dengan Styrofoam hal ini ditunjukkan dengan terjadi peningkatan titik lembek.

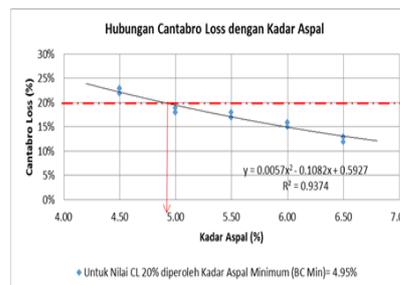
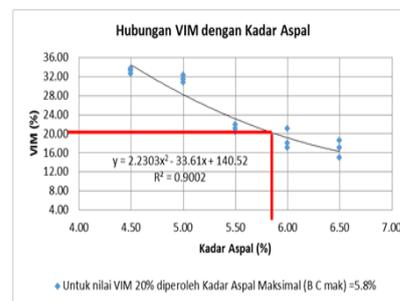
Hasil pemeriksaan aspal dan agregat telah memenuhi persyaratan yang ditetapkan dalam spesifikasi umum Bina Marga tahun 2018.

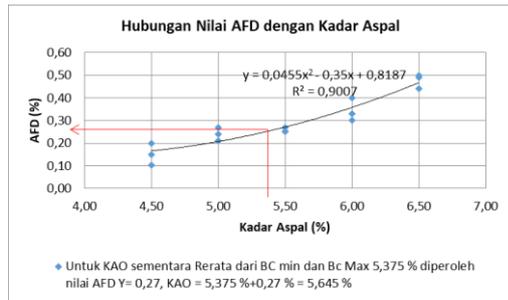
Penentuan Kadar Asphalt Optimum

Penentuan nilai KAO dengan menggunakan metode Australia, yang hanya mensyaratkan tiga parameter yaitu VIM, CL dan AFD seperti yang terlihat pada gambar 2 nilai KAO diperoleh sebesar 5,65%.

Tabel 5. Hasil pengujian Marshall, CL dan AFD

NO	KARAKTERISTIK CAMPURAN	KADAR ASPAL (%)					SPESIFIKASI AAPA
		4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	
1	Stabilitas (kg)	539.96	573.64	581.36	497.65	440.99	Min 500
2	Flow (mm)	3.87	4.88	5.33	5.53	5.40	2 – 6
3	VIM (%)	33.15	31.82	21.04	18.67	16.87	18 – 25
4	MQ (kg/mm)	139.9	117.51	109.21	89.98	81.72	Mak 400
5	Cantabro Loss (%)	23	18	17	16	13	Maks 20
6	Asphalt Floww Down (%)	0.151	0.240	0.257	0.343	0.477	Maks 0.3

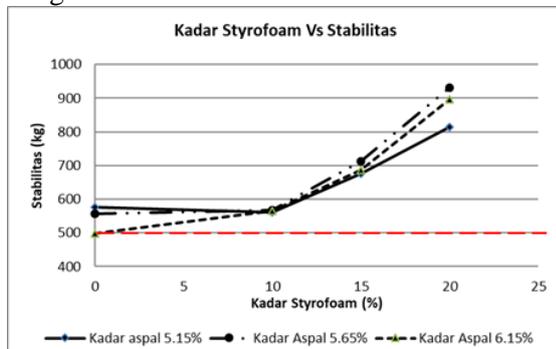




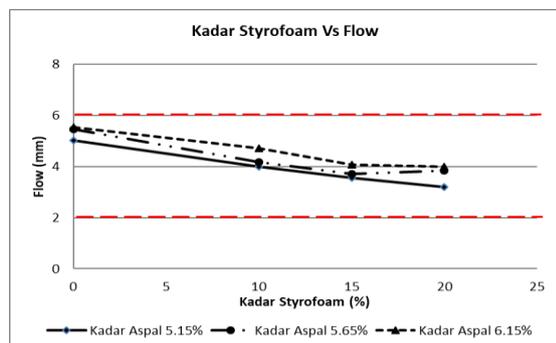
Gambar 2. Penentuan KAO Metode AAPA

Pengaruh Substitusi Styrofoam terhadap Kinerja Perkerasan Aspal Porus

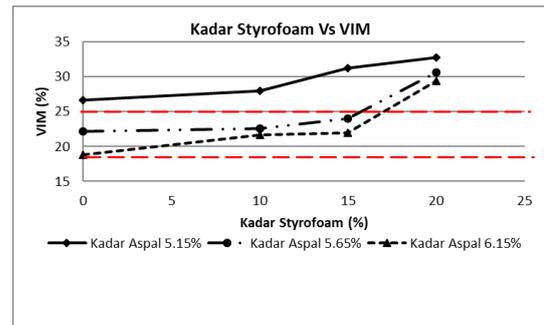
Setelah KAO diperoleh melalui metode AAPA, selanjutnya dilakukan pengujian, pada KAO dan KAO ± 0,5 dengan variasi substitusi Styrofoam 0%, 10%, 15% dan 20. Pengaruh Substitusi Styrofoam terhadap nilai kinerja perkerasan aspal porus pada KAO dan KAO ± 0.5, dapat dilihat pada Gambar 3 sampai dengan Gambar 3.



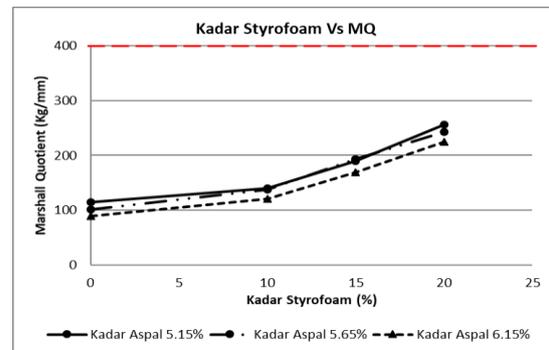
Gambar 3. Kadar Styrofoam vs. Stabilitas



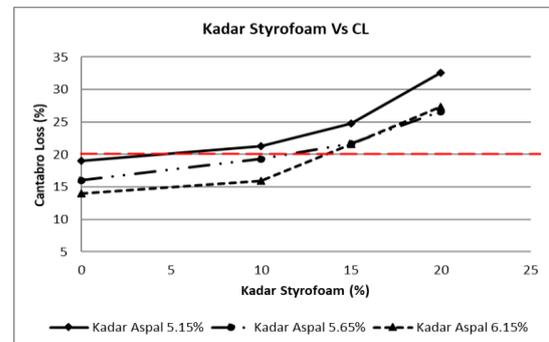
Gambar 4. Kadar Styrofoam vs.Flow



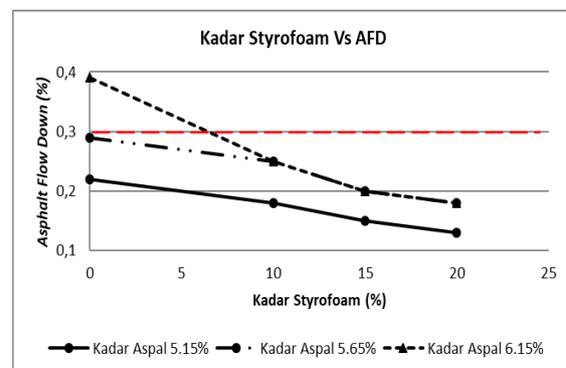
Gambar 5. Kadar Styrofoam vs.VIM



Gambar 6. Kadar Styrofoam vs. MQ



Gambar 7. Kadar Styrofoam vs. CL



Gambar 8. Kadar Styrofoam vs. AFD

Stabilitas

Dari gambar 3 terlihat peningkatan substitusi kadar Styrofoam pada KAO \pm 0,5% meningkatkan nilai stabilitas campuran, dimana nilai stabilitas maksimum diperoleh pada kadar substitusi Styrofoam 20% dengan kadar aspal 5.65%, nilai stabilitas 931,59 kg.

Flow

Semakin tinggi penambahan kadar styrofoam, nilai flow campuran aspal porus juga semakin turun, hal ini terlihat pada gambar 3, namun penambahan 0%, 10%, 15% dan 20% Styrofoam pada KAO \pm 0.5% sample masih memenuhi syarat yang ditetapkan dalam AAPA (2004) yaitu 2 – 6 mm..

Void in Mix (VIM)

Void In Mix (VIM), memperlihatkan persentase rongga udara didalam campuran setelah pemadatan. Gambar 5 memperlihatkan penambahan Styrofoam pada KAO \pm 0.5% sample meningkatkan persentase rongga udara dalam campuran. Penambahan 0%, 10% dan 15% styrofoam pada KAO \pm 0.5% sample masih memenuhi syarat yang ditetapkan AAPA (2004), namun pada penambahan 20% Styrofoam, nilai VIM terlalu tinggi dan melewati batas yang telah ditetapkan yaitu 18 - 25 %.

Marshall Quotient

AAPA mensyaratkan batas nilai MQ untuk campuran aspal porus maksimal 400 kg/mm, penambahan kadar substitusi Styrofoam pada KAO \pm 0.5% sample meningkatkan nilai kekakuan dari sample, hal ini terlihat pada gambar 5, dimana peningkatan kadar substitusi Styrofoam meningkatkan nilai MQ, ini mengidentifikasi campuran aspal semakin kaku. Substitusi Styrofoam 0%, 10%, 15% dan 20% pada KAO \pm 0.5% sample masih memenuhi syarat yang ditetapkan AAPA (2004), maksimal 400 kg/mm.

Cantabro Loss

Pada gambar 7 terlihat penambahan kadar substitusi Styrofoam pada KAO \pm 0.5% meningkatkan nilai *Cantabro Loss* dari sample. AAPA (2004) mensyaratkan batas maksimum untuk nilai CL pada perkerasan campuran aspal porus sebesar 20%. Substitusi Styrofoam 0% dan 10% pada KAO \pm 0.5%

masih memenuhi syarat, namun untuk penambahan kadar substitusi Styrofoam sebesar 15% dan 20%, nilai CL yang diperoleh secara berurut sebesar 21,68 dan 26,65%, nilai ini melampaui batas maksimum yang disyaratkan.

Asphalt Flow Down

Penambahan substitusi Styrofoam 0%, 10%, 15% dan 20%, pada KAO \pm 0.5% sample dapat menurunkan nilai *Asphalt Flow Down* (AFD), hal ini terlihat pada gambar 8, dimana nilai AFD terus menurun seiring dengan bertambahnya kadar Styrofoam yang disubstitusikan kedalam KAO \pm 0.5%. Batas maksimal nilai aliran aspal berdasarkan AAPA (2004) yaitu 0,3%. Persentase aspal yang melekat pada campuran akan makin banyak, apabila nilai aliran asphalt rendah.

PENUTUP

Simpulan

Hasil penelitian memperoleh nilai kadar aspal optimum dengan metode AAPA sebesar 5.65%, dengan nilai kinerja perkerasan optimum yaitu stabilitas 555,76 kg, Flow 5,46 mm, VIM 22,15 %, MQ 101,89 kg/mm, CL 16% dan AFD 0,29 %. Peningkatan substitusi kadar Styrofoam pada KAO dan KAO \pm 0,5% benda uji meningkatkan nilai stabilitas, vim, mq dan cl benda uji, sebaliknya nilai flow dan nilai AFD campuran aspal porus menurun dengan meningkatnya substitusi Styrofoam pada KAO dan KAO \pm 0,5%. Nilai stabilitas maksimum dari benda uji diperoleh pada kadar substitusi Styrofoam 20% dengan kadar aspal 5.65%, nilai stabilitas 931,59 kg.

Saran

1. Perlu dilakukan penelitian sejenis dengan menggunakan bahan limbah lainnya yang tidak bisa terurai secara alamiah didalam tanah.
2. Penggunaan Styrofoam pada campuran perkerasan aspal porus dapat digunakan sebagai salah satu solusi dalam mengatasi besarnya jumlah limbah dilingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Australian Asphalt Pavement Association. (2004). National Asphalt Specification.

- Bina Marga, Spesifikasi Umum (2018).
Direktorat Jendral Bina Marga.
Departemen Pekerjaan Umum.
- Cabrera, J.G & Hamzah, M.O. (1996).
Aggregate Grading Design For Porous Asphalt. London.
- Diana. (1995). *Aspal Porus*. Fakultas Teknik,
UNILA, Bandar Lampung.
- Putri, E.E dan Syamsuwirman. (2016).
Tinjauan Substitusi Styrofoam Pada Aspal Pen.60/70 Terhadap Kinerja Campuran AsphaltConcrete - Wearing Course (AC-WC). Jurnal Teknik Sipil. ISSN 2088-9321, Volume 6, No. 1.
- Putri, E.E. (2018). *The Effect Of Styrofoam Addition Into HRS-Base On Marshall Characteristics*. Jurnal Teknik Sipil. ISSN 2088-5334, Volume 8, No. 5.
- Saleh, S.M, Anggraini, R, Aquina, H. (2014).
Karakteristik Campuran Aspal Porus dengan Substitusi Styrofoam pada Aspal Penetrasi 60/70. Jurnal Teknik Sipil, ISSN 0853-2982, Vol. 21 No. 3.
- Sukirman, S. (2003), *Beton Aspal Campuran Panas*. Granit, Jakarta.