

# **TUGAS AKHIR**

---

**NOMOR : 830/WM/FT.S/SKR/2015**

**PERBANDINGAN VARIASI GRADASI AGREGAT HALUS  
DAN AGREGAT KASAR DARI QUARRY NOEMUTI PADA  
CAMPURAN LAPIS ASPAL BETON (LASTON)  
ASPHALT CONCRETE WEARING  
COURSE (AC-WC)**



**DISUSUN OLEH :**

**PAULUS KOKO LAKA**

**NOMOR REGISTRASI  
211 09 051**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL – FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDIRA  
KUPANG  
2015**

LEMBAR PENGESAHAN

**TUGAS AKHIR**

PERBANDINGAN VARIASI GRADASI AGREGAT HALUS  
DAN AGREGAT KASAR DARI QUARRY NOEMUTI PADA  
CAMPURAN LAPIS ASPAL BETON (LASTON)  
*ASPHALT CONCRETE WEARING  
COURSE (AC-WC)*

DISUSUN OLEH:

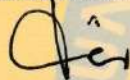
**PAULUS KOKO LAKA**

NOMOR REGISTRASI:

211 09 051

DIPERIKSA OLEH:

PEMBIMBING I



Ir. Egidius Kalogo, MT  
NIDN: 08 0109 6303

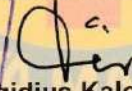
PEMBIMBING II



Ir. John Gf. Seran  
NIDN: 99 0800 2446

DISETUJUI OLEH:

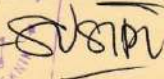
KETUA JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDIRA



Ir. Egidius Kalogo, MT  
NIDN: 08 0109 6303

DISAHKAN OLEH:

DEKAN FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDIRA



DR. Ir. Susilawati CL, MScHE  
NIDN: 08 0409 5801

**LEMBAR PENGESAHAN**

**TUGAS AKHIR**

**PERBANDINGAN VARIASI GRADASI AGREGAT HALUS  
DAN AGREGAT KASAR DARI QUARRY NOEMUTI PADA  
CAMPURAN LAPIS ASPAL BETON (LASTON)  
ASPHALT CONCRETE WEARING  
COURSE (AC-WC)**

**DISUSUN OLEH:**

**PAULUS KOKO LAKA**

**NOMOR REGISTRASI:  
211 09 051**

**DIPERIKSA OLEH:**

**PENGUJI I**



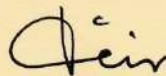
**DR. Ir. Susilawati CL, MSChE**  
NIDN: 08 0409 5801

**PENGUJI II**



**Stephanus Ola Demon, ST**  
NIDN: 08 0909 7401

**PENGUJI III**



**Ir. Egidius Kalogo, MT**  
NIDN: 08 0109 6303





Moto

“Mengikuti jejak dari Yesus dan biarkan  
Dia memimpin jalan”

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur dipanjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat serta Karunia-Nya sehingga skripsi ini dapat diselesaikan. Skripsi ini disusun sebagai bagian dari syarat untuk menyelesaikan studi program Strata Satu (S1) pada Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Katolik Widya Mandira Kupang.

Menyadari bahwa dalam proses penelitian dan penyusunan tulisan ini berhasil berkat campur tangan dari Yang Maha Kuasa serta bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak sehingga tulisan ini dapat terselesaikan. Maka dengan tulus hati Penulis menghaturkan Terima kasih kepada :

1. Pater Yulius Yasinto, SVD. MA. MSc sebagai Rektor Universitas Katolik Widya Mandira Kupang.
2. DR. Ir. Susi Susilawati, MscHE selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Katolik Widya Mandira Kupang.
3. Bapak Ir. Egidius Kalogo, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Katolik Widya Mandira Kupang.
4. Bapak Ir. Egidius Kalogo, MT sebagai pembimbing I dan Bapak Ir John GF Seran, sebagai pembimbing II yang dengan tulus dan penuh kasih membimbing selama penulisan skripsi ini sejak awal hingga akhir.
5. DR. Ir. Susi Susilawati, MscHE sebagai penguji I dan Bapak Stephanus Ola Demon, ST sebagai penguji II yang telah meluangkan waktu dan kesempatan untuk memberikan ujian bagi penulis juga kritik dan saran yang membangun guna penyempurnaan skripsi ini.
6. Bapak dan Ibu Dosen serta seluruh karyawan yang telah memberikan ilmu dan pelayanan selama menjadi mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Katolik Widya Mandira Kupang.
7. Bapak Frumen Padju, ST, Bapak Jon Adu, ST dan Teman-teman di Laboratorium Jalan Raya Balai Pengujian dan Peralatan Dinas Pekerjaan Umum Propinsi Nusa Tenggara Timur.
8. Direktur PT. Ramayana Cipta Perkasa Kupang yang telah memberi ijin pengambilan material pada Quarry Noemuti.

9. Khususnya Buat : Bapa Thobias Laka (Alm) & Mama tercinta Petronela Salem, Kakak Adiku Fr.Yance (alm),Yuli (alm),Maksi & Mimi, Anton &Lora,Suster Vero,Jhonson & Mery, Egy & Fat, Djuniuk, Rigo, Esry,Keponakan Yuli, Gilbert, Jirel, Chiara, Charoline, Michela dan yang terkasih Indah yang selalu mendukung dan mendoakanku,memotivasi dan membiayaiku dalam menyelesaikan skripsi ini. Terima kasih banyak hanyalah sebuah karya kecil ini yang bisa ku persembahkan kepada keluarga semua.
10. Teman-teman Teknik Sipil angkatan 2009 (Rio Dwi,Sony,Anton,Eng,Alice Trisno,Cengko,Iwan,San,Asep,Nani,Ipa,Nocha,Avin,Nini,Pio,Alex,Oman,Arif,Adam, Edo, Vandi,Rico, Inal, Dani,Irvan, Papi, Ameu,Siku, Ameta ,Jois,Hainz ,Rio Boavida,Itenk, Denyo,Lois,Will ,Jef).
11. Teman-teman civil 2010, senior 2007 dan Junior civil khususnya buat (Vincent, Adrian, Randy, Arnold, Nokerz, Joe, Alitu , Didi, Aven , Minggu)
12. Semua pihak yang telah membantu dan tidak dapat saya sebutkan satu persatu.

Akhirnya dengan penuh kerendahan hati Penyusun mempersembahkan skripsi ini kepada Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Katolik Widya Mandira Kupang dan semua Pembaca semoga bermanfaat bagi perkembangan dan kemajuan Fakultas Teknik serta ilmu pengetahuan di masa yang akan datang.

Kupang, Juni 2015

Paulus Koko Laka  
211 09 051  
Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil  
Universitas Katolik Widya Mandira Kupang  
paullaka06@gmail.com

**PERBANDINGAN VARIASI GRADASI AGREGAT HALUS DAN AGREGAT KASAR DARI  
QUARRY NOEMUTI PADA CAMPURAN (LAPIS ASPAL BETON) AC-WC**

**NOMOR : 830/WM/FT.S/SKR/2015**

---

***ABSTRAKSI***

Struktur lapis perkerasan yang sekarang banyak digunakan adalah struktur lapis perkerasan lentur dengan campuran panas atau yang disebut dengan *Hot Mix*. Salah satunya adalah campuran Laston Lapis Aus atau yang lebih dikenal sebagai AC (*Asphalt Concrate*). Campuran aspal beton merupakan perbandingan antara agregat kasar, agregat halus, *filler* dan aspal.

Gradasi merupakan salah satu sifat agregat yang berpengaruh terhadap kualitas campuran aspal. Gradasi juga memiliki batas-batas seperti batas atas, batas bawah dan batas ideal. Metode yang digunakan dalam perencanaan campuran aspal beton adalah metode *marshall*. Material dan sumber data untuk penelitian ini diperoleh dari *Quarry Noemuti* milik PT. Ramayana Cipta Perkasa, hasil penelitian dilaboratorium.

Hasil pengujian marshall untuk Variasi (+2% kasar -2% halus), seperti *Stabilitas* 1329,30 kg, *Flow* 3,40 mm, *MQ* 390,80 kg/mm, *VIM* 3,88 %, *VMA* 17,23 %, *VFA* 77,48 %. Variasi (+2 halus -2 kasar), seperti *Stabilitas* 1739,80 kg, *Flow* 3,20 mm, *MQ* 543,50 kg/mm, *VIM* 3.88 %, *VMA* 17,02 %, *VFA* 72,03 %. kadar aspal optimum yang diperoleh dan dipakai dalam pengujian variasi agregat halus dan agregat kasar sebesar 6,00% yang memenuhi nilai parameter *marshall* pada spesifikasi bina marga tahun 2010.

Kata kunci : Laston Lapis Aus (AC-WC), Gradasi, *Marshall*.

## DAFTAR ISI

### LEMBARAN PENGESAHAN

### MOTTO

|                                   |      |
|-----------------------------------|------|
| KATA PENGANTAR .....              | i    |
| ABSTRAKSI .....                   | ii   |
| DAFTAR ISI .....                  | iii  |
| DAFTAR TABEL .....                | iv   |
| DAFTAR GAMBAR .....               | vii  |
| DAFTAR SINGKATAN DAN NOTASI ..... | viii |

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| BAB I PENDAHULUAN .....   | I-1 |
| 1.1 Latar Belakang .....  | I-1 |
| 1.2 Rumusan Masalah ..... | I-2 |
| 1.3 Tujuan .....          | I-3 |
| 1.4 Manfaat .....         | I-3 |
| 1.5 Batasan Masalah ..... | I-3 |

|                                                   |      |
|---------------------------------------------------|------|
| BAB II LANDASAN TEORI .....                       | II-1 |
| 2.1 Metode <i>Marshall</i>                        |      |
| 2.1.1 Parameter – Parameter <i>Marshall</i> ..... | II-1 |
| 2.2 Lapisan Aspal Beton ( LASTON ) .....          | II-3 |
| 2.3 Komponen Campuran Laston (AC-WC) .....        | II-5 |
| 2.3.1 Agregat Kasar .....                         | II-5 |
| 2.3.2 Agregat Halus .....                         | II-6 |
| 2.3.3 Bahan Pengisi ( <i>Filler</i> ) .....       | II-7 |
| 2.3.4 Aspal .....                                 | II-7 |



|       |                                                                  |       |
|-------|------------------------------------------------------------------|-------|
| 2.4   | Gradasi Agregat.....                                             | II-9  |
| 2.4.1 | Variasi Gradasi .....                                            | II-10 |
| 2.5   | Penggabungan Agregat.....                                        | II-11 |
| 2.6   | Beton Aspal Campuran Panas.....                                  | II-12 |
| 2.6.1 | Persyaratan Campuran Beraspal Laston .....                       | II-13 |
| 2.6.2 | Komposisi Campuran Beraspal Laston.....                          | II-13 |
| 2.6.3 | Formula Campuran Rencana ( <i>FCR</i> ) .....                    | II-13 |
| 2.6.4 | Pembuatan Benda Uji .....                                        | II-14 |
| 2.7   | Karakteristik Campuran Aspal Beton .....                         | II-16 |
| 2.7.1 | Stabilitas.....                                                  | II-16 |
| 2.7.2 | Keawetan ( <i>Durabilitas</i> ) .....                            | II-17 |
| 2.7.3 | Kelenturan ( <i>Fleksibilitas</i> ).....                         | II-17 |
| 2.7.4 | Ketahanan Terhadap Kelelahan ( <i>Fatigue Resistance</i> ) ..... | II-17 |
| 2.7.5 | Kekesatan / Tahanan Geser ( <i>Skid Resistance</i> ) .....       | II-17 |
| 2.7.6 | Kedap Air ( <i>Impermeabilitas</i> ) .....                       | II-18 |
| 2.7.7 | Mudah Dilaksanakan ( <i>Workability</i> ) .....                  | II-18 |
| 2.8   | Rumus – Rumus Untuk Menghitung Campuran Aspal Panas .....        | II-24 |
| 2.9   | Standar Rujukan.....                                             | II-2  |

### **BAB III METODE PENELITIAN .....** III-1

|         |                                |       |
|---------|--------------------------------|-------|
| 3.1     | Data.....                      | III-1 |
| 3.1.1   | Jenis Data .....               | III-1 |
| 3.1.2   | Sumber Data .....              | III-1 |
| 3.1.3   | Jumlah Data .....              | III-1 |
| 3.1.4   | Cara Pengambilan Data.....     | III-3 |
| 3.1.5   | Waktu Pengambilan Data .....   | III-3 |
| 3.2     | Prosedur Pengolahan Data ..... | III-4 |
| 3.2.1   | Diagram Alir Penelitian .....  | III-4 |
| 3.2.2   | Penjelasan Diagram Alir .....  | III-5 |
| 3.2.2.1 | Pekerjaan Persiapan .....      | III-5 |
| 3.2.2.2 | Pemeriksaan Material.....      | III-5 |

|         |                                                                                                       |       |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 3.2.2.3 | Rancangan Campuran AC – WC dengan Enam Variasi<br>Kadar Aspal Agregat Bergradasi Kasar dan Halus..... | III-6 |
| 3.2.2.4 | Pengujian Marshall .....                                                                              | III-6 |
| 3.2.2.5 | Kadar Aspal Optimum.....                                                                              | III-6 |
| 3.2.2.6 | Analisa dan Evaluasi Terhadap Parameter <i>Marshall</i> .....                                         | III-6 |
| 3.2.2.7 | Kesimpulan dan Saran .....                                                                            | III-6 |

#### **BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN..... IV-1**

|         |                                                                                                           |       |
|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 4.1     | Pengambilan Data .....                                                                                    | IV-1  |
| 4.1.1   | Kronologis Pengambilan Data .....                                                                         | IV-1  |
| 4.1.2   | Data.....                                                                                                 | IV-1  |
| 4.2     | Analisa Data .....                                                                                        | IV-1  |
| 4.2.1   | Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat .....                                                      | IV-1  |
| 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  |
| 4.2.1.3 | Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar .....                                                            | IV-4  |
| 4.2.1.4 | Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus .....                                                            | IV-5  |
| 4.2.1.5 | Pengujian Analisa Saringan <i>Filler</i> .....                                                            | IV-6  |
| 4.2.2   | Pengujian Keausan Agregat Kasar (Abrasi) .....                                                            | IV-7  |
| 4.2.3   | Rancangan Proporsi Agregat Gabungan .....                                                                 | IV-7  |
| 4.2.4   | Formula Campuran Rencana (Pb) = Kadar Aspal Rencana .....                                                 | IV-9  |
| 4.2.5   | Hasil Pengujian Benda Uji AC – WC dengan Alat <i>Marshall</i><br>Sesuai Spesifikasi Bina Marga 2010 ..... | IV-11 |
| 4.3     | Pembahasan .....                                                                                          | IV-12 |
| 4.3.1   | Hubungan Parameter <i>Marshall</i> dan Kadar aspal Perkiraan .....                                        | IV-12 |
| 4.3.1.1 | Hubungan Antara Stabilitas dan Kadar Aspal.....                                                           | IV-12 |
| 4.3.1.2 | Hubungan Antara Kelelehan ( <i>Flow</i> ) dan Kadar Aspal.....                                            | IV-14 |
| 4.3.1.3 | Hubungan Antara Hasil Bagi Marshall ( <i>MQ</i> ) dan<br>Kadar Aspal .....                                | IV-15 |
| 4.3.1.4 | Hubungan Antara <i>Void In Mix (VIM)</i> dan Kadar Aspal .....                                            | II-15 |
| 4.3.1.5 | Hubungan Antara <i>Void In the Mineral Aggregate (VMA)</i>                                                |       |

|                                        |                                                                                                                                                                             |            |
|----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
|                                        | dan Kadar Aspal .....                                                                                                                                                       | IV-17      |
| 4.3.1.6                                | Hubungan Antara Void Filled with Aspal ( <i>VFA</i> ) dan Kadar Aspal .....                                                                                                 | IV-18      |
| 4.3.1.7                                | Hubungan Kepadatan dan Kadar Aspal .....                                                                                                                                    | IV-18      |
| 4.3.1.8                                | Rangkuman Hasil Pengujian Proporsi Campuran dengan KAO .....                                                                                                                | IV-20      |
| 4.3.2                                  | Hasil Pengujian Benda Uji AC – WC Pada Kondisi KAO dengan Variasi Gradasi Agregat Halus dan Agregat Kasar Menggunakan Alat Marshall Sesuai Spesifikasi Bina Marga 2010..... | IV-21      |
| 4.3.2.1                                | Hubungan Stabilitas dengan Variasi Agregat Kasar dan Agregat Halus.....                                                                                                     | IV-23      |
| 4.3.2.2                                | Hubungan <i>Flow</i> dengan Variasi Agregat Kasar dan Agregat Halus.....                                                                                                    | IV-24      |
| 4.3.2.3                                | Hubungan Kepadatan dengan Variasi Agregat Kasar dan Agregat Halus.....                                                                                                      | IV-25      |
| 4.3.2.4                                | Hubungan <i>MQ</i> dengan Variasi Agregat Kasar dan Agregat Halus.....                                                                                                      | IV-26      |
| 4.3.2.5                                | Hubungan <i>VMA</i> dengan Variasi Agregat Kasar dan Agregat Halus.....                                                                                                     | IV-27      |
| 4.3.2.6                                | Hubungan <i>VIM</i> dengan Variasi Agregat Kasar dan Agregat Halus.....                                                                                                     | IV-28      |
| 4.3.2.7                                | Hubungan <i>VFA</i> dengan Variasi Agregat Kasar dan Agregat Halus.....                                                                                                     | IV-29      |
| <b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b> |                                                                                                                                                                             | <b>V-1</b> |
| 5.1                                    | Kesimpulan.....                                                                                                                                                             | V-1        |
| 5.2                                    | Saran .....                                                                                                                                                                 | V-2        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA</b>                  |                                                                                                                                                                             |            |
| <b>LAMPIRAN</b>                        |                                                                                                                                                                             |            |

## DAFTAR TABEL

|                                                                                        |       |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Tabel 2.1. Gradasi Agregat Kasar .....                                                 | II-6  |
| Tabel 2.2. Ketentuan Agregat Halus.....                                                | II-7  |
| Tabel 2.3. Ketentuan-ketentuan untuk Aspal Keras .....                                 | II-8  |
| Tabel 2.4. Sifat-sifat Gradasi .....                                                   | II-10 |
| Tabel 2.5 Gradasi Agregat gabungan untuk Campuran Aspal .....                          | II-12 |
| Tabel 2.6. Ketentuan Sifat-sifat Campuran Laston (AC) .....                            | II-15 |
| Tabel 3.1. Jumlah benda uji untuk pengujian <i>marshall</i> .....                      | III-2 |
| Tabel 3.2. Variasi Agregat Kasar dan Agregat Halus .....                               | III-3 |
| Tabel 4.1. Hasil Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Batu Pecah $\frac{3}{4}$ " ..... | IV-2  |
| Tabel 4.2. Pengujian Berta Jenis dan Penyerapan Batu Pecah $\frac{1}{2}$ " .....       | IV-2  |
| Tabel 4.3. Hasil Pengujian Berat Jenis Penyerapan Abu Batu .....                       | IV-3  |
| Tabel 4.4. Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Pasir .....                      | IV-4  |
| Tabel 4.5. Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar .....                              | IV-4  |
| Tabel 4.6. Pengujian Analisa Saringan Agregat Sedang .....                             | IV-5  |
| Tabel 4.7. Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus .....                        | IV-5  |
| Tabel 4.8. Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus .....                        | IV-6  |
| Tabel 4.9. Pengujian Analisa Saringan <i>Filler</i> .....                              | IV-6  |
| Tabel 4.10. Pengujian Abrasi .....                                                     | IV-7  |
| Tabel 4.11. Hasil Perhitungan Gradasi Agregat Gabungan 2014 .....                      | IV-8  |
| Tabel 4.12. Formula Campuran Rencana .....                                             | IV-11 |
| Tabel 4.13. Rangkuman Hasil Pengujian <i>Marshall</i> .....                            | IV-12 |
| Tabel 4.14. Hubungan Kadar Aspal dengan Stabilitas.....                                | IV-13 |
| Tabel 4.15. Hubungan <i>Flow</i> dengan Kadar Aspal .....                              | IV-14 |
| Tabel 4.16. Hubungan <i>MQ</i> dengan Kadar Aspal .....                                | IV-15 |
| Tabel 4.17. Hubungan <i>VIM</i> dengan Kadar Aspal.....                                | IV-16 |
| Tabel 4.18. Hubungan <i>VMA</i> dengan Kadar Aspal .....                               | IV-17 |

|                                                                                                                      |       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Tabel 4.19. Hubungan <i>VFA</i> dengan Kadar Aspal .....                                                             | IV-18 |
| Tabel 4.20. Hubungan Kepadatan dengan Kadar Aspal .....                                                              | IV-18 |
| Tabel 4.21. Nilai Parameter <i>Marshall</i> yang dicapai pada Pengujian.....                                         | IV-20 |
| Tabel 4.22. Rangkuman Hasil Uji Campuran .....                                                                       | IV-21 |
| Tabel 4.23. Rangkuman Hasil Uji Campuran Total .....                                                                 | IV-21 |
| Tabel 4.24. Formula Campuran pada kondisi KAO (gradasi halus) .....                                                  | IV-22 |
| Tabel 4.25. Formula Campuran pada kondisi KAO (gradasi kasar) .....                                                  | IV-22 |
| Tabel 4.26. Rangkuman Hasil Pengujian <i>Marshall</i> pada kondisi KAO (6,00).....                                   | IV-23 |
| Tabel 5.1. Nilai Parameter <i>Marshall</i> yang dicapai pada pengujian.....                                          | V-1   |
| Tabel 5.1. Nilai Parameter <i>Marshall</i> yang dicapai pada pengujian variasi agregat kasar dan agregat halus ..... | V-1   |

## DAFTAR GAMBAR

|                                                                                                      |       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Gambar 2.1. Alat <i>Marshall</i> .....                                                               | II-1  |
| Gambar 2.2. Skema Volume Beton Aspal .....                                                           | II-3  |
| Gambar 2.3. Potongan Lapisan Perkerasan Jalan Raya .....                                             | II-4  |
| Gambar 2.4. Ilustrasi Rentang Ukuran Pada Berbagai Gradasi .....                                     | II-10 |
| Gambar 2.5. Grafik Gradasi Campuran .....                                                            | II-11 |
| Gambar 3.1. Diagram Alir Rancangan Penelitian .....                                                  | III-4 |
| Gambar 4.1. Grafik Gradasi Gabungan .....                                                            | IV-9  |
| Gambar 4.2. Grafik Hubungan Stabilitas dengan Kadar Aspal .....                                      | IV-13 |
| Gambar 4.3. Grafik Hubungan <i>Flow</i> dengan Kadar Aspal .....                                     | IV-14 |
| Gambar 4.4. Grafik Hubungan <i>MQ</i> dengan Kadar Aspal .....                                       | IV-15 |
| Gambar 4.5. Grafik Hubungan <i>VIM</i> dengan Kadar Aspal .....                                      | IV-16 |
| Gambar 4.6. Grafik Hubungan <i>VMA</i> dengan Kadar Aspal .....                                      | IV-17 |
| Gambar 4.7. Grafik Hubungan <i>VFA</i> dengan Kadar Aspal .....                                      | IV-18 |
| Gambar 4.8. Grafik Hubungan Kepadatan dengan Kadar Aspal .....                                       | IV-19 |
| Gambar 4.9. Diagram Batang Kadar Aspal Optimum.....                                                  | IV-20 |
| Gambar 4.10. Grafik Batang hubungan stabilitas dengan variasi agregat kasar dan agregat halus .....  | IV-23 |
| Gambar 4.11. Grafik Batang hubungan <i>Flow</i> dengan variasi agregat kasar dan agregat halus ..... | IV-24 |
| Gambar 4.12. Grafik Batang hubungan Kepadatan dengan variasi agregat kasar dan agregat halus .....   | IV-25 |
| Gambar 4.13. Grafik Batang hubungan <i>MQ</i> dengan variasi agregat kasar dan agregat halus ..      | IV-26 |
| Gambar 4.14. Grafik Batang hubungan <i>VMA</i> dengan variasi agregat kasar dan agregat halus ..     | IV-27 |
| Gambar 4.15. Grafik Batang hubungan <i>VIM</i> dengan variasi agregat kasar dan agregat halus..      | IV-28 |
| Gambar 4.15. Grafik Batang hubungan <i>VFA</i> dengan variasi agregat kasar dan agregat halus..      | IV-29 |



## DAFTAR GAMBAR

|                                                                                                     |       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Gambar 2.1. Alat <i>Marshall</i> .....                                                              | II-1  |
| Gambar 2.2. Skema Volume Beton Aspal .....                                                          | II-3  |
| Gambar 2.3. Potongan Lapisan Perkerasan Jalan Raya .....                                            | II-4  |
| Gambar 2.4. Ilustrasi Rentang Ukuran Pada Berbagai Gradasi .....                                    | II-10 |
| Gambar 2.5. Grafik Gradasi Campuran .....                                                           | II-11 |
| Gambar 3.1. Diagram Alir Rancangan Penelitian .....                                                 | III-4 |
| Gambar 4.1. Grafik Gradasi Gabungan .....                                                           | IV-9  |
| Gambar 4.2. Grafik Hubungan Stabilitas dengan Kadar Aspal .....                                     | IV-13 |
| Gambar 4.3. Grafik Hubungan <i>Flow</i> dengan Kadar Aspal .....                                    | IV-14 |
| Gambar 4.4. Grafik Hubungan <i>MQ</i> dengan Kadar Aspal .....                                      | IV-15 |
| Gambar 4.5. Grafik Hubungan <i>VIM</i> dengan Kadar Aspal .....                                     | IV-16 |
| Gambar 4.6 Grafik Hubungan <i>VMA</i> dengan Kadar Aspal .....                                      | IV-17 |
| Gambar 4.7. Grafik Hubungan <i>VFA</i> dengan Kadar Aspal .....                                     | IV-18 |
| Gambar 4.8. Grafik Hubungan Kepadatan dengan Kadar Aspal .....                                      | IV-19 |
| Gambar 4.9. Diagram Batang Kadar Aspal Optimum.....                                                 | IV-20 |
| Gambar 4.10. Grafik Batang hubungan stabilitas dengan variasi agregat kasar dan agregat halus ..... | IV-23 |
| Gambar 4.11. Grafik Batang hubungan <i>Flow</i> dengan variasi agregat kasar dan agregat halus      | IV-24 |
| Gambar 4.12. Grafik Batang hubungan Kepadatan dengan variasi agregat kasar dan agregat halus .....  | IV-25 |
| Gambar 4.13. Grafik Batang hubungan <i>MQ</i> dengan variasi agregat kasar dan agregat halus ..     | IV-26 |
| Gambar 4.14. Grafik Batang hubungan <i>VMA</i> dengan variasi agregat kasar dan agregat halus       | IV-27 |
| Gambar 4.15. Grafik Batang hubungan <i>VIM</i> dengan variasi agregat kasar dan agregat halus..     | IV-28 |
| Gambar 4.15. Grafik Batang hubungan <i>VFA</i> dengan variasi agregat kasar dan agregat halus..     | IV-29 |