



JURNAL SIPIL SAINS TERAPAN

1. **PENGARUH FILLER ABU CANGKANG KOPI PADA CAMPURAN ASPAL POROUS DAN ASPAL POLYMER SEBAGAI BAHAN PENGIKAT**
(Ahmad Daudy, Sulaiman AR, Khairul Miswar)
2. **PENGARUH SUBSTITUSI LIMBAH PLASTIK STYROFOAM TERHADAP PARAMETER MARSHALL DAN DURABILITAS BETON ASPAL AC-WC**
(Elsa Fahira, Syarwan, Teuku Riyadsyah)
3. **ANALISIS TINGKAT KERUSAKAN PERKERASAN LENTUR DAN ESTIMASI BIAYA PERBAIKAN (STUDI KASUS JALAN GAMPONG AREE-REUBEE KECAMATAN DELIMA KABUPATEN PIDIE)**
(Farhan Muzhaffar, Miswar, Mirza Fahmi)
4. **STUDI KAPASITAS PARKIR PADA RUMAH SAKIT UMUM DEARAH DR. FAUZIAH BIREUEN KABUPATEN BIREUEN**
(Ghulam Ali Sauki, Gustina Fitri, Kurniati)
5. **STUDI PERHITUNGAN ANGGARAN PELAKSANAAN DAN METODE PELAKSANAAN PENINGKATAN JALAN KAMPUNG ATU LINTANG-ARUL TUPIS KABUPATEN ACEH TENGAH**
(Ichsan Febrianda, Ismail, Fauzi A Gani)
6. **RENCANA ANGGARAN BIAYA PEKERJAAN DAN METODE PELAKSANAAN PADA PROYEK PELEBARAN JALAN BIREUEN-TAKENGON**
(Lukmanul Hakim, Chairil Anwar, Faisal Rizal)
7. **ANALISIS PENJADWALAN PROYEK DENGAN PRECEDENCE DIAGRAM METHOD (PDM) MENGGUNAKAN MICROSOFT PROJECT**
(Muhammad Ichwanul Khairi, Zulfikar Makam, Abdul Muhyi)
8. **PENERAPAN K3 PADA PEKERJAAN ABUTMEN JEMBRAN ALUE SEUMAKEUM KEC. MUARA DUA KOTA LHOKEUMAWE**
(Muhammad Zamzami, Aiyub, Irham)
9. **KAJIAN PENINGKATAN KUALITAS URUGAN PILIHAN UNTUK SUB BASE PERKERASAN JALAN MENGGUNAKAN FLY ASH DAN SEMEN**
(Putri Ariza, Mulizar, Muhammad Reza)
10. **PENGARUH VARIASI JUMLAH TUMBUKAN PEMADATAN LASTON AC-BC PADA SUHU 80° TERHADAP KARAKTERISTIK MARSHALL**
(Zaki Nur, Gusrizal, Rizal Syahyadi)

JURNAL SIPIL SAINS TERAPAN

Jurnal Hasil Skripsi Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil

Penasehat

Direktur Politeknik Negeri Lhokseumawe

Penanggung Jawab

Kepala Pusat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat
Politeknik Negeri Lhokseumawe

Ketua Redaksi

Muhammad Reza, M.Eng.

Sekretaris Redaksi

Erna Yusnianti, S.Si., M.Si.

Dewan Editor:

Dr. Ir. Mochammad Afifuddin, M.Eng.	(Universitas Syiah Kuala)
Dr. Ir. Samsul Bahri, M.Si.	(Politeknik Negeri Lhokseumawe)
Dr. Ir. Yuhanis Yunus, M.T.	(Politeknik Negeri Lhokseumawe)
Ir. Munardy, M.T.	(Politeknik Negeri Lhokseumawe)
Muliadi, S.T., M.T.	(Universitas Negeri Malikussaleh)
Syarwan, S.T., M.T.	(Politeknik Negeri Lhokseumawe)
Yulius Rief Alkhaly, S.T., M.Eng.	(Universitas Negeri Malikussaleh)

Penyunting Pelaksana

Ibrahim, S.T., M.T.

Pelaksana Tata Usaha

Hasanuddin, A.Md.

Penerbit

Politeknik Negeri Lhokseumawe

Alamat:

Jurusan Teknik Sipil
Politeknik Negeri Lhokseumawe
Jl. Banda Aceh–Medan Km 280,3 Buketrata
Lhokseumawe 24301 P.O. Box 90
Website: sipil.pnl.ac.id, email: pjj@pnl.ac.id

JURNAL SIPIL SAINS TERAPAN

Jurnal Hasil Skripsi Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil

DAFTAR ISI

Dewan Redaksi.....	i
Daftar Isi	ii
Pengantar Redaksi	iii
1. PENGARUH FILLER ABU CANGKANG KOPI PADA CAMPURAN ASPAL POROUS DAN ASPAL POLYMER SEBAGAI BAHAN PENGIKAT (Ahmad Daudy, Sulaiman AR, Khairul Miswar)	1-6
2. PENGARUH SUBSTITUSI LIMBAH PLASTIK STYROFOAM TERHADAP PARAMETER MARSHALL DAN DURABILITAS BETON ASPAL AC-WC (Elsa Fahira, Syarwan, Teuku Riyadsyah)	7-14
3. ANALISIS TINGKAT KERUSAKAN PERKERASAN LENTUR DAN ESTIMASI BIAYA PERBAIKAN (STUDI KASUS JALAN GAMPONG AREE-REUBEE KECAMATAN DELIMA KABUPATEN PIDIE) (Farhan Muzhaffar, Miswar, Mirza Fahmi).....	15-20
4. STUDI KAPASITAS PARKIR PADA RUMAH SAKIT UMUM DEARAH DR. FAUZIAH BIREUEN KABUPATEN BIREUEN (Ghulam Ali Sauki, Gustina Fitri, Kurniati).....	21-27
5. STUDI PERHITUNGAN ANGGARAN PELAKSANAAN DAN METODE PELAKSANAAN PENINGKATAN JALAN KAMPUNG ATU LINTANG-ARUL TUPIS KABUPATEN ACEH TENGAH (Ichsan Febrianda, Ismail, Fauzi A Gani)	28-32
6. RENCANA ANGGARAN BIAYA PEKERJAAN DAN METODE PELAKSANAAN PADA PROYEK PELEBARAN JALAN BIREUEN-TAKENGON (Lukmanul Hakim, Chairil Anwar, Faisal Rizal).....	33-41
7. ANALISIS PENJADWALAN PROYEK DENGAN PRECEDENCE DIAGRAM METHOD (PDM) MENGGUNAKAN MICROSOFT PROJECT (Muhammad Ichwanul Khairi, Zulfikar Makam, Abdul Muhyi)	42-45
8. PENERAPAN K3 PADA PEKERJAAN ABUTMEN JEMBATAN ALUE SEUMAKEUM KEC. MUARA DUA KOTA LHOKSEUMAWE (Muhammad Zamzami, Aiyub, Irham)	46-51
9. KAJIAN PENINGKATAN KUALITAS URUGAN PILIHAN UNTUK SUB BASE PERKERASAN JALAN MENGGUNAKAN FLY ASH DAN SEMEN (Putri Ariza, Mulizar, Muhammad Reza).....	52-59
10. PENGARUH VARIASI JUMLAH TUMBUKAN PEMADATAN LASTON AC-BC PADA SUHU 80° TERHADAP KARAKTERISTIK MARSHALL (Zaki Nur, Gusrizal, Rizal Syahyadi).....	60-67
Petunjuk Penulisan Artikel Ilmiah	68

JURNAL SIPIL SAINS TERAPAN

Jurnal Hasil Skripsi Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil

PENGANTAR REDAKSI

Assalamualaikum wr wb.

Puji dan syukur kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga Jurnal Sipil Sains Terapan Volume 06 Nomor 01 Edisi Maret 2023 dapat diterbitkan. Jurnal Sipil Sains Terapan ini merupakan jurnal hasil Skripsi dari Mahasiswa Program Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konstruksi Jalan dan Jembatan, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Lhokseumawe.

Jurnal Sipil Sains Terapan ini terbit secara berkala dengan frekuensi terbitan sebanyak 2 (dua) kali dalam setahun. Pada Volume 06 Nomor 01 Edisi Maret 2023 ini terdapat 10 (sepuluh) artikel. Artikel-artikel yang tergabung di dalam Jurnal Sipil Sains Terapan ini meninjau dari sisi teknik maupun manajemen dalam perencanaan jalan dan jembatan.

Redaksi mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah berperan serta dalam penerbitan Jurnal Sipil Sains Terapan ini. Kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi perbaikan terhadap Jurnal Sipil Sains Terapan pada edisi-edisi yang berikutnya untuk memperkaya keilmuan terkait perencanaan jalan dan jembatan.

Redaksi

PENGARUH SUBSTITUSI LIMBAH PLASTIK STYROFOAM TERHADAP PARAMETER MARSHALL DAN DURABILITAS BETON ASPAL AC – WC

Elsa Fahira¹, Syarwan², Teuku Riyadhshyah³

¹⁾ Mahasiswa, Program Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konstruksi Jalan dan Jembatan, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Lhokseumawe, email: elsafhra@gmail.com

²⁾ Dosen, Program Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konstruksi Jalan dan Jembatan, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Lhokseumawe, email: syarwan@pnl.ac.id

³⁾ Dosen, Program Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konstruksi Jalan dan Jembatan, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Lhokseumawe, email: riyadhshyah.teuku@pnl.ac.id

ABSTRAK

Styrofoam dengan nama ilmiah *Expanded Polystyrene* (EPS) merupakan jenis polimer plastik yang bersifat termoplastik yang mana jika dipanaskan akan menjadi lunak dan mengeras kembali jika telah dingin sehingga *Styrofoam* dapat berfungsi sebagai perekat. Pada penelitian ini limbah plastik *Styrofoam* digunakan sebagai substitusi untuk mengetahui nilai Parameter *Marshall* dan Durabilitas pada lapisan perkerasan *Asphalt Concrete – Wearing Course* (AC – WC). Metode penelitian menggunakan Standar RSNI M-01-2003. Substitusi limbah plastik *Styrofoam* dengan persentase variasi 0%, 5% dan 10%. Pemadatan benda uji dilakukan dengan tumbukan 2×75 tiap permukaan untuk lalu lintas berat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari pengujian seluruhnya tanpa campuran dan dengan substitusi limbah plastik *Styrofoam* memenuhi persyaratan pengujian *Marshall* untuk nilai stabilitas, *VMA*, *VFB*, *MQ* dan *Density*. *VIM* dan *flow* tidak memenuhi persyaratan spesifikasi. Pada persentase campuran limbah plastik *Styrofoam* 0%, nilai stabilitas, *flow*, *VMA*, *VIM*, *VFB*, *MQ* dan *Density* memenuhi persyaratan spesifikasi. Pada persentase campuran limbah plastik *Styrofoam* 5% dan 10%, nilai stabilitas, *VMA*, *VFB*, *MQ* dan *Density* memenuhi persyaratan spesifikasi, sedangkan nilai *VIM* dan nilai *flow* tidak memenuhi persyaratan spesifikasi. Nilai durabilitas atau stabilitas sisa pada persentase campuran limbah plastik *Styrofoam* 0% memenuhi persyaratan spesifikasi, sedangkan pada persentase campuran limbah plastik *Styrofoam* 5% dan 10% tidak memenuhi persyaratan spesifikasi, yaitu Min. 90%.

Kata Kunci : *Styrofoam*, AC – WC, *Marshall*, Durabilitas.

I. PENDAHULUAN

Beton aspal adalah jenis perkerasan jalan yang terdiri dari campuran agregat, dengan atau tanpa bahan tambahan. Jenis lapisan aspal beton campuran panas yang digunakan pada penelitian ini yaitu laston sebagai lapis aus, dikenal dengan nama AC – WC (*Asphalt Concrete – Wearing Course*).

Styrofoam dikenal sebagai gabus putih yang banyak digunakan untuk bahan pengganjal pada pengepakan barang elektronik dan juga dijadikan sebagai wadah makanan/minuman. *Styrofoam* merupakan limbah yang mudah ditemukan namun sulit untuk didaur ulang. Penumpukkan limbah *Styrofoam* di tempat sampah akan menimbulkan masalah yang baru, karena limbah ini sulit didaur ulang. *Styrofoam* memiliki sifat termoplastik yang mana jika dipanaskan akan menjadi lunak dan mengeras kembali jika telah dingin sehingga *Styrofoam* dapat berfungsi sebagai perekat. Oleh sebab itu, limbah *Styrofoam* ini dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan kinerja perkerasan jalan dan menyelamatkan lingkungan dengan mengurangi jumlah limbah *Styrofoam*.

Pada penelitian ini akan diteliti pengaruh penggunaan *Styrofoam* sebagai bahan tambah (*Additive*) pada campuran aspal beton AC – WC dengan variasi level substitusi limbah plastik *Styrofoam* 0%, 5%, dan 10%.

II. METODOLOGI

Data primer adalah data yang diperlukan sebagai pendukung utama dalam suatu penelitian. Data ini diperoleh dari hasil pengamatan ataupun pemeriksaan di laboratorium yang akan dijadikan suatu pembahasan dan kesimpulan. Pengujian tersebut meliputi pengujian analisa ayakan (Standar Bina Marga 2018 Divisi 6 Perkerasan Aspal), pengujian berat jenis agregat halus dan agregat kasar, pengujian berat jenis aspal, pengujian penetrasi aspal, pengujian titik lembek aspal, sifat-sifat fisis aspal, dan pengujian stabilitas campuran aspal beton. Stabilitas campuran beton aspal ditinjau dengan alat *Marshall* terhadap benda uji normal 2×75 tumbukan untuk lalu-lintas berat.

Data sekunder merupakan data pendukung data primer yang diperlukan dalam penelitian seperti, angka koreksi benda uji, angka kalibrasi alat dan sebagainya. Data ini adalah bentuk data yang telah tersedia dari berbagai sumber seperti dokumen laporan, buku, artikel, jurnal, website dari lembaga terpercaya dan sebagainya.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data hasil penelitian yang diperoleh meliputi data hasil analisa gradasi agregat, data hasil sifat fisis agregat, data hasil sifat fisis aspal, data hasil pengujian *Marshall*, dan data hasil penentuan Kadar Aspal Optimum (KAO), serta pengujian durabilitas.

A. Hasil Pengujian *Marshall* pada Variasi Kadar Aspal Ideal (Pb)

1. Aspal Penetrasi 60/70

Dari hasil pengujian *Marshall* yang dilakukan pada variasi kadar aspal ideal untuk benda uji dengan jumlah tumbukan 2×75 , maka diperoleh nilai stabilitas, *flow*, *Density*, *VIM*, *WMA*, *VFB* dan *Marshall Quotient* (MQ). Hasil pengujian percobaan marshall untuk benda uji dengan jumlah tumbukan sebanyak 2×75 tumbukan diperlihatkan dalam Tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil pengujian *Marshall* pada variasi kadar aspal normal

No	Parameter <i>Marshall</i>	Variasi Kadar Aspal					Spesifikasi
		4,5%	5,0%	5,5%	6,0%	6,5%	
1	Stabilitas (Kg)	1418	1648	1743	1667	1540	Min. 800
2	Flow (mm)	2,6	3,1	3,6	3,9	4,2	2 - 4 mm
3	Density (gr/m ³)	2,289	2,287	2,288	2,297	2,302	Min. 2
4	VIM (%)	7,26	6,66	5,96	4,90	4,01	3 - 5 %
5	VFB (%)	78,65	78,67	78,91	79,78	80,34	Min. 65%
6	VMA (%)	14,09	14,66	15,14	15,31	15,64	Min. 15%
7	MQ (kN/mm)	548,73	533,37	491,15	435,48	369,88	> 250 kg/mm

2. Aspal dengan Substitusi Limbah Plastik *Styrofoam* 5%

Hasil pengujian *Marshall* pada variasi kadar aspal ideal (Pb) dengan substitusi limbah plastik *Styrofoam* sebanyak 5% dan jumlah tumbukan sebanyak 2×75 tumbukan diperlihatkan dalam Tabel 2 sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil pengujian *Marshall* pada variasi kadar aspal dengan substitusi limbah plastik *Styrofoam* 5%

No	Parameter <i>Marshall</i>	Variasi Kadar Aspal					Spesifikasi
		4,5%	5,0%	5,5%	6,0%	6,5%	
1	Stabilitas (Kg)	1534	1728	1831	1896	1764	Min. 800
2	Flow (mm)	2,3	2,5	2,9	3,2	3,5	2 - 4 mm
3	Density (gr/m ³)	2,29	2,29	2,30	2,30	2,31	Min. 2
4	VIM (%)	7,09	6,36	5,56	4,62	3,69	3 - 5 %
5	VFB (%)	78,98	79,25	79,67	80,32	80,95	Min. 65%
6	VMA (%)	13,93	14,39	14,78	15,06	15,36	Min. 15%
7	MQ (kN/mm)	670,40	695,56	639,82	587,40	504,09	> 250 kg/mm

3. Aspal dengan Substitusi Limbah Plastik *Styrofoam* 10%

Hasil pengujian *Marshall* pada variasi kadar aspal ideal (Pb) dengan substitusi limbah plastik *Styrofoam* sebanyak 10% dan jumlah tumbukan sebanyak 2×75 tumbukan diperlihatkan dalam Tabel 3 sebagai berikut:

Tabel 3. Hasil pengujian *Marshall* pada variasi kadar aspal dengan substitusi limbah plastik *Styrofoam* 10%

No	Parameter <i>Marshall</i>	Variasi Kadar Aspal					Spesifikasi
		4,5%	5,0%	5,5%	6,0%	6,5%	
1	Stabilitas (Kg)	1460	1587	1772	1870	1808	Min. 800
2	Flow (mm)	2,4	2,7	3,1	3,3	3,5	2 - 4 mm
3	Density (gr/m ³)	2,29	2,29	2,29	2,31	2,31	Min. 2
4	VIM (%)	7,67	6,91	6,06	4,95	4,10	3 - 5 %
5	VFB (%)	78,11	78,49	79,03	80,04	80,54	Min. 65%
6	VMA (%)	14,21	14,60	14,92	15,01	15,36	Min. 15%
7	MQ (kN/mm)	618,00	581,04	579,55	574,70	522,16	> 250 kg/mm

B. Hasil KAO

Berdasarkan pengujian *Marshall* kemudian dievaluasikan sehingga didapatkan KAO dengan sistem *Range Overlapping*. Dari hasil pengujian *Marshall* ditunjukkan bahwa campuran laston pada KAO yang dihasilkan yaitu sebesar 6,05% untuk variasi kadar aspal normal, 6,25% untuk variasi kadar aspal dengan substitusi limbah plastik *Styrofoam* 5% dan 10%. Perlakuan yang didapatkan untuk benda uji aspal beton pada kadar aspal optimum dengan jumlah aspal optimum.

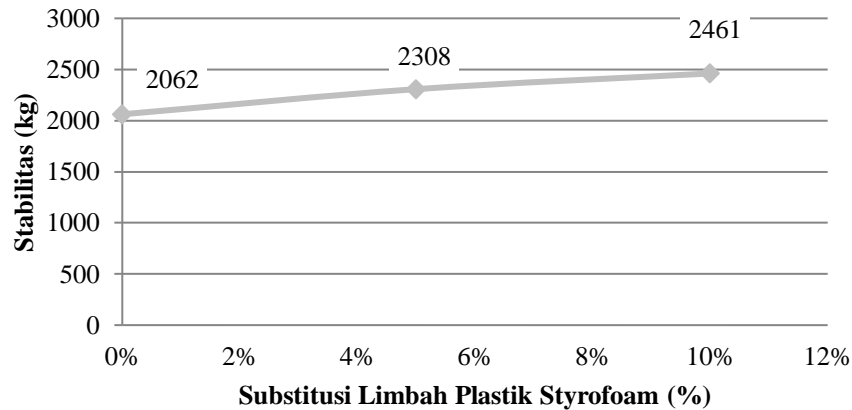
Tabel 4. Hasil pengujian *Marshall* dan durabilitas dengan nilai KAO dan variasi substitusi limbah plastik *Styrofoam*

No	Parameter <i>Marshall</i>	Variasi Substitusi Limbah Plastik <i>Styrofoam</i>			Spesifikasi
		0%	5%	10%	
1	Stabilitas (Kg)	2062	2308	2461	Min. 800
2	Flow (mm)	4,81	5,15	5,18	2 - 5 mm
3	Density (gr/m ³)	2,30	2,27	2,27	Min. 2
4	VIM (%)	4,91	5,70	5,74	3 - 5 %
5	VFB (%)	80,01	78,10	78,02	Min. 65 %
6	VMA (%)	15,08	16,20	16,24	Min. 15 %
7	MQ (kN/mm)	427,99	448,42	475,34	> 250 kg/mm
8	Durabilitas	93,72	88,14	79,01	Min. 90 %

C. Pembahasan Parameter *Marshall* pada Variasi Substitusi Limbah Plastik *Styrofoam*

1. Nilai Stabilitas

Dari Gambar 1 menunjukkan bahwa campuran beton aspal AC-WC dengan kandungan limbah plastik *Styrofoam* sebanyak 0%, 5% dan 10% masih memenuhi syarat spesifikasi Stabilitas yaitu Min. 800 kg. Dimana pada variasi substitusi limbah plastik *Styrofoam* 0% memiliki nilai stabilitas sebesar 2062 kg, pada variasi substitusi limbah plastik *Styrofoam* 5% memiliki nilai stabilitas sebesar 2308 kg mengalami peningkatan sebesar 10,66% dari nilai stabilitas pada variasi substitusi limbah plastik *Styrofoam* 0% dan pada variasi substitusi limbah plastik *Styrofoam* 10% memiliki nilai stabilitas sebesar 2461 kg mengalami peningkatan sebesar 16,21% dari nilai stabilitas pada variasi substitusi limbah plastik *Styrofoam* 0%.

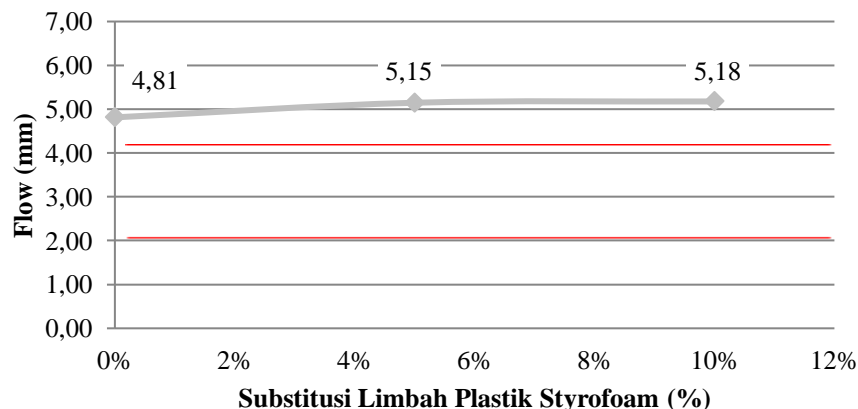


Gambar 1. Kurva hubungan stabilitas dengan variasi substitusi limbah plastik *Styrofoam*

Dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa semakin besar substitusi limbah plastik *Styrofoam* didalam campuran beton aspal AC-WC maka semakin meningkat pula nilai stabilitas yang didapat, untuk keseluruhan nilai stabilitas memenuhi syarat yaitu Min. 800 kg.

2. Kelelahan/*flow*

Dari Gambar 2 dengan variasi substitusi limbah plastik *Styrofoam* menunjukkan bahwa semakin banyak kandungan limbah plastik *Styrofoam* yang terdapat dalam campuran maka semakin besar pula nilai *flow* yang diperoleh. Dari data grafik pada variasi substitusi limbah plastik *Styrofoam* 0% diperoleh nilai *flow* 4,81 mm, pada variasi substitusi limbah plastik *Styrofoam* 5% diperoleh nilai *flow* 5,15 mm dan variasi substitusi limbah plastik *Styrofoam* 10% diperoleh nilai *flow* 5,18 mm. Nilai *flow* tinggi umumnya menunjukkan campuran bersifat plastis sehingga menyebabkan terjadinya deformasi permanen ketika mengalami pembebanan lalu lintas.

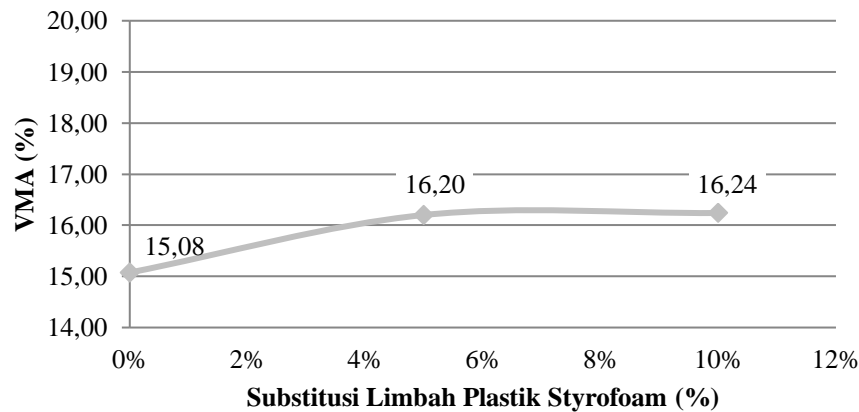


Gambar 2. Kurva hubungan *flow* dengan variasi substitusi limbah plastik *Styrofoam*

3. Nilai VMA (*Voids in The Mineral Aggregate*)

Rongga dalam agregat (*Voids in the Mineral Aggregate*) didefinisikan sebagai volume rongga dalam antar butiran yang terletak diantara partikel agregat dari suatu campuran perkerasan yang didapatkan. Data hasil penelitian VMA yang ditampilkan pada Gambar 3 diatas menunjukkan bahwa nilai VMA cenderung meningkat dari variasi substitusi 0%, 5% dan 10%. Pada variasi substitusi limbah plastik *Styrofoam* 0% diperoleh nilai VMA 15,08%, pada variasi substitusi limbah plastik *Styrofoam* 5% diperoleh nilai VMA 16,20% dan pada

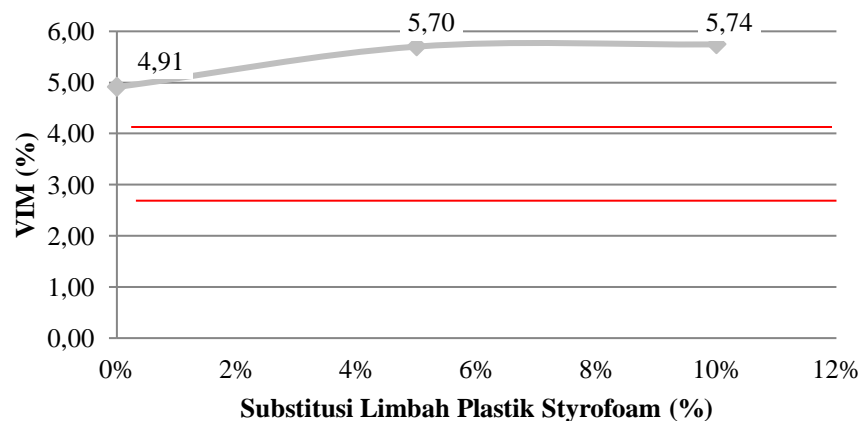
variasi substitusi limbah plastik *Styrofoam* 10% diperoleh nilai *VMA* 16,24%. Keseluruhan variasi memenuhi batas spesifikasi yaitu Min. 15%.



Gambar 3. Kurva hubungan *VMA* dengan variasi substitusi limbah plastik *Styrofoam*

4. Nilai *VIM* (*Voids in Mineral*)

Dari data hasil pengujian *Marshall* yang ditampilkan pada Gambar 4 menunjukkan bahwa nilai *VIM* mengalami peningkatan dengan adanya substitusi limbah plastik *Styrofoam*. Pada variasi substitusi limbah plastik *Styrofoam* 0% diperoleh nilai *VIM* 4,91%, pada variasi substitusi limbah plastik *Styrofoam* 5% diperoleh nilai *VIM* 5,70% dan pada variasi substitusi limbah plastik *Styrofoam* 10% diperoleh nilai *VIM* 5,74%.



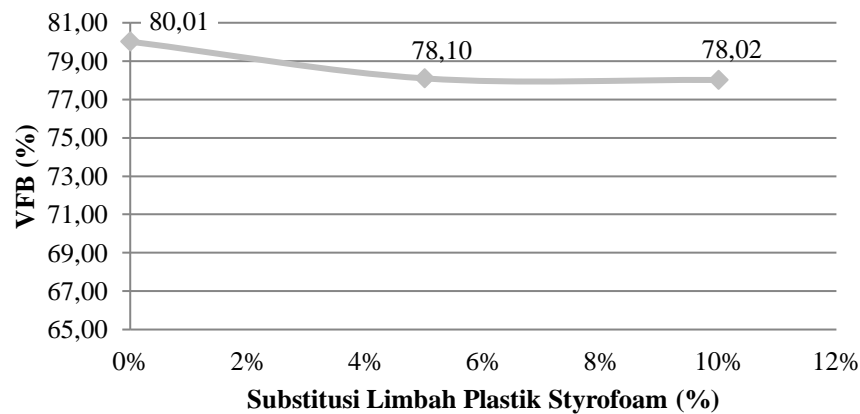
Gambar 4. Kurva hubungan *VIM* dengan variasi substitusi limbah plastik *Styrofoam*

Perkerasan yang memiliki nilai *VIM* yang rendah akan mudah mengalami deformasi plastis. Pada saat temperatur tinggi aspal akan mencair dan mencari tempat yang kosong dan mudah ditembus. Nilai *VIM* rendah menunjukkan bahwa rongga dalam campuran kecil, sehingga tidak tersedia ruang yang cukup yang dapat mengakibatkan aspal naik ke permukaan (*Bleeding*).

5. Nilai *VFB* (*Voids Filled with Bitumen*)

Dari Gambar 5 menunjukkan bahwa nilai *VFB* mengalami penurunan dengan adanya substitusi limbah plastik *Styrofoam*. Pada variasi substitusi limbah plastik *Styrofoam* 0% diperoleh nilai *VFB* 80,01%, pada variasi substitusi limbah plastik *Styrofoam* 5% diperoleh nilai *VFB* 78,10% dan pada variasi substitusi limbah plastik *Styrofoam* 10% diperoleh nilai

VFB 78,02%. Hasil pengujian terhadap variasi substitusi limbah plastik *Styrofoam* masih memenuhi batas spesifikasi yang disyaratkan yaitu Min. 65%.

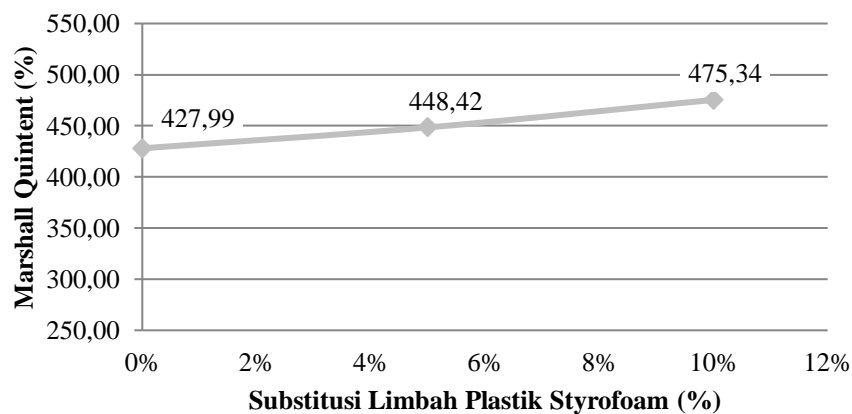


Gambar 5. Kurva hubungan *VFB* dengan variasi substitusi limbah plastik *Styrofoam*

Semakin rendah nilai *VFB* menandakan semakin kecil rongga dalam campuran yang terisi aspal, sehingga kedekatan campuran aspal terhadap air dan udara semakin rendah pula.

6. Nilai MQ (*Marshall Quotient*)

Dari Gambar 6 menunjukkan bahwa nilai *Marshall Quotient* (MQ) meningkat, pada variasi substitusi limbah plastik *Styrofoam* 0% diperoleh nilai *Marshall Quotient* 427,99 kg/mm, pada variasi substitusi limbah plastik *Styrofoam* 5% diperoleh nilai *Marshall Quotient* 448,42 kg/mm dan pada variasi substitusi limbah plastik *Styrofoam* 10% diperoleh nilai *Marshall Quotient* 475,34 kg/mm. Lengkung *Marshall Quotient* mengalami peningkatan yang dipengaruhi oleh nilai stabilitas dan nilai *flow*.

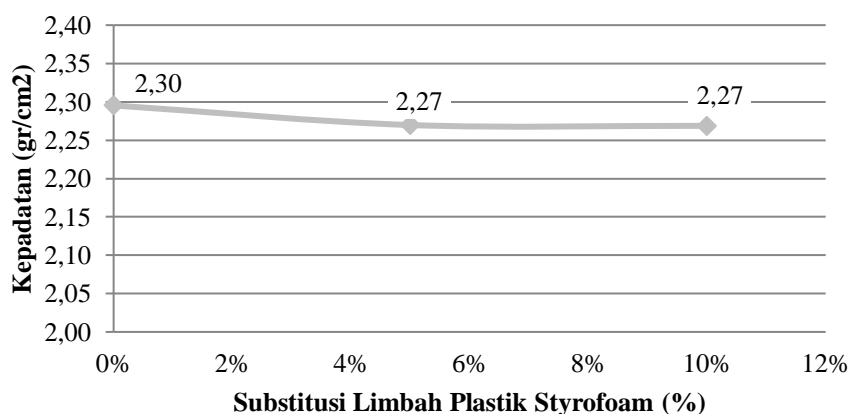


Gambar 6. Kurva hubungan *MQ* dengan variasi substitusi limbah plastik *Styrofoam*

Campuran yang memiliki nilai *Marshall Quotient* terlalu rendah berpengaruh kepada campuran yang bersifat kaku dan *fleksibilitasnya* tinggi sehingga akan lebih mudah mengalami kepadatan, dan campuran yang memiliki nilai *Marshall Quotient* terlalu tinggi berpengaruh juga pada campuran yang bersifat kaku dan *fleksibilitasnya* sehingga campuran akan lebih mudah mengalami retakan (*Cracking*). Untuk keseluruhan nilai *Marshall Quotient* memenuhi batas spesifikasi yaitu > 250 kg/mm.

7. Nilai Kepadatan (*Density*)

Dari hasil percobaan *Marshall* pada masing-masing variasi substitusi limbah plastik *Styrofoam* yang ditampilkan pada Gambar 7 menunjukkan nilai kepadatan mengalami penurunan. Pada variasi substitusi limbah plastik *Styrofoam* 0% diperoleh nilai kepadatan 2,30 gr/cm³, pada variasi substitusi limbah plastik *Styrofoam* 5% dan 10% diperoleh nilai kepadatan 2,27 gr/cm³. Dari data hasil penelitian diatas kepadatan campuran laston dengan kandungan limbah plastik *Styrofoam* mengalami penurunan, tetapi masih memenuhi batas spesifikasi yang disyaratkan yaitu Min. 2 gr/cm³. Campuran dengan nilai kepadatan tinggi akan lebih mampu menahan beban yang lebih berat dibandingkan pada campuran yang mempunyai kepadatan rendah.



Gambar 7. Kurva hubungan kepadatan dengan variasi substitusi limbah plastik *Styrofoam*

IV. SIMPULAN

Berdasarkan hasil yang diperoleh pada penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa hasil pengujian pembuatan benda uji aspal dengan variasi campuran ideal (Pb 4,5%, 5,0%, 5,5%, 6,0% dan 6,5%) diperoleh Kadar Aspal Optimum (KAO) sebesar 6,0% yang digunakan sebagai rancangan benda uji aspal + 0% limbah plastik *styrofoam*. Variasi campuran dengan substitusi 5% dan 10% limbah plastik *styrofoam* diperoleh Kadar Aspal Optimum (KAO) sebesar 6,25% yang digunakan sebagai rancangan benda uji aspal + 5% limbah plastik *styrofoam* dan benda uji aspal + 10% limbah plastik *styrofoam*.

Berdasarkan hasil pengujian *marshall* untuk setiap variasi substitusi limbah plastik *styrofoam* pada rendaman 30 menit dengan suhu 60 °C diperoleh nilai stabilitas, *flow*, *VMA*, *VIM*, *VFB*, *MQ* dan *density* dengan Parameter *Marshall* pada kadar 0% limbah plastik *styrofoam* didapat nilai stabilitas = 2062 kg, *flow* = 4,81 mm, *VMA* = 15,08%, *VIM* = 4,91%, *VFB* = 80,01%, *Marshall Quotient* = 427,99 kg/mm, *density* = 2,30 gr/cm³. Parameter *Marshall* pada kadar 5% limbah plastik *styrofoam* didapat nilai stabilitas = 2308 kg, *flow* = 5,15 mm, *VMA* = 16,20%, *VIM* = 5,70%, *VFB* = 78,10%, *Marshall Quotient* = 448,42 kg/mm, *density* = 2,27 gr/cm³. Parameter *Marshall* pada kadar 10% limbah plastik *styrofoam* didapat nilai stabilitas = 2461 kg, *flow* = 5,81 mm, *VMA* = 16,24%, *VIM* = 5,74%, *VFB* = 78,02%, *Marshall Quotient* = 475,34 kg/mm, *density* = 2,27 gr/cm³.

Berdasarkan hasil pengujian *durabilitas* pada tiap substitusi limbah plastik *styrofoam* dari hasil perbandingan nilai stabilitas rendaman 30 menit dan 24 jam dengan suhu 60°C diperoleh hasil *Durabilitas* terhadap variasi 0% limbah plastik *styrofoam* didapat nilai *durabilitasnya* = 93,72%. *Durabilitas* terhadap variasi 5% limbah plastik *styrofoam* didapat nilai *durabilitasnya* = 88,14%. *Durabilitas* terhadap variasi 10% limbah plastik *styrofoam* didapat nilai *durabilitasnya* = 79,01%.

Pada persentase campuran limbah plastik *styrofoam* 0%, nilai stabilitas, *flow*, *VMA*, *VIM*, *VFB*, *MQ* dan *density* memenuhi persyaratan spesifikasi. Pada persentase campuran limbah plastik *styrofoam* 5% dan 10%, nilai stabilitas, *VMA*, *VFB*, *MQ* dan *density* memenuhi persyaratan spesifikasi, sedangkan nilai *VIM* dan nilai *flow* tidak memenuhi persyaratan spesifikasi. Nilai stabilitas terbaik pada penelitian ini terdapat pada persentase substitusi 10% limbah plastik *styrofoam*, dengan nilai stabilitas 2461 kg.

DAFTAR PUSTAKA

- Adly, Emil. 2016. *Styrofoam* sebagai Pengganti Aspal Penetrasi 60/70 dengan Kadar 0%, 6,5%, 7,5% dan 9,5% pada Campuran AC – WC. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Yogyakarta.
- Anonim. 2019. Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat – Direktorat Jendral Bina Marga, Spesifikasi Umum 2018 untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan (Revisi 1), Dirjen Bina Marga Nomor 06/SE/Db/2019. Jakarta.
- Maulana, Kevin. 2019. Pengaruh Penambahan *Styrofoam* Terhadap Karakteristik Campuran Aspal AC – WC. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Mujiarto, I. 2005. Sifat dan Karakteristik Material Plastik dan Bahan *Additif*, Traksi Volume 3 Nomor 2.
- Sitanggang, Yasinta Lisna. 2010. Pengaruh Penggunaan *Styrofoam* sebagai Bahan Tambah terhadap Karakteristik Beton Aspal. Universitas Atma Jaya. Yogyakarta.
- Soehartono. 2014. Teknologi Aspal dan Penggunaan dalam Konstruksi Perkerasan Jalan. Penerbit: Andi. Yogyakarta.
- Sukirman, Silvia. 1992. Perkerasan Lentur Jalan Raya. Penerbit: Nova. Bandung.
- Sukirman, Silvia. 2003. Beton Aspal Campuran. Penerbit: Nova. Bandung.