

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, laporan skripsi dengan judul “PENGARUH PENGGUNAAN POLIMER SINTETIS TERHADAP SIFAT MEKANIS *WARM MIX ASPHALT* (WMA) PADA KONDISI KERING DAN BASAH” dapat diselesaikan dengan baik dan tepat pada waktunya.

Laporan skripsi ini disusun berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dari Januari 2021 hingga Mei 2021. 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 polimer dalam meningkatkan kualitas perkerasan jalan.

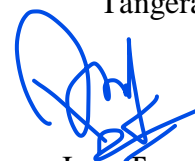
Dalam penyusunan laporan skripsi ini, penulis mendapat dukungan dari banyak pihak. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa yang selalu menyertai, menuntun, dan memberkahi 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. Dr. Nuri Arum Anugrahati, selaku Wakil Dekan Fakultas Sains dan Teknologi.
4. Bapak Laurence, M.T., selaku Direktur Administrasi dan Kemahasiswaan Fakultas Sains dan Teknologi.
5. Bapak Sadvent Martondang, S.T., M.Sc. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil.
6. Bapak Dr.-Ing. Jack Widjajakusuma sebagai dosen pembimbing utama yang telah memberikan masukan dan arahan selama penulisan skripsi ini. Beliau juga sangat membantu, membimbing dan mendampingi dalam segala urusan perkuliahan dari awal hingga sekarang.

7. Bapak Christian Gerald Daniel, S.T., M.Sc. selaku dosen penasehat akademik dan dosen pembimbing pendamping. Sebagai pembimbing pendamping, Beliau telah sangat sabar dan setia mengajarkan, menyarankan, dan mengarahkan penulis dari awal penulisan skripsi hingga selesai.
8. Bapak Johannes Alexander Gerung selaku mantan dosen penasehat akademik yang telah membimbing dari awal perkuliahan hingga selesai penulisan skripsi.
9. Para dosen dan asisten dosen yang selama ini telah sabar mengajar penulis dari awal perkuliahan, sehingga wawasan penulis dapat bertambah terhadap materi secara menyeluruh.
10. Pak Pana, Pak Yusuf, dan Pak Stefanus yang telah mengajarkan, mengarahkan, dan membimbing dalam melakukan prosedur laboratorium dari awal perkuliahan hingga skripsi ini.
11. 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.
12. Teman-teman angkatan 2017 dan senior yang telah membantu penulis selama perkuliahan, baik dalam kelas ataupun praktikum.
13. 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 membuat laporan skripsi ini menjadi lebih baik lagi. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi pembacanya.

Tangerang,



(Darren Ivan Tenardy)

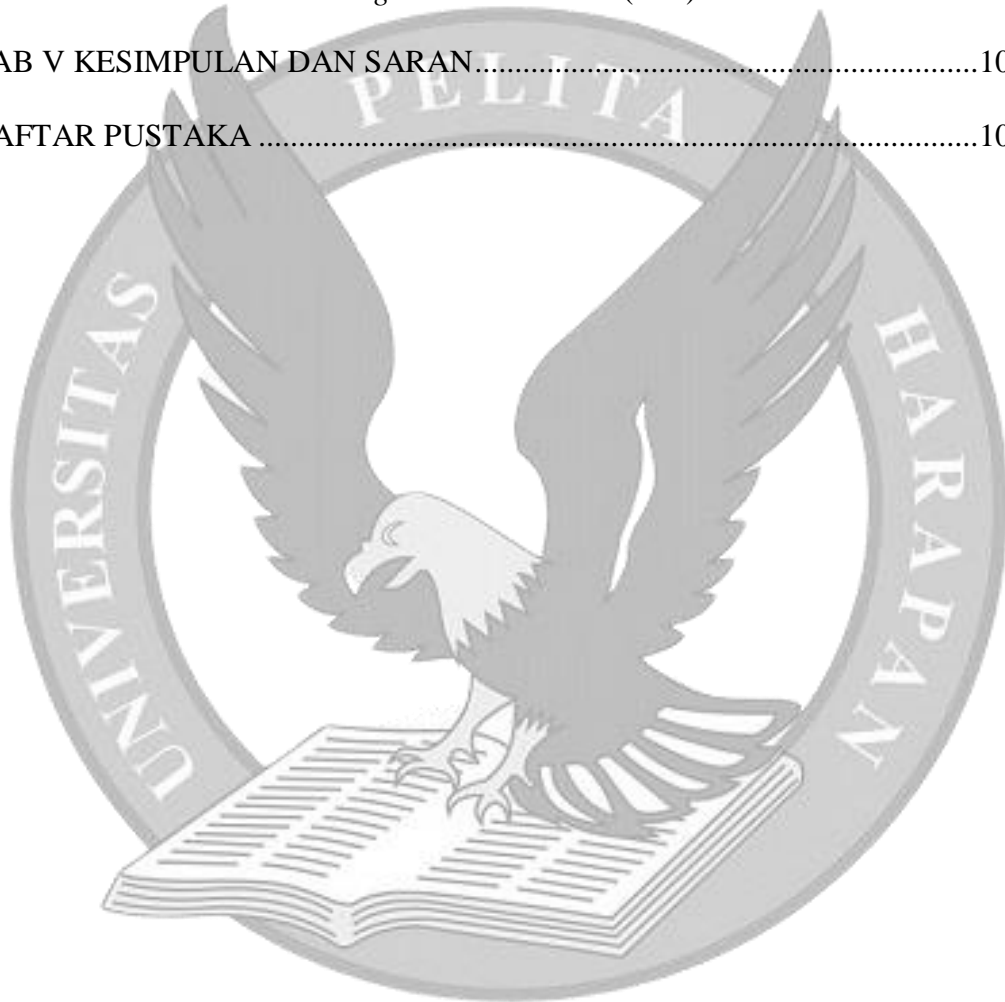
# DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL.....	
PERNYATAAN DAN PERSETUJUAN UNGGAH TUGAS AKHIR.....	
PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING SKRIPSI.....	
PERSETUJUAN TIM PENGUJI SKRIPSI.....	
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Batasan Penelitian.....	5
1.5 Manfaat Penelitian.....	7
1.6 Sistematika Penulisan.....	7
BAB II LANDASAN TEORI.....	9
2.1 Campuran Aspal Hangat.....	9
2.2 Bahan Campuran Aspal.....	12
2.2.1 Aspal.....	12
2.2.2 Agregat.....	16
2.2.3 Zat Aditif.....	21
2.3 Aspal Polimer.....	28
2.4 Pengujian Karakteristik Material pada Penelitian.....	29
2.4.1 Agregat Halus.....	29
2.4.2 Aspal.....	31
2.4.3 <i>Filler</i> .....	33
2.5 Pengujian Kadar Aspal optimum.....	33
2.6 Pengaruh <i>Moisture damage</i> pada Campuran Aspal.....	33
2.7 <i>Semi Circular Bending Test (SCB)</i> .....	35
2.7.1 Konfigurasi Pengujian <i>Semi Circular Bending</i> .....	36
2.7.2 Parameter Pengujian SCB.....	38
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	45
3.1 Skematik Penelitian.....	45
3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	46
3.3 Material.....	46

3.3.1	Aspal.....	46
3.3.2	Agregat Kasar.....	47
3.3.3	Agregat Halus.....	48
3.3.4	<i>Filler</i> .....	49
3.3.5	Polimer.....	49
3.3.6	<i>Rediset LQ</i> .....	50
3.4	Peralatan.....	51
3.4.1	Mesin Ayakan dan Ayakan.....	52
3.4.2	Alat Pengujian <i>Marshall</i> .....	52
3.4.3	<i>Waterbath</i> .....	53
3.4.4	<i>Los Angeles</i> .....	53
3.4.5	Cetakan Benda Uji KAO & SCB.....	54
3.4.6	<i>Hydraulic Pump</i> .....	55
3.4.7	Timbangan.....	55
3.4.8	Alat Kompaksi.....	56
3.4.9	Oven.....	57
3.4.10	<i>Mixer</i> .....	57
3.5	Pengujian Karakteristik Material untuk Campuran Aspal.....	58
3.5.1	Berat Jenis Material.....	58
3.5.2	Analisis Ayakan Agregat Halus dan Agregat Kasar.....	61
3.5.3	Karakteristik Bitumen.....	61
3.6	Penentuan Kadar Aspal Optimum (KAO).....	63
3.6.1	Perencanaan <i>Mix design</i> .....	63
3.6.2	Pembuatan Benda Uji <i>Marshall</i> .....	65
3.6.3	Perhitungan Nilai Rongga pada Benda Uji KAO.....	66
3.6.4	Pengujian <i>Marshall</i> (KAO).....	67
3.7	Uji <i>Semi Circular Bending</i> .....	67
3.7.1	<i>Mix Design SCB</i> .....	67
3.7.2	Pembuatan Benda Uji <i>Semi Circular Bending</i> (SCB).....	68
3.7.3	Pengujian Nilai Rongga Udara pada Benda Uji SCB.....	69
3.7.4	Pengujian <i>Semi Circular Bending</i> (SCB).....	69
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS.....		72
4.1	Umum.....	72
4.2	Hasil dan Analisis Pengujian Karakteristik Material.....	72
4.2.1	Kadar Lumpur Agregat Halus.....	72
4.2.2	Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus.....	73
4.2.3	Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar.....	74
4.2.4	Berat Jenis <i>Filler</i> .....	75
4.2.5	Berat Jenis Aspal.....	76
4.2.6	Penetrasi Aspal.....	76
4.2.7	Titik Lembek Aspal.....	77
4.2.8	Titik Nyala dan Titik Bakar Aspal.....	78
4.3	Hasil Perhitungan Desain Campuran Benda Uji <i>Marshall</i> .....	80
4.4	Hasil Pengujian dan Analisis <i>Marshall</i> .....	82
4.4.1	Hasil Pengujian <i>Marshall</i> .....	82

4.4.2	Analisis Uji <i>Marshal</i> .....	82
4.5	Penentuan Kadar Aspal Optimum.....	88
4.6	Hasil Pengujian SCB.....	88
4.6.1	Hasil Pengujian Densitas dan Rongga Udara.....	89
4.6.2	Tegangan Maksimum( $\sigma_{max}$ ).....	90
4.6.3	Regangan Maksimum( $\epsilon_{max}$ ).....	92
4.6.4	<i>Fracture Toughness</i> ( $K_{IC}$ ) .....	93
4.6.5	<i>Fracture Energy</i> ( $G_f$ ).....	95
4.6.6	<i>Flexibility index</i> (FI).....	96
4.6.7	<i>Cracking Resistance Index</i> (CRI).....	98
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		101
DAFTAR PUSTAKA .....		103



## DAFTAR GAMBAR

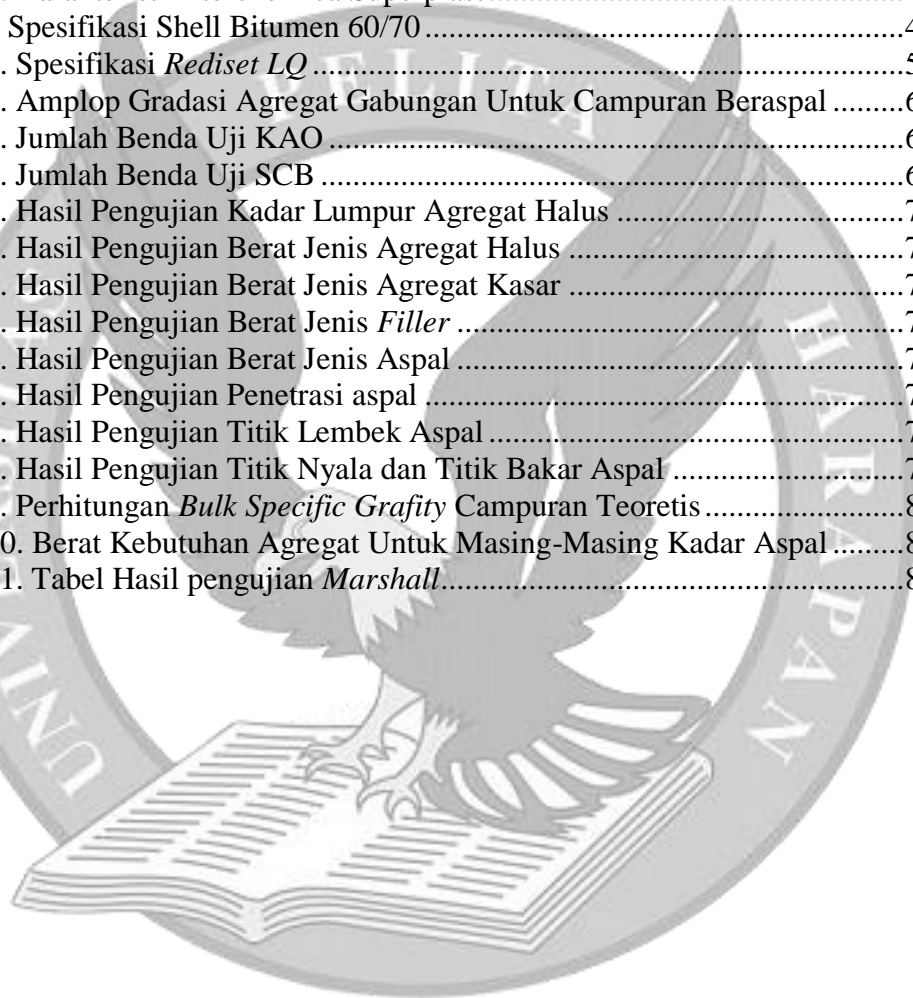
	Halaman
Gambar 1.1 Salah Satu Contoh Perkerasan Jalan yang Mengalami <i>Stripping</i> Akibat <i>Moisture Damage</i> .....	3
Gambar 2.1. Persentase Pengurangan Emisi Buangan di Beberapa Negara Eropa .....	11
Gambar 2.2. Skema <i>Wet</i> dan <i>Dry Process</i> Aspal Polimer .....	28
Gambar 2.3. <i>SCB Loading Setup</i> .....	37
Gambar 2.4. Konfigurasi Geometri Benda Uji SCB .....	38
Gambar 2.5. Bentuk Kurva <i>Load-Displacement</i> dari Pengujian SCB .....	39
Gambar 3.1. Bagan Alur Penelitian .....	45
Gambar 3.2 Aspal Shell 60/70 .....	46
Gambar 3.3 Agregat Kasar .....	48
Gambar 3.4 Agregat Halus .....	48
Gambar 3.5 <i>filler</i> .....	49
Gambar 3.6 Polimer <i>Superplast</i> .....	50
Gambar 3.7 <i>Rediset LQ</i> .....	51
Gambar 3.8 Mesin Ayakan dan Ayakan .....	52
Gambar 3.9 Alat <i>Marshall</i> .....	52
Gambar 3.10 <i>Waterbath</i> .....	53
Gambar 3.11 Mesin <i>Los Angeles</i> .....	54
Gambar 3.12 Cetakan Benda Uji SCB dan KAO .....	54
Gambar 3.13 <i>Hydraulic Pump</i> .....	55
Gambar 3.14 Timbangan .....	56
Gambar 3.15 Alat Kompaksi .....	56
Gambar 3.16 Oven .....	57
Gambar 3.17 <i>Mixer</i> .....	58
Gambar 3.18 Pengujian Berat Jenis Agregat Halus .....	59
Gambar 3.19 Pengujian Berat Jenis Agregat kasar .....	59
Gambar 3.20 Pengujian Berat Jenis <i>Filler</i> .....	60
Gambar 3.21 Pengujian Berat Jenis Bitumen .....	60
Gambar 3.22 Tahapan pengujian Penetrasi Bitumen .....	62
Gambar 3.23 Pengujian Titik Nyala dan Titik Bakar .....	63
Gambar 3.24 Benda Uji Setelah Pengujian <i>Marshall</i> .....	66
Gambar 3.25 Benda Uji SCB .....	69
Gambar 3.26 Pengujian SCB .....	70
Gambar 3.27 Kondisi benda uji setelah pengujian SCB .....	71
Gambar 4.1 Grafik Titik Lembek Aspal .....	78
Gambar 4.2 Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Densitas .....	83
Gambar 4.3 Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan VIM .....	83
Gambar 4.4 Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan VMA .....	84
Gambar 4.5 Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan VFB .....	85
Gambar 4.6 Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Stabilitas .....	86
Gambar 4.7 Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan <i>flow</i> .....	87
Gambar 4.8 Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan MQ .....	87

Gambar 4.9 Contoh Hasil Pengujian SCB .....	88
Gambar 4.10 Hubungan Densitas dan Rongga Udara Dengan Kadar Polimer.....	89
Gambar 4.11 Hasil Tegangan Maksimum Pada Benda Uji .....	90
Gambar 4.12 Hasil Regangan Maksimum Pada Benda Uji .....	92
Gambar 4.13 Hasil <i>Fracture Toughness</i> Pada Benda Uji.....	93
Gambar 4.14 Hasil <i>Fracture Energy</i> Pada Benda Uji.....	95
Gambar 4.15 Hasil <i>Fracture Index</i> Pada Benda Uji .....	97
Gambar 4.16 Hasil <i>Crack resistance index</i> Pada Benda Uji.....	99



## DAFTAR TABEL

	halaman
Tabel 2.1. Ketentuan Aspal Keras Penetrasi 60/70.....	16
Tabel 2.2. Ketentuan Agregat Kasar .....	17
Tabel 2.2. Ketentuan Agregat Kasar .....	17
Tabel 2.3. Ketentuan Agregat Halus .....	18
Tabel 2.4. Amplop Gradasi Menerus Agregat Gabungan Laston Aus (AC-WC)	21
Tabel 2.5. Spesifikasi <i>Rediset LQ</i> .....	25
Tabel 2.6. Karakteristik Iterchemica Superplast .....	27
Tabel 3.1 Spesifikasi Shell Bitumen 60/70 .....	47
Tabel 3.2. Spesifikasi <i>Rediset LQ</i> .....	51
Tabel 3.3. Amplop Gradasi Agregat Gabungan Untuk Campuran Beraspal .....	64
Tabel 3.4. Jumlah Benda Uji KAO .....	65
Tabel 3.5. Jumlah Benda Uji SCB .....	68
Tabel 4.1. Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus .....	72
Tabel 4.2. Hasil Pengujian Berat Jenis Agregat Halus .....	73
Tabel 4.3. Hasil Pengujian Berat Jenis Agregat Kasar .....	74
Tabel 4.4. Hasil Pengujian Berat Jenis <i>Filler</i> .....	75
Tabel 4.5. Hasil Pengujian Berat Jenis Aspal .....	76
Tabel 4.6. Hasil Pengujian Penetrasi aspal .....	77
Tabel 4.7. Hasil Pengujian Titik Lembek Aspal .....	77
Tabel 4.8. Hasil Pengujian Titik Nyala dan Titik Bakar Aspal .....	78
Tabel 4.9. Perhitungan <i>Bulk Specific Gravity</i> Campuran Teoretis .....	80
Tabel 4.10. Berat Kebutuhan Agregat Untuk Masing-Masing Kadar Aspal .....	81
Tabel 4.11. Tabel Hasil pengujian <i>Marshall</i> .....	82





## DAFTAR LAMPIRAN

	halaman
LAMPIRAN 1 .....	109
LAMPIRAN 2 .....	112
LAMPIRAN 3 .....	113
LAMPIRAN 4 .....	114
LAMPIRAN 5 .....	115
LAMPIRAN 6 .....	116
LAMPIRAN 7 .....	117
LAMPIRAN 8 .....	118
LAMPIRAN 9 .....	119

