PENGARUH PENAMBAHAN *STYROFOAM* PADA ASPAL PORUS (AC-WC) TERHADAP KARAKTERISTIK *MARSHALL*

PROYEK AKHIR

Diajukan Kepada Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta
Untuk Memenuhi Sebagai Persyaratan
Guna Memperoleh Gelar Ahli Madya Teknik

Oleh :

Diffa Nur Ilham Muhammad
16510134022

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
JURUSAN PENDIDIKAN TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA

2019

LEMBAR PESETUJUAN

Proyek Akhir dengan Judul

PENGARUH PENAMBAHAN *STYROFOAM* PADA ASPAL PORUS (AC-WC) TERHADAP KARAKTERISTIK *MARSHALL*

Disusun oleh:

Diffa Nur Ilham Muhammad
NIM 16510134022

Telah memenuhi syarat dan disetujui oleh Dosen Pembimbing untuk dilaksanakan Ujian Akhir Tugas Akhir bagi yang bersangkutan.

Yogyakarta, 22 Mei 2019

Mengetahui, Ketua Prodi	Disetujui , Dosen Pembimbing,
Dr. Ir Sunar Rochmadi, M.E.S.	Dian Eksana Wibowo, S.T., M.Eng.
NIP. 196104291988031002	NIP. 19851030201504100 2

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir

PENGARUH PENAMBAHAN *STYROFOAM* PADA ASPAL PORUS (AC-WC) TERHADAP KARAKTERISTIK *MARSHALL*

Disusun Oleh:

Diffa Nur Ilham Muhammad
NIM. 16510134022

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji Tugas Akhir Program Studi D-3 Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta pada tanggal 29 Mei 2019

TIM PENGUJI

	Nama	Jabatan	Tanda Tangan	Tanggal
1.	Dian Eksana Wibowo, S.T., M.Eng.	Ketua Penguji		13/06/19
2.	Ir. Endaryanta, MT.	Penguji 1		29/5/19
3.	Didik Purwantoro, ST., M.Eng.	Penguji 2		27/6/19

Yogyakarta, 29 Mei 2019
Dekan Fakultas Teknik
Universitas Negeri Yogyakarta

Dr. Widarto, M.Pd.
NIP. 19631230 198812 1 001

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam proyek akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar Ahli Madya atau gelar lain pada suatu Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya yang pernah ditulis oleh orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebut dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 21 Mei 2019

menyatakan,

Diffa Nur Ilham Muhammad
NIM. 16510134022

PERSEMBAHAN

Puji syukur kepada Allah SWt atas segala rahmat serta hidayah-Nya yang telah diberikan beserta dukungan dari orang-orang tercinta hingga akhirnya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan baik dan tepat waktu. Tak cukup kata untuk berterimakasih, oleh karena itu dengan segala keerendahan hati penulis menghaturkan terimakasih dari hati dengan cinta untuk semua yang terlibat dalam Tugas Akhir ini.

1. Bapak Much Rohim, Ibu Nur Aeni, dan Mbak Aisyah Nur Fitriani yang selalu memberi dukungan moril maupun materi dengan balutan kasih sayang dalam hari-hari saya.
2. Bapak Dian Eksana Wibowo yang selalu sabar membimbing dan mengarahkan saya.
3. Teman-teman K16 yang selalu bersama dalam perkuliahan yang telah memberikan semangat serta dukungan dalam kesusahan.
4. Teman-teman REKSOS yang selalu ngopi bareng dalam kegelisahan malam.
5. Teman-teman kontrakan Jakal 7 yang selalu menjadi tempat sambat setelah lelah dating.
6. Teman-teman DBL Parah yang selalu menemani dari SMA.
7. Untuk yang selalu menemani malam-malam saya, Indomie, Youtube, PUBG, Kopi, Burjonan, dan semua yang tidak bias disebutkan satu-persatu.
8. Untuk kalian semua yang pernah singgah di hati dan tidak berniat untuk menetap.

Dan semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu-persatu.

PENGARUH PENAMBAHAN *STYROFOAM* PADA ASPAL PORUS (AC-WC) TERHADAP KARAKTERISTIK *MARSHALL*

Oleh:
Diffa Nur Ilham Muhammad
16510134022

ABSTRAK

Seiring berjalannya waktu dibutuhkannya jalan raya dengan daya tahan tinggi sebagai penghubung transportasi darat antar daerah di Indonesia yang memiliki iklim tropis dengan curah hujan tinggi yang rawan akan bahaya genangan air. Salah satu inovasi yang dapat digunakan adalah aspal *porus* dengan penambahan limbah *styrofoam* sebagai bahan tambah polymer sebagai penguat campuran.

Penelitian dilaksanakan dengan metode eksperimen, dengan menambahkan *styrofoam* sebagai bahan tambah dengan variasi sebanyak 0%, 2%, 4%, 6%, 8%. Setelah benda uji tercetak kemudian dilakukan serangkaian pengujian karakteristik *marshall* guna mendapatkan nilai kepadatan, VIM, VMA, VFA, Flow, Stabilitas, dan *Marshall* Quotien.

Hasil dari penelitian menunjukkan penambahan *styrofoam* mempengaruhi nilai karakteristik *marshall*. Semakin tinggi persentase penambahan *styrofoam*, maka akan semakin rendah nilai VIM, VMA, *flow* pada campuran aspal *porus*. sedangkan untuk niali kepadatan, VFA, stabilitas, dan MQ akan semakin meningkat. Benda uji dengan nilai terbaik berada pada ASP 3 dengan nilai kepadatan sebesar 2,209gr/cc, VIM sebesar 18,54%, VMA sebesar 27,85 %, VFA sebesar 35,19%, *Flow* sebesar 2,925mm, Stabilitas sebesar 9493kg, MQ sebesar 3525kg/mm. Secara keseluruhan penambahan *styrofoam* mengakibatkan tren karakteristik *marshall* campuran aspal *porus* menjadi kian membaik.

Kata Kunci : campuran aspal *porus*, *styrofoam*, *marshall*.

KATA PENGANTAR

Dengan menyebut nama Allah SWT yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang yang telah memberikan rahmat serta karunianya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul "Penggaruh Penambahan *Styrofoam* pada Aspal Porus (AC-WC) Terhadap Karakteristik *Marshall*" tanpa suatu halangan apapun. Tugas akhir ini disusun sebagai persyaratan untuk menyelesaikan *study* dan mendapatkan gelar Ahli Madya program Diploma III, Jurusan Pendidikan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta.

Penulis menyadari dalam penyelesaian tugas akhir ini telah melibatkan banyak pihak yang memberikan dukungan, bimbingan, serta saran yang membangun. Oleh karena itu penulis dengan segala kerendahan hati bermaksud menyampaikan rasa terima kasih yang sedalam-dalamny kepada:

1. Allah SWT.
2. Kedua orang tua yang selalu memberikan doa
3. Bapak Dian Eksana Wibowo, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing tugas akhir.
4. Bapak Ir. Endaryanta, MT. selaku dosen penguji 1.
5. Bapak Didik Purwantoro, ST., M.Eng. selaku dosen penguji 2.
6. Bapak Drs. Darmono, M.T. selaku Kepala Jurusan Pendidikan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik Universitas, Negeri Yogyakarta.
7. Bapak Dr. Ir. Sunar Rochmdi M.S.E. selaku Kepala Prodi D-3 Teknik Sipil, Jurusan Pendidikan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta.
8. Bapak Kimin S.Pd.T selaku teknisi Laboratorium Bahan Bangunan Jurusan Pendidikan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik Universitas, Negeri Yogyakarta.
9. Bapak Sunar yang telah memberi agregat kasar.

10. Superindo Jalan Kaliurang Km.6 yang telah memberikan limbah *styrofoam.*
11. Teman-teman K16 yang tidak bias disebutkan satu-persatu yang selalu bersama selama ini.
12. Teman-teman kontrakan yang selalu bersama dikala susah senang.
13. Semua pihak yang tidak bias disebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam laporan tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Maka dari itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan penulis.

Akhir kata penulis berharap semoga laporan ini dapat berguna dan bermanfaat bagi semua pihak dan memperkaya ilmu pengetahuan untuk masa sekarang ataupun yang akan dating.

Yogyakarta, 16 Mei 2019

Penulis

Diffa Nur Ilham Muhammad
NIM. 16510134022

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL i
LEMBAR PERSETUJUAN ii
LEMBAR PENGESAHAN iii
LEMBAR PERNYATAAN iv
PERSEMBAHAN v
ABSTRAK vi
KATA PENGANTAR vii
DAFTAR ISI ix
DAFTAR GAMBAR xi
DAFTAR TABEL xiv
DAFTAR LAMPIRAN xv
BAB I PENDAHULUAN 1
A. Latar Belakang 1
B. Identifikasi Masalah 5
C. Batasan Masalah 5
D. Rumusan Masalah 6
E. Tujuan Penelitian 7
F. Manfaat Penelitian 7
G. Keaslian Gagasan 8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA **9**
A. Perkerasan Jalan 9
B. Lapisan Beraspal 11
C. Campuran Aspal Porus 13
D. Bahan Penyusun Campuran Aspal Porus 15
E. Gradasi 21
F. Styrofoam (FPS) Foamed Polystyrene 24
G. Karakteristik Marshall 26
H. Penelitian yang Relevan 33

BAB III METODE PENELITIAN **40**
A. Metode 40
B. Variabel Penelitian 42
C. Diagram Alir Penelitian 43
D. Peralatan Penelitian 45
E. Bahan Pengujian 63
F. Langkah-Langkah Pengujian 68
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 77
A. Penyajian Data Penelitian dan Pembahasan 77
BAB V SIMPULAN DAN SARAN **100**
A. Kesimpulan 100
B. Saran 101
DAFTAR PUSTAKA **103**
LAMPIRAN **106**
DOKUMENTASI **145**

DAFTAR GAMBAR

Gambar.1 Grafik Gradasi Agregat 23
Gambar 2. Daigram Alir 43
Gambar 3. *Penetrometer* 48
Gambar 4. Cawan 49
Gambar 5. *Stopwatch* 49
Gambar 6. Kasa Kawat 50
Gambar 7. Tabung Ukur 51
Gambar 8. Cincin Kuningan.....52
Gambar 9. Bola Baja.....52
Gambar 10. *Cleveland Open Cup*.....53
Gambar 11. Penjepit *Thermometer*.....53
Gambar 12. Timbangan *Ohaus* 54
Gambar 13. Timbangan *Ohaus* Tiga Lengan.....54
Gambar 14. *Picnometer* Labu 55
Gambar 15. Ayakan.....56
Gambar 16. *Los Angles Machine*.....56
Gambar 17. *Mould*.....57
Gambar 18. Penumbuk.....58
Gambar 19. Landasan Pemadat.....58
Gambar 20. *Ejector*.....59
Gambar 21. Bak Pengaduk.....59
Gambar 22. Spatula 60
Gambar 23. *Marshall Test Machine* 61
Gambar 24. *Universal Testing Machine* 61
Gambar 25. Mesin Uji Tekan Beton.....62
Gambar 26. Kompor Listrik.....63

Gambar 27. *Thermometer* 63
Gambar 28. Aspal 64
Gambar 29. Agregat Kasar 64
Gambar 30. Agregat Halus 65
Gambar 31. *Styrofoam* 65
Gambar 32. *Kerosine* 66
Gambar 33. Pelumas 66
Gambar 34. Kertas Pelapis 67
Gambar 35. Air dan Es Batu 67
Gambar 36. Gradasi Agregat Kasar 78
Gambar 37. Gradasi Agregat Halus 79
Gambar 38. Gradasi KAO 85
Gambar 39. Kepadatan 90
Gambar 40. Grafik VIM, VMA, VFA 92
Gambar 41. Grafik Grafik Flow 96
Gambar 42. Grafik Grafik Stabilitas 97
Gambar 43. Grafik Grafik MQ 99
Gambar 44. Grafik VIM 127
Gambar 45. Grafik VMA 130
Gambar 46. Grafik VFA 133
Gambar 47. Grafik Flow 136
Gambar 48. Grafik Stabilitas 140
Gambar 49. Grafik MQ 143
Gambar 50. Pengujian Titik Bakar 144
Gambar 51. Pemanasan Agregat 144
Gambar 52. Aspal dengan Campuran *Styrofoam* 144
Gambar 53. Penumbukan Benda Uji 145

Gambar 54. Pengukuran Diameter Benda Uji.....145
Gambar 55. Benda Uji APS 1.A.....145
Gambar 56. Benda Uji APS 4.A.....146
Gambar 57. Perendaman Benda Uji 146
Gambar 58. Penekanan Benda Uji dengan Marshall *Test Machine* 146
Gambar 59. Penekanan Benda Uji dengan UTM 147
Gambar 60. Penekanan Benda Uji dengan Mesin Tekan Beton 147

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Spesifikasi lapisan Aspal Beton Menurut Bina Marga 2010 12
Tabel 2. Ketentuan Sifat Aspal Beton (AC Mod) Menurut Bina Marga 2010.....12
Tabel 3. Perbandingan Antar Gradasi.....24
Tabel 4. Angka Koreksi benda Uji 32
Tabel 5. Notasi Benda Uji KAO.....41
Tabel 6. Notasi benda Uji Aspal *Porus* dengan Penambahan *Styrofoam* 42
Tabel 7. Acuan Pengujian Karakteristik Aspal.....68
Tabel 8. Acuan Pengujian Berat Jenis 70
Tabel 9. Acuan Pengujian karakteristik Agregat 72
Tabel 10. Hasil Pengujian Karakteristik Aspal.....77
Tabel 11. Hasil Pengujian Gradaasi Agregat Kasar.....78
Tabel 12. Hasil Pengujian Gradasi Agregat Halus 79
Tabel 13. Hasil pengujian Karakteristik Aspal.....81
Tabel 14. Berat Agregat Kasar.....82
Tabel 15.Hasil Pengujian Berat Jenis Agregat Kasar 82
Tabel 16. Hasil pengujian Penyerapan Agregat Kasar 82
Tabel 17. Data Pengujian berat Jenis Agregat Halus.....83
Tabel 18. Hasil Pengujian berat Jenis Agregat Halus.....83
Tabel 19. Hasil Pengujian Penyerapan Agregat Halus 83
Tabel 20. Data Pengujian Berat Jenis Aspal.....84
Tabel 21. Hasil pengujian Berat Jenis Aspal 84
Tabel 22. Hasil Perhitungan Gsa, Gsb, Gmm,Gmb.....87
Tabel 23. Hasil Perhitungan Gmb.....88
Tabel 24. Hasil Perhitungan Kepadatan.....89
Tabel 25. Hasil Perhitungan VIM, VMA, VFA.....91
Tabel 26. Hasil Perhitungan Nilai *Flow* 95
Tabel 27. Hasil Perhitungan Nilai Stabilitas.....96
Tabel 28. Hasil Perhitungan Nilia MQ 98

Tabel 29. Data Pengujian Penetrasi 106
Tabel 30. Data Hasil Pengujian I Titik Lembek 107
Tabel 31. Data Hasil Pengujian II Titik Lembek 108
Tabel 32. Data Hasil Pengujian Titik Nyala dan Bakar 109
Tabel 33. Data Hasil Pengujian Berat Jenis Agregat Kasar 112
Tabel 34. Hasil Pengujian Berat Jenis Agregat Kasar 114
Tabel 35. Data Hasil Pengujian Berat Jenis Agregat Halus 115
Tabel 36. Hasil Pengujian Berat Jenis Agregat Halus 117
Tabel 37. Data Hasil Pengujian Berat Jenis Aspal 118
Tabel 38. Hasil Pengujian Berat Jenis Aspal 119
Tabel 39. Data dan Hasil Pengujian Keausan Agregat 120
Tabel 40. Data Pengujian Gradasi Agregat Kasar 121
Tabel 41. Data Pengujian Gradasi Agregat Halus 122
Tabel 42. Data dan Hasil Perhitungan Kepadatan 124
Tabel 43. Hasil Perhitungan VIM 126
Tabel 43. Hasil Perhitungan VMA 130
Tabel 44. Hasil Perhitungan VFA 132
Tabel 45. Data dan Hasil Perhitunngan *Flow* 136
Tabel 46. Data dan Hasil Perhitunngan Stabilitas 140
Tabel 47. Data dan Hasil Perhitunngan MQ 142