

**PEMANFAATAN LIMBAH BETON SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT  
KASAR PADA CAMPURAN ASPHALT CONCRETE-WEARING COURSE  
GRADASI KASAR**

**Tugas Akhir**

untuk memenuhi sebagian persyaratan  
mencapai derajat sarjana S-1 Teknik Sipil



diajukan oleh :

**Arys Andhikatama  
NIM : D 100 090 023**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA  
2013**

## LEMBAR PENGESAHAN

### PEMANFAATAN LIMBAH BETON SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT KASAR PADA CAMPURAN ASPHALT CONCRETE-WEARING COURSE GRADASI KASAR

#### Tugas Akhir

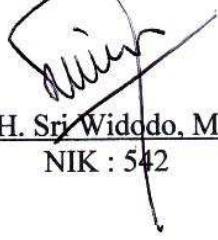
Diajukan dan dipertahankan pada Ujian Pendadar  
TugasAkhir di hadapan Dewan Penguji  
Pada Tanggal, 11 November 2013

diajukan oleh :

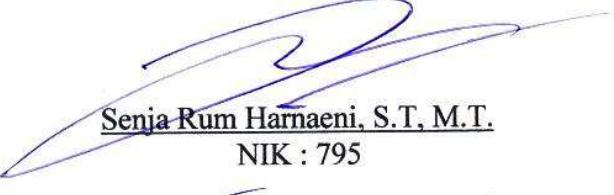
**ARYS ANDHIKATAMA**  
**NIM : D100 090 023**

Susunan Dewan Penguji :

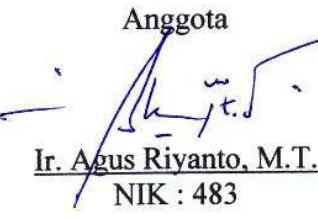
Pembimbing utama

  
Ir. H. Sri Widodo, M.T.  
NIK : 542

Pembimbing pendamping

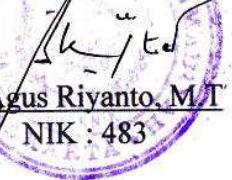
  
Senja Rum Harnaeni, S.T, M.T.  
NIK : 795

Anggota

  
Ir. Agus Riyanto, M.T.  
NIK : 483

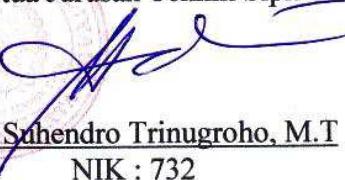
Dekan Fakultas Teknik



  
Ir. Agus Riyanto, M.T.  
NIK : 483

Ketua Jurusan Teknik Sipil



  
Ir. H. Suhendro Trinugroho, M.T  
NIK : 732

## **PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Arys Andhikatama

Nim : D100 090 023

Fak. / Jurusan : Teknik Sipil

Judul TA : **PEMANFAATAN LIMBAH BETON SEBAGAI  
PENGGANTI AGREGAT KASAR PADA CAMPURAN  
ASPHALT CONCRETE-WEARING COURSE GRADASI  
KASAR**

Menyatakan bahwa Tugas Akhir/Skripsi yang saya buat dan serahkan ini, merupakan hasil karya sendiri, kecuali kutipan – kutipan dan ringkasan – ringkasan yang sudah saya jelaskan di mana sumbernya. Apabila dikemudian hari dan atau dapat dibuktikan skripsi saya ini jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan yang telah dibuat.

Surakarta, 22 November 2013

Yang Membuat Pernyataan



( Arys Andhikatama )

## MOTTO

*“Demí masa, Sungguh, manusia berada dalam kerugian,  
kecuali orang-orang yang beriman dan mengerjakan  
kebaikan serta saling menasihati untuk kebenaran dan  
saling menasihati untuk kesabaran”*

*(AL-‘ASR: 1-3)*

*Seseorang yang tidak mengakui diri mereka sendiri akan  
jatuh dalam kegagalan*  
*(Uchíha Itachi)*

*Jika kita tidak mencoba, kita tidak akan pernah menemukan  
apa-apa*

*(Anoním)*

*Mawas diri bukan berarti menyerah, tetapi benteng dari  
kesombongan*

*(Penulis)*

## ***PERSEMBAHAN***

*Skripsi ini saya persembahkan untuk :*

- *Ibu dan Bapakku tercinta, yang tak henti-hentinya memberikan semangat dan doanya untukku, terima kasih atas semuanya.*
- *Kakak saya Fentri dan adik saya Ogi,*
- *Suci Zulnikasari, Thanks for the SUPPORT and the SPIRIT who I have not.*
- *Seluruh Teman-teman yang telah membantu praktikum di lab. (Mamen, Bandi, Argo, Juli, Angga, Yudha) dan seluruh angkatan 2009 yang tidak bisa saya sebutkan satu per satu.*
- *Teman-teman asissten laboratorium teknik sipil UMS*

## **PRAKATA**

Assalamualaikum Warohmatullahi Wabarakatuh

Puji syukur kami panjatkan kehadirat ALLAH Subhanahu wa Ta'ala yang telah melimpahkan segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan dan menyusun laporan Tugas Akhir berupa Penelitian Laboratorium dengan judul : Pemanfaatan Limbah Beton Sebagai Pengganti Agregat Kasar Pada Campuran Asphalt Concrete Wearing Course (AC – WC) Gradasi Kasar.

Tugas Akhir ini merupakan salah syarat yang harus ditempuh oleh mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta sebagai syarat untuk mencapai derajat kesarjanaan.

Penyusun Tugas Akhir ini didasarkan dari pelaksanaan penelitian di Laboratorium Universitas Muhammadiyah Surakarta dengan bimbingan dari teknisi laboratorium serta bimbingan dosen pembimbing, oleh karenanya dalam kesempatan ini penyusun mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Ir. Agus Riyanto SR, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Bapak Ir. Suhendro Trinugroho, M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta.
3. Bapak Basuki, S.T., M.T., selaku Sekretaris Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta.
4. Bapak Ir. H. Sri Widodo, M.T., selaku Dosen Pembimbing I.
5. Ibu Senja Rum Harnaeni, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II dan Pembimbing akademik.
6. Pimpinan dan staf Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta.
7. Ibu dan Ayah tercinta yang telah memberikan nasehat dan bantuan segalanya.
8. Semua pihak yang telah membantu terselesainya penyusunan laporan Tugas Akhir ini.

Akhirnya penyusun menyadari bahwa akhirnya tidak ada sesuatu yang sempurna, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangatlah diharapkan demi kesempurnaan laporan Tugas Akhir ini.

Harapan penyusun, semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi seluruh para pembaca yang budiman.

Wassalamualaikum Warohmatullahi Wabarakatuh

Surakarta, November 2013

Penyusun

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>	ii
<b>PERNYATAAN .....</b>	iii
<b>MOTTO .....</b>	v
<b>PERSEMBAHAN .....</b>	vi
<b>PRAKATA .....</b>	x
<b>DAFTAR ISI .....</b>	xi
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	xiii
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	xv
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	xvii
<b>DAFTAR SINGKATAN DAN NOTASI.....</b>	xviii
<b>ABSTRAKSI .....</b>	xix
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	1
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah .....	2
C. Tujuan Penelitian.....	2
D. Manfaat Penelitian .....	2
E. Batasan Masalah.....	2
F. Keaslian Tugas Akhir .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	5
A. Perkerasan Lentur .....	5
B. Beton Aspal Campuran Panas .....	6
C. Campuran AC-WC Gradasi Kasar .....	8
D. Aspal .....	9
E. Agregat .....	10
F. Beton.....	13
G. Limbah Beton .....	14

<b>BAB III LANDASAN TEORI .....</b>	15
A. Karakteristik Limbah Beton Sebagai Pengganti Agregat Kasar .	16
B. Sifat-sifat Marshall .....	16
C. Penentuan Kadar Limbah Beton Optimum.....	21
 <b>BAB IV METODE PENELITIAN .....</b>	 22
A. Umum.....	22
B. Bahan .....	22
1. Agregat.....	22
2. Aspal .....	23
3. Limbah Beton.....	24
C. Peralatan.....	25
1. Peralatan untuk pemeriksaan mutu agregat kasar .....	25
a). Satu set alat pemeriksaan keausan agregat.....	25
b). Satu set alat pemeriksaan berat jenis agregat kasar .....	26
2. Peralatan untuk pemeriksaan mutu agregat halus .....	26
a). Satu set alat pemeriksaan Sand Equivalent .....	26
b). Satu set alat pemeriksaan berat jenis agregat halus .....	27
3. Satu set ayakan agregat kasar dan halus .....	27
4. Peralatan untuk pemeriksaan mutu aspal.....	28
a). Satu set peralatan pemeriksaan penetrasi aspal .....	28
b). Satu set peralatan pemeriksaan titik lembek aspal .....	28
c). Satu set peralatan pemeriksaan berat jenis aspal .....	29
d). Satu set peralatan pemeriksaan daktilitas aspal.....	30
e). Satu set peralatan pemeriksaan titik nyala aspal .....	30
5. Peralatan untuk pencampuran dan pematatan benda uji .....	31
a). Satu set peralatan pencampuran aspal dan agregat.....	31
b). Satu set peralatan pematatan benda uji .....	31
6. Peralatan untuk pengujian campuran.....	32
a). Satu set peralatan uji Marshall Test.....	32

D. Tahapan Penelitian .....	33
1. Tahap I : Persiapan alat dan material yang akan digunakan ...	33
2. Tahap II : Pengujian material.....	33
a. Pemeriksaan agregat kasar .....	33
1). Tes abrasi Los Angeles.....	33
2). Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan.....	33
3). Pemeriksaan kelekatan terhadap aspal .....	34
b. Pemeriksaan agregat halus .....	34
1). Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan.....	34
2). Sand Equivalent .....	35
c. Pemeriksaan agregat kasar limbah beton .....	36
d. Pemeriksaan Aspal .....	36
1). Penetrasi aspal.....	36
2). Titik lembek.....	37
3). Titik nyala dan titik bakar.....	38
4). Daktilitas.....	39
5). Berat jenis .....	40
3. Tahap III : Pembuatan benda uji dengan variasi kadar aspal..	41
a. Komposisi campuran.....	41
b. Pembuatan benda uji .....	42
c. Marshall Test .....	42
4. Tahap IV : Rencana campuran dengan agregat kasar limbah beton.....	43
5. Tahap V : Pembuatan benda uji dengan limbah beton .....	43
6. TahapVI : Analisis data dari hasil pengujian .....	44
E. Rencana Benda Uji .....	47
<b>BAB V HASIL PENELITIAN.....</b>	48
A. Hasil Pemeriksaan Mutu Bahan.....	48
1. Pemeriksaan Agregat Mutu Agregat .....	48
2. Pemeriksaan Agregat Mutu Aspal.....	49

B. Pemeriksaan Mutu Agregat Kasar Limbah Beton.....	49
C. Kadar Aspal Optimum.....	50
1. Analisis data.....	50
2. Hasil Pengujian Benda Uji.....	51
3. Menentukan Kadar Aspal Optimum.....	51
a. Hubungan antara kadar aspal dengan nilai stabilitas .....	52
b. Hubungan antara kadar aspal dengan nilai flow .....	52
c. Hubungan antara kadar aspal dengan nilai MQ .....	53
d. Hubungan antara kadar aspal dengan nilai VMA .....	53
e. Hubungan antara kadar aspal dengan nilai VFWA.....	54
f. Hubungan antara kadar aspal dengan nilai VIM .....	54
D. Limbah Beton Optimum.....	56
1. Analisis data.....	56
2. Hasil Pengujian Marshall Benda Uji .....	56
3. Penentuan Limbah Beton Optimum .....	57
a. Hubungan variasi limbah beton dengan nilai stabilitas.....	57
b. Hubungan variasi limbah beton dengan nilai flow .....	58
c. Hubungan variasi limbah beton dengan nilai MQ .....	59
d. Hubungan variasi limbah beton dengan nilai VMA .....	60
e. Hubungan variasi limbah beton dengan nilai VFWA .....	61
f. Hubungan variasi limbah beton dengan nilai VIM .....	61
<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>64</b>
A. Kesimpulan .....	64
B. Saran .....	64

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

## **DAFTAR TABEL**

Tabel I.1. Perbandingan penelitian sejenis dengan penelitian yang diajukan ..	4
Tabel II.1. Ketentuan sifat – sifat campuran AC-WC gradasi kasar .....	8
Tabel II.2. Ketentuan untuk aspal keras.....	9
Tabel II.3. Ketentuan agregat kasar.....	10
Tabel II.4. Ketentuan agregat halus .....	11
Tabel II.5. Gradasi agregat gabungan campuran AC-WC gradasi kasar .....	13
Tabel III.1.Ketentuan Agregat Kasar.....	15
Tabel III.2. Angka korelasi stabilitas .....	20
Tabel IV.1.Komposisi campuran agregat.....	41
Tabel IV.2. Komposisi campuran agregat baru dengan agregat limbah beton	43
Tabel IV.3. Jumlah benda uji untuk mencari kadar aspal optimum .....	47
Tabel IV.4. Jumlah benda uji untuk penelitian.....	47
Tabel V.1. Hasil pemeriksaan agregat kasar .....	48
Tabel V.2. Hasil pemeriksaan agregat halus .....	48
Tabel V.3. Hasil pemeriksaan aspal.....	49
Tabel V.4. Hasil pemeriksaan mutu agregat kasar limbah beton .....	49
Tabel V.5. Hasil pemeriksaan keausan agregat campuran.....	50
Tabel V.6. Hasil pembacaan dial pada benda uji penentuan KAO .....	50
Tabel V.7. Hasil pengujian benda uji.....	51
Tabel V.8. Hasil pembacaan dial pada benda uji .....	56
Tabel V.9. Hasil marshall test campuran dengan limbah beton.....	57

## **DAFTAR GAMBAR**

Gambar II.1. Komponen-komponen perkerasan lentur .....	5
Gambar III.1. Skematis berbagai jenis volume beton aspal.....	16
Gambar IV.1 Agregat Kasar.....	23
Gambar IV.2 Agregat Halus.....	23
Gambar IV.3 Aspal .....	24
Gambar IV.4 Limbah Beton.....	24
Gambar IV.5 Peralatan untuk pengujian keausan agregat kasar .....	25
Gambar IV.6 Peralatan pengujian berat jenis agregat kasar .....	26
Gambar IV.7 Peralatan pengujian sand equivalent .....	26
Gambar IV.8 Peralatan pengujian berat jenis agregat halus .....	27
Gambar IV.9 Peralatan pengujian analisa saringan .....	28
Gambar IV.10 Peralatan pengujian penetrasi aspal .....	28
Gambar IV.11 Peralatan pengujian titik lembek aspal .....	29
Gambar IV. 12 Peralatan pengujian berat jenis aspal .....	29
Gambar IV.13 Peralatan pemeriksaan daktilitas aspal .....	30
Gambar IV.14 Peralatan pemeriksaan titik nyala dan titik bakar aspal .....	30
Gambar IV.15 Peralatan pencampuran aspal dan agregat .....	31
Gambar IV.16 Peralatan pemadatan benda uji .....	32
Gambar IV.17 Peralatan pengujian benda uji .....	32
Gambar IV.18 Bagan alir penelitian .....	46
Gambar V.1 Hubungan antara kadar aspal dengan nilai stabilitas .....	52
Gambar V.2 Hubungan antara kadar aspal dengan nilai flow.....	52
Gambar V.3 Hubungan antara kadar aspal dengan nilai Marshall Quotient ...	53
Gambar V.4 Hubungan antara kadar aspal dengan nilai VMA.....	53
Gambar V.5 Hubungan antara kadar aspal dengan nilai VFWA .....	54
Gambar V.6 Hubungan antara kadar aspal dengan nilai VIM .....	54
Gambar V.7 Kadar Aspal Optimum .....	55
Gambar V.8 Hubungan kadar limbah beton dengan stabilitas .....	58
Gambar V.9 Hubungan kadar limbah beton dengan flow.....	59
Gambar V.10 Hubungan kadar limbah beton dengan Marshall Quotient .....	60

Gambar V.11 Hubungan kadar limbah beton dengan VMA.....	60
Gambar V.12 Hubungan kadar limbah beton dengan VFWA .....	61
Gambar V.13 Hubungan kadar limbah beton dengan VIM .....	62
Gambar V.14 Limbah beton optimum .....	63

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran I Hasil Pemeriksaan Aspal

Lampiran I.1. Pemeriksaan penetrasi

Lampiran I.2. Pemeriksaan titik lembek

Lampiran I.3. Pemeriksaan berat jenis aspal

Lampiran I.4. Pemeriksaan daktilitas aspal

Lampiran I.5. Pemeriksaan titik nyala dan titik bakar aspal

Lampiran II Hasil Pemeriksaan Agregat

Lampiran II.1. Pemeriksaan keausan agregat

Lampiran II.2. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat kasar

Lampiran II.3. Pemeriksaan kelekatan agregat terhadap aspal

Lampiran II.4. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat halus

Lampiran II.5. Pemeriksaan sand equivalent

Lampiran II.6 Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan limbah beton

Lampiran II.7 Pemeriksaan keausan limbah beton

Lampiran III Hasil Pemeriksaan Marshall Untuk KAO

Lampiran III.1 Hasil pengujian Marshall untuk kadar aspal optimum

Lampiran III.2 Rumus untuk perhitungan Marshall.

Lampiran III.3 Perhitungan marshall test pada kadar aspal 4,5%

Lampiran III.4 Perhitungan marshall test pada kadar aspal 5%

Lampiran III.5 Perhitungan marshall test pada kadar aspal 5,5%

Lampiran III.6 Perhitungan marshall test pada kadar aspal 6%

Lampiran III.7 Perhitungan marshall test pada kadar aspal 6,5%

Lampiran III.8 Perhitungan marshall test pada kadar aspal 7%

Lampiran IV Hasil Pengujian Marshall dengan Limbah Beton

Lampiran IV.1 Hasil Pemeriksaan Benda Uji dengan Variasi Limbah  
Beton

Lampiran IV.2 Perhitungan Berat Jenis Agregat Campuran

Lampiran IV.3 Perhitungan marshall test pada campuran Normal

Lampiran IV.4 Perhitungan marshall test pada variasi limbah beton 20%

Lampiran IV.5 Perhitungan marshall test pada variasi limbah beton 40%

Lampiran IV.6 Perhitungan marshall test pada variasi limbah beton 60%

Lampiran IV.7 Perhitungan marshall test pada variasi limbah beton 80%

Lampiran V Lembar Konsultasi

## **DAFTAR SINGKATAN DAN NOTASI**

a	= Kadar aspal terhadap total agregat (%)
A	= Luas tampang benda uji ( $\text{cm}^2$ )
AC	= Asphalt Concrete
AC – WC	= Asphalt Concrete Wearing Course
b	= Kadar aspal terhadap campuran agregat aspal (%)
BJ Agregat	= Berat jenis campuran agregat
BJ Aspal	= Berat jenis aspal
BK	= Berat benda uji AC-WC gradasi kasar kering oven (gram)
c	= Berat kering benda uji AC-WC gradasi kasar sebelum direndam (gram)
cc	= Centimeter Cubic
cm	= Centimeter
d	= Berat benda uji AC-WC gradasi kasar dalam keadaan SSD (gram)
e	= Berat benda uji AC-WC gradasi kasar di air (gram)
f	= Volume benda uji AC-WC gradasi kasar (cc)
g	= Berat volume benda uji AC-WC gradasi kasar (gr/cc)
gr	= Gram
$G_{mb}$	= Berat jenis bulk dari beton aspal (gram/cc)
$G_{mm}$	= Berat jenis maksimum dari beton aspal yg belum dipadatkan
$G_{sag}$	= Berat jenis agregat (gram/cc)
$G_{as}$	= Berat jenis aspal (gram/cc)
$G_{sb}$	= Berat jenis bulk dari agregat beton aspal (gram/cc)
h	= Tebal padat campuran AC-WC gradasi kasar pada agregat aspal (mm)
k	= Faktor kalibrasi alat
Kg	= Kilogram
Lbf	= Pound force

Pa	= Kadar aspal, % terhadap berat agregat
q	= Pembacaan nilai stabilitas pada dial alat Marshall
m	= Kadar rongga yang terisi aspal (%)
MQ	= Marshall Quotient (kg/mm)
MS	= Marshall Stability (kg)
S	= Stabilitas (Kg), perendaman 0,5 jam
SSD	= Saturated Surface Dry
VFWA	= Voids Filled With Asphalt
VIM	= Voids In The Mix
VMA	= Void in Mineral Aggregate
°C	= Derajat Celcius

**PEMANFAATAN LIMBAH BETON SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT KASAR PADA CAMPURAN ASPHALT CONCRETE-WEARING COURSE GRADASI KASAR**

**ABSTRAK**

Dalam pembuatan campuran beraspal membutuhkan agregat dalam jumlah banyak. Karena dalam struktur perkerasan 90-95% terdiri dari agregat. Salah satu material yang banyak digunakan adalah kerikil atau agregat kasar. Penggunaan kerikil yang terus menerus dalam jumlah yang besar tentu akan menimbulkan masalah lingkungan di sekitar daerah penambangan tersebut. Penggunaan bahan limbah untuk perkerasan jalan yang baru sudah banyak dilakukan. Salah satu bahan limbah yang akan dicoba untuk mengganti agregat baru pada penelitian ini yaitu limbah beton. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan variasi kadar aspal 4,5%, 5%, 5,5%, 6%, 6,5% dan 7% terhadap total berat agregat untuk menentukan kadar aspal optimum, sedangkan pada pembuatan campuran AC – WC gradasi kasar ini mengacu pada spesifikasi Bina Marga 2010. Setelah didapatkan nilai kadar aspal optimum, dibuat benda uji dengan variasi limbah beton 0%, 20%, 40%, 60%, 80% terhadap total agregat kasar. Kemudian dilakukan pengujian terhadap benda uji tersebut dengan metode marshall test sehingga didapat hasil karakteristik Marshall pada campuran tersebut. Berdasarkan hasil penelitian, penggunaan limbah beton sebagai agregat kasar berpengaruh pada nilai karakteristik Marshall pada campuran AC - WC gradasi kasar. Penyerapan limbah beton yang lebih besar menyebabkan aspal yang terserap agregat lebih besar dari pada saat campuran tanpa menggunakan limbah beton. Hal ini ditunjukkan dari perubahan masing-masing karakteristik marshall campuran AC-WC gradasi kasar pada kadar aspal 6,5%. Dari hasil analisa diperoleh nilai stabilitas, VMA, VIM dan Marshall Quotient mengalami kenaikan, sedangkan nilai flow dan VFWA mengalami penurunan seiring penambahan kadar limbah beton. Nilai stabilitas paling tinggi diperoleh pada kadar limbah beton 80% yaitu 1324,20kg, nilai VMA paling besar diperoleh pada kadar limbah beton 80% yaitu 21,36%, nilai VIM paling besar diperoleh pada kadar limbah beton 60% yaitu 8,64%, nilai Marshall Quotient paling besar diperoleh pada kadar limbah beton 80% yaitu 410,19kg/mm, nilai flow paling besar diperoleh pada kadar limbah beton 20% yaitu 3,82mm dan nilai VFWA paling besar diperoleh pada campuran normal yaitu 72,24%. Dari hasil analisa diperoleh kadar limbah beton sebesar 2,5%.

**Kata kunci :** Asphalt Concrete Wearing Course , Limbah beton, Karakteristik Marshall, Gradasi kasar.