

TUGAS AKHIR

NOMOR : 039/WM/F.TS/SKR/2025

**PEMANFAATAN LIMBAH BETON SEBAGAI ABU BATU PADA
AGREGAT HALUS TERHADAP KARAKTERISTIK
MARSHALL PADA CAMPURAN LATASTON (HRS – BASE)**



DISUSUN OLEH :

PETRONELA VIRGINIE THERESIA NALLE

NOMOR INDUK MAHASISWA:

21122122

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDIRA

KUPANG

2025

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

NOMOR : 039/WM/F.TS/SKR/2025

PEMANFAATAN LIMBAH BETON SEBAGAI ABU BATU PADA
AGREGAT HALUS TERHADAP KARAKTERISTIK MARSHALL PADA
CAMPURAN LATASTON (HRS – BASE)

DISUSUN OLEH:

PETRONELA VIRGINIE THERESIA NALLE

NOMOR INDUK MAHASISWA:

211 22 122

DIPERIKSA OLEH:

PEMBIMBING 1

PEMBIMBING 2


PAULUS SIANTO, ST., MT

NIDN: 0817047101


FREDERIKUS D. P. NDOUK, ST., MT

NIDN: 0826079002

DISETUJUI OLEH:

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


Dr. PRIELLA PENTEWATI, ST., M.Si

NIDN: 0826057601

DISAHKAN OLEH :

DEKAN FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDIRA KUPANG


Dr. DON GASPAR N. DA COSTA, ST., MT

NIDN : 0820036801

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

NOMOR : 039/WM/F.TS/SKR/2025

**PEMANFAATAN LIMBAH BETON SEBAGAI ABU BATU PADA
AGREGAT HALUS TERHADAP KARAKTERISTIK MARSHALL PADA
CAMPURAN LATASTON (HRS – BASE)**

DISUSUN OLEH:

PETRONELA VIRGINIE THERESIA NALLE

NOMOR INDUK MAHASISWA:

211 22 122

DIPERIKSA OLEH:

PENGUJI I



LAURENSIUS LULU, MM

NIDN: 0820106401

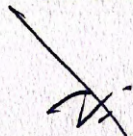
PENGUJI II



AGUSTINUS H. PATTIRAJA, ST., MT

NIDN: 0802089001

PENGUJI III



PAULUS SIANTO, ST., MT

NIDN: 0817047101

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini, Saya dengan data sendiri :

Nama : PETRONELA VIRGINIE THERESIA NALLE
Nomor Induk Mahasiswa : 21122122
Program Studi : TEKNIK SIPIL
Fakultas : TEKNIK

Menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul :

**PEMANFAATAN LIMBAH BETON SEBAGAI ABU BATU PADA AGREGAT
HALUS TERHADAP KARAKTERISTIK MARSHALL PADA CAMPURAN
LATASTON (HRS-BASE)**

Saya menyatakan bahwa sesungguhnya skripsi ini adalah asli hasil karya saya, apabila dikemudian hari ditemukan unsur-unsur plagiarisme, maka saya bersedia diproses sesuai dengan peraturan akademik dan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Kupang, Desember 2025



PETRONELA VIRGINIE THERESIA NALLE

MOTTO

“Demikian juga halnya dengan iman : Jika iman itu tidak disertai dengan perbuatan, maka iman itu pada hakekatnya adalah mati”

(Yakobus 2:17)

“Aku ditolak dengan hebat sampai jatuh, tetapi Tuhan monolong aku”

(Mazmur 118:13)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur dipanjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa dan Bunda Maria yang telah melimpahkan rahmat serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir. Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi program Strata Satu (S1) pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Katolik Widya Mandira Kupang.

Menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini berhasil berkat campur tangan dari Yang Maha Kuasa serta bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak sehingga tulisan ini dapat terselesaikan. Maka dengan rendah hati, penulis menghaturkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Don Gaspar N. Da Costa, ST.,MT selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandira Kupang.
2. Ibu Dr. Priseila Pentewati, ST.,M.Si selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandira Kupang.
3. Bapak Paulus Sianto, ST.,MT selaku dosen Pembimbing 1, yang dengan sabar telah membantu, membimbing serta memberi dorongan kepada penulis selama penulisan tugas akhir sejak awal hingga akhir.
4. Bapak Frederikus D. P. Ndouk, ST.,MT selaku dosen pembimbing 2, yang dengan rendah hati telah membantu, membimbing serta memberi dorongan kepada penulis selama penulisan tugas akhir sejak awal hingga akhir.
5. Bapak Krisantus Satrio Wibowo Pedo, ST.,MT selaku dosen pembimbing akademik selama kurang lebih 4 tahun, yang dengan penuh kasih dan kesabaran serta kebaikan yang telah diberikan kepada penulis dari awal kuliah hingga akhir.
6. Bapak Ir. Laurensius Lulu, MM selaku Dosen Penguji I, yang telah memberikan saran, kritikan, serta masukan yang berharga sejak seminar hingga selesainya skripsi ini untuk meningkatkan kedalaman kualitas penelitian ini.
7. Bapak Agustinus H. Pattiraja, ST., MT selaku Dosen Penguji II, yang telah memberikan saran, kritikan, serta masukan yang berharga sejak seminar hingga selesainya skripsi ini untuk meningkatkan kedalaman kualitas penelitian ini.
8. Kedua Orang Tua saya Bapa Alvin Nalle, Mama Vita Naisali dan Saudara-Saudari saya, Kaka Yuni Kabosu, Ade Jesika Nalle, Ade Yohan Nalle (almh) yang telah menjadi sumber kekuatan bagi penulis selama ini. Terima kasih atas cinta yang tulus,

pengorbanan, doa, kepercayaan serta dukungan tanpa batas yang telah diberikan kepada penulis, dari awal melaksanakan perkuliahan hingga sampai pada tahap selesainya Tugas Akhir ini. Terimakasih juga untuk semua keluarga yang selalu mendoakan, membantu dan memberi dukungan kepada penulis dalam melaksanakan pendidikan di bangku perkuliahan hingga selesai.

9. Diri sendiri yang telah berjuang selama ini dan tidak pernah menyerah dengan segala ketidakmungkinan yang terjadi. Terima kasih karena terus bertahan sampai sejauh ini.
10. Kaka Tri Wiyanto dan Kaka Gio Leba yang dengan penuh cinta, kasih, serta kesabaran dalam membimbing dan menuntun perjalanan penelitian penulis sampai dengan selesainya Tugas Akhir ini. Terima kasih juga kepada Anggota Laboratorium lainnya (Kaka Ucok, Kaka Ricky, Kaka Gupe, Pak Melfi, Kaka Rojas, Sodara Alex, Sodara Stenly, Kaka Yudith, Kaka Liana Jaga, Ibu Mely, Ibu Jen) yang telah memberikan bantuan dan dukungan kepada penulis selama berjalannya penelitian di Laboratorium.
11. Saudari-Saudari tim Lab Berdampak (Angge Siante, Cindy Bere, Magdalena Enda, Nova Banu, Vegi Due) atas kebersamaanya kurang lebih 2 semester di Laboratorium. Terima kasih untuk dukungan, doa, serta bantuan yang selalu diberikan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini. Terimakasih untuk cinta, kasih sayang, dan ketulusan dalam membantu dan melancarkan segala hal yang dilaksanakan saat penelitian dan pengerjaan Tugas Akhir ini berlangsung. Terima kasih juga kepada teman-teman seperjuangan penelitian di Laboratorium atas kebersamaannya selama ini (Adinda Tokan, Andri Usfahik, Ka Novi, Ka Dimas, Ka Primus, Ka Ricky, Ka Agung, Ka Irfan).
12. Teman-teman Civilzers yang telah memberikan dukungan selama proses penyusunan Tugas Akhir ini.
13. Teman-teman terbaik saya (Dewi, Febri, Jhesri, Miranda, Yeni, Cindy, Vego, Nova, Ayu, Ka Claudia, Unu Sanches, Gerry, Andri, Meksy, Engky, Iko, Ento, Kevin, Ka Ryus, Jeni, Hans) yang telah memberikan motivasi serta bantuan selama bersama dengan penulis kurang lebih empat tahun ini.

14. Teman-teman Teknik Sipil Angkatan 22 atas kebersamaanya selama kurang lebih empat tahun ini. Terima kasih juga atas motivasi dan dukungan yang diberikan kepada penulis selama pengerjaan Tugas Akhir ini.
15. Saudara-Saudari SMR XXVIII, terkhususnya saudara seperjuangan terbaik di Teknik Sipil, Nathaniel Teixeira yang selalu mendoakan, membantu, memberi motivasi serta dukungan kepada penulis selama ini, sehingga penyusunan Tugas Akhir ini bisa selesai.
16. Almamater Seminari Tinggi Santo Mikhael bersama dengan Gua Maria, yang selalu menjadi tempat cerita saat baik dan saat tidak baik bagi penulis, tempat yang menjadi saksi atas perjuangan penulis selama melaksanakan perkuliahan di Universitas Katolik Widya Mandria Kupang.
17. Pihak-pihak lain yang selalu memberikan dukungan, baik secara langsung maupun tidak langsung, yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Akhirnya saya menyadari bahwa penulisan Tugas Akhir ini jauh dari kesempurnaan, karena itu saya sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari segala pihak demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.

Kupang, Desember 2025

Penulis

ABSTRAK

Peningkatan pembangunan infrastruktur di Indonesia berdampak pada meningkatnya jumlah limbah konstruksi, termasuk limbah beton, yang pengelolaannya masih belum optimal. Di sisi lain, penggunaan agregat alam secara terus-menerus dalam konstruksi perkerasan jalan berpotensi menimbulkan permasalahan lingkungan. Salah satu alternatif solusi adalah pemanfaatan limbah beton sebagai bahan pengganti abu batu pada campuran perkerasan beraspal. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penggunaan limbah beton sebagai substitusi abu batu terhadap karakteristik Marshall pada campuran Lataston (HRS-Base) serta menentukan kadar limbah beton yang optimum. Metode yang digunakan adalah metode *Marshall* dengan menggunakan kadar aspal rencana 6%, 6,5%, 7%, 7,5%, dan 8% yang menghasilkan kadar aspal optimum (KAO) sebesar 7,43%. Kemudian benda uji di buat berdasarkan variasi yang ada yaitu 0%, 10%, 20%, dan 30%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemanfaatan limbah beton secara signifikan memengaruhi seluruh parameter *Marshall*. Secara mekanis, peningkatan kadar limbah beton menyebabkan penurunan nilai Stabilitas dan MQ serta peningkatan nilai *Flow* akibat sifat absorpsi material yang tinggi. Secara volumetrik, penggunaan limbah beton menurunkan nilai VMA dan VIM serta meningkatkan VFB dan kepadatan karena karakteristik material yang lebih masif dan mampu mengisi rongga campuran lebih rapat dibandingkan abu batu alami. Berdasarkan evaluasi terhadap seluruh parameter, kadar limbah beton sebesar 10% dinyatakan sebagai komposisi optimum karena memenuhi seluruh persyaratan spesifikasi Bina Marga untuk campuran HRS-Base.

Kata Kunci : Limbah Beton, Karakteristik Marshall, Hrs-Base

ABSTRACT

The increasing infrastructure development in Indonesia has resulted in an increasing amount of construction waste, including concrete waste, which is still not optimally managed. On the other hand, the continuous use of natural aggregates in road pavement construction has the potential to cause environmental problems. One alternative solution is the use of concrete waste as a substitute for rock dust in asphalt pavement mixtures. This study aims to analyze the effect of using concrete waste as a substitute for rock dust on the Marshall characteristics of Lataston (HRS-Base) mixtures and to determine the optimum concrete waste content. The method used is the Marshall method using planned asphalt content of 6%, 6.5%, 7%, 7.5%, and 8% which produces an optimum asphalt content (KAO) of 7.43%. Then the test specimens were made based on the existing variations, namely 0%, 10%, 20%, and 30%. The results showed that the use of concrete waste significantly affected all Marshall parameters. Mechanically, increasing the content of concrete waste caused a decrease in Stability and MQ values and an increase in Flow values due to the high absorption properties of the material. Volumetrically, the use of concrete waste decreased the VMA and VIM values and increased VFB and density due to the characteristics of the material which is more massive and able to fill the voids of the mixture more tightly than natural rock dust. Based on the evaluation of all parameters, the concrete waste content of 10% was declared as the optimum composition because it met all the requirements of the Bina Marga specifications for the HRS-Base mixture.

Keywords: Concrete Waste, Marshall Characteristics, Hrs-Base

DAFTAR ISI

LEMBARAN JUDUL

LEMBAR PENGESAHAN ii

LEMBAR PENGESAHAN iii

PERNYATAAN KEASLIAN iv

KATA PENGANTAR vi

ABSTRAK..... ix

DAFTAR ISI xi

DAFTAR TABEL..... xiv

DAFTAR GAMBAR..... xvi

BAB I PENDAHULUAN..... I-1

1.1 Latar Belakang..... I-1

1.2 Rumusan Masalah I-3

1.3 Tujuan Penelitian I-3

1.4 Batasan Masalah I-3

1.5 Manfaat Penelitian..... I-4

1.6 Keterkaitan dengan Peneliti Sebelumnya I-5

BAB II LANDASAN TEORI..... II-1

2.1 Perkerasan Jalan II-1

2.1.1 Lapis Perkerasan Jalan..... II-1

2.1.2 Lapis Tipis Aspal Beton..... II-4

2.1.3 Campuran Lataston HRS-Base II-4

2.1.4 Persyaratan Campuran Lataston (HRS – Base)..... II-7

2.2 Agregat II-7

2.2.1 Kualitas Agregat II-8

2.2.2 Syarat Mutu Material..... II-8

2.3 Aspal II-11

2.4 Bahan Pengisi (Filler)..... II-12

2.5 Abu Batu II-13

2.5.1 Abu Batu Alam II-13

2.5.2 Abu Batu (Limbah Beton) II-13

2.6 Pengujian Fisis Material	II-15
2.6.1 Berat Jenis dan Penyerapan Air	II-15
2.6.2 Analisa Saringan (Gradasi)	II-16
2.6.3 Abrasi/Keausan	II-16
2.7 Metode Marshall	II-16
2.7.1 Parameter Marshall	II-17
2.7.2 Rumus-rumus Perhitungan Campuran Aspal Panas	II-19
2.8 Kadar Aspal Optimum	II-21
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	III-1
3.1 Lokasi Penelitian	III-1
3.2 Data Penelitian	III-1
3.2.1 Jenis Data	III-1
3.2.2 Sumber Data	III-2
3.2.3 Jumlah Data/Sampel	III-2
3.2.4 Proses Pengambilan Data	III-3
3.2.5 Waktu Pelaksanaan Penelitian	III-4
3.2 Diagram Alir	III-5
3.3 Penjelasan Diagram Alir	III-6
3.3.1 Pengambilan Material	III-6
3.3.2 Persiapan Alat dan Bahan	III-7
3.3.3 Pengelolaan Limbah Beton Menjadi Abu Batu	III-7
3.3.4 Pengujian Material	III-7
3.3.5 Memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 revisi 2	III-8
3.3.6 Menentukan Kadar Aspal Rencana	III-8
3.3.7 Uji Parameter Marshall	III-9
3.3.8 Penentuan Kadar Aspal Optimum	III-9
3.3.9 Variasi Kadar Limbah Beton sebagai Abu Batu	III-10
3.3.10 Uji Marshall	III-10
3.3.11 Analisis	III-10
3.3.12 Pembahasan	III-12
3.3.13 Kesimpulan dan Saran	III-12
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN	IV-1

4.1 Pengambilan Material.....	IV-1
4.2 Persiapan Alat & Bahan.....	IV-1
4.3 Data-Data Penelitian.....	IV-2
4.4 Karakteristik Material Agregat	IV-2
4.4.1 Pengujian Agregat Kasar	IV-2
4.4.2 Pengujian Material Agregat Halus.....	IV-8
4.4.3 Penentuan Gradasi Agregat Gabungan	IV-22
4.5 Kadar Aspal Rencana dan Pengujian Marshall.....	IV-24
4.5.1 Kadar Aspal Rencana (Pb).....	IV-24
4.5.2 Rancangan Benda Uji Menggunakan Nilai Pb	IV-25
4.5.3 Pengujian Marshall	IV-27
4.5.4 Hubungan Parameter Marshall dengan Kadar Aspal Rencana	IV-27
4.6 Kadar Aspal Optimum (KAO).....	IV-31
4.7 Pengujian Marshall dengan Variasi Limbah Beton	IV-32
4.7.1 Perancangan Benda Uji dengan Menggunakan Kadar Aspal Optimum.....	IV-32
4.7.2 Pengujian Marshall Benda Uji Variasi.....	IV-32
4.8 Analisis	IV-33
4.8.1 Analisis Pengaruh Limbah Beton terhadap Karakteristik Marshall	IV-33
4.8.2 Analisis Penentuan Komposisi Limbah Beton Optimum	IV-37
4.9 Pembahasan	IV-38
4.9.1 Pembahasan Pengaruh Limbah Beton terhadap Karakteristik Marshall	IV-38
4.9.2 Pembahasan Penentuan Komposisi Limbah Beton Optimum.....	IV-39
BAB V KESIMPULAN & SARAN.....	V-1
5.1 Kesimpulan.....	V-1
5.2 Saran	V-1
DAFTAR PUSTAKA	xi
SURAT KETERANGAN BEBAS PLAGIAT	

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Keterkaitan dengan Peneliti Terdahulu.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 2. 1 Ketentuan Sifat Campuran HRS-Base.....	II-7
Tabel 2. 2 Syarat Mutu Agregat Kasar	II-8
Tabel 2. 3 Syarat Ketentuan Agregat Halus.....	II-9
Tabel 2. 4 Amplop Gradasi Agregat Gabungan Untuk Campuran Beraspal	II-10
Tabel 2. 5 Contoh Batas-batas "Bahan Bergradasi Senjang"	II-10
Tabel 2. 6 Ketentuan untuk Aspal Keras	II-12
Tabel 3. 1 Data Primer & Data Sekunder	III-3
Tabel 4. 1 Berat Batu Pecah 3/4"	IV-2
Tabel 4. 2 Berat Jenis & Penyerapan Air Batu Pecah 3/4"	IV-2
Tabel 4. 3 Berat Batu Pecah 1/2"	IV-3
Tabel 4. 4 Berat Jenis dan Penyerapan Air Batu Pecah 1/2"	IV-3
Tabel 4. 5 Analisa Saringan Batu Pecah 3/4"	IV-4
Tabel 4. 6 Analisa Saringan Batu Pecah 1/2"	IV-5
Tabel 4. 7 Perhitungan Keausan (Abrasi)	IV-7
Tabel 4. 8 Berat Abu Batu	IV-8
Tabel 4. 9 Berat Jenis dan Penyerapan Abu Batu	IV-8
Tabel 4. 10 Berat Abu Batu (Limbah Beton).....	IV-9
Tabel 4. 11 Berat Jenis dan Penyerapan Abu Batu (Limbah Beton)	IV-9
Tabel 4. 12 Berat Abu Batu & Limbah Beton (Variasi 10% & 90%).....	IV-10
Tabel 4. 13 Berat Jenis dan Penyerapan Abu Batu & Limbah Beton (Variasi 90% & 10%)	IV-10
Tabel 4. 14 Berat Abu Batu & Limbah Beton (Variasi 80% & 20%).....	IV-11
Tabel 4. 15 Berat Jenis dan Penyerapan Abu Batu & Limbah Beton (Variasi 80% & 20%)	IV-11
Tabel 4. 16 Berat Abu Batu & Limbah Beton (Variasi 70% & 30%).....	IV-12
Tabel 4. 17 Berat Jenis dan Penyerapan Abu Batu & Limbah Beton (Variasi 70% & 30%)	IV-13
Tabel 4. 18 Berat Pasir.....	IV-13
Tabel 4. 19 Berat Jenis & Penyerapan Pasir.....	IV-14
Tabel 4. 20 Analisa Saringan Abu Batu	IV-15
Tabel 4. 21 Analisa Saringan Abu Batu (Limbah Beton)	IV-16
Tabel 4. 22 Analisa Saringan Abu batu & Limbah Beton (Variasi 90% & 10%).....	IV-17
Tabel 4. 23 Analisa Saringan Abu batu & Limbah Beton (Variasi 80%, 20%).....	IV-18
Tabel 4. 24 Analisa Saringan Abu batu & Limbah Beton (Variasi 70%, 30%).....	IV-19
Tabel 4. 25 Analisa Saringan Pasir	IV-20
Tabel 4. 26 Analisis Saringan Semen (Filler)	IV-21
Tabel 4. 27 Hasil Komposisi Agregat.....	IV-22
Tabel 4. 28 Penentuan Kadar Aspal Rencana (Pb)	IV-25
Tabel 4. 29 Komposisi Campuran Rencana.....	IV-25

Tabel 4. 30 Rangkuman Hasil Pengujian Marshall	IV-27
Tabel 4. 31 Komposisi Campuran Lataston (HRS-Base)	IV-32
Tabel 4. 32 Nilai Parameter Marshall Setelah Di Variasikan Abu Batu & Limbah Beton .IV-	32
Tabel 4. 33 Rangkuman Hasil Parameter Marshall dari Variasi Limbah Beton	IV-37

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Susunan Lapisan Perkerasan Lentur	II-4
Gambar 2. 2 Agregat Kasar (Batu Pecah).....	II-5
Gambar 2. 3 Agregat Halus (Abu Batu)	II-5
Gambar 2. 4 Filler (Semen)	II-6
Gambar 2. 5 Aspal Pen 60/70	II-6
Gambar 2. 6 Sampel Beton.....	II-14
Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian	III-1
Gambar 3. 2 Lokasi Pengambilan Material	III-2
Gambar 3. 3 Pengambilan Material Beton	III-4
Gambar 3. 4 Pengambilan Material dari Stock Pile	III-4
Gambar 3. 5 Diagram Alir	III-6
Gambar 4. 1 Pengambilan Material.....	IV-1
Gambar 4. 2 Kurva Gradasi Agregat Gabungan.....	IV-24
Gambar 4. 3 Grafik Hubungan Persentase Aspal dengan Stabilitas.....	IV-28
Gambar 4. 4 Grafik Hubungan Persentase Aspal dengan Flow	IV-28
Gambar 4. 5 Grafik Hubungan Persentase Aspal dengan VIM.....	IV-29
Gambar 4. 6 Grafik Hubungan Persentase Aspal dengan VMA	IV-29
Gambar 4. 7 Grafik Hubungan Persentase Aspal dengan VFB	IV-30
Gambar 4. 8 Grafik Hubungan Persentase Aspal dengan Kepadatan.....	IV-30
Gambar 4. 9 Grafik Hubungan Persentase Aspal dengan MQ	IV-31
Gambar 4. 10 Diagram Kadar Aspal Optimum	IV-31
Gambar 4. 11 Grafik Hubungan Variasi Limbah Beton Dengan Stabilitas.....	IV-33
Gambar 4. 12 Grafik Hubungan Variasi Limbah Beton Dengan Flow	IV-34
Gambar 4. 13 Grafik Hubungan Variasi Limbah Beton Dengan VMA	IV-34
Gambar 4. 14 Grafik Hubungan Variasi Limbah Beton Dengan VIM.....	IV-35
Gambar 4. 15 Grafik Hubungan Variasi Limbah Beton Dengan VFB.....	IV-35
Gambar 4. 16 Grafik Hubungan Variasi Limbah Beton Dengan Kepadatan.....	IV-36
Gambar 4. 17 Grafik Hubungan Variasi Limbah Beton Dengan MQ	IV-36
Gambar 4. 18 Grafik Kadar Limbah Optimum	IV-37