

TESIS

PERUBAHAN KARAKTERISTIK
CAMPURAN *HOT ROLLED SHEET-WEARING COURSE* (HRS-WC)
BERDASARKAN UJI *MARSHALL* AKIBAT RENDAMAN BANJIR ROB
DI KOTA SEMARANG

Disusun oleh

Nahyo
30000212410041

Mengetahui,
Komisi Pembimbing

Pembimbing Utama

Pembimbing Kedua

Dr. Ing. Sudarno, S.T.,M.Sc.
NIP. 1974 0131 199903 1 003

Dr. Bagus Hario Setiadji, S.T., M.T.
NIP. 1972 0510 200112 1 001

Direktur
Program Pascasarjana
Universitas Diponegoro

Ketua Program
Magister Ilmu Lingkungan
Universitas Diponegoro

Prof.Dr. Ir. Purwanto, DEA
NIP. 1961 1228 198603 1 004

Prof.Dr. Ir. Purwanto, DEA
NIP. 1961 1228 198603 1 004

LEMBAR PENGESAHAN

PERUBAHAN KARAKTERISTIK
CAMPURAN *HOT ROLLED SHEET-WEARING COURSE* (HRS-WC)
BERDASARKAN UJI *MARSHALL* AKIBAT RENDAMAN BANJIR ROB
DI KOTA SEMARANG

Disusun oleh

Nahyo
30000212410041

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji
Pada Tanggal 23 Februari 2015
dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima

Ketua

Tanda tangan

Dr. Ing. Sudarno, S.T.,M.Sc.

.....

Anggota

1. Dr. Bagus Hario Setiadji, S.T., M.T.

.....

2. Prof.Dr. Ir. Purwanto, DEA

.....

3. Prof. Dr. Ir. Sri Prabandiyani R. W., M. Sc.

.....

HALAMAN PERSEMBAHAN

Bagi orang tuaku yang telah membesarkan dan membimbing ku;

Bagi para guruku yang telah memberi ilmu dan teladan bagiku;

Bagi saudara dan sahabatku yang telah berbagi kehidupan denganku;

*Bagi almamater ku yang telah memberikan bekal ilmu pengetahuan serta
menuntun arah perjalanan hidupku.*

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Yang bertanda tangan di bawah:

Nama : Nahyo

NIM : 30000212410041

Alamat : Jalan Wonodri Baru No. 26A RT/RW 06/02 Semarang Selatan

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Tesis ini asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik, baik di Universitas Diponegoro maupun di Universitas lain.
2. Tesis ini adalah murni gagasan, rumusan dan hasil penelitian saya sendiri.
3. Setiap idea atau kutipan dari karya orang lain berupa publikasi atau bentuk lainnya dalam tesis ini telah ditulis sumbernya, sesuai dengan standar dan prosedur disiplin ilmu.
4. Tesis ini disusun berkat bimbingan para pembimbing saya, yakni Dr. Ing. Sudarno, S.T.,M.Sc. dan Dr. Bagus Hario Setiadji, S.T., M.T.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sungguh-sungguh dan apabila di kemudian hari terbukti dan/ atau dapat dibuktikan bahwa tesis ini hasil plagiasi, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Mengetahui
Pembimbing Utama

Semarang, 23 Februari 2015
Yang membuat pernyataan,

Dr. Ing. Sudarno, S.T.,M.Sc.

Nahyo

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan syukur alhamdulillah saya panjatkan ke hadirat Allah SWT atas kemudahan yang telah diberikan sehingga saya dapat menyelesaikan penyusunan tesis yang berjudul “Perubahan Karakteristik Campuran *Hot Rolled Sheet-Wearing Course* (HRS-WC) Berdasarkan Uji *Marshall* Akibat Rendaman Banjir Rob di Kota Semarang”. Tesis ini disusun sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh derajat Magister Ilmu Lingkungan, Program Pascasarjana Universitas Diponegoro.

Penelitian ini bertujuan untuk Mengaji dan mengulas perubahan karakteristik campuran beraspal panas *Hot Rolled Sheet-Wearing Course* (HRS-WC) yang terendam dalam air yang berasal dari air banjir rob dan membandingkannya dengan yang terendam dalam air standar laboratorium, mengaji dan mengulas sejauh mana pengaruh lama perendaman dengan air yang berasal dari air banjir rob dan membandingkannya dengan yang terendam dalam air standar laboratorium terhadap keawetan (durabilitas) campuran beraspal panas *Hot Rolled Sheet-Wearing Course* (HRS-WC), dan mengaji dan mengulas Sejauh mana pengaruh kandungan unsur kimia klorida (Cl⁻) dalam air yang digunakan untuk merendam terhadap keawetan (durabilitas) campuran beraspal panas beraspal *Hot Rolled Sheet-Wearing Course* (HRS-WC).

Dalam kesempatan yang baik ini saya ingin mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah membantu proses penyelesaian tesis ini pada khususnya dan selama menempuh pendidikan di Program Magister Ilmu Lingkungan Universitas Diponegoro kepada:

Prof. H. Sudharto Prawata Hadi, MES, Ph.D selaku Rektor Universitas Diponegoro yang telah memberikan ijin belajar dan bantuan fasilitas dalam menempuh pendidikan pada Program Magister Ilmu Lingkungan Universitas Diponegoro;

Prof. Dr. Ir. Purwanto, DEA selaku Direktur Program Pascasarjana Universitas Diponegoro, Ketua Program Magister Ilmu Lingkungan Universitas

Diponegoro, dan Penguji yang telah membimbing, memberi petunjuk dan mengarahkan selama penelitian dan penyusunan tesis ini;

Dr. Ing Sudarno, ST, MSc selaku Pembimbing Utama yang telah membimbing, memberi petunjuk dan mengarahkan selama penelitian dan penyusunan draft tesis ini;

Dr. Bagus Hario Setiadji, S.T., M.T. selaku Pembimbing Kedua yang telah membimbing, memberi petunjuk dan mengarahkan selama penelitian dan penyusunan draft tesis ini;

Prof. Dr. Ir. Sri Prabandiyani R. W., M. Sc. selaku Penguji yang telah membimbing, memberi petunjuk dan mengarahkan selama penelitian dan penyusunan draft tesis ini;

Dr. Dra. Hartuti Purnaweni, MPA selaku Sekretaris Program Magister Ilmu Lingkungan serta seluruh Staf Program Magister Ilmu Lingkungan yang banyak mengarahkan dan memberikan bantuan terkait administrasi penyusunan tesis ini;

Mahasiswa Program Magister Ilmu Lingkungan Angkatan 36, yang telah membantu, memberikan dorongan, dan doa dalam rangka penyusunan tesis ini;

Asisten Laboratorium Transportasi Fakultas Teknik Universitas Diponegoro: Mas Rama, Pak Yeni, Mas Mustofa, Pak Dul, dan Mas Nur Cahyo, yang telah membantu dalam proses penelitian selama di laboratorium.

Penulis menyadari bahwa hasil penelitian ini jauh dari kesempurnaan namun harapan yang besar agar sumbangan pemikiran guna perbaikan dari naskah tesis sangat diperlukan. Demikian pengantar tesis disusun sebagai bagian yang tidak terpisahkan dari tahapan penyelesaian Program Magister Ilmu Lingkungan.

Semarang, Februari 2015

Nahyo

ABSTRAK

Kota Semarang merupakan salah satu kota besar di Indonesia terutama di pulau Jawa dengan tingkat ancaman bencana yang cukup tinggi. Salah satu ancaman bencana di kota Semarang adalah banjir pasang-surut atau lebih dikenal dengan banjir rob. Seringkali beberapa ruas jalan yang terletak di pesisir Kota Semarang tergenang banjir rob dan tak jarang menimbulkan kerusakan jalan pasca banjir rob. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh yang ditimbulkan akibat genangan atau rendaman air rob terhadap perkerasan aspal.

Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh air rob terhadap karakteristik campuran Lataston Lapis Permukaan/ *Hot Rolled Sheet-Wearing Course* (HRS-WC). Penelitian dilakukan dengan dua metode perendaman, yaitu perendaman menerus (*continous*) dan berkala (*intermittent*).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perendaman menerus memberikan efek kerusakan campuran yang lebih cepat pada campuran aspal dibandingkan perendaman berkala. Air rob yang digunakan untuk merendam campuran aspal Lataston Lapis Aus/ *Hot Rolled Sheet-Wearing Course* (HRS-WC) baik itu metode menerus maupun berkala, memiliki pengaruh yang lebih besar jika dibandingkan penggunaan air laboratorium. Hal tersebut ditunjukkan dengan nilai VMA, VIM, dan *flow* yang lebih besar pada campuran aspal yang direndam air rob dibandingkan dengan campuran aspal yang direndam air laboratorium. Sementara nilai VFA, stabilitas, dan MQ campuran aspal yang direndam air rob lebih kecil dibandingkan dengan campuran aspal yang tang direndam air laboratorium

Kata kunci: air rob, perendaman menerus, perendaman berkala, HRS-WC

ABSTRACT

Semarang City is one of the major cities in Indonesia, particularly in Java Island with high incidence of disaster level. One of the disasters in the Semarang city is the tidal flood. Some roads located in coastal area of Semarang City are frequently flooded by tidal inundation. It causes damage to the road after the flood. Therefore, it is necessary to investigate the effect caused by tidal inundation for asphalt pavement.

This study was intended to determine the effect of the tidal water to characteristics of Hot Rolled Sheet-Wearing Course (HRS-WC). The study was conducted by two method of soaking, i.e. continuous and intermittent immersion.

The results showed that continuous immersion affected worse on asphalt mixtures than intermittent. Tidal water which used to soak the mixture either used continuous or periodic methods, had significant influence than that of laboratory water. This was indicated by higher values of VMA, VIM, and produced by mixtures soaked in tidal water compared with those soaked in laboratory water. While the values of VFA, stability, and MQ produced by mixtures soaked in tidal water is smaller than those soaked in laboratory water.

Keywords: tidal water, continuous immersion, intermittent immersion, HRS-WC

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRACT.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN.....	xviii
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Permasalahan Penelitian.....	5
1.3. Tujuan Penelitian.....	6
1.4. Manfaat Penelitian.....	6
1.5. Pembatasan Masalah	7
1.6. Sistematika Penulisan.....	8
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	9
2.1. Banjir Rob dan Penyebabnya.....	9
2.2. Dampak yang Ditimbulkan oleh Banjir Rob	9
2.3. Pengaruh Air Rob pada Campuran Aspal	11
2.4. Pemeriksaan Kandungan Air Rob	12
2.5. Pembuatan Larutan Klorida (Cl)	15
2.6. <i>Hot Rolled Sheet-Wearing Course (HRS-WC)</i>	15
2.6.1. Bahan Campuran <i>Hot Rolled Sheet-Wearing Course (HRS-WC)</i>	17
2.6.1.1. Agregat.....	17
2.6.1.2. Gradasi Agregat Gabungan	22
2.6.2. Bahan Aspal untuk Campuran Beraspal	24
2.7. Karakteristik Campuran Perkerasan Beraspal	31

2.7.1. Stabilitas (<i>Stability</i>) yang Tinggi.....	31
2.7.2. Keawetan/ Daya Tahan (<i>Durability</i>) yang Tinggi.....	31
2.7.3. Kelenturan (<i>Flexibility</i>) Tinggi	32
2.7.4. Ketahanan Terhadap Penggelinciran atau Geser/ Kekesatan (<i>Skid Resistance</i>).....	32
2.7.5. Ketahanan Terhadap Kelelahan (<i>Fatigue Resistance</i>)	33
2.7.6. Kemudahan Pelaksanaan (<i>Workability</i>)	33
2.7.7. Impermeabilitas (<i>Impermeability</i>).....	34
2.7. Kadar Aspal Optimum Dugaan	34
2.8.1. Penentuan Kadar Aspal Optimum dengan Metode <i>Marshall</i>	35
2.8.2. Sifat Volumetrik Campuran (<i>Density-Void Analysis</i>).....	37
2.8.2.1. Kepadatan (<i>Density</i>).....	37
2.8.2.2. <i>Voids in Mineral Aggregate (VMA)</i>	38
2.8.2.3. <i>Voids in the Mix (VIM)</i>	39
2.8.2.4. <i>Voids Filled with Asphalt (VFA)</i>	39
2.8.2.5. Stabilitas (<i>Stability</i>) – Kelelahan (<i>Flow</i>).....	41
2.8.2.5.1. Stabilitas (<i>Stability</i>).....	41
2.8.2.5.2. Kelelahan (<i>Flow</i>)	41
2.8.2.5.3. <i>Marshall Quotient(MQ)</i>	42
2.9. Pengujian untuk Mengevaluasi Pengaruh Air Terhadap Campuran Aspal Panas	43
2.9.1. Metode Pengujian Perendaman Standar	43
2.9.2. Metode Pengujian Perendaman Modifikasi.....	44
2.10. Pengujian Hipotesis dengan Analisis Regresi Linier Berganda	47
2.10.1. Definisi Regresi Linier Berganda.....	47
2.10.2. Koefisien Determinasi.....	47
2.10.3. Koefisien Korelasi (Antar Dua Variable).....	48
2.10.4. Uji Regresi Linier Ganda.....	49
2.10.5. <i>Testing Individual Koefisien</i>	50
2.11. Penelitian Terdahulu	51
BAB III. METODE PENELITIAN.....	58
3.1. Tipe Penelitian	58
3.2. Waktu dan Tempat.....	59
3.3. Bahan dan Peralatan Penelitian.....	59
3.3.1. Bahan Penelitian	59

3.3.2. Peralatan Penelitian.....	59
3.4. Rancangan Percobaan dan Pelaksanaan Penelitian	60
BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	68
4.1. Banjir Rob di Kota Semarang	68
4.1.1. Kenaikan Muka Laut Akibat Pemanasan Global (<i>Global Warming</i>).....	69
4.1.2. Penurunan Permukaan Tanah (<i>Land Subsidence</i>)	73
4.1.3. Luasan Genangan Banjir Rob dan Rasio Panjang Jalan yang Tergenang di Kota Semarang.....	78
4.2. Hasil Pengujian Kualitas Air Rob dan Air Laboratorium	81
4.3. Hasil Pengujian Material	91
4.3.1. Hasil Pengujian Aspal	91
4.3.2. Hasil Pengujian Agregat.....	91
4.4. Perumusan Campuran Benda Uji <i>Marshall</i>	98
4.5. Pengujian <i>Marshall</i> untuk Menentukan Kadar Aspal Optimum (KAO)	100
4.6. Perendaman Sampel dalam Air Laboratorium, Air Rob, dan Air yang Mengandung Klorida (Cl ⁻), serta Pengujian <i>Marshall</i>	109
4.6.1. Hasil Pengujian Benda Uji <i>Unconditioned Set/ Dry</i>	110
4.6.2. Hasil Pengujian Benda Uji <i>Conditioned Set</i>	110
4.6.2.1. Pengaruh Perendaman Air Rob terhadap Perubahan Karakteristik Campuran Beraspal Panas <i>Hot Rolled Sheet-Wearing Course</i> (HRS-WC).....	113
4.6.2.2. Pengaruh Lama Perendaman dengan Air Rob terhadap Keawetan (Durabilitas) Campuran Beraspal Panas <i>Hot Rolled Sheet-Wearing Course</i> (HRS-WC).....	129
4.6.2.3. Analisis Perbandingan Pengaruh Perendaman Air Rob dengan Metode Menerus dan Berkala	146
4.6.2.4. Pengaruh Kandungan Unsur Kimia Klorida (Cl ⁻) Terhadap Keawetan (Durabilitas) Campuran Beraspal Panas <i>Hot Rolled Sheet-Wearing Course</i> (HRS-WC).....	148
4.7. Upaya Penanganan Akibat Rendaman Banjir Rob di Kota Semarang	161
BAB V. PENUTUP	168
5.1. Simpulan.....	168
5.1. Saran.....	170
DAFTAR PUSTAKA	171
LAMPIRAN	181

DFTAR TABEL

Tabel 2.1. Sifat-sifat Campuran Lataston/ <i>Hot Rolled Sheet</i> (HRS)	16
Tabel 2.2. Persyaratan Agregat Kasar	19
Tabel 2.3. Ketentuan Agregat Halus.....	19
Tabel 2.4. Amplop Gradasi Agregat Gabungan untuk Campuran Aspal	24
Tabel 2.5. Persyaratan Aspal Keras Penetrasi 60/70	28
Tabel 3.1. Perhitungan Jumlah Sampel Penentuan Kadar Aspal Optimum	64
Tabel 4.1. Luasan Amblas Tanah di Kota Semarang (dalam Ha)	77
Tabel 4.2. Prediksi Persentase Jalan Tergenang di Pesisir Kota Semarang Tahun 2029	80
Tabel 4.3. Hasil Pengujian Kualitas Air Laboratorium dan Air Rob	82
Tabel 4.4. Hasil Pengujian Kualitas Air Laboratorium dan Air Rob (Perdana, 2013).....	82
Tabel 4.5. Hasil Pemeriksaan Sifat Fisik Aspal Pertamina Penetrasi 60/70.....	91
Tabel 4.6. Hasil Pemeriksaan Sifat Fisik Agregat Kasar.....	92
Tabel 4.7. Hasil Pemeriksaan Sifat Fisik Agregat Halus.....	92
Tabel 4.8. Data Analisis Pembagian Butiran Agregat Kasar Maks. $\frac{3}{4}$ "	94
Tabel 4.9. Data Analisis Pembagian Butiran Agregat Kasar Maks. $\frac{1}{2}$ "	95
Tabel 4.10. Data Analisis Pembagian Butiran Abu Batu	96
Tabel 4.11. Data Analisis Pembagian Butiran Pasir.....	97
Tabel 4.12. Kombinasi Agregat <i>HRS - Wearing Course</i>	98
Tabel 4.13. Data Hasil Pengujian <i>Marshall</i> Benda Uji untuk Penentuan KAO.....	101
Tabel 4.14. Kebutuhan Berat Bahan Penyusun Campuran AC-WC Modifikasi.....	108
Tabel 4.15. Data Hasil Pengujian Benda Uji <i>Unconditioned Set/ Dry</i>	110
Tabel 4.16. Hasil Data Volumetrik dan Hasil Uji <i>Marshall</i> (Data Empiris) Pasca Perendaman Menerus.....	111
Tabel 4.17. Hasil Data Volumetrik dan Hasil Uji <i>Marshall</i> (Data Empiris) Pasca Perendaman Berkala	112
Tabel 4.18. Perbandingan Kenaikan dan Penurunan Nilai Volumetrik dan Empiris Campuran Aspal Akibat Perendaman Menerus.....	117

Tabel 4.19. Perbandingan Kenaikan dan Penurunan Nilai Volumetrik dan Empiris Campuran Aspal Akibat Perendaman Berkala.....	118
Tabel 4.20. Perbandingan Penurunan Nilai Indeks Stabilitas Sisa (IRS) dan Indeks Durabilitas (ID) Akibat Perendaman Menerus	129
Tabel 4.21. Perbandingan Penurunan Nilai Indeks Stabilitas Sisa (IRS) dan Indeks Durabilitas (ID) Akibat Perendaman Berkala	130
Tabel 4.22. Analisis Regresi Matriks Hubungan Antara Waktu Perendaman dan Nilai IRS Campuran Aspal dengan Metode <i>Continuous Immersion</i>	134
Tabel 4.23. Analisis Regresi Matriks Hubungan Antara Waktu Perendaman dan Nilai IRS Campuran Aspal dengan Metode <i>Intermittent Immersion</i>	135
Tabel 4.24. Perbandingan Penurunan Nilai Indeks Stabilitas Sisa (IRS) dan Indeks Durabilitas (ID) Akibat Perendaman Menerus dengan Larutan Klorida.....	148
Tabel 4.25. Perbandingan Penurunan Nilai Indeks Stabilitas Sisa (IRS) dan Indeks Durabilitas (ID) Akibat Perendaman Berkala dengan Larutan Klorida.....	149
Tabel 4.26. Tabel Penentuan Variabel Tidak Bebas dan Variabel Bebas	150
Tabel 4.27. Tabel Sebaran Data yang Akan Diuji dengan Analisis Regresi Berganda.....	151
Tabel 4.28. Tabel Hasil Pengujian Hipotesis – Uji F.....	157
Tabel 4.29. Tabel Hasil Pengujian Hipotesis – Uji t.....	158
Tabel 4.30. Korelasi Matriks Hubungan antara Variabel Bebas (pH, Cl^- , SO_4^{2-} , CO_3^{2-} , HCO_3^-) terhadap Stabilitas, IRS, r, a, dan Sa	160

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Kandungan aspal.....	25
Gambar 2.2.	<i>Marshall Compaction Hammer & Alat Marshall Test</i>	36
Gambar 2.3.	Skematis berbagai jenis volume beton aspal	40
Gambar 2.4.	Ilustrasi volume pori, selimut/ <i>film</i> aspal, aspal yang terabsorpsi	40
Gambar 2.5.	Gambaran skema kurva keawetan	46
Gambar 3.1.	Bagan alir penelitian	61
Gambar 3.2.	Diagram Perendaman Berkala	66
Gambar 3.3.	Diagram Perendaman Menerus.....	66
Gambar 4.1.	Peta Geologi Amblasannya.....	76
Gambar 4.2.	Peta <i>Eksisting</i> Amblasannya Tanah di Wilayah Pesisir Kota Semarang ..	76
Gambar 4.3.	Peta Banjir Rob Kota Semarang	79
Gambar 4.4.	Analisis Pembagian Butiran Agregat Kasar Maks. $\frac{3}{4}$ "	94
Gambar 4.5.	Analisis Pembagian Butiran Agregat Kasar Maks. $\frac{1}{2}$ "	95
Gambar 4.6.	Analisis Pembagian Butiran Abu Batu	96
Gambar 4.7.	Analisis Pembagian Butiran Pasir.....	97
Gambar 4.8.	Analisis Pembagian Butiran Gabungan	99
Gambar 4.9.	Hubungan Variasi Kadar Aspal dan Rongga Udara dalam Campuran (VIM)	101
Gambar 4.10.	Hubungan Variasi Kadar Aspal dan Rongga Udara dalam Mineral Agregat (VMA).....	102
Gambar 4.11.	Hubungan Variasi Kadar Aspal dan Rongga Udara Terisi Aspal (VFA).....	103
Gambar 4.12.	Hubungan Variasi Kadar Aspal dan Stabilitas.....	104
Gambar 4.13.	Hubungan Variasi Kadar Aspal dan Kelelahan Plastis (<i>Flow</i>).....	105
Gambar 4.14.	Hubungan Variasi Kadar Aspal dan <i>Marshall Quotient</i> (MQ).....	106
Gambar 4.15.	<i>Narrow Range</i> perencanaan KAO	107
Gambar 4.16.	Hubungan Nilai VMA dan Lama Waktu Perendaman	114
Gambar 4.17.	Hubungan Nilai VFA dan Lama Waktu Perendaman.....	114
Gambar 4.18.	Hubungan Nilai VIM dan Lama Waktu Perendaman.....	115

Gambar 4.19. Hubungan Nilai Stabilitas dan Lama Waktu Perendaman	115
Gambar 4.20. Hubungan Nilai <i>Flow</i> dan Lama Waktu Perendaman.....	116
Gambar 4.21. Hubungan Nilai <i>MQ</i> dan Lama Waktu Perendaman.....	116
Gambar 4.22. Hubungan Nilai IRS dan Lama Waktu Perendaman.....	131
Gambar 4.23. Hubungan Nilai Indeks Durabilitas Pertama (r) dan Lama Waktu Perendaman.....	139
Gambar 4.24. Hubungan Nilai Indeks Durabilitas Kedua (a) dan Lama Waktu Perendaman.....	140
Gambar 4.25. Skema Kurva Keawetan Campuran Aspal Akibat Perendaman Air Laboratorium dan Air Rob	140

DAFTAR LAMPIRAN

- LAMPIRAN I HASIL ANALISIS KUALITAS AIR LABORATORIUM DAN AIR ROB
- LAMPIRAN II HASIL PEMERIKSAAN ASPAL PERTAMINA PENETRASI 60/70
- LAMPIRAN III HASIL PEMERIKSAAN AGREGAT
- LAMPIRAN IV HASIL PERANCANGAN BENDA UJI KAO
- LAMPIRAN V HASIL UJI MARSHALL BENDA UJI KAO AKIBAT PERENDAMAN MENERUS DAN BERKALA
- LAMPIRAN VI HASIL ANALISIS REGRESI
- LAMPIRAN VII DOKUMENTASI

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

%	= persen
\bar{Y}	= rata-rata dari variabel tak bebas “Y”
$t_{\alpha/2}$	= Uji distribusi menurut student-t dengan selang kepercayaan/ tingkat signifikansi α
“	= inci
$^{\circ}\text{C}$	= derajat Celcius
a	= Nilai penurunan kekuatan (%) pada Indeks Durabilitas Kedua
A	= Nilai absolut ekuivalen kehilangan kekuatan (kPa) pada Indeks Durabilitas Kedua
AASHTO	= <i>American Association of State Highway and Transportation Official</i>
AC-BC	= <i>Asphalt Concrete Binder Course</i>
AMP	= <i>Asphalt Mixing Plant</i>
ASTM	= <i>American Society for Testing and Material</i>
b_0, b_1, \dots, b_k	= koefisien regresi, merupakan arah garis regresi dan menunjukkan besarnya perubahan variabel bebas yang mengakibatkan perubahan pada variabel tak bebas.
B_a	= Berat beton aspal padat dalam air, gram
BJ	= berat benda uji kering permukaan jenuh
B_K	= berat benda uji kering oven
BPS	= Badan Pusat Statistik
BS	= <i>British Standards Institution</i>
$B_{ssd} - B_a$	= Volume <i>bulk</i> dari beton aspal padat, jika $B_{j_{air}} = 1$
B_{ssd}	= berat kering permukaan dari beton aspal, gram
CA	= agregat kasar (persen agregat tertahan saringan No.8)
Cl ⁻	= Klorida
Cm	= centimeter
CO_3^{2-}	= alkalinitas anion karbonat
F	= Uji persamaan regresi dengan menggunakan statistik F (hitung)

F_{α}	= Uji persamaan regresi dengan menggunakan statistik F dengan selang kepercayaan/ tingkat signifikansi α (tabel)
FA	= agregat halus (persen agregat lolos saringan No.8 dan tertahan No.200)
FF	= <i>filler</i> (persen agregat minimal 75% lolos No.200)
G_1, G_2, \dots, G_n	= Berat jenis <i>bulk</i> masing-masing fraksi agregat
Gb	= Berat jenis aspal (gr/cc)
G_{mb}	= Berat jenis <i>bulk</i> campuran setelah pemadatan (gr/cc)
G_{mm}	= Berat jenis campuran maksimum teoritis setelah pemadatan (gr/cc)/ <i>Theoretical Maximum Specific Gravity</i>
gr	= gram
Gsa	= Berat jenis semu/ <i>apparent specific gravity</i> (gr/cc)
$G_{sa_{tot}}$ agregat	= Berat jenis semu agregat gabungan
Gsb	= Berat jenis kering/ <i>bulk specific gravity</i> (gr/cc)
$G_{sb_{tot}}$ agregat	= Berat jenis kering agregat gabungan (gr/cc)
Gse	= Berat jenis efektif/ <i>bulk specific gravity SSD</i> (gr/cc)
$G_{se_{tot}}$ agregat	= berat jenis efektif agregat gabungan
Gssd	= <i>Saturated Surface Dried Specific Gravity Agregat</i>
HCO_3^-	= alkalinitas anion bikarbonat
HRS-WC	= <i>Hot Rolled Sheet-Wearing Course</i>
IRS	= Indeks Stabilitas Sisa
ITS	= <i>Indirect Tensile Strength</i>
k	= Banyak variabel bebas
kg	= kilogram
kN	= kilo Newton
lbs	= pounds
maks	= maksimum
min	= minimum
mm	= millimeter
MQ	= <i>Marshall Quotient</i>
MSE	= <i>Mean Squares Error</i>

Msi	= Stabilitas <i>Marshall</i> setelah perendaman 24 jam pada temperatur 60°C
MSR	= <i>Mean Squares due to Regression</i>
MSs	= Stabilitas <i>Marshall</i> standar pada perendaman selama 30-40 menit pada temperatur 60°C
n	= Banyak data
NaCl	= Natrium klorida
o	= pembacaan arloji stabilitas (lbs)
OH ⁻	= Alkalinitas anion hidroksida
p	= pembacaan arloji stabilitas terkoreksi <i>kalibrasi proving ring</i>
P ₁ , P ₂ ,..., P _n	= persentase masing-masing fraksi agregat (%)
Pb	= Persentase kadar aspal terhadap total campuran (%)
<i>Pba</i>	= Penyerapan aspal, persen total agregat (%)
<i>Pbe</i>	= Kadar aspal efektif, persen total campuran (%)
<i>Pf</i>	= Persentase kadar <i>Filler</i> terhadap total campuran (%)
pH	= Derajat keasaman
P _{mm}	= persentase berat total campuran (=100)
Ps	= Kadar agregat, persen total campuran (%)
Puslitbang	= Pusat Penelitian dan Pengembangan
r	= Nilai penurunan kekuatan (%) pada Indeks Durabilitas Pertama
R	= koefisien korelasi/ hubungan antar dua variable
R	= Nilai absolut ekuivalen kehilangan kekuatan (kPa) pada Indeks Durabilitas Pertama
R ²	= koefisien determinasi
S ₀	= Nilai absolut dari kekuatan tarik awal (kPa)
S _a	= Persen kuat tahan yang tersisa dari Indeks Durabilitas Kedua (%)
S _{b_k}	= <i>Standard error</i> dari koefisien b _k
S _i	= Persen kekuatan yang tersisa pada waktu t _i
S _i	= Persen kuat tarik yang tersisa pada waktu t _i
S _{i+1}	= Persen kekuatan yang tersisa pada waktu t _{i+1}
S _M	= berat volume benda uji/ kepadatan (gr/cm ³)
SNI	= Standar Nasional Indonesia

So	= angka stabilitas (kg)
SO ₄ ²⁻	= Sulfat
SSD	= <i>Saturated Surface Dry</i>
SSE	= <i>Sum of Squares Error</i>
SSR	= <i>Sum of Squares due to Regression</i>
SS _{tot}	= <i>Sum of Squares total</i>
<i>Superpave</i>	= <i>Superior Performing Asphalt Pavement</i>
t	= Uji distribusi menurut student-t
t _i , t _{i+1}	= Waktu pengkondisian/ perendaman (mulai dari awal proses perendaman), hari
t _i , t _{i+1}	= Waktu pengkondisian/ perendaman (mulai dari awal proses perendaman), hari
t _n	= Waktu pengkondisian/ perendaman ke-n (terakhir)
U _r	= Umur rencana
V	= volume benda uji (cm ³)
v ₁	= derajat kebebasan (pada tabel distribusi F disebut pembilang)
v _a	= <i>Volume of air voids</i>
v _b	= <i>Volume of asphalt</i>
v _{ba}	= <i>Volume of absorbed asphalt</i>
V _{bulk}	= Volume campuran setelah pemadatan (cc)
VFA	= <i>Void Filled with Asphalt</i> / Rongga udara yang terisi aspal, persentase dari VMA
vfa	= <i>Volume of voids filled with asphalt</i>
VIM	= <i>Void In the Mix</i> / Rongga udara pada campuran setelah pemadatan, persentase dari volume total
VMA	= <i>Void in Mineral Aggregate</i> (rongga dalam agregat)
vma	= <i>Volume of voids in mineral aggregate</i>
vmb	= <i>bulk volume of compacted mix</i>
vmm	= <i>Void less volume of paving mix</i>
vsb	= <i>Volume of mineral aggregate (by bulk specific gravity)</i>
vse	= <i>Volume of mineral aggregate (by effective specific gravity)</i>

W	= berat benda uji kering udara (gram)
WSSD	= Berat dalam kondisi kering permukaan (gr)
W_{SSD}	= berat benda uji kering permukaan jenuh/ SSD (gram)
WW	= Berat dalam air (gr)
W_w	= berat benda uji direndam dalam air (gram)
X	= Variabel bebas
Y	= Variabel tak bebas
Y_i	= variabel tak bebas data ke-i
Y_i'	= variabel tak bebas data ke-i prediksi
ZEE	= Zona Ekonomi Eksklusif