

SKRIPSI

PEMANFAATAN LIMBAH BETON SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT DALAM CAMPURAN LAPIS TIPIS ASPAL BETON (HOT ROLLED SHEET – WEARING COURSE, HRS – WC)

*Disusun Dan Ditujukan Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik S-1 Institut Teknologi Nasional (ITN) Malang*



Disusun Oleh :

PANDE MADE WISUDAWAN SUWASTIKA

1521011

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2019**



**LEMBAR PERSETUJUAN
SKRIPSI**

**PEMANFAATAN LIMBAH BETON SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT
DALAM CAMPURAN LAPIS TIPIS ASPAL BETON (HOT ROLLED
SHEET - WEARING COURSE, HRS-WC)**

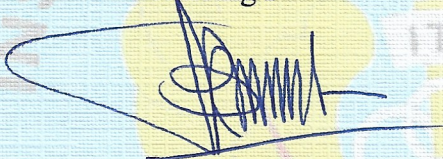
**Oleh:
PANDE MADE WISUDAWAN SUWASTIKA
1521011**

**Telah disetujui oleh pembimbing
Pada tanggal 14 Agustus 2019**

Menyetujui,
Dosen Pembimbing

Pembimbing I

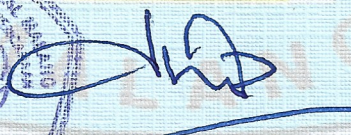
Pembimbing II


Ir. Bambang Wedyantadji, MT
NIP. 196702181993031002


Mohammad Erfan, ST., MT
NIP. 1031500508

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1




Ir. I. Wayan Mundra, MT
NIP.Y. 1018700150

**PROGRAM TEKNIK SIPIL S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG
2019**

**LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI**

**PEMANFAATAN LIMBAH BETON SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT
DALAM CAMPURAN LAPIS TIPIS ASPAL BETON (HOT ROLLED
SHEET – WEARING COURSE, HRS-WC)**


**Skripsi Ini Telah Dipertahankan Di Depan Dosen Penguji Ujian Skripsi
Jenjang Strata (S-1) Pada Tanggal 14 Agustus 2019 Dan Diterima
Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik Sipil S-1**

**disusun oleh :
PANDE MADE WISUDAWAN SUWASTIKA
1521011**

Anggota Penguji

Dosen Penguji I

Dosen Penguji II


Ir. A. Agus Santosa, MT
NIP. Y. 101 870 0155

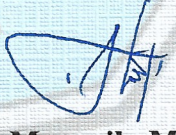

Annur Ma'ruf, ST, MT
NIP. P. 1031700528

Disahkan Oleh:

Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1

Sekretaris Program Studi


Ir. I. Wayan Mundra, MT
NIP.Y. 1018700150


Ir. Munasih, MT
NIP.Y. 1028800187

**PROGRAM TEKNIK SIPIL S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG
2019**

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat dan rahmat-Nya yang telah memberikan kemudahan dan kelancaran dalam menyusun skripsi yang berjudul **“PEMANFAATAN LIMBAH BETON SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT DALAM CAMPURAN LAPIS TIPIS ASPAL BETON (HOT ROLLED SHEET-WEARING COURSE,HRS-WC)”**.

Skripsi ini dibuat untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan gelar strata satu (S-1), Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Program Studi Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional Malang.

Dalam proses penyelesaian Skripsi ini, penyusun mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Hery Setyobudiarso, Msc selaku Dekan Fakultas Teknik sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang .
2. Bapak Ir. I Wayan Mundra, MT selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil
3. Bapak Ir. Bambang Wedyantadji, MT Selaku dosen pembimbing I.
4. Bapak Mohammad Erfan, ST., MT Selaku dosen pembimbing II.
5. Seluruh dosen dan karyawan Jurusan Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional Malang, atas ilmu, bimbingan dan bantuannya hingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Skripsi ini.
6. Rekan-rekan di Jurusan Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional Malang yang juga telah banyak membantu penulis.
7. Kedua Orang Tua dan segenap keluarga yang selalu memberikan support baik moril maupun materil.

Penyusun menyadari bahwa penyelesaian Proposal Skripsi ini belum sempurna, baik dari segi materi maupun penyajiannya. Untuk itu saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan dalam penyempurnaan skripsi ini.

Malang, Agustus 2019

Penyusun

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Pande Made Wisudawan Suwastika
NIM : 15.21.011
Program Studi : Teknik Sipil S-1
Fakultas : Teknik Sipil Dan Perencanaan (FTSP)

Menyatakan bahwa Skripsi saya yang berjudul :

**PEMANFAATAN LIMBAH BETON SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT
DALAM CAMPURAN LAPIS TIPIS ASPAL BETON (HOT ROLLED
SHEET – WEARING COURSE, HRS – WC)**

Adalah sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam Naskah SKRIPSI ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah SKRIPSI ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur PLAGIASI, saya bersedia SKRIPSI ini digugurkan dan gelar akademik yang saya peroleh (SARJANA) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 tahun 2003, Pasal 25 ayat 2 dan Pasal 70).

Malang, 4 SEPTEMBER 2019

Yang membuat pernyataan



PANDE MADE WISUDAWAN SUWASTIKA

LEMBAR PERSEMBAHAN

“OM SWASTYASTU”

Atas Asung Kertha Wara Nugraha Ida Sang Hyang Widhi Wasa, tugas akhir ini bisa selesai tepat pada waktunya. Dalam penyelesaian tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan beberapa pihak dan tidak lupa saya ucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Dan Ibu

Untuk bapak I Ketut Suwastika dan ibu Luh Ninik Sukasih terima kasih karena sudah percaya dan mendukung untuk menjalani masa perkuliahan di luar bali alias merantau, selalu mendoakan dan memberi semangat saat susah maupun sakit sehingga akhirnya bisa di wisuda sesuai dengan nama tengah saya Pande Made Wisudawan Suwastika .

2. Kakak – Adik dan Keluarga Pande Tercinta

Kakak pertama Wayan Eny Mariani yang selalu siap menjemput dan mengantar ke terminal/bandara setiap pp malang-denpasar dan adik ke tiga Pande Nyoman Wedanta Suwastika yang selalu video call wa saat kangen, kedua saudaraku yang sangat saya sanyangi terima kasih atas segala saran dan bantuannya, Bayu Swastana dan Andre Ray Pangestu kakak dan adik sepupu yang selalu Siap bantu main dota dan ngegame sehingga selalu bersemangat dan semua keluarga Pande. Terima kasih telah memberikan semangat dan inspirasi dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, Terima kasih.

3. Sahabat Seperjuangan

Buat sahabat seperjuangan skripsweet walaupun mulai akrab dari semester 3 karena beda kelas yang selalu memberikan motivasi, nasihat, dukungan moral

yang selalu membuat semangat untuk menyelesaikan skripsi ini yaitu Rusmana, Wisnu Hadi, Fery/pepi, Favian/po o, Indrisa, Renita, Andi, Hery, dan Sidi, Terima kasih john.

4. Teman-Teman IMHD

Buat teman-teman yang selalu menghibur dan menjadi tempat pembelajaran cara berorganisasi yang baik selalu memberikan dukungan pada waktu acara-acara besar walaupun ada beberapa anggota yang menghilang saya selalu merasa bangga telah menjadi bagian dari IMHD. Terima kasih Rusmana, Wisnu Hadi, Dode trio Yogi (Yogi Nikotin, Yogi Homs, Yogi Buang), Indri satu satunya cewek angkatan 2015, Made Bandung, Ryan, Teguh, Wisnu Wira, Wira Darma, Idi (seng taen tepuk), Wayan Kresnadi, Gusti Terima kasih sudah menjadi bagian dari keluarga IMHD.

5. Kos Apel Malang

Keluarga Kos Apel Malang Bapak dan Ibu Kos yang selalu menyiapkan sarapan di pagi hari dan ikut membantu saat sakit, Bli Sinyo, Mbok Dewi, Adik Bagas, Teman-teman satu kos Rusmana (penitipan arak karangasem), Rusdana, Komang Sidarika, Putu Eka, Sidi (anak baru) yang selalu membantu dan siap selalu.

Dan semua pihak yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu yang telah membantu, mendoakan atas terselesainya skripsi ini. Sekali lagi saya ucapkan terimakasih atas segala bantuannya.

“OM SHANTI SHANTI SHANTI OM”

ABSTRAK

PANDE MADE WISUDAWAN SUWASTIKA (1521011), Program Studi Teknik Sipil S-1, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang, Agustus 2019, “*PEMANFAATAN LIMBAH BETON SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT DALAM CAMPURAN LAPIS TIPIS ASPAL BETON (HOT ROLLED SHEET - WEARING COURSE, HRS-WC)*”, Dosen Pembimbing I : Ir. Bambang Wedyantadji, MT. Dosen Pembimbing II : Mohammad Erfan, ST, MT.

Pembangunan di Indonesia telah meliputi seluruh bidang infrastruktur salah satunya transportasi, maka dibutuhkan sarana dan prasarana yang baik untuk mendukung transportasi yang lancar. Jalan yang baik dipengaruhi oleh perkerasannya. Salah satu jenis perkerasan yang digunakan di Indonesia adalah perkerasan lentur. Salah satu upaya untuk memperbaiki kerusakan jalan raya adalah pengembangan teknologi *recycling* terhadap perkerasan jalan raya. Disisi lain, limbah beton merupakan hasil buangan yang mudah sekali dijumpai di Indonesia. Memanfaatkan material limbah beton sehingga dapat digunakan kembali dengan nilai yang lebih ekonomis.

Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimen yang dilakukan di laboratorium. Pada penelitian ini menggunakan variasi kadar aspal 6%, 6,5%, 7%, 7,5%, 8%. Sampel benda uji yang dibuat berjumlah 5 benda uji tiap kadar aspal dan didapatkan Kadar Aspal Optimum (KAO) sebesar 7,13% pada agregat alami dan 7,08% pada limbah beton kemudian di variasikan dengan campuran 25% alami 75% limbah, 50% alami 50% limbah dan 75% alami 25% limbah. Penelitian ini dilakukan di laboratorium Bahan Konstruksi ITN Malang.

Hasil pengujian mendapatkan variasi yang terbaik pada variasi 52% limbah. Dari variasi tersebut didapatkan nilai Stabilitas 1011,64 kg, *Flow* 3,36%, VIM 5,65%, VMA 21,15%, *Marshall Quotient* 306,01 kg/mm, VFA 72,84%. Semua hasil pengujian pada variasi memenuhi persyaratan spesifikasi HRS–WC yang telah ditetapkan oleh Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga 2018.

Kata Kunci : Limbah Beton, Agregat Alami, HRS–WC.

DAFTAR ISI

COVER

HALAMAN JUDUL

LEMBAR PERSETUJUAN..... i

LEMBAR PENGESAHAN.....ii

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI..... iii

LEMBAR PERSEMBAHAN.....iv

ABSTRAK..... vi

KATA PENGANTAR..... vii

DAFTAR ISI..... viii

DAFTAR TABEL..... xvi

DAFTAR GAMBAR..... xxi

DAFTAR GRAFIK..... xxii

BAB I PENDAHULUAN..... 1

1.1. Latar Belakang..... 1

1.2. Identifikasi Masalah.....2

1.3. Rumusan Masalah.....2

1.4. Tujuan Penelitian..... 2

1.5. Batasan Masalah..... 2

1.6. Kegunaan Penelitian..... 3

1.7. Hipotesis Penelitian..... 3

BAB II LANDASAN TEORI.....	4
2.1. Penelitian Terdahulu.....	4
2.1.1 Arys Andhikatama (2013), Pemanfaatan Limbah Beton Sebagai Pengganti Agregat Kasar Pada Campuran Asphalt Concrete – Wearing Course Gradasi Kasar.....	4
2.1.2 Selvi Yasra (2014), Pemanfaatan Limbah Beton Sebagai Agregat Pengganti Pada Campuran Asphalt Concrete – Binder Course (AC-BC).....	5
2.1.3 Bangun Prawiro dan Nugraha Pasca O. T. (2014), Pengaruh Penggunaan Limbah Beton Sebagai Agregat Kasar Pada Campuran Aspal Porus Dengan Tambahan Gilsonite.....	6
2.1.4 Andriyas Susanto dan Sukma Priya Sayekti (2016), Pengaruh Limbah Beton Dan Marmer Pada Campuran Aspal Porus Dengan Bahan Tambahan Gilsonite.....	7
2.1.5 Eros Ainurrahman (2013), Penggunaan Limbah Beton Sebagai Agregat Kasar Pengganti Pada Lapis Pengerasan Asphalt Concrete – Wearing Course(AC-WC).....	7
2.2 Konstruksi Perkerasan Jalan.....	8
2.2.1 Perkerasan Kaku.....	9
2.2.2 Perkerasan Lentur.....	9
2.3 Syarat – syarat Kekuatan Struktur.....	13
2.4 Lapisan Aspal Beton.....	14
2.5 Campuran HRS - WC.....	16

2.6	Agregat Limbah Beton	17
2.7	Agregat.....	18
2.8	Klasifikasi Agregat.....	18
2.8.1	Agregat Kasar.....	20
2.8.2	Agregat Halus.....	21
2.8.3	Bahan Pengisi (<i>filler</i>).....	21
2.9	Sifat Agregat.....	22
2.9.1	Gradasi dan Ukuran Maksimum.....	23
2.9.2	Kadar Lempung.....	24
2.9.3	Daya Tahan Agregat.....	24
2.9.4	Bentuk dan Tekstur Agregat.....	25
2.9.5	Daya Lekat Terhadap Aspal.....	26
2.9.6	Berat Jenis	26
2.10	Aspal.....	27
2.11	Karakteristik Campuran.....	29
2.12	Job Mix Desain.....	32
2.13	Metode <i>Marshall</i>	34
2.13.1	Uji <i>Marshall</i>	34
2.13.2	Parameter Pengujian <i>Marshall</i>	35
BAB III METODE PENELITIAN.....		37
3.1	Operasional Penelitian.....	37

3.2 Tahap Studi.....	37
3.3 Tempat Penelitian.....	37
3.4 Rancangan Penelitian.....	37
3.5 Bahan – bahan Penelitian.....	38
3.6 Persiapan Penelitian.....	38
3.6.1 Pengujian Benda Uji.....	38
3.7 Populasi dan Sampel.....	42
3.8 Pengumpulan Data.....	42
3.9 Menentukan Kadar Aspal Optimum (KAO).....	43
3.10 Teknik Analisa Data.....	44
3.11 Variabel Penelitian.....	44
3.12 Validasi Data.....	44
3.13 Analisa Data.....	45
3.14 Interval Kepercayaan.....	46
3.15 Koefisien Korelasi.....	46
3.16 Koefisien Determinasi.....	48
3.17 Uji - T.....	47
3.18 Uji – F.....	50
3.19 Bagan Alir Penelitian.....	52
BAB IV ANALISA HASIL DAN PEMBAHASAN.....	55
4.1 Pemeriksaan Mutu Bahan.....	55

4.2	Pengujian Agregat Alami.....	55
4.2.1	Pengujian Analisa Agregat Halus, Sedang, dan Kasar (AASHTO T-27-82).....	55
4.2.2	Pengujian Berat Isi Agregat (AASHTO T-19-80).....	59
4.2.3	Pengujian Angka Angularitas (Angularity Number) (BS 812 : Part 1 : 1975).....	61
4.2.4	Indeks Kepipihan (Flakiness Index) (BS 812 : Part 1 : 1975).....	62
4.2.5	Kekuatan Agregat Terhadap Tumbukan (Aggregate Impact Value) (BS 812 : Part 3 : 1975).....	64
4.2.6	Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Halus (AASHTO T-84-81).....	65
4.2.7	Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar (AASHTO T-85-81).....	68
4.2.8	Keausan Agregat Dengan Menggunakan Alat Abrasi Los Angeles (AASHTO T-96-77(1982)).....	70
4.2.9	Hasil Pengujian Agregat Alami.....	71
4.3	Pengujian Agregat Limbah Beton.....	72
4.3.1	Pengujian Analisa Agregat Halus, Sedang, dan Kasar (AASHTO T-27-82)(ASTM C-136-46).....	72
4.3.2	Pengujian Berat Isi Agregat (AASHTO T-19-80).....	76
4.3.3	Pengujian Angka Angularitas (Angularity Number) (BS 812 : Part 1 : 1975).....	78

4.3.4	Indeks Kepipihan (Flakiness Index) (BS 812 : Part 1 : 1975).....	79
4.3.5	Pengujian Kekuatan Agregat Terhadap Tumbukan (Aggregate Impact Value) (BS 812 : Part 3 : 1975).....	81
4.3.6	Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Halus (AASHTO T-84-81).....	82
4.3.7	Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar (AASHTO T-85-81).....	84
4.3.8	Keausan Agregat Dengan Menggunakan Alat Abrasi Los Angeles (AASHTO T-96-77(1982)).....	87
4.3.9	Hasil Pengujian Agregat Limbah Beton.....	87
4.4	Pengujian Aspal.....	88
4.4.1	Pengujian Penetrasi (AASHTO T-49-80).....	88
4.4.2	Titik Nyala Dan Titik Bakar (AASHTO T-84-81).....	89
4.4.3	Titik Lembek Aspal Dan Ter (AASHTO T-53-89).....	90
4.4.4	Berat Jenis Bitumen Keras Dan Ter (AASHTO T-226-79).....	90
4.4.5	Kehilangan Berat Minyak Dan Aspal (AASHTO T-47-82).....	92
4.4.6	Pengujian Daktilitas Bahan-Bahan Bitumen (AASHTO T-51-81).....	94
4.4.7	Hasil Pengujian Aspal.....	94
4.5	Perencanaan Komposisi Campuran.....	95
4.5.1	Perhitungan Presentase Agregat Alami dengan Metode Grafis.....	95

4.5.2	Komposisi Campuran Untuk Variasi Aspal Agregat Alami.....	98
4.5.3	Perhitungan Presentase Agregat Limbah Beton dengan Metode Grafis.....	99
4.5.4	Komposisi Campuran Untuk Variasi Aspal Agregat Limbah Beton	102
4.6	<i>Marshall Test</i>	103
4.6.1	Maksud dan Tujuan.....	103
4.6.2	Hasil Pengujian.....	104
4.7	Perhitungan Mencari Kadar Aspal Optimum (KAO).....	104
4.7.1	Data Hasil Tes <i>Marshall</i> Untuk Agregat Alami.....	104
4.7.2	Data Hasil Tes <i>Marshall</i> Untuk Agregat Limbah Beton.....	112
4.7.3	Perhitungan Interval Kepercayaan Mencari Kadar Aspal Optimum Untuk Agregat Alami.....	119
4.7.4	Mencari Kadar Aspal Optimum Agregat Alami.....	123
4.7.5	Perhitungan Interval Kepercayaan Mencari Kadar Aspal Optimum Limbah Beton (KAOL).....	128
4.7.6	Mencari Kadar Aspal Optimum Agregat Limbah Beton.....	133
4.8	Perhitungan Variasi Penggunaan Agregat Campuran Limbah Beton....	138
4.8.1	Data Hasil Test <i>Marshall</i>	138
4.8.2	Perhitungan Interval Kepercayaan Variasi Agregat Campuran Limbah Beton dan Alami.....	146

4.8.3 Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Agregat Campuran (Limbah Beton dan Alami).....	151
4.9 Uji Hipotesis... ..	155
4.9.1 Uji Hipotesis Variasi Kadar Limbah Beton Dan Alami.....	154
4.10 Analisa Regresi.....	156
4.10.1 Analisa Regresi.....	156
4.11 Pembahasan.....	158
4.11.1 Perbandingan Kinerja Campuran HRS–WC Menggunakan Agregat Limbah Beton dengan Campuran HRS-WC Menggunakan Agregat Alami.....	158
4.11.2 Stabilitas.....	159
4.11.3 Kelelehan/ <i>Flow</i>	160
4.11.4 Rongga Udara dalam Campuran / <i>Void in the Mix</i> (VIM).....	162
4.11.5 Rongga diantara Mineral Agregat / <i>Void in Mineral Agregat</i> (VMA).....	163
4.11.6 <i>Marshall Quotient</i> .(MQ).....	164
4.11.7 Rongga Terisi Aspal / <i>Void Filled with Aspahlt</i> (VFA).....	165
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	166
5.1 Keimpulan	166
5.2 Saran	166
DAFTAR PUSTAKA	168
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Spesifikasi Campuran Lataston (HRS-A).....	17
Tabel 2.2	Ketentuan Agregat Kasar.....	20
Tabel 2.3	Ketentuan Agregat Halus.....	21
Tabel 2.4	Gradasi Bahan Pengisi.....	22
Tabel 2.5	Ketentuan Spesifikasi Aspal.....	29
Tabel 2.6	Ketentuan Sifat-Sifat Campuran Lapis Aspal Beton.....	29
Tabel 3.1	Pengujian Benda Uji Agregat.....	39
Tabel 3.2	Pengujian Benda Uji Aspal.....	40
Tabel 3.3	Ketentuan – Ketantuan Untuk Aspal Keras.....	41
Tabel 3.4	Variasi Kadar Aspal Agregat Alami Dan Limbah Beton.....	42
Tabel 3.5	Variasi Kadar Agregat Limbah Beton.....	42
Tabel 3.6	Penafsiran Koefisien Korelasi.....	48
Tabel 4.1	Analisa Saringan Agregat Kasar (Alami).....	56
Tabel 4.2	Analisa Saringan Agregat Sedang (Alami).....	57
Tabel 4.3	Analisa Saringan Agregat Halus (Alami).....	58
Tabel 4.4	Hasil Pengujian Berat Isi Agregat Kasar (Alami).....	60
Tabel 4.5	Hasil Pengujian Flakiness Indeks.....	64
Tabel 4.6	Hasil Pengujian Agregat (Alami)Terhadap Spesifikasi.....	71
Tabel 4.7	Analisa Saringan Agregat Kasar (Limbah Beton).....	73
Tabel 4.8	Analisa Saringan Agregat Sedang (Limbah Beton).....	74

Tabel 4.9	Analisa Saringan Agregat Halus (Limbah Beton).....	75
Tabel 4.10	Hasil Pengujian Berat Isi Agregat Kasar.....	77
Tabel 4.11	Hasil Pengujian Flakiness Index.....	81
Tabel 4.12	Hasil Pengujian Agregat Limbah Beton Terhadap Spesifikasi.....	88
Tabel 4.13	Hasil Pengujian Penetrasi Aspal Sebelum Kehilangan Berat Minyak	88
Tabel 4.14	Hasil Pengujian Penetrasi Aspal Sesudah Kehilangan Berat Minyak	89
Tabel 4.15	Hasil Pengujian Titik Nyala dan Titik Bakar.....	89
Tabel 4.16	Hasil Pengujian Kehilangan Berat Minyak dan Aspal.....	93
Tabel 4.17	Hasil Pengujian Aspal Keras Penetrasi 60/70 Terhadap Spesifikasi.	95
Tabel 4.18	Komposisi Campuran Persentase Agregat Alami Spesifikasi HRS- WC.....	97
Tabel 4.19	Perencanaan Komposisi Campuran Alami.....	99
Tabel 4.20	Komposisi Campuran Persentase Agregat Limbah Beton Spesifikasi HRS-WC.....	101
Tabel 4.21	Perencanaan Komposisi Campuran.....	103
Tabel 4.22	Perhitungan <i>Test Marshall</i> (Agregat Alami) Mencari Kadar Aspal Optimum Kadar Aspal 6%.....	107
Tabel 4.23	Perhitungan <i>Test Marshall</i> (Agregat Alami) Mencari Kadar Aspal Optimum Kadar Aspal 6,5%.....	108
Tabel 4.24	Perhitungan <i>Test Marshall</i> (Agregat Alami) Mencari Kadar Aspal Optimum Kadar Aspal 7%.....	109
Tabel 4.25	Perhitungan <i>Test Marshall</i> (Agregat Alami) Mencari Kadar Aspal Optimum Kadar Aspal 7,5%.....	110
Tabel 4.26	Perhitungan <i>Test Marshall</i> (Agregat Alami) Mencari Kadar Aspal Optimum Kadar Aspal 8%.....	111
Tabel 4.27	Perhitungan <i>Test Marshall</i> (Limbah Beton) Mencari Kadar Aspal Optimum Kadar Aspal 6%.....	114

Tabel 4.28	Perhitungan <i>Test Marshall</i> (Limbah Beton) Mencari Kadar Aspal Optimum Kadar Aspal 6,5%.....	115
Tabel 4.29	Perhitungan <i>Test Marshall</i> (Limbah Beton) Mencari Kadar Aspal Optimum Kadar Aspal 7%.....	116
Tabel 4.30	Perhitungan <i>Test Marshall</i> (Limbah Beton) Mencari Kadar Aspal Optimum Agregat Limbah Beton Kadar Aspal 7,5%.....	117
Tabel 4.31	Perhitungan <i>Test Marshall</i> (Limbah Beton) Mencari Kadar Aspal Optimum Kadar Aspal 8%.....	118
Tabel 4.32	Data Pengujian Kadar Aspal 6%.....	119
Tabel 4.33	Data Pengujian Stabilitas Pada Interval Kepercayaan 6%.....	120
Tabel 4.34	Validasi Data Stabilitas.....	120
Tabel 4.35	Interval Kepercayaan Data Stabilitas.....	121
Tabel 4.36	Validasi Data <i>Flow</i>	121
Tabel 4.37	Interval Kepercayaan Data <i>Flow</i>	121
Tabel 4.38	Validasi Data VIM.....	121
Tabel 4.39	Interval Kepercayaan Data VIM.....	122
Tabel 4.40	Validasi Data VMA.....	122
Tabel 4.41	Interval Kepercayaan Data VMA.....	122
Tabel 4.42	Validasi Data Marshall Quotient.....	122
Tabel 4.43	Interval Kepercayaan Data Marshall Quotient.....	123
Tabel 4.44	Validasi Data VFA.....	123
Tabel 4.45	Interval Kepercayaan Data VFA.....	123
Tabel 4.46	Data Pengujian Kadar Limbah Beton 6%.....	129
Tabel 4.47	Data Pengujian Stabilitas Pada Interval Kepercayaan Limbah 6%.	130

Tabel 4.48	Interval Kepercayaan Data Stabilitas Limbah Beton.....	130
Tabel 4.49	Validasi Data Stabilitas Limbah Beton.....	130
Tabel 4.50	Validasi Data <i>Flow</i> Limbah Beton.....	131
Tabel 4.51	Interval Kepercayaan Data <i>Flow</i> Limbah Beton.....	131
Tabel 4.52	Validasi Data VIM Limbah Beton.....	131
Tabel 4.53	Interval Kepercayaan Data VIM Limbah Beton.....	132
Tabel 4.54	Validasi Data VMA Limbah Beton.....	132
Tabel 4.55	Interval Kepercayaan Data VMA Limbah Beton.....	132
Tabel 4.56	Validasi Data Marshall Quotient Limbah Beton.....	133
Tabel 4.57	Interval Kepercayaan Data Marshall Quotient Limbah Beton.....	133
Tabel 4.58	Validasi Data VFA Limbah Beton.....	133
Tabel 4.59	Interval Kepercayaan Data VFA Limbah Beton.....	134
Tabel 4.60	Perhitungan Test <i>Marshall</i> Kadar Aspal 7,08% Agregat Limbah 100%.....	141
Tabel 4.61	Perhitungan Test <i>Marshall</i> Kadar Aspal 7,0925% Agregat Limbah 75%, Alami 25%.....	142
Tabel 4.62	Perhitungan Test <i>Marshall</i> Kadar Aspal 7,105% Agregat Limbah 50%, Alami 50%.....	143
Tabel 4.63	Perhitungan Test <i>Marshall</i> Kadar Aspal 7,1175% Agregat Limbah 25%, Alami 75%.....	144
Tabel 4.64	Perhitungan Test <i>Marshall</i> Kadar Aspal 7,13% Agregat Alami 100%	145
Tabel 4.65	Data Pengujian Kadar Aspal 7,1175%.....	146
Tabel 4.66	Data Pengujian Stabilitas Pada Interval Kepercayaan Kadar Aspal 7,1175%.....	147

Tabel 4.67	Validasi Data Stabilitas.....	148
Tabel 4.68	Interval Kepercayaan Data Stabilitas.....	148
Tabel 4.69	Validasi Data <i>Flow</i>	148
Tabel 4.70	Interval Kepercayaan Data <i>Flow</i>	149
Tabel 4.71	Validasi Data VIM.....	149
Tabel 4.72	Interval Kepercayaan Data VIM.....	149
Tabel 4.73	Validasi Data VMA.....	149
Tabel 4.74	Interval Kepercayaan Data VMA.....	150
Tabel 4.75	Validasi Data VFA.....	150
Tabel 4.76	Interval Kepercayaan Data VFA.....	150
Tabel 4.77	Validasi Data <i>Marshall Quotient</i>	151
Tabel 4.78	Interval Kepercayaan Data <i>Marshall Quotient</i>	151
Tabel 4.79	Data Stabilitas Variasi Agregat Limbah Beton Dan Alami.....	155
Tabel 4.80	Analisa Varian Untuk Stabilitas.....	156
Tabel 4.81	Analisa Varian Satu Arah.....	156
Tabel 4.82	Analisis Regresi Data Stabilitas.....	157
Tabel 4.83	Perbandingan Karakteristik HRS-WC Variasi Agregat.....	158

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Lapisan Perkerasan Lentur.....	10
Gambar 2.2	Alat Uji <i>Marshall</i>	34
Gambar 3.1	Bagan Alir Penelitian.....	54
Gambar 4.1	Grafik Diagram Diagonal Komposisi Campuran Agregat Alami....	96
Gambar 4.1	Grafik Diagram Diagonal Komposisi Campuran Agregat Limbah Beton.....	100

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1	Hubungan Kadar Aspal dengan Stabilitas Agregat Alami.....	124
Grafik 4.2	Hubungan Kadar Aspal dengan <i>Flow</i> Agregat Alami.....	125
Grafik 4.3	Hubungan Kadar Aspal dengan VIM Agregat Alami.....	125
Grafik 4.4	Hubungan Kadar Aspal dengan VMA Agregat Alami.....	126
Grafik 4.5	Hubungan Kadar Aspal dengan VFA Agregat Alami.....	126
Grafik 4.6	Hubungan Kadar Aspal dengan <i>Marshall Quotient</i> Agregat Alami.....	127
Grafik 4.7	Hubungan Kadar Aspal dengan VFA Agregat Alami.....	127
Grafik 4.8	Diagram Batang Kadar Aspal Optimum Agregat Alami.....	128
Grafik 4.9	Hubungan Kadar Aspal dengan Stabilitas Agregat Limbah Beton..	134
Grafik 4.10	Hubungan Kadar Aspal dengan <i>Flow</i> Agregat Limbah Beton.....	135
Grafik 4.11	Hubungan Kadar Aspal dengan VIM Agregat Limbah Beton.....	136
Grafik 4.12	Hubungan Kadar Aspal dengan VMA Agregat Limbah Beton.....	136
Grafik 4.13	Hubungan Kadar Aspal dengan VFA Agregat Limbah Beton.....	137
Grafik 4.14	Hubungan Kadar Aspal dengan <i>Marshall Quotient</i> Agregat Limbah Beton.....	137
Grafik 4.15	Diagram Batang Kadar Aspal Optimum Agregat Limbah Beton...	138
Grafik 4.16	Hubungan Kadar Variasi Limbah Beton dengan Stabilitas.....	152
Grafik 4.17	Hubungan Kadar Variasi Limbah Beton dengan <i>Flow</i>	152
Grafik 4.18	Hubungan Kadar Variasi Limbah Beton dengan VIM.....	153
Grafik 4.19	Hubungan Kadar Variasi Limbah Beton dengan VMA.....	153
Grafik 4.20	Hubungan Kadar Variasi Limbah Beton dengan VFA.....	154
Grafik 4.21	Hubungan Kadar Variasi Limbah Beton dengan <i>Marshall Quotient</i>	154

Grafik 4.22 Hubungan Kadar Variasi Limbah Beton dengan VFA..... 165