

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, laporan skripsi dengan judul “Pengaruh Substitusi Limbah Kaca Sebagai Agregat Dalam Campuran *Stone Matrix Asphalt*” dapat diselesaikan dengan baik dan tepat pada waktunya.

Laporan skripsi ini disusun berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dari Januari 2019 hingga Juni 2019. Skripsi merupakan persyaratan terakhir bagi mahasiswa yang wajib ditempuh sesuai dengan kurikulum Program Studi Teknik Sipil Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Pelita Harapan. Skripsi ini juga bermanfaat bagi penulis untuk lebih memahami topik perencanaan perkerasan jalan, khususnya dalam pemanfaatan limbah kaca dalam meningkatkan kualitas perkerasan jalan.

Dalam penyusunan laporan skripsi ini, penulis mendapat bimbingan, dukungan, dan doa dari banyak pihak. Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak akan bisa diselesaikan dengan baik dan tepat waktu tanpa kehadiran mereka. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa yang selalu menyertai, menuntun, dan mendukung kehidupan penulis, khususnya pada masa perkuliahan dari awal hingga penulisan skripsi ini selesai.
2. Bapak Eric Jobiliong, Ph.D., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi.
3. Ibu Dela Rosa, M. M., M.Sc., Apt., selaku Wakil Dekan Fakultas Sains dan Teknologi.
4. Bapak Laurence, M.T., selaku Direktur Administrasi dan Kemahasiswaan Fakultas Sains dan Teknologi.
5. Bapak Dr.-Ing. Jack Widjajakusuma selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil dan dosen pembimbing utama yang telah memberikan masukan dan arahan selama penulisan skripsi ini
6. Ibu Sunie Rahardja, M.S.C.E., selaku dosen dan co-pembimbing. Sebagai dosen, Beliau telah memperkenalkan ilmu Perencanaan Perkerasan Jalan dan menumbuhkan niat untuk mengambil bidang skripsi tersebut. Sebagai co-

pembimbing skripsi, Beliau telah sabar dan setia mengajarkan, menyarankan, dan mengarahkan penulis dari awal penulisan skripsi hingga selesai.

7. Bapak Andreas Kurniawan Djukardi, M.T., M.Const., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing dari awal perkuliahan hingga selesai penulisan Skripsi serta memberi saran untuk mengambil topik skripsi penulis.
8. Para dosen dan asisten dosen yang selama ini telah sabar mengajar penulis dari awal perkuliahan, sehingga wawasan penulis dapat bertambah terhadap materi secara menyeluruh.
9. Para laboran yang telah sabar mengajarkan, mengarahkan, dan membimbing dalam melakukan prosedur laboratorium dari awal perkuliahan hingga skripsi ini
10. Orang tua penulis, mulai dari awal studi khususnya saat masuk bangku perkuliahan, yang selalu mendoakan, mengingatkan, dan mendukung penulis agar dapat menyelesaikan studi dengan baik dan tepat waktu
11. Anastasia Cathelyn, Chrisviandi Wennardy, dan Steffanny sebagai sahabat yang selalu mendukung dan setia menemani dari awal perkuliahan hingga masa skripsi selesai.
12. Erik Surya Styawan dan Natalia sebagai rekan dalam pengujian selama masa skripsi yang telah sabar dan setia menemani serta membantu penulis dalam melakukan setiap pengujian demi kepentingan skripsi.
13. Teman-teman angkatan 2017 yang sudah membantu pengujian skripsi penulis khususnya dalam pembuatan benda uji campuran aspal tanpa substitusi kaca.
14. Teman-teman angkatan 2015 dan senior yang telah membantu penulis selama perkuliahan, baik dalam kelas ataupun praktikum.
15. Pihak lain yang tidak dapat disebutkan secara menyeluruh oleh penulis yang telah membantu, mendukung, dan membimbing penulis.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa laporan skripsi ini masih memiliki banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis sangat terbuka terhadap kritik dan saran dari

pembaca yang dapat membantu proses penyempurnaan laporan skripsi ini. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membacanya.

Tangerang, 12 Agustus 2019



(Juviansen Heriyanto)



DAFTAR ISI

halaman

HALAMAN JUDUL	
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	
PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING	
PERSETUJUAN TIM PENGUJI SKRIPSI	
ABSTRAK.....	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Permasalahan.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1 Perkerasan Jalan.....	6
2.2 Campuran Aspal.....	8
2.3 Bahan Campuran Aspal.....	11
2.3.1 Agregat.....	11
2.3.2 Aspal.....	14
2.3.3 Kaca.....	19
2.4 <i>Stone Matrix Asphalt (SMA)</i>	22
2.5 Pengujian Pada Penelitian.....	27
2.5.1 Agregat.....	27
2.5.2 Kaca.....	29
2.5.3 Aspal.....	30
2.5.4 Campuran Aspal.....	31
2.6 Modifikasi Campuran Aspal.....	37
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Skematik Penelitian.....	42
3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	42
3.3 Variabel Penelitian.....	43
3.4 Pengumpulan dan Persiapan Alat dan Bahan.....	44
3.4.1 Pengumpulan Bahan.....	45

3.4.2	Persiapan Bahan.....	45
3.4.3	Pengumpulan Alat.....	46
3.5	Pengujian Bahan.....	47
3.5.1	Agregat Kasar dan Agregat Halus.....	48
3.5.2	Kaca.....	48
3.5.3	Aspal.....	49
3.6	Pembuatan dan Pengujian Benda Uji.....	49

BAB IV Hasil Penelitian dan Analisis

4.1	Pendahuluan.....	54
4.2	Hasil Pengujian Bahan.....	54
4.2.1	Berat Jenis Agregat Kasar.....	54
4.2.2	Keausan Agregat Kasar Menggunakan Mesin <i>Los Angeles</i>	54
4.2.3	Berat Jenis Agregat Halus.....	55
4.2.4	Kadar Lumpur Agregat Halus.....	55
4.2.5	Berat Jenis Kaca.....	56
4.2.6	Keausan Kaca Menggunakan Mesin <i>Los Angeles</i>	56
4.2.7	Berat Jenis Aspal.....	57
4.2.8	Penetrasi Aspal.....	57
4.2.9	Pengujian Titik Lembek Aspal.....	57
4.2.10	Pengujian Titik Nyala dan Titik Bakar Aspal.....	58
4.2.11	Pengujian Viskositas Aspal.....	59
4.3	Hasil Pengujian Benda Uji.....	60
4.3.1	Benda Uji Tanpa Substitusi Kaca.....	60
4.3.2	Benda Uji Dengan Substitusi Kaca.....	65
4.4	Analisis Hasil Pengujian.....	70
4.4.1	Analisis Hasil Pengujian Bahan.....	70
4.4.2	Analisis Hasil Pengujian Benda Uji.....	71
4.4.2.1	Benda Uji Tanpa Substitusi Kaca.....	71
4.4.2.2	Benda Uji Dengan Substitusi Kaca.....	73

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Kesimpulan.....	76
5.2	Saran.....	77

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

halaman

Gambar 2.1	Proses Destilasi Minyak.....	17
Gambar 2.2	Perbedaan Gradasi SMA Dengan Gradasi HMA Konvensional....	23
Gambar 2.3	Grafik Stabilitas dan <i>Flow</i> Benda Uji Tanpa Substitusi Kaca (Fauziah & Wijayati, 2016).....	35
Gambar 2.4	Grafik <i>Density</i> dan <i>VIM</i> Benda Uji Tanpa Substitusi Kaca (Fauziah & Wijayati, 2016).....	36
Gambar 2.5	Grafik VMA dan VFA Benda Uji Tanpa Substitusi Kaca (Fauziah & Wijayati, 2016).....	36
Gambar 2.6	Grafik <i>Cantabro Loss</i> Benda Uji Tanpa Substitusi Kaca (Fauziah & Wijayati, 2016).....	37
Gambar 2.7	Grafik Stabilitas dan <i>Flow</i> Benda Uji Dengan Substitusi Kaca (Fauziah & Wijayati, 2016).....	38
Gambar 2.8	Grafik <i>Density</i> dan <i>VIM</i> Benda Uji Dengan Substitusi Kaca (Fauziah & Wijayati, 2016).....	40
Gambar 2.9	Grafik VMA dan VFA Benda Uji Dengan Substitusi Kaca (Fauziah & Wijayati, 2016).....	40
Gambar 2.10	Grafik <i>Cantabro Loss</i> Benda Uji Dengan Substitusi Kaca (Fauziah & Wijayati, 2016).....	41
Gambar 3.1	Skematik Penelitian.....	42
Gambar 3.2	(a) Perendaman Botol Kaca Dengan Air Panas. (b) Pembilasan Botol Kaca Dengan Air Bersuhu Ruang.....	45
Gambar 3.3	Penumbukan Botol Kaca.....	46
Gambar 3.4	Ukuran Cetakan Dan Jumlah Total Cetakan <i>Marshall</i>	47
Gambar 3.5	Ukuran Cetakan dan Jumlah Total Cetakan <i>Cantabro Loss</i>	47
Gambar 3.6	Serbuk Kaca Dalam Keadaan Kering SSD.....	49
Gambar 3.7	Pengujian Berat Jenis Kaca.....	49
Gambar 3.8	Pengukuran Suhu Saat Pencampuran Aspal Dengan Agregat.....	51
Gambar 3.9	Proses Kompaksi Benda Uji Pengujian <i>Cantabro Loss</i>	51
Gambar 4.1	Grafik Hasil Uji Titik Lembek Aspal.....	58
Gambar 4.2	Grafik Hasil Uji Titik Nyala dan Titik Bakar Aspal.....	59
Gambar 4.3	Grafik Hasil Uji Viskositas Aspal.....	59
Gambar 4.4	Grafik Stabilitas Benda Uji Tanpa Substitusi Kaca.....	61
Gambar 4.5	Grafik <i>Flow</i> Benda Uji Tanpa Substitusi Kaca.....	61
Gambar 4.6	Grafik VMA Benda Uji Tanpa Substitusi Kaca.....	62
Gambar 4.7	Grafik <i>VIM</i> Benda Uji Tanpa Substitusi Kaca.....	63
Gambar 4.8	Grafik VFA Benda Uji Tanpa Substitusi Kaca.....	63
Gambar 4.9	Grafik <i>Cantabro Loss</i> Benda Uji Tanpa Substitusi Kaca.....	64
Gambar 4.10	Grafik <i>Density</i> Benda Uji Tanpa Substitusi Kaca.....	64

Gambar 4.11	Grafik Stabilitas Benda Uji Dengan Substitusi Kaca.....	66
Gambar 4.12	Grafik <i>Flow</i> Benda Uji Dengan Substitusi Kaca.....	66
Gambar 4.13	Grafik VMA Benda Uji Dengan Substitusi Kaca.....	67
Gambar 4.14	Grafik VIM Benda Uji Dengan Substitusi Kaca.....	68
Gambar 4.15	Grafik VFA Benda Uji Dengan Substitusi Kaca.....	68
Gambar 4.16	Grafik <i>Density</i> Benda Uji Dengan Substitusi Kaca.....	69
Gambar 4.17	Grafik <i>Cantabro Loss</i> Benda Uji Dengan Substitusi Kaca.....	70
Gambar 4.18	Perbandingan Hasil Pengujian <i>Cantabro Loss</i> Kadar Aspal 6% dan 5%.....	72



DAFTAR TABEL

halaman

Tabel 2.1	Tabel Keuntungan dan Kerugian Penggunaan Perkerasan Jalan Lentur (Yasruddin, 2011).....	7
Tabel 2.2	Ketentuan Sifat-Sifat Campuran Laston (AC).....	10
Tabel 2.3	Ketentuan Agregat Kasar.....	12
Tabel 2.4	Ketentuan Agregat Halus.....	13
Tabel 2.5	Ketentuan-Ketentuan Untuk Aspal Keras Pen. 60/70.....	16
Tabel 2.6	Komposisi Kaca Berdasarkan Jenis Warna Kaca.....	20
Tabel 2.7	Rekomendasi Gradasi SMA.....	25
Tabel 2.8	Gradasi SMA yang Digunakan Pada Penelitian.....	26
Tabel 4.1	Hasil Pengujian Berat Jenis Agregat kasar.....	54
Tabel 4.2	Hasil Pengujian Keausan Agregat Kasar Menggunakan Mesin <i>Los Angeles</i>	55
Tabel 4.3	Hasil Pengujian Berat Jenis Agregat Halus.....	55
Tabel 4.4	Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus.....	55
Tabel 4.5	Hasil Pengujian Berat Jenis Kaca.....	56
Tabel 4.6	Hasil Pengujian Keausan Kaca Menggunakan Mesin <i>Los Angeles</i>	56
Tabel 4.7	Hasil Pengujian Berat Jenis Aspal.....	57
Tabel 4.8	Hasil Pengujian Penetrasi Aspal.....	57
Tabel 4.9	Hasil Pengujian Titik Lembek Aspal.....	58
Tabel 4.10	Hasil Pengujian Titik Nyala dan Titik Bakar Aspal.....	58
Tabel 4.11	Hasil Pengujian Viskositas Aspal.....	59
Tabel 4.12	Hasil Pengujian Stabilitas dan <i>Flow</i> Benda Uji Tanpa Substitusi Kaca.....	60
Tabel 4.13	Hasil Pengujian VMA, VIM, dan VFA Benda Uji Tanpa Substitusi Kaca.....	62
Tabel 4.14	Hasil Pengujian <i>Cantabro Loss</i> Benda Uji Tanpa Substitusi Kaca.....	64
Tabel 4.15	Hasil Uji Tekan Benda Uji Tanpa Substitusi Kaca.....	65
Tabel 4.16	Hasil Pengujian Stabilitas dan <i>Flow</i> Benda Uji Dengan Substitusi Kaca.....	65
Tabel 4.17	Hasil Pengujian <i>Density</i> , VMA, VIM, dan VFA Benda Uji Dengan Substitusi Kaca.....	67
Tabel 4.18	Hasil Pengujian <i>Cantabro Loss</i> Benda Uji Dengan Substitusi Kaca.....	69

DAFTAR LAMPIRAN

halaman

Lampiran A	
Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar.....	A-1
Lampiran B	
Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus.....	B-1
Lampiran C	
Uji Keausan Agregat Kasar Dengan Mesin <i>Los Angeles</i>	C-1
Lampiran D	
Uji Kadar Lumpur Agregat Halus.....	D-1
Lampiran E	
Uji Berat Jenis Aspal.....	E-1
Lampiran F	
Uji Penetrasi Aspal.....	F-1
Lampiran G	
Uji Titik Lembek Aspal.....	G-1
Lampiran H	
Uji Titik Nyala dan Titik Bakar Aspal.....	H-1
Lampiran I	
Uji Viskositas Aspal.....	I-1
Lampiran J	
Uji Campuran Aspal Dengan Alat <i>Marshall</i>	J-1
Lampiran K	
Uji <i>Cantabro Loss</i>	K-1
Lampiran L	
Tabel Konversi Viskositas Aspal.....	L-1
Lampiran M	

Tabel Perhitungan Stabilitas dan <i>Flow</i> Campuran Aspal Tanpa Substitusi Kaca.....	M-1
Lampiran N	
Tabel Faktor Kalibrasi Alat.....	N-1
Lampiran O	
Tabel Angka Korelasi Beban.....	O-1
Lampiran P	
Tabel Perhitungan Rongga Campuran Aspal Tanpa Substitusi Kaca.....	P-1
Lampiran Q	
Tabel Perhitungan Stabilitas dan <i>Flow</i> Campuran Aspal Dengan Substitusi Kaca.....	Q-1
Lampiran R	
Tabel Perhitungan Rongga Campuran Aspal Dengan Substitusi Kaca....	R-1
Lampiran S	
Tabel Perhitungan Stabilitas dan <i>Flow</i> Campuran Aspal Dengan Substitusi Kaca (<i>Apparent Specific Gravity</i>).....	S-1
Lampiran T	
Tabel Perhitungan Rongga Campuran Aspal Dengan Substitusi Kaca (<i>Apparent Specific Gravity</i>).....	T-1
Lampiran U	
Form Lembar Monitoring Bimbingan Tugas Akhir.....	U-1