

TUGAS AKHIR

PENGARUH PENGGUNAAN BATU KAPUR (*LIMESTONE*) SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT 0/5 DALAM CAMPURAN LAPIS TIPIS ASPAL BETON HRS-WC (*HOT ROLLED SHEET - WEARING COURSE*)

Disusun Dan Ditujukan Untuk Memenuhi Persyaratan

Memperoleh Gelar Sarjana



Disusun Oleh:

SUSENO EKO NUGROHO

15.210.74

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

2021

**LEMBAR PERSETUJUAN
TUGAS AKHIR**

**PENGARUH PENGGUNAAN BATU KAPUR (LIMESTONE) SEBAGAI
PENGANTI AGREGAT 0/5 DALAM CAMPURAN LAPIS TIPIS ASPAL
BETON HRS-WC (*HOT ROLLED SHEET - WEARING COURSE*)**

*Disusun dan diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana
Teknik S-1 di Institut Teknologi Nasional Malang*

**Disusun Oleh:
SUSENO EKO NUGROHO
NIM (15.210.74)**

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I


Dosen Pembimbing II

Ir. Ester Priskasari, M.T
NIP.Y. 103 940 0265

Ir. A. Agus Santosa, M.T
NIP. Y. 1018700155

Mengetahui,

**Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1
Institut Teknologi Nasional Malang**


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

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**PENGARUH PENGGUNAAN BATU KAPUR (LIMESTONE) SEBAGAI
PENGANTI AGREGAT 0/5 DALAM CAMPURAN LAPIS TIPIS ASPAL
BETON HRS-WC (*HOT ROLLED SHEET - WEARING COURSE*)**

*Tugas akhir ini telah dipertahankan di depan dosen pembahas pada tanggal 24
Februari 2021 dan diterima untuk memenuhi salah satu syarat penulisan*

Tugas Akhir Teknik Sipil S-1

Disusun Oleh:

SUSENO EKO NUGROHO

15.210.74

Anggota Penguji:

Dosen Pembahas I

Dosen Pembahas II



Ir. Eding Iskak Imananto, M.T

NIP. 19660506 199303 1 004



Ir. Munasih, M.T.

NIP. Y. 102 880 0187

Disahkan Oleh:

Ketua Program Studi Teknik Sipil

Sekretaris Program Studi



Ir. I. Wayan Mundra, MT

NIP. Y. 1018700150



Mohammad Erfan., S.T., M.T.

NIP.Y. 1031500508

LEMBAR KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Suseno Eko Nugroho
NIM : 15.210.74
Program Studi : Teknik Sipil S-1
Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan
Judul Tugas Akhir : “Pengaruh Penggunaan Batu Kapur (Limestone) Sebagai Pengganti Agregat 0/5 Dalam Campuran Lapis Tipis Aspal Beton HRS-WC (*Hot Rolled Sheet - Wearing Course*)”

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa tugas akhir yang saya serahkan ini benar-benar merupakan hasil karya sendiri, kecuali kutipan-kutipan dari ringkasan yang semuanya telah saya jelaskan sumbernya.

Demikian pernyataan ini dibuat tanpa adanya paksaan dari pihak manapun. Apabila pernyataan ini tidak benar, maka akan diberikan sanksi oleh fakultas.

Malang, Februari 2021

Yang Membuat Pernyataan



Suseno Eko Nugroho

15.210.74

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur Kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas Rahmat dan Berkat-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan baik dan benar. Tugas Akhir 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 Tugas Akhir ini, penyusun mengucapkan banyak terima kasih kepada:

- 1) Dr. Ir. Kustamar, MT selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
- 2) Dr. Ir. Hery Setyobudiarso, M.Sc selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan.
- 3) Ir. I Wayan Mundra, MT selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil
- 4) Mohammad Erfan, ST., MT selaku Sekertaris Program Studi Teknik Sipil
- 5) Ir. Ester Priskasari, MT. Selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir
- 6) Ir. A Agus Santosa, MT. Selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir
- 7) Kedua Orang Tua yang selalu memberikan support baik moril maupun materiil.
- 8) Teman-teman yang telah memberi semangat, dukungan dan doa untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Penyusun menyadari bahwa pada Tugas Akhir ini, mungkin masih banyak kekurangan ataupun kesalahan. Oleh karena itu, penyusun selalu mengharapkan saran, petunjuk, kritik dan bimbingan yang bersifat membangun, demi kelanjutan kami selanjutnya.

Malang, November 2022

Penyusun

Nugroho, Suseno Eko, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional Malang, Februari 2021, Pengaruh Penggunaan Batu Kapur (*Limestone*) Sebagai Pengganti Agregat 0/5 Dalam Campuran Lapis Tipis Aspal Beton HRS-WC (*Hot Rolled Sheet - Wearing Course*), Pembimbing: (I) Ir. Ester. Priskasari, M.T. (II) Ir. A. Agus Santosa, M.T.

ABSTRAK

Dengan berkembangnya pembangunan infrastruktur terutama pembangunan, maka diperlukan peningkatan baik secara kuantitas maupun kualitas bagi sarana dan prasarana transportasi. Sebagai upaya dari peningkatan kualitas perkerasan maka perlu adanya peningkatan kualitas aspal maupun agregat yang digunakan. Salah satu material agregat yang banyak dijumpai di Gunung Kapur Kabupaten Gresik - Jawa Timur adalah Batu kapur atau *limestone*. Material ini berpotensi digunakan sebagai agregat pengganti atau sebagai agregat campuran pada perkerasan jalan. Tujuan dari penelitian ini adalah; 1) untuk mengetahui pengaruh batu kapur (*limestone*) sebagai bahan pengganti agregat 0/5 pada campuran aspal HRS-WC dan 2) untuk mengetahui nilai variasi optimum yang menghasilkan nilai parameter marshall yang maksimal pada campuran lapisan perkerasan HRS-WC menggunakan agregat batu kapur dan agregat alami.

Penelitian ini dilakukan dengan pendekatan studi eksperimental di laboratorium Bahan dan Konstruksi Teknik Sipil Institut Teknologi Nasional Malang untuk memperoleh data yang diperlukan dalam analisis. Panduan pengujian penelitian ini menggunakan standar AASHTO (*The American Association of State Highway and Transportation Officials*), BS (*British Standard*), dan spesifikasi ASTM (*American Society for Testing and Materials*). *Mix design* HRS-WC yang digunakan adalah dengan menggunakan batu kapur sebagai pengganti agregat 0/5 dengan persentase 25%, 50%, 75% dan 100%. Kemudian hasil yang diperoleh dianalisa, dievaluasi, dan ditarik kesimpulan.

Berdasarkan hasil analisa, diperoleh hasil yaitu penggantian agregat halus 0/5 menggunakan batu kapur pada campuran *Hot Rolled Sheet – Wearing Course* (HRS - WC) layak digunakan sebagai material pengganti agregat halus. Nilai kadar variasi baru kapur pada campuran *Hot Rolled Sheet – Wearing Course* (HRS - WC) adalah sebesar 53,75% dengan nilai parameter marshall test stabilitas sebesar 1084,33 kg, flow 3,5 mm, VIM 4,07%, VMA 18,28%, MQ 240,5 kg/mm, dan VFA 77,73% dan density 2,31. Dari uji hipotesis terdapat pengaruh antara penggantian agregat halus 0/5 menggunakan batu kapur pada campuran *Hot Rolled Sheet – Wearing Course* (HRS - WC).

Kata Kunci: Gunung Kapur, HRS-WC, Limestone, Variasi

Nugroho, Suseno Eko, Civil Engineering Study Program, Faculty of Civil Engineering and Planning, National Institute of Technology Malang, February 2021, Effects of Using Limestone (Limestone) as a Substitute for 0/5 Aggregate in Mixed Thin Layers of Asphalt Concrete HRS-WC (Hot Rolled Sheet - Wearing Course), Supervisor: (I) Ir. Ester. Priskasari, MT (II) Ir. A. Agus Santosa, MT

ABSTRACT

With the development of infrastructure development, especially development, it is necessary to increase both in quantity and quality for transportation facilities and infrastructure. As an effort to improve the quality of the pavement, it is necessary to improve the quality of the asphalt and aggregate used. One of the aggregate materials that is often found in Gunung Kapur, Gresik Regency - East Java is limestone or limestone. This material has the potential to be used as a substitute aggregate or as a mixed aggregate in road pavements. The aim of this research is; 1) to determine the effect of limestone (limestone) as a substitute for 0/5 aggregate in the HRS-WC asphalt mixture and 2) to determine the optimum variation value that produces the marshall in the HRS-WC pavement layer mixture using limestone aggregate and natural aggregate.

This research was conducted with an experimental study approach in the Civil Engineering Materials and Construction Laboratory of the National Institute of Technology Malang to obtain the data needed for analysis. This research testing guide uses AASHTO (The American Association of State Highway and Transportation Officials) standards, BS (British Standards), and ASTM (American Society for Testing and Materials) specifications. mix design used is limestone as a substitute for 0/5 aggregate with a percentage of 25%, 50%, 75% and 100%. Then the results obtained are analyzed, evaluated, and conclusions are drawn.

Based on the results of the analysis, the results obtained are that the replacement of fine aggregate 0/5 using limestone in a mixture of Hot Rolled Sheet - Wearing Course (HRS - WC) is suitable for use as a substitute for fine aggregate. The value of the new lime variation in the Hot Rolled Sheet – Wearing Course (HRS - WC) mixture is 53.75% with the Marshall Test parameter value of stability of 1084.33 kg, flow 3.5 mm, VIM 4.07%, VMA 18.28%, MQ 240.5 kg/mm, and VFA 77.73% and density 2.31. From the hypothesis test there is an effect between the replacement of fine aggregate 0/5 using limestone in a mixture of Hot Rolled Sheet – Wearing Course (HRS - WC)

Keywords: HRS-WC, Limestone, Variations

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
LEMBAR KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
ABSTRAK.....	xix
ABSTRACT.....	xx
BAB 1.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	3
1.6 Manfaat Penelitian	3
1.7 Hipotesis Penelitian	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Penelitian Terdahulu	4
2.2. Konstruksi Jalan Raya	5
2.3. Perkerasan Lentur (Flexible Pavement).....	7
2.4. Konstruksi Perkerasan Lentur	8
2.4.1. Syarat-Syarat Jalan Raya.....	8
2.4.2. Syarat-Syarat Kekuatan dan Struktural	9

2.5. Lapisan Aspal Beton.....	9
2.6. Campuran HRS-WC (Hot Rolled Sheets-Wearing Course).....	10
2.7. Agregat.....	11
2.8. Aspal 14	
2.9. Karakteristik Batu Kapur (limestone).....	16
2.10. Pengujian Marshall	18
BAB 3. METODE PENELITIAN.....	23
3.1. Operasional Penelitian	23
3.2. Tempat Penelitian	23
3.3. Rancangan Penelitian.....	23
3.4. Bahan-Bahan Penelitian.....	24
3.5. Persiapan Penelitian.....	24
3.5.1 Pengujian Agregat	24
3.5.2 Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus 0/5	25
3.5.3 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus 0/5	26
3.5.4 Pengujian Berat Isi Agregat Halus 0/5	26
3.6. Penentuan Kadar Aspal Rencana	27
3.7. Pengujian Marshall	29
3.8. Variabel Penelitian.....	31
3.9 Analisa Data.....	31
3.10. Bagan Alir Proses Penelitian	33
BAB 4. ANALISA DAN PEMBAHASAN	35
4.1. Hasil Pengujian Agregat	35
4.1.1. Hasil Pengujian Agregat terhadap Tumbukan (Impact Value)	35
4.1.2. Hasil Pengujian Indeks Kepipihan (Flakines Index).....	36
4.1.3. Hasil Pengujian Angka Angularitas (Angularity Number)	37
4.1.4. Hasil Pengujian Berat Isi Agregat	40

4.1.5. Hasil Pengujian Analisa Saringan Kasar, Sedang dan Halus.....	45
4.1.6. Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus, Agregat Sedang, Agregat Kasar	48
4.1.7. Hasil Pengujian Keausan Agregat dengan Alat Abrasi Los Angeles	52
4.2. Hasil Pengujian Aspal.....	54
4.2.1. Hasil Pengujian Penetrasi Aspal	55
4.2.2. Hasil Pengujian Titik Nyala dan Titik Bakar	56
4.2.3. Hasil Pengujian Titik Lembek Aspal dan Ter	58
4.2.4. Hasil Pengujian Daktilitas Aspal.....	60
4.2.5. Hasil Pengujian Berat Jenis Bitumen Keras dan Ter	62
4.2.6. Hasil Pengujian Penurunan Berat Minyak dan Aspal	64
4.3. Perencanaan Komposisi Campuran	66
4.3.1. Perhitungan Persentase Agregat dengan Metode Grafis	66
4.3.2. Komposisi Campuran untuk Variasi Aspal	69
4.4. Perhitungan Mencari Kadar Aspal Optimum (KAO).....	71
4.4.1. Data Hasil Test Marshall Perendaman 30 Menit	71
4.4.2. Perhitungan Interval Kepercayaan Perendaman 30 Menit	79
4.4.3. Mencari Kadar Aspal Optimum (KAO) Rendaman 30 Menit	89
4.4.4. Data Hasil Tes Marshall Perendaman 24 Jam.....	93
4.4.5. Perhitungan Interval Kepercayaan Perendaman 24 Jam	96
4.5. Perhitungan Mencari Kadar Variasi Optimum (KVO).....	99
4.5.1. Komposisi Campuran Aspal Agregat 0/5.....	99
4.5.2. Data Hasil Test Marshall Batu kapur (0/5) Rendaman 30 Menit.	101
4.5.3. Interval Kepercayaan Kadar Variasi Batu kapur 30 Menit	105
4.6. Menentukan Kadar Variasi Optimum.....	110
4.6.1. Data Hasil Test Marshall Batu kapur Rendaman 24 Jam.....	115
4.6.2. Interval Kepercayaan Kadar Batu kapur Rendaman 24 Jam.....	116
4.7. Pengujian Hipotesis	119
4.7.1. Analisa Varian Satu Arah (Anova Single Factor).....	119

4.7.2. Analisa Regresi	124
4.8. Pembahasan	127
4.8.1. Perbandingan Stabilitas Campuran (HRS-WC) Tanpa Agregat Batu kapur dan Campuran (HRS-WC) menggunakan Agregat Batu kapur ...	127
4.8.2. Kadar Aspal Optimum	127
4.8.3. Kadar Variasi Agregat Batu kapur	128
4.9. Pengaruh Penggantian Agregat Halus menggunakan Batu kapur pada Campuran Hot Rolled Sheet- Wearing Course (HRS-WC)	129
4.9.1. Stabilitas dan Flow	129
4.9.2. VIM dan VMA	130
4.9.3. Marshall Quotient.....	132
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN.....	134
5.1. Kesimpulan	134
5.2. Saran	134
DAFTAR PUSTAKA.....	135

DAFTAR TABEL

2.1. Spesifikasi Campuran Lataston (HRS-WC)	11
2.2. Gradasi Agregat Gabungan Untuk Campuran Aspal.....	13
2.3. Ketentuan Agregat Halus	13
2.4. Spesifikasi Aspal Keras Penetrasi 60/70	16
2.5. Sifat-Sifat Batu Kapur	18
3.1. Pengujian Agregat	24
3.2. Pengujian Aspal	27
3.3. Jumlah Benda Uji.....	28
4.1. Hasil Pengujian Agregat Terhadap Tumbukan (Agregat Impact Value) 35	
4.2. Hasil Pengujian Indeks Kepipihan (Flakines Indeks).....	36
4.3. Hasil Penentuan Angka Angularitas (Angularity Number).....	38
4.4. Hasil Pengujian Berat Isi Agregat 10/20	40
4.5. Hasil Pengujian Berat Isi Agregat 10/10	41
4.6. Hasil Pengujian Berat Isi Agregat 5/10.....	42
4.7. Hasil Pengujian Berat Isi 1 Agregat 0/5	43
4.8. Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar 10/20	45
4.9. Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar 10/10	46
4.10. Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus 0/5	47
4.11. Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat 0 – 5 AAHSTO T-84-81	48
4.12 . Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat 5 – 10 AAHSTO T-85-81.....	48
4.13 Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat 10 – 10 AASHTO T-85-81.....	49
4.14. Berat Jenis dan Penyerapan Agregat 10 – 20AASHTO T-85-81	50
4.15 . Hasil Pengujian Keausan Agregat Kasar 10/20	53
4.16. Matriks Perbandingan Hasil Pengujian Agregat Terhadap Spesifikasi ..	54
4.17 . Hasil Pengujian Penetrasi Aspal Sebelum Kehilangan Berat	55
4.18. Hasil Pengujian Penetrasi Aspal Setelah Kehilangan Berat	56
4.19. Hasil Pengujian Titik Nyala Dan Titik Bakar Aspal	57

4.20. Hasil Pengujian Titik Lembek Aspal & Ter Sebelum Kehilangan Berat	58
4.21. Hasil Pengujian Titik Lembek Aspal Dan Ter Setelah Kehilangan Berat	59
4.22. Hasil Pengujian Daktilitas Aspal Sebelum Kehilangan Berat	60
4.23 . Hasil Pengujian Daktilitas Aspal Setelah Kehilangan Berat.....	61
4.24. Hasil Pengujian Berat Jenis Bitumen Keras Dan Ter	62
4.25. Hasil Pengujian Kehilangan Berat Minyak Dan Aspal	64
4.26 . Matriks Perbandingan Hasil Pengujian Aspal Keras Penetrasi 60/70 Terhadap Spesifikasi	65
4.27. Persentase Lolos Saringan	66
4.28. Komposisi Campuran Persentase Agregat Spesifikasi HRS-WC.....	69
4.29. Perencanaan Komposisi Campuran Aspal.....	70
4.30. Hasil pengujian Test Marshall 30 Menit Mencari Kadar Aspal Optimum Kadar Aspal 6 %	73
4.31. Hasil pengujian Test Marshall 30 Menit Mencari Kadar Aspal Optimum Kadar Aspal 6,5 %	75
4.32. Hasil pengujian Test Marshall 30 Menit Mencari Kadar Aspal Optimum Kadar Aspal 7 %	76
4.33. Hasil pengujian Test Marshall 30 Menit Mencari Kadar Aspal Optimum Kadar Aspal 7,5 %	77
4.34. Hasil pengujian Test Marshall 30 Menit Mencari Kadar Aspal Optimum Kadar Aspal 8 %	78
4.35. Data Pengujian Kadar Aspal 7 %	79
4.36. Data Pengujian Stabilitas Pada Interval Kepercayaan Kadar Aspal 7%	80
4.37. Interval Kepercayaan Data Stabilitas Kadar Aspal 6 % (Rendaman 30 Menit)	80
4.38 Interval Kepercayaan Data Stabilitas Kadar Aspal 6,5% (Rendaman 30 Menit)	80
4.39. Interval Kepercayaan Data Stabilitas Kadar Aspal 7 % (Rendaman 30 Menit)	81

4.40. Interval Kepercayaan Data Stabilitas Kadar Aspal 7,5 % (Rendaman 30 Menit).....	81
4.41. Interval Kepercayaan Data Stabilitas Kadar Aspal 8 % (Rendaman 30 Menit)	81
4.42. Nilai Interval Kepercayaan Data Stabilitas Kadar Aspal (Rendaman 30 Menit)	81
4.43. Interval Kepercayaan Flow Kadar Aspal 6 % (Rendaman 30 Menit)	81
4.44. Interval Kepercayaan Flow Kadar Aspal 6,5 % (Rendaman 30 Menit) .	81
4.45. Interval Kepercayaan Flow Kadar Aspal 7 % (Rendaman 30 Menit)	82
4.46. Interval Kepercayaan Flow Kadar Aspal 7,5 % (Rendaman 30 Menit) .	82
4.47. Interval Kepercayaan Flow Kadar Aspal 8 % (Rendaman 30 Menit)	82
4.48. Nilai Interval Kepercayaan Flow Kadar Aspal (Rendaman 30 Menit) ..	82
4.49. Interval Kepercayaan VIM Kadar Aspal 6 % (Rendaman 30 Menit).....	82
4.50. Interval Kepercayaan VIM Kadar Aspal 6,5 % (Rendaman 30 Menit)..	83
4.51. Interval Kepercayaan VIM Kadar Aspal 7 % (Rendaman 30 Menit).....	83
4.52. Interval Kepercayaan VIM Kadar Aspal 7,5 % (Rendaman 30 Menit)..	83
4.53. Interval Kepercayaan VIM Kadar Aspal 8 % (Rendaman 30 Menit).....	83
4.54. Nilai Interval Kepercayaan VIM Kadar Aspal (Rendaman 30Menit)	83
4.55. Interval Kepercayaan VMA Kadar Aspal 6 % (Rendaman 30 Menit) ...	84
4.56. Interval Kepercayaan VMA Kadar Aspal 6,5 % (Rendaman 30 Menit)	84
4.57. Interval Kepercayaan VMA Kadar Aspal 7 % (Rendaman 30 Menit) ...	84
4.58. Interval Kepercayaan VMA Kadar Aspal 7,5 % (Rendaman 30 Menit)	84
4.59. Interval Kepercayaan VMA Kadar Aspal 8 % (Rendaman 30 Menit) ...	84
4.60. Nilai Interval Kepercayaan VMA Kadar Aspal (Rendaman 30 Menit) .	85
4.61. Interval Kepercayaan MQ Kadar Aspal 6 % (Rendaman 30 Menit)	85
4.62. Interval Kepercayaan MQ Kadar Aspal 6,5 % (Rendaman 30 Menit) ...	85
4.63. Interval Kepercayaan MQ Kadar Aspal 7 % (Rendaman 30 Menit)	85
4.64. Interval Kepercayaan MQ Kadar Aspal 7,5 % (Rendaman 30 Menit) ...	85
4.65. Interval Kepercayaan MQ Kadar Aspal 8 % (Rendaman 30 Menit)	86

4.66. Nilai Interval Kepercayaan MQ Kadar Aspal (Rendaman 30 Menit)	86
4.67. Interval Kepercayaan VFA Kadar Aspal 6 % (Rendaman 30 Menit)	86
4.68. Interval Kepercayaan VFA Kadar Aspal 6,5 % (Rendaman 30 Menit) .	86
4.69. Interval Kepercayaan VFA Kadar Aspal 7 % (Rendaman 30 Menit)	86
4.70. Interval Kepercayaan VFA Kadar Aspal 7,5 % (Rendaman 30 Menit) .	87
4.71. Interval Kepercayaan VFA Kadar Aspal 8 % (Rendaman 30 Menit)	87
4.72. Nilai Interval Kepercayaan VFA Kadar Aspal (Rendaman 30 Menit)...	87
4.73. Interval Kepercayaan Density Kadar Aspal 6 % (Rendaman 30 Menit)	87
4.74. Interval Kepercayaan Density Kadar Aspal 6,5 % (Rendaman 30 Menit).	87
4.75. Interval Kepercayaan Density Kadar Aspal 7 % (Rendaman 30 Menit)	88
4.76. Interval Kepercayaan Density Kadar Aspal 7,5 % (Rendaman 30 Menit).	88
4.77. Interval Kepercayaan Density Kadar Aspal 8 % (Rendaman 30 Menit)	88
4.78. Nilai Interval Kepercayaan Density Kadar Aspal (Rendaman 30 Menit)	88
4.79. Perhitungan Marshall Test Campuran ATB Rendaman 24 jam	95
4.80. Data Pengujian Kadar Aspal 6,6%	96
4.81. Data Pengujian Stabilitas Pada Interval Kepercayaan Kadar Aspal Optimum 6,60%.....	97
4.82. Interval Kepercayaan Stabilitas KAO 6,6 % (Rendaman 24 Jam).....	98
4.83. Interval Kepercayaan Flow KAO 6,6 % (Rendaman 24 Jam).....	98
4.84. Interval Kepercayaan VIM KAO 6,6 % (Rendaman 24 Jam)	98
4.85. Interval Kepercayaan VMA KAO 6,6 % (Rendaman 24 Jam).....	98
4.86. Interval Kepercayaan MQ KAO 6,6 % (Rendaman 24 Jam)	98
4.87. Interval Kepercayaan VFA KAO 6,6 % (Rendaman 24 Jam)	99
4.88. Interval Kepercayaan Density KAO 6,6 % (Rendaman 24 Jam)	99
4.89. Komposisi Campuran Aspal Dalam Persen (%).....	99
4.90. Perencanaan Komposisi Penggantian Agregat	99

4.91. Data Hasil Test Marshall 30 Menit Dengan Kadar Aspal Optimum 6,60 % Penggantian Agregat 0/5 dalam komposisi campuran aspal 25 %.....	101
4.92. Data Hasil Test Marshall 30 Menit Dengan Kadar Aspal Optimum 6,60 % Penggantian Agregat 0/5 dalam komposisi campuran aspal 50 %.....	102
4.93. Data Hasil Test Marshall 30 Menit Dengan Kadar Aspal Optimum 6,60 % Penggantian Agregat 0/5 dalam komposisi campuran aspal 75 %.....	103
4.94. Data Hasil Test Marshall 30 Menit Dengan Kadar Aspal Optimum 6,60 % Penggantian Agregat 0/5 dalam komposisi campuran aspal 100 %.....	104
4.95. Data Pengujian kadar agregat 0/5 pada variasi 25 %.....	105
4.96. Data Pengujian Stabilitas Pada Interval Kepercayaan Kadar Agregat Batu kapur 25 % Rendaman 30 Menit.....	106
4.97. Interval Kepercayaan Data Stabilitas (Rendaman 30 Menit)	106
4.98. Validasi Data Stabilitas (Rendaman 30 Menit)	107
4.99. Interval Kepercayaan Data Flow (Rendaman 30 Menit)	107
4.100. Validasi Data Flow (Rendaman 30 Menit)	107
4.101. Interval Kepercayaan Data VIM (Rendaman 30 Menit)	107
4.102. Validasi Data VIM (Rendaman 30 Menit)	108
4.103. Interval Kepercayaan Data VMA (Rendaman 30 Menit).....	108
4.104. Validasi Data VMA (Rendaman 30 Menit).....	108
4.105. Interval Kepercayaan Data Marshall Quotient (Rendaman 30 Menit).....	108
4.106. Validasi Data Marshall Quotient (Rendaman 30 Menit).....	109
4.107. Interval Kepercayaan Data VFA (Rendaman 30 Menit)	109
4.108. Validasi Data VFA (Rendaman 30 Menit)	109
4.109. Interval Kepercayaan Data Density (Rendaman 30 Menit).....	109
4.110. Validasi Data Density (Rendaman 30 Menit).....	110
4.111. Hasil Test Marshall Campuran HRS-WC Rendaman 24 Jam Dengan Kadar Aspal Optimum 6,6 % Penambahan Batu kapur Optimum 53,75 %	113
4.112. Data Pengujian Kadar Batu kapur Optimum 53,75 %.....	116

4.113. Data Pengujian Stabilitas Pada Interval Kepercayaan Kadar Batu kapur Optimum 53,75 % Rendaman 24 jam	117
4.114. Interval Kepercayaan Stabilitas KVO 53,75% (Rendaman 24 Jam) ..	118
4.115. Interval Kepercayaan Flow KVO 53,75% (Rendaman 24 Jam).....	118
4.116. Interval Kepercayaan VIM KVO 53,75% (Rendaman 24 Jam)	118
4.117. Interval Kepercayaan VMA KVO 53,75% (Rendaman 24 Jam).....	118
4.118. Interval Kepercayaan MQ KVO 53,75% (Rendaman 24 Jam)	118
4.119. Interval Kepercayaan VFA KVO 53,75% (Rendaman 24 Jam).....	118
4.120. Interval Kepercayaan Density KVO 53,75% (Rendaman 24 Jam)	119
4.121. Data Stabilitas dengan Variasi Batu kapur (30 menit)	119
4.122. Analisa Varian Untuk Stabilitas	121
4.123. Hasil Pengujian Hipotesis Stabilitas Rendaman 30 Menit	121
4.124. Hasil Pengujian Hipotesis Flow Rendaman 30 Menit	122
4.125. Hasil Pengujian Hipotesis VIM Rendaman 30 Menit	122
4.126. Hasil Pengujian Hipotesis VMA Rendaman 30 Menit.....	123
4.127. Hasil Pengujian Hipotesis Marshall Quotient Rendaman 30 Menit ...	123
4.128. Hasil Pengujian Hipotesis VFA Rendaman 30 Menit	124
4.129. Hasil Analisa Varian Satu Arah Rendaman 30 Menit	124
4.130. Data Hasil Regresi Stabilitas	125
4.131. Indikator Campuran <i>Hot Rolled Sheet – Weaving Course</i> (HRS-WC)	128

DAFTAR GAMBAR

2.1. Lapisan Perkerasan Lentur	7
2.2. Lapisan Perkerasan Lentur (HRS-WC)	10
2.3. Batu Kapur (Limestone) Yang Sudah Dipecah	17
2.4. Alat Marshall	19
3.1. Aparatus Uji Analisa Saringan Agregat Halus 0/5	25
3.2. Aparatus Uji Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus 0/5	26
3.3. Aparatus Uji Berat Isi Agregat Halus 0/5	27
3.4. Benda Uji	29
3.5. Alat Uji Marshall	30
3.6. Bagan Alir Penelitian.....	34
4.1. Grafik Diagonal Komposisi Campuran Agregat	67
4.2. Hubungan Kadar Aspal Dengan Stabilitas 30 Menit.....	89
4.3. Hubungan Kadar Aspal Dengan Flow 30 Menit	89
4.4. Hubungan Kadar Aspal Dengan VIM 30 Menit.....	90
4.5. Hubungan Kadar Aspal Dengan VMA 30 Menit	90
4.6. Hubungan Kadar Aspal Dengan Marshal Quotient 30 Menit.....	91
4.7. Hubungan Kadar Aspal Dengan VFA 30 Menit.....	91

4.8. Hubungan Kadar Aspal Dengan Density 30 Menit	92
4.9. Diagram Batang Kadar Aspal Optimum.....	92
4.10. Hubungan Kadar Batu kapur terhadap Stabilitas 30 Menit	111
4.11 . Hubungan Kadar Batu kapur terhadap Flow 30 Menit	111
4.12 . Hubungan Kadar Batu kapur terhadap VIM 30 Menit.....	112
4.13 . Hubungan Kadar Batu kapur terhadap VMA 30 Menit	112
4.14. Hubungan Kadar Batu kapur terhadap MQ 30 Menit.....	113
4.15. Hubungan Kadar Batu kapur terhadap VFA 30 Menit	113
4.16. Hubungan Kadar Batu kapur terhadap Density 30 Menit.....	114
4.17. Diagram Batang Kadar Batu kapur Optimum	114
4.19. Hubungan Antara Stabilitas Dan Flow Pada Campuran HRS - WC Dengan Penggantian Agregat 0/5 Menggunakan Batu kapur.....	129
4.20 . Hubungan Antara VIM Dan VMA Pada Campuran HRS - WC Dengan Penggantian Agregat 0/5 Menggunakan Batu kapur.....	131
4.21. Hubungan Antara Marshall Quotient Pada Campuran HRS - WC Dengan Penggantian Agregat 0/5 Menggunakan Batu kapur.....	133