

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, laporan skripsi dengan judul “PENENTUAN KADAR OPTIMUM POLIMER TERHADAP TINGKAT ADHESI CAMPURAN ASPAL PANAS BERDASARKAN *DIGITAL IMAGE ANALYSIS*” dapat diselesaikan dengan baik dan tepat pada waktunya.

Laporan skripsi ini disusun berdasarkan penelitian yang telah dilakukan pada bulan Maret 2021 sampai dengan Juni 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 sintetik 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 Ir. Johannes Alexander Gerung M.Agr. 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. Bapak Pana, Bapak Yusuf, dan Bapak Stefanus yang telah sabar mengajarkan, mengarahkan, dan membimbing dalam melakukan prosedur laboratorium dari awal perkuliahan hingga skripsi ini.
11. Orang tua penulis, Bapak I Made Sujana BAE dan Ibu Ni Nyoman Sudiasih 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. Gabby Eliana, Erik Surya Setyawan, Nur Christala Jura sebagai sahabat dan rekan pengujian selama masa skripsi yang telah sabar dan setia menemani serta membantu penulis dalam melakukan setiap pengujian kepentingan skripsi dikala pandemi.
13. Arie Pangestu, Calvien Setiawan, Christian Felix, Intan Otto, Febriani Mariyaningrum, Felix Nathaniel, Hadryan Audric, Michael Lin, Michael William, Martelia Indi Azrena, Vanessa Verind Ciaves, dan Yonatan Burhan sebagai sahabat yang selalu mendukung dan setia menemani dari awal perkuliahan hingga masa skripsi selesai.

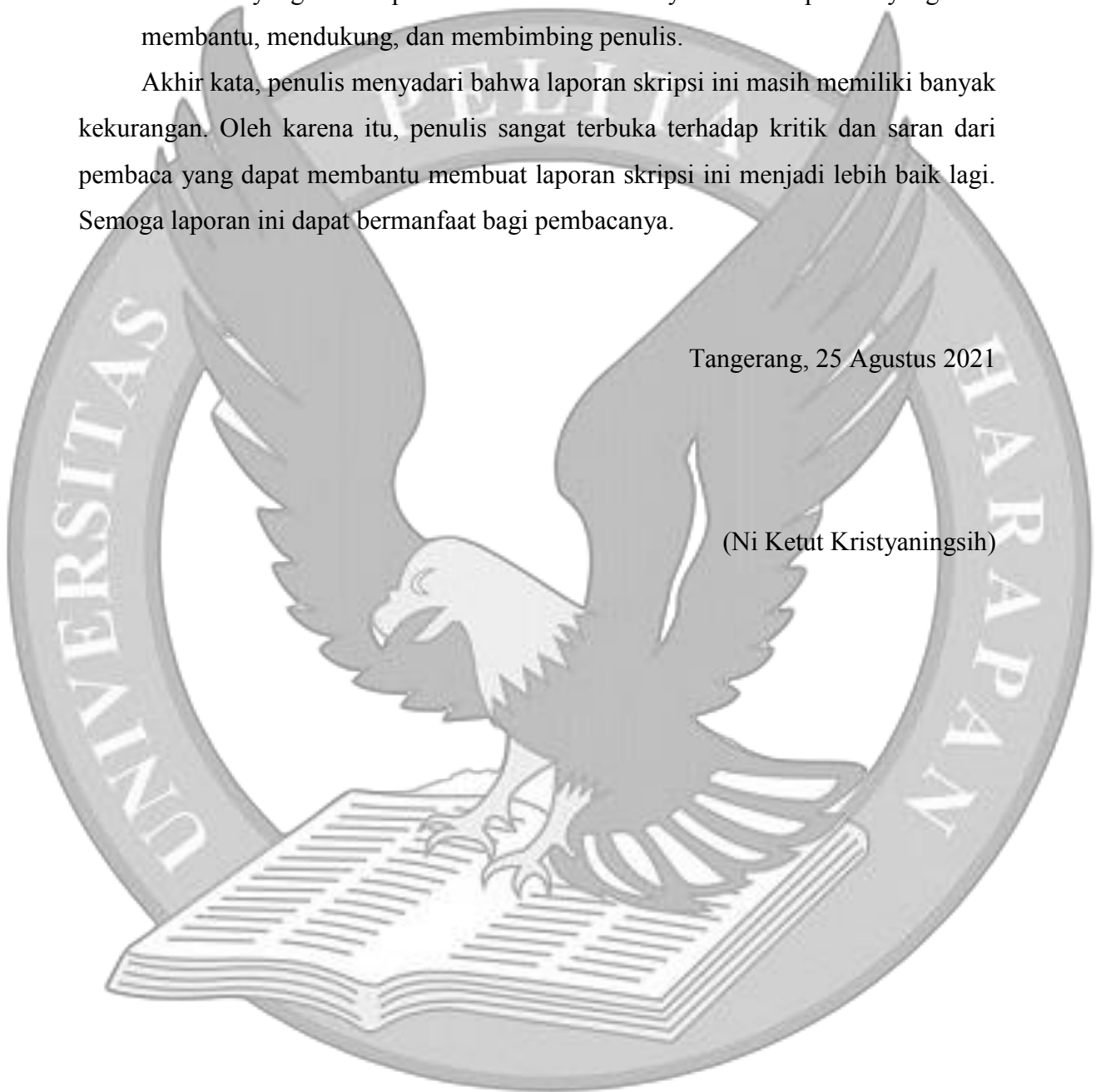
14. Teman-teman angkatan 2017 dan senior yang telah membantu penulis selama perkuliahan, baik dalam kelas ataupun praktikum.

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 membuat laporan skripsi ini menjadi lebih baik lagi. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi pembacanya.

Tangerang, 25 Agustus 2021

(Ni Ketut Kristyaningsih)



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 | x |
| DAFTAR GAMBAR | xiii |
| DAFTAR TABEL | xiii |
| DAFTAR LAMPIRAN..... | xv |
| BAB I PENDAHULUAN | |
| 1.1.Latar Belakang | 1 |
| 1.2.Rumusan Masalah..... | 4 |
| 1.3.Tujuan Penelitian..... | 4 |
| 1.4.Batasan Penelitian..... | 4 |
| 1.5.Manfaat Penelitian..... | 5 |
| 1.6.Sistematika Penulisan | 5 |
| BAB II LANDASAN TEORI | |
| 2.1.Campuran Aspal Beton | 7 |
| 2.2.Bahan Pembentuk Campuran Aspal | 10 |
| 2.2.1. Aspal | 10 |
| 2.2.2. Agregat | 14 |
| 2.2.3. Polimer | 18 |
| 2.3.Aspal Modifikasi Polimer | 21 |
| 2.4.Kerusakan pada Perkerasan Jalan Lentur | 24 |
| 2.5. <i>Moisture Damage</i> pada Campuran Aspal | 25 |
| 2.6.Pengujian Karakteristik Material pada Penelitian | 27 |
| 2.6.1.Agregat Halus | 27 |
| 2.6.2.Agregat Kasar | 27 |
| 2.6.3. <i>Filler</i> | 28 |
| 2.6.4.Aspal | 28 |
| 2.7.Parameter Pengujian Pada Campuran Aspal..... | 29 |
| 2.7.1.Volumetrik Campuran Aspal..... | 29 |
| 2.7.2.Parameter Pengujian <i>Marshall</i> | 33 |
| 2.8. <i>Boiling Water Test</i> (BWT)..... | 35 |

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

| | |
|--|----|
| 3.1.Skematik Penelitian | 39 |
| 3.2.Lokasi dan Waktu Penelitian..... | 40 |
| 3.3.Peralatan..... | 40 |
| 3.4.Material Penyusun Campuran Aspal Panas | 40 |
| 3.4.1.Agregat Kasar | 40 |
| 3.4.2.Agregat Halus | 41 |
| 3.4.3.Aspal | 41 |
| 3.4.4. <i>Filler</i> | 42 |
| 3.4.5.Polimer | 42 |
| 3.5.Pengujian Karakteristik Material..... | 43 |
| 3.5.1.Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus | 43 |
| 3.5.2.Pengujian Berat Jenis Material | 44 |
| 3.5.3.Analisis Ayakan Agregat Kasar dan Agregat Halus | 46 |
| 3.5.4.Karakteristik Aspal | 47 |
| 3.6.Penentuan Kadar Aspal Optimum (KAO) | 49 |
| 3.6.1.Perencanaan Campuran | 49 |
| 3.6.2.Pembuatan Benda Uji <i>Marshall</i> | 50 |
| 3.6.3.Pengujian Nilai Rongga pada Benda Uji..... | 51 |
| 3.6.4.Pengujian <i>Marshall</i> | 52 |
| 3.7. <i>Boiling Water Test</i> (BWT)..... | 53 |
| 3.7.1.Perencanaan Campuran BWT | 53 |
| 3.7.2.Pembuatan Benda Uji <i>Boiling Water Test</i> (BWT)..... | 54 |
| 3.7.3.Pelaksanaan <i>Boiling Water Test</i> (BWT) | 55 |
| 3.7.4.Pengolahan Data <i>Boiling Water Test</i> | 57 |

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS

| | |
|---|----|
| 4.1.Pendahuluan | 60 |
| 4.2.Hasil dan Analisis Pengujian Karakteristik Material..... | 60 |
| 4.2.1.Agregat Kasar, Agregat Halus, dan <i>Filler</i> | 60 |
| 4.2.2.Aspal Pen 60/70 | 63 |
| 4.2.Perhitungan Desain Campuran Benda Uji <i>Marshall</i> | 65 |
| 4.3.Hasil dan Analisis Uji <i>Marshall</i> | 65 |
| 4.3.1.Hasil Pengujian <i>Marshall</i> Campuran Aspal Panas | 65 |
| 4.3.2.Analisis Hasil Uji <i>Marshall</i> Campuran Aspal Panas | 66 |
| 4.4.Penentuan Kadar Aspal Optimum | 72 |
| 4.5.Hasil dan Analisis <i>Boiling Water Test</i> | 73 |

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

| | |
|----------------------|----|
| 5.1.Umum | 78 |
| 5.2.Kesimpulan | 78 |

5.3.Saran79

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



DAFTAR GAMBAR

| | halaman |
|--|---------|
| Gambar 1.1. Kerusakan Jalan Pada Jalan Provinsi Denpasar- Singaraja..... | 1 |
| Gambar 1.2. Fenomena <i>Stripping</i> Campuran Aspal..... | 2 |
| Gambar 2.1. Skema <i>Wet</i> dan <i>Dry Process</i> Aspal Polimer..... | 23 |
| Gambar 2.2. Representasi volume dalam campuran aspal..... | 30 |
| Gambar 2.3. Tingkat Warna Dalam 8 Bit Grayscale..... | 35 |
| Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian..... | 37 |
| Gambar 3.2. Polimer Superplast..... | 40 |
| Gambar 3.3. Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus Berdasarkan Volume..... | 41 |
| Gambar 3.4. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air pada Agregat..... | 42 |
| Gambar 3.5. Pengujian Berat Jenis Semen..... | 43 |
| Gambar 3.6. Pengujian Berat Jenis Aspal..... | 43 |
| Gambar 3.7. Analisis Ayakan pada Agregat..... | 44 |
| Gambar 3.8. Pengujian Penetrasi Aspal..... | 45 |
| Gambar 3.9. Pengujian Titik Lembek Bitumen..... | 46 |
| Gambar 3.10. Pengujian Titik Nyala dan Titik Bakar Bitumen..... | 46 |
| Gambar 3.11. Penimbangan Benda Uji BWT..... | 53 |
| Gambar 3.12. Pengukuran Suhu Benda Uji BWT..... | 53 |
| Gambar 3.13. Benda Uji BWT Setelah Proses Boiling..... | 54 |
| Gambar 3.14. Pengambilan Gambar Digital Benda Uji BWT..... | 55 |
| Gambar 3.15. Hasil Penghilangan <i>Background</i> Benda Uji BWT..... | 56 |
| Gambar 3.16. Hasil Pengaturan <i>Threshold</i> | 56 |
| Gambar 3.17. Persentase Coating Area..... | 57 |
| Gambar 4.1. Grafik Analisis Ayakan Agregat Kasar..... | 60 |
| Gambar 4.2. Grafik Analisis Ayakan Agregat Halus..... | 61 |
| Gambar 4.3. Grafik Titik Lembek Aspal..... | 62 |
| Gambar 4.4. Grafik Titik Nyala dan Titik Bakar Bitumen..... | 62 |
| Gambar 4.5. Grafik Hubungan antara Kadar Aspal dan <i>Density</i> | 64 |
| Gambar 4.6. Grafik Hubungan antara Kadar Aspal dan VIM..... | 65 |
| Gambar 4.7. Grafik Hubungan antara Kadar Aspal dan VMA..... | 66 |
| Gambar 4.8. Grafik Hubungan antara Kadar Aspal dan VFB..... | 67 |
| Gambar 4.9. Grafik Hubungan antara Kadar Aspal dan Stabilitas..... | 68 |
| Gambar 4.10. Grafik Hubungan antara Kadar Aspal dan Flow..... | 69 |
| Gambar 4.11. Grafik Hubungan antara Kadar Aspal dan MQ..... | 70 |
| Gambar 4.12. Grafik Coating Ratio Benda Uji BWT..... | 74 |
| Gambar 4.13. Benda Uji BWT Sebelum Pengujian..... | 75 |

DAFTAR TABEL

| | halaman |
|---|---------|
| Tabel 2.1. Syarat Pemeriksaan Aspal Keras | 12 |
| Tabel 2.2. Ketentuan Aspal Keras Penetrasi 60/70 | 14 |
| Tabel 2.3. Ketentuan Agregat Kasar..... | 15 |
| Tabel 2.4. Ketentuan Agregat Halus..... | 16 |
| Tabel 2.5. Gradasi Agregat Gabungan untuk Campuran Aspal | 18 |
| Tabel 2.6. Klasifikasi Polimer..... | 19 |
| Tabel 2.7. Karakteristik <i>Iterchemica Superplast</i> | 21 |
| Tabel 2.8. Kekurangan dan kelebihan aspal modifikasi dibandingkan dengan aspal konvensional | 22 |
| Tabel 3.1. Spesifikasi Aspal Shell Pen 60/70..... | 39 |
| Tabel 3.2. Amplop Gradasi Agregat Gabungan Untuk Campuran Aspal..... | 47 |
| Tabel 3.3. Jumlah Benda Uji <i>Marshall</i> | 48 |
| Tabel 3.4. Jumlah Benda Uji <i>Boiling Water Test</i> | 52 |
| Tabel 4.1. Hasil Pengujian Terhadap Berat Jenis Agregat dan Semen..... | 58 |
| Tabel 4.2. Hasil Analisis Ayakan Agregat Kasar | 59 |
| Tabel 4.3. Hasil Analisis Ayakan Agregat Halus | 60 |
| Tabel 4.4. Hasil Pengujian Terhadap Aspal Pen 60/70 | 61 |
| Tabel 4.5. Hasil Pengujian <i>Marshall</i> Campuran Aspal Panas | 63 |
| Tabel 4.6. Hasil <i>Boiling Water Test</i> Pada HMA Modifikasi Polimer | 72 |

DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

Lampiran A

| | |
|---|-----|
| Berat Jenis Agregat Kasar | A-1 |
| Berat Jenis Agregat Halus | A-1 |
| Berat Jenis Semen <i>Portland</i> | A-3 |
| Gradasi Agregat Kasar dan Halus | A-4 |
| Berat Jenis Aspal Pen 60/70 | A-4 |

Lampiran B

| | |
|--|-----|
| Perhitungan <i>Mix Design</i> Campuran Aspal Kadar 5,6 % | B-1 |
| Perhitungan <i>Mix Design</i> Campuran Aspal Kadar 6.1 % | B-2 |
| Perhitungan <i>Mix Design</i> Campuran Aspal Kadar 6,5 % | B-3 |

Lampiran C

| | |
|--|-----|
| Perhitungan Volumetrik Campuran Aspal Benda Uji <i>Marshall</i> | C-1 |
| Perhitungan Parameter Stabilitas, Flow, MQ Benda Uji <i>Marshall</i> | C-2 |

Lampiran D

| | |
|---|-----|
| Tabel Perhitungan <i>Mix Design</i> Benda Uji <i>Boiling Water Test</i> | D-1 |
|---|-----|

Lampiran E

| | |
|--|-----|
| Pengolahan Data Benda Uji BWT Kadar Polimer 0% | E-1 |
| Pengolahan Data Benda Uji BWT Kadar Polimer 4% | E-2 |
| Pengolahan Data Benda Uji BWT Kadar Polimer 5% | E-3 |
| Pengolahan Data Benda Uji BWT Kadar Polimer 6% | E-4 |