

TUGAS AKHIR

NOMOR : 1723/WM/FT.S/SKR/2024

**ANALISA PENGARUH PENGGUNAAN PASIR DENGAN VARIASI
BOTTOM ASH TERHADAP KARAKTERISTIK MARSHALL PADA
CAMPURAN ASPAL PANAS *HRS BASE***



DISUSUN OLEH :

PUTRI OKTAVIANI KAPITAN

NOMOR INDUK MAHASISWA

211 20 038

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL – FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDIRA

KUPANG

2024

LEMBARAN PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

NOMOR : 1723/WM/FT.S/SKR/2024

**“ANALISA PENGARUH PENGGUNAAN PASIR DENGAN VARIASI
BOTTOM ASH TERHADAP KARAKTERISTIK MARSHALL PADA
CAMPURAN ASPAL PANAS HRS BASE”**

DISUSUN OLEH :

PUTRI OKTAVIANI KAPITAN

NOMOR REGISTRASI :

211 20 038

DIPERIKSA OLEH:

PEMBIMBING 1

PEMBIMBING 2

KRISANTOS RIA BELA, ST., MT
NIDN: 15 2505 9301

Ir. LAURENSIUS LULU, MM
NIDN: 08 2010 6401

DISETUJUI OLEH:

**KETUA PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL – FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDIRA KUPANG**

STEPHANUS OLA DEMON, ST., MT
NIDN: 08 0909 7401

DISAHKAN OLEH:

DEKAN FAKULTAS TEKNIK UNWIRA KUPANG

Dr. DON G. N. DA COSTA, ST., MT
NIDN: 08 2003 6801

LEMBARAN PERSETUJUAN

TUGAS AKHIR

NOMOR : 1723/WM/FT.S/SKR/2024

**“ANALISA PENGARUH PENGGUNAAN PASIR DENGAN VARIASI
BOTTOM ASH TERHADAP KARAKTERISTIK MARSHALL PADA
CAMPURAN ASPAL PANAS HRS BASE”**

DISUSUN OLEH:

PUTRI OKTAVIANI KAPITAN

NOMOR REGISTRASI:

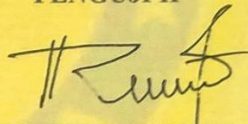
211 20 038

DIPERIKSA OLEH:

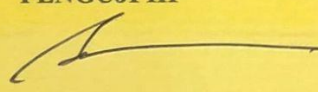
PENGUJI I


STEPHANUS OLA DEMON, ST., MT
NIDN: 08 0909 7401

PENGUJI II


MAURITIUS I.R. NAIKOFI, ST., MT
NIDN: 08 2209 8803

PENGUJI III


KRISANTOS RIA BELA, ST., MT
NIDN: 15 2505 9301

PERNYATAAN KEORISINALAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Putri Oktaviani Kapitan
NIM : 21120038
Program Studi : Teknik Sipil

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang berjudul :

ANALISA PENGARUH PENGGUNAAN PASIR DENGAN VARIASI *BOTTOM ASH* TERHADAP KARAKTERISTIK *MARSHALL* PADA CAMPURAN ASPAL PANAS *HRS BASE*

Adalah benar-benar karya saya sendiri dan apabila di kemudian hari ditemukan unsur-unsur plagiarisme, maka saya bersedia diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Kupang, 14 juni 2024
Pembuat Pernyataan



Putri Oktaviani Kapitan, S.T

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

“Tidak ada mimpi yang terlalu tinggi. Tak ada mimpi yang patut untuk diremehkan. Lambungkan setinggi yang kau inginkan dan gapailah dengan selayaknya yang kau harapkan”

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya dedikasikan kepada kedua orang tua saya, adik – adik, keluarga, sahabat – sahabat, teman – teman Teknik Sipil angkatan 2020, staf Laboratorium PU Provinsi, serta para dosen yang telah membimbing saya dalam penyusunan skripsi ini.

“ANALISA PENGARUH PENGGUNAAN PASIR DENGAN VARIASI *BOTTOM ASH* TERHADAP KARAKTERISTIK *MARSHALL* PADA CAMPURAN ASPAL PANAS *HRS BASE*”

ABSTRAKSI

Pemakaian produk sisa hasil pembakaran batu bara dari PLTU sekarang sudah cukup banyak dan sering dikenal sebagai *bottom ash* (abu dasar). Pemanfaatan *bottom ash* pada perkerasan jalan dapat menjadi solusi alternatif dalam menanggulangi besarnya jumlah limbah yang ada. Struktur perkerasan jalan yang sering digunakan yaitu *Hot Mix* atau perkerasan jalan lentur dengan campuran panas dan salah satu contohnya yaitu *Hot Rolled Sheet Base (HRS-Base)*. Agar dapat dijadikan sebagai bahan pada campuran perkerasan jalan, maka bahan atau material tersebut harus diuji apakah material tersebut layak untuk digunakan atau tidak. Salah satu pengujian yang dapat dilakukan yaitu pengujian *Marshall* yang dilakukan untuk mengetahui nilai stabilitas dan kelelahan (*flow*), serta analisa kepadatan dan pori dari campuran padat yang terbentuk.

Nilai parameter *Marshall* yang dihasilkan dengan penambahan variasi *bottom ash* 0%, 5%, 10%, dan 15% berupa nilai stabilitas tertinggi yaitu pada kadar *bottom ash* 15% yaitu sebesar 1133,52 kg. Nilai kelelahan (*flow*) tertinggi pada kadar *bottom ash* 15% yaitu sebesar 3,35 mm. Nilai VMA tertinggi yaitu pada kadar *bottom ash* 15% yaitu sebesar 17,47%. Nilai VIM tertinggi yaitu pada kadar *bottom ash* 15% yaitu sebesar 4,22%. Nilai VFA tertinggi yaitu pada kadar *bottom ash* 0% yaitu sebesar 76,95%. Nilai MQ tertinggi yaitu pada kadar *bottom ash* 0% yaitu sebesar 372,87 kg/mm. Dan nilai kepadatan tertinggi yaitu pada kadar *bottom ash* 0% yaitu sebesar 2,302 gr/cm³. Dengan adanya penambahan *bottom ash* sebagai bahan pengganti sebagian pasir maka nilai stabilitas, *flow*, VMA, dan VIM semakin meningkat. Sedangkan nilai VFA, MQ, dan kepadatan semakin menurun seiring bertambahnya kadar *bottom ash*.

Kata Kunci : *Bottom Ash, HRS Base, Marshall*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat dan karunia – Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian skripsi yang berjudul **“Analisa Pengaruh Penggunaan Pasir Dengan Variasi *Bottom Ash* Terhadap Karakteristik Marshall Pada Campuran Aspal Panas *HRS Base*”**.

Adapun tujuan dari penulisan ini adalah untuk menyelesaikan pembuatan skripsi pada Universitas Katolik Widya Mandira Kupang dan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Jurusan Teknik Sipil.

Pada kesempatan ini, penulis hendak menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan moril maupun materil, sehingga skripsi ini dapat selesai dengan baik. Ucapan terima kasih ini penulis tujukan kepada :

1. Bapak Dr. Don Gaspar. N. Da Costa, ST.,MT selaku Dekan Fakultas Teknik.
2. Bapak Stephanus Ola Demon, ST.,MT selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Katolik Widya Mandira Kupang.
3. Alm. Bapak Ir. Egidius Kalogo, MT selaku dosen yang telah mendidik dan memberikan bimbingan selama masa perkuliahan.
4. Bapak Krisantos Ria Bela, ST., MT selaku dosen pembimbing 1 yang telah membimbing dan membantu penulis dalam pembuatan skripsi ini.
5. Bapak Ir. Laurensius Lulu, MM selaku dosen pembimbing 2 yang telah membimbing dan membantu penulis dalam pembuatan skripsi ini.
6. Bapak Stephanus Ola Demon, ST., MT selaku dosen penguji I yang telah meluangkan waktu untuk memberikan arahan dalam penulisan skripsi ini serta untuk menguji skripsi penulis.
7. Bapak Mauritius I. R. Naikofi, ST., MT selaku dosen penguji II yang telah meluangkan waktu untuk memberikan arahan dalam penulisan skripsi ini serta untuk menguji skripsi penulis.
8. Bapak Laserianus Caldinus Kapitan dan Mama Wilfrida Taena, mama Wendelina Taena dan adik – adik (Alfira Maria Kapitan dan Agnes Clarista Kapitan) dan semua keluarga yang telah memberikan dukungan, dan semangat bagi penulis selama penyusunan skripsi ini.
9. Sahabat – sahabat (Prilly Nursim, Carla Wawo, Vina Sako, Della Daru, Deby Meo, Fiani Habu, Putu Dhea, Yesta Besin, Estin Kampul, Lya Teti, Chindy Tanaem, dan

Yanti Seuk) yang telah menemani, mendukung, membantu dan memberikan motivasi kepada penulis.

10. Teman – teman (Juan, Peter, Denri, Pippo, dan Eman) yang telah membantu penulis selama penelitian di laboratorium serta teman – teman teknik sipil angkatan 2020 yang telah memberikan motivasi kepada penulis.
11. Seseorang dengan NIM. : 211 17 026 yang telah berjanji kepada saya untuk selalu mendampingi dalam penulisan skripsi ini namun pada akhirnya malah memberikan patah hati yang menjadi pengingat untuk saya sehingga dapat membuktikan bahwa anda akan tetap menjadi alasan saya untuk tetap berproses menjadi pribadi yang lebih baik. Terimakasih telah menjadi bagian menyenangkan dan menyakitkan dari proses pendewasaan ini.
12. Terakhir kepada diri saya sendiri Putri Oktaviani Kapitan terimakasih sudah kuat dan tetap bertahan selama penyusunan skripsi ini. Terimakasih tetap memilih berusaha dan merayakan dirimu sendiri sampai di titik ini, walau sering kali merasa putus asa atas apa yang sedang diusahakan dan belum berhasil namun terimakasih tetap menjadi manusia yang selalu mau berusaha dan tidak lelah mencoba. Terimakasih karena memutuskan tidak menyerah sesulit apapun proses penyusunan skripsi ini dan telah menyelesaikannya sebaik dan semaksimal mungkin. Behagialah selalu dimanapun berada, Putri. Apapun kurang dan lebihmu mari merayakan diri sendiri.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan hasil penelitian skripsi ini masih banyak kekurangannya. Oleh karena itu penulis menerima kritik dan saran yang sifatnya membangun demi kesempurnaan laporan ini. Demikian hasil penelitian skripsi ini penulis buat semoga dapat bermanfaat bagi kita semua.

Kupang, 8 Juli 2024

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
BAB I PENDAHULUAN.....	I-1
1.1 Latar Belakang.....	I-1
1.2 Rumusan Masalah.....	I-4
1.3 Tujuan Penelitian.....	I-4
1.4 Manfaat Penelitian.....	I-5
1.5 Batasan Masalah.....	I-5
1.6 Keterkaitan Dengan Penelitian Terlebih Dahulu.....	I-5
BAB II LANDASAN TEORI.....	II-1
2.1 Umum.....	II-1
2.2 Lapis Tipis Aspal Beton (LATASTON)/ <i>Hot Rolled Sheet (HRS)</i>	II-2
2.2.1 <i>HRS Base</i>	II-3
2.2.2 <i>HRS Wc</i>	II-3
2.3 Konstruksi Perkerasan Lentur Jalan.....	II-3
2.3.1 Lapis Permukaan.....	II-4
2.3.2 Lapis Pondasi Atas.....	II-5
2.3.3 Lapis Pondasi Bawah.....	II-5
2.4 Bahan Penyusun Perkerasan <i>HRS (Hot Rolled Sheet)</i>	II-6
2.4.1 Agregat Kasar.....	II-7
2.4.2 Agregat Halus.....	II-8
2.4.3 <i>Filler</i> atau Bahan Pengisi.....	II-8
2.4.4 <i>Bottom Ash</i>	II-8
2.4.5 Aspal atau Bahan Pengikat.....	II-11
2.5 Gradasi Agregat.....	II-12
2.6 Karakteristik <i>Marshall Test</i>	II-13

2.6.1 Stabilitas (<i>Stability</i>).....	I-14
2.6.2 Kelelehan (<i>Flow</i>).....	II-14
2.6.3 Kepadatan (<i>Density</i>).....	II-14
2.6.4 <i>Void in Mineral Agregate (VMA)</i>	II-15
2.6.5 <i>Void In Mix (VIM)</i>	II-15
2.6.6 <i>Void Filled Asphalt (VFA)</i>	II-15
2.6.7 <i>Marshall Quotient (MQ)</i>	II-15
2.7 Pemeriksaan dengan Alat <i>Marshall</i>	II-16
2.8 Persamaan / Rumus untuk Campuran Beraspal.....	II-16
2.8.1 Parameter Perhitungan Metode <i>Marshall</i>	II-16
2.8.2 Hasil Bagi <i>Marshall</i>	II-20
BAB III METODE PENELITIAN.....	III-1
4.1 Lokasi Penelitian	III-1
4.2 Data	III-1
4.1.1 Jenis Data	III-1
4.1.2 Sumber Data.....	III-2
4.1.3 Waktu Pengambilan Data.....	III-2
4.1.4 Proses Pengambilan Data.....	III-3
4.3 Diagram Alir atau <i>Flow Chart</i>	III-4
4.4 Penjelasan Diagram Alir.....	III-5
3.4.1 Studi Literatur	III-5
3.4.2 Pengambilan Material	III-6
3.4.3 Persiapan Alat dan Bahan	III-6
3.4.4 Pemeriksaan Material.....	III-6
3.4.5 Rancangan Gradasi Agregat Gabungan	III-8
3.4.6 Memenuhi Spesikasi	III-8
3.4.7 Penentuan Kadar Aspal Rencana	III-9
3.4.8 Rancangan Benda Uji <i>Marshall HRS Base</i> dengan 5 Kadar Aspal Perkiraan (Pb) : (-1,0%; -0,5%; Pb; +0,5%; +1.0%)	III-9
3.4.9 Data Sekunder yaitu Data Aspal Penetrasi 60/70	III-9
3.4.10 <i>Test Marshall</i>	III-9

3.4.11	Penentuan Kadar Aspal Optimum	I-10
3.4.12	Perancangan Benda Uji <i>Marshall HRS Base</i> Variasi Kadar <i>Bottom</i> <i>Ash</i> 0%, 5%, dan 7,5	III-10
3.4.13	Analisa	III-10
3.4.14	Pembahasan	III-10
3.4.15	Kesimpulan dan Saran	III-11
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN		IV-1
4.1	Pengambilan Sampel Material dan Data	IV-1
4.1.1	Kronologi Pengambilan Sampel Material	IV-1
4.1.2	Data	IV-1
4.2	Analisis Data	IV-2
4.2.1	Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat	IV-2
4.2.1.1	Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar.....	IV-2
4.2.1.2	Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus.....	IV-3
4.2.2	Pengujian Analisa Saringan.....	IV-5
4.2.2.1	Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar	IV-5
4.2.2.2	Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus	IV-7
4.2.2.3	Pengujian Analisa Saringan Bahan Pengisi/ <i>Filler</i>	IV-10
4.2.3	Pengujian Keausan Agregat dengan Mesin Los Angeles	IV-11
4.2.4	Data Sekunder.....	IV-12
4.2.5	Evaluasi terhadap Spesifikasi Bina Marga Tahun 2018 Revisi 2.....	IV-12
4.2.6	Rancangan Gradasi Agregat Gabungan.....	IV-13
4.2.7	Penentuan Kadar Aspal Rencana (Pb).....	IV-15
4.2.8	Rancangan Benda Uji <i>Marshall HRS Base</i> dengan Pb.....	IV-16
4.2.9	<i>Marshall Test</i>	IV-17
4.2.10	Hubungan Kadar Aspal Perkiraan dengan Parameter <i>Marshall</i>	IV-19
4.2.10.1	Hubungan Antara Kadar Aspal dengan Stabilitas	IV-19
4.2.10.2	Hubungan Antara Kadar Aspal dengan Kelelehan.....	IV-20
4.2.10.3	Hubungan Antara Kadar Aspal dengan VIM	IV-21
4.2.10.4	Hubungan Antara Kadar Aspal dengan VMA.....	IV-22
4.2.10.5	Hubungan Antara Kadar Aspal dengan VFA.....	IV-22
4.2.10.6	Hubungan Antara Kadar Aspal dengan MQ	IV-23

4.2.10.7 Hubungan Antara Kadar Aspal dengan Kepadatan	V-24
4.2.11 Penentuan Kadar Aspal Optimum	IV-25
4.2.12 Rangkuman Hasil Perhitungan Nilai Parameter <i>Marshall</i> pada KAO	
Campuran Normal	IV-26
4.2.13 Perancangan Benda Uji dengan Penambahan Variasi Kadar <i>Bottom</i>	
<i>Ash</i>	IV-27
4.2.14 <i>Test Marshall</i> setelah Penambahan Variasi Kadar <i>Bottom Ash</i>	IV-27
4.2.15 Hubungan Antara Parameter <i>Marshall</i> dengan Variasi Kadar <i>Bottom</i>	
<i>Ash</i>	IV-28
4.2.15.1 Hubungan antara Stabilitas dengan Variasi Kadar <i>Bottom</i>	
<i>Ash</i>	IV-28
4.2.15.2 Hubungan antara Kelelehan dengan Variasi Kadar <i>Bottom</i>	
<i>Ash</i>	IV-29
4.2.15.3 Hubungan antara VIM dengan Variasi Kadar <i>Bottom Ash</i>	IV-29
4.2.15.4 Hubungan antara VMA dengan Variasi Kadar <i>Bottom Ash</i>	IV-30
4.2.15.5 Hubungan antara VFA dengan Variasi Kadar <i>Bottom Ash</i>	IV-31
4.2.15.6 Hubungan antara MQ dengan Variasi Kadar <i>Bottom Ash</i>	IV-32
4.2.15.7 Hubungan antara Kepadatan dengan Variasi Kadar <i>Bottom</i>	
<i>Ash</i>	IV-32
4.3 Pembahasan	IV-33
4.3.1 Sifat Material	IV-33
4.3.1.1 Agregat Kasar.....	IV-33
4.3.1.2 Agregat Halus.....	IV-34
4.3.1.3 <i>Filler</i>	IV-34
4.3.2 Parameter <i>Marshall</i> pada Campuran Normal.....	IV-35
4.3.2.1 Stabilitas pada Campuran Normal.....	IV-35
4.3.2.2 Kelelehan pada Campuran Normal	IV-35
4.3.2.3 VIM pada Campuran Normal.....	IV-36
4.3.2.4 VMA pada Campuran Normal	IV-36
4.3.2.5 VFA pada Campuran Normal.....	IV-37
4.3.2.6 MQ pada Campuran Normal	IV-37
4.3.2.7 Kepadatan pada Campuran Normal.....	IV-37

4.3.3	Kadar Aspal Optimum.....	V-38
4.3.4	Parameter <i>Marshall</i> dengan Variasi Kadar <i>Bottom Ash</i>	IV-38
4.3.4.1	Stabilitas dengan Variasi Kadar <i>Bottom Ash</i>	IV-38
4.3.4.2	Kelelahan dengan Variasi Kadar <i>Bottom Ash</i>	IV-38
4.3.4.3	VIM dengan Variasi Kadar <i>Bottom Ash</i>	IV-39
4.3.4.4	VMA dengan Variasi Kadar <i>Bottom Ash</i>	IV-39
4.3.4.5	VFA dengan Variasi Kadar <i>Bottom Ash</i>	IV-39
4.3.4.6	MQ dengan Variasi Kadar <i>Bottom Ash</i>	IV-40
4.3.4.7	Kepadatan dengan Variasi Kadar <i>Bottom Ash</i>	IV-40
BAB V	PENUTUP	V-1
5.1	Kesimpulan.....	V-1
5.2	Saran	V-5

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Keterkaitan dengan Penelitian Terlebih Dahulu	I-5
Tabel 2.1 Ketentuan sifat – sifat pada campuran perkerasan LATASTON	II-6
Tabel 2.2 Ketentuan Gradasi Agregat Kasar	II-7
Tabel 2.3 Ketentuan Agregat Halus	II-8
Tabel 2.4 Ketentuan yang digunakan untuk aspal keras.....	II-11
Tabel 2.5 Persyaratan gradasi agregat campuran berbagai jenis beton aspal	II-13
Tabel 4.1 Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan batu pecah $\frac{3}{4}$ "	IV-2
Tabel 4.2 Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan batu pecah $\frac{1}{2}$ "	IV-2
Tabel 4.3 Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan abu batu.....	IV-3
Tabel 4.4 Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan pasir.....	IV-4
Tabel 4.5 Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan <i>bottom asi</i>	IV-4
Tabel 4.6 Hasil pengujian analisa saringan batu pecah $\frac{3}{4}$ "	IV-5
Tabel 4.7 Hasil pengujian analisa saringan batu pecah $\frac{1}{2}$ "	IV-6
Tabel 4.8 Hasil pengujian analisa saringan abu batu.....	IV-7
Tabel 4.9 Hasil pengujian analisa saringan pasir.....	IV-8
Tabel 4.10 Hasil pengujian analisa saringan <i>bottom ash</i>	IV-9
Tabel 4.11 Hasil perhitungan gradasi bahan pengisi	IV-10
Tabel 4.12 Hasil pengujian keausan agregat dengan mesin Los Angeles	IV-11
Tabel 4.13 Hasil pengujian aspal	IV-12
Tabel 4.14 Hasil perhitungan gradasi agregat gabungan.....	IV-13
Tabel 4.15 Hasil perhitungan rancangan dalam persen	IV-16

Tabel 4.16 Hasil perhitungan rancangan dalam gram	V-17
Tabel 4.17 Hasil pengujian <i>Marshall</i> dengan kadar aspal rencana	IV-18
Tabel 4.18 Hubungan kadar aspal dengan stabilitas.....	IV-19
Tabel 4.19 Hubungan kadar aspal dengan kelelahan.....	IV-20
Tabel 4.20 Hubungan kadar aspal dengan <i>VIM</i>	IV-21
Tabel 4.21 Hubungan kadar aspal dengan <i>VMA</i>	IV-22
Tabel 4.22 Hubungan kadar aspal dengan <i>VFA</i>	IV-23
Tabel 4.23 Hubungan kadar aspal dengan <i>MQ</i>	IV-23
Tabel 4.24 Hubungan kadar aspal dengan kepadatan.....	IV-24
Tabel 4.25 Rangkuman hasil perhitungan nilai parameter <i>Marshall</i> pada KAO campuran normal	IV-26
Tabel 4.26 Berat campuran laston <i>HRS Base</i> menggunakan variasi <i>bottom ash</i>	IV-27
Tabel 4.27 Hasil pengujian <i>Marshall</i> setelah penambahan <i>bottom ash</i>	IV-28
Tabel 4.28 Hubungan stabilitas dengan variasi kadar <i>bottom ash</i>	IV-28
Tabel 4.29 Hubungan kelelahan dengan variasi kadar <i>bottom ash</i>	IV-29
Tabel 4.30 Hubungan <i>VIM</i> dengan variasi kadar <i>bottom ash</i>	IV-30
Tabel 4.31 Hubungan <i>VMA</i> dengan variasi kadar <i>bottom ash</i>	IV-31
Tabel 4.32 Hubungan <i>VFA</i> dengan variasi kadar <i>bottom ash</i>	IV-31
Tabel 4.33 Hubungan <i>MQ</i> dengan variasi kadar <i>bottom ash</i>	IV-32
Tabel 4.34 Hubungan kepadatan dengan variasi kadar <i>bottom ash</i>	IV-33

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Lapis perkerasan lentur	I-4
Gambar 3.1 Lokasi pengambilan material dan sampel <i>bottom ash</i>	III-1
Gambar 3.2 Diagram alir penelitian	III-5
Gambar 4.1 Kurva gradasi agregat gabungan Lataston <i>HRS Base</i>	IV-15
Gambar 4.2 Grafik hubungan kadar aspal dengan stabilitas	IV-19
Gambar 4.3 Grafik hubungan kadar aspal dengan kelelehan	IV-20
Gambar 4.4 Grafik hubungan kadar aspal dengan <i>VIM</i>	IV-21
Gambar 4.5 Grafik hubungan kadar aspal dengan <i>VMA</i>	IV-22
Gambar 4.6 Grafik hubungan kadar aspal dengan <i>VFA</i>	IV-23
Gambar 4.7 Grafik hubungan kadar aspal dengan <i>MQ</i>	IV-24
Gambar 4.8 Grafik hubungan kadar aspal dengan kepadatan	IV-25
Gambar 4.9 Diagram batang kadar aspal optimum	IV-25
Gambar 4.10 Grafik hubungan stabilitas dengan variasi kadar <i>bottom ash</i>	IV-29
Gambar 4.11 Grafik hubungan kelelehan dengan variasi kadar <i>bottom ash</i>	IV-29
Gambar 4.12 Grafik hubungan <i>VIM</i> dengan variasi kadar <i>bottom ash</i>	IV-30
Gambar 4.13 Grafik hubungan <i>VMA</i> dengan variasi kadar <i>bottom ash</i>	IV-31
Gambar 4.14 Grafik hubungan <i>VFA</i> dengan variasi kadar <i>bottom ash</i>	IV-32
Gambar 4.15 Grafik hubungan <i>MQ</i> dengan variasi kadar <i>bottom ash</i>	IV-32
Gambar 4.16 Grafik hubungan kepadatan dengan variasi kadar <i>bottom ash</i>	IV-33