

**PENGARUH PEMANFAATAN LIMBAH PECAHAN BETON SEBAGAI  
PENGANTI AGREGAT KASAR PADA PERKERASAN *ASPHALT*  
*CONCRETE – WEARING COURSE (AC – WC) GRADASI KASAR***



**TUGAS AKHIR**

**Oleh :**

**CESAR PARAMITA**

**112016200**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG  
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI SIPIL**

**2021**



**PENGARUH PEMANFAATAN LIMBAH PECAHAN BETON SEBAGAI  
PENGANTI AGREGAT KASAR PADA PERKERASAN *ASPHALT*  
*CONCRETE - WEARING COURSE (AC - WC) GRADASI KASAR***



**TUGAS AKHIR**

Oleh :

**CESAR PARAMITA**

**112016200**

**DISAHKAN OLEH:**

**Dekan Fakultas Teknik**

**Univ. Muhammadiyah Palembang**

**Dr. Ir. Kiagus. Ahmad Roni, M.T**

**Ketua Program Studi Teknik Sipil**

**Fakultas Teknik UM Palembang**

**Ir. Revisdah, M.T**



**PENGARUH PEMANFAATAN LIMBAH PECAHAN BETON SEBAGAI  
PENGANTI AGREGAT KASAR PADA PERKERASAN *ASPHALT*  
*CONCRETE - WEARING COURSE (AC - WC) GRADASI KASAR***



**TUGAS AKHIR**

**OLEH :**

**CESAR PARAMITA**

**112016200**

**DISETUJUI OLEH :**

**Pembimbing Tugas Akhir**

**Pembimbing I**

**Ir. A. Junaidi, M.T**

**NIDN : 0202026502**

**Pembimbing II**

**Ir. Hj. Nurnilam Oemiati, M.T**

**NIDN : 0220016004**



**LAPORAN TUGAS AKHIR**  
**PENGARUH PEMANFAATAN LIMBAH PECAHAN BETON SEBAGAI**  
**PENGGANTI AGREGAT KASAR PADA PERKERASAN ASPHALT**  
**CONCRETE – WEARING COURSE (AC – WC) GRADASI KASAR**


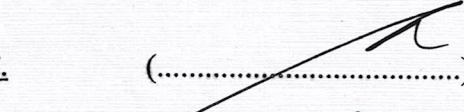
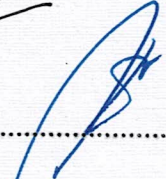
Dipersiapkan dan disusun oleh :

**Cesar Paramita**

NRP. 11 2016 200

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji Sidang Komprehensif  
Pada tanggal 08 April 2021

SUSUNAN DEWAN PENGUJI :

1. Ir. Revisdah, M.T. (.....)  
NIDN. 0231056403
  
2. Muhammad Arfan, S.T., M.T. (.....)  
NIDN. 0225037302
  
3. Ir. Noto Royan, M.T. (.....)  
NIDN. 0203126801

Laporan Tugas Akhir ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan  
untuk memperoleh gelar sarjana sipil (S.T)

Palembang, 19 April 2021  
Program Studi Teknik Sipil



Ir. Revisdah, M.T.  
NIDN. 0231056403

**MOTTO :**

*"Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan"  
(QS. Al-Insyirah: 5)*

*"Jagalah Sholatmu, karena ketika kau kehilangannya, kamu akan kehilangan yang lainnya"*

*"Kamu tidak bisa kembali dan mengubah awal saat kamu memulainya, tapi kamu bisa memulainya lagi dari dimana kamu berada sekarang dan ubah akhirnya"*

**PERSEMBAHAN :**

*Alhamdulillah, teriring kehadiran ALLAH SWT yang telah meridhoi, kupersembahkan karya kecilku ini untuk:*

- *ALLAH SWT yang selalu bersamaku dan mempermudah setiap langkahku untuk menjalani hidup, selalu memberikan rahmat, hidayah serta nikmat.*
- *Ayahku dan Ibuku (Ir.H. Ali Yusman, M.M., dan Helwati), terima kasih atas segala do'a, segala perjuangan, segala pengorbanan, cinta dan kasih sayang yang telah diberikan sehingga aku bisa sampai dititik ini.*
- *Terimakasih untuk seseorang (GG) yang selalu memberikan do'a, memberikan support system, membantu, dan menemaniku dalam penyusunan skripsiku.*

- *Keluarga besarku yang selalu memberikan do'a dan dukungan.*
- *Terimakasih untuk team sukses lab Ibnu Lutfi Anhari, S.T dan Rifky Rahardiansyah P, S.T,. sudah selalu meluangkan waktu untuk membantu skripsi ini.*
- *Terimakasih untuk sahabat seperjuanganku diakhir perkuliahan Ayu Agustina Saputri telah memberikan dukungan dan do'a.*
- *Sahabat dan teman-temanku dari sekolah dasar hingga sekolah menengah atas yang selalu memberi dukungan.*
- *Mermaid, terimakasih atas semua kenangan indah yang sangat membekas selama di perkuliahan.*
- *Almamaterku tercinta Universitas Muhammadiyah Palembang.*

## **PERNYATAAN**

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam tugas akhir yang saya susun dengan judul “**Pengaruh Pemanfaatan Limbah Pecahan Beton Sebagai Pengganti Agregat Kasar Pada Perkerasan *Asphalt Concrete – Wearing Course* (AC – WC Gradasi Kasar**” tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan disuatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis yang diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila pernyataan saya tidak benar, maka saya bersedia dikenakan sanksi – sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Palembang, April 2021

**CESAR PARAMITA**

**NRP.11 2016 200**

## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikumWr.Wb*

Puji dan syukur penulis hanturkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan dengan baik Tugas Akhir ini, dengan judul **“PENGARUH PEMANFAATAN LIMBAH PECAHAN BETON SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT KASAR PADA PERKERASAN *ASPHALT CONCRETE – WEARING COURSE (AC – WC) GRADASI KASAR*”**. Serta tidak lupa shalawat dan salam kepada Rasulullah SAW yang telah menjadi suri tauladan bagi kita semua.

Adapun tujuan dari pembuatan Tugas Akhir ini adalah sebagai salah satu persyaratan untuk menyelesaikan jenjang pendidikan Strata 1 pada Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Muhammadiyah Palembang.

Dalam penulisan Tugas Akhir ini penulis banyak mendapatkan bantuan yang sangat berharga, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini sesuai dengan waktu yg ditentukan. Pada kesempatan ini tak lupa penulis mengucapkan terima kasih yang teramat dalam kepada semua pihak yang telah membantu, membimbing, dan memberikan motivasi dalam penulisan Tugas Akhir ini terutama kepada:

1. Allah SWT atas segala rahmat, ridho dan karunia yang diberikan.
2. Bapak Ir. A. Junaidi, M.T., selaku Dosen Pembimbing I yang telah meluangkan waktu dan pemikirannya dalam membimbing penulis menyelesaikan tugas akhir ini.



3. Ibu Ir. Nurnilam Oemiati, M.T., selaku Dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktu dan pemikirannya dalam membimbing penulis menyelesaikan tugas akhir ini.

Dan tak lupa penulis ucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Abid Djazuli, SE., M.M., selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Palembang.
2. Bapak Dr. Ir. Kiagus Ahmad Roni, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah.
3. Ibu Ir. Revisdah, M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Palembang.
4. Seluruh Dosen Fakultas Teknik Program Studi Sipil Universitas Muhammadiyah Palembang yang telah membimbing dan memberikan ilmunya kepada penulis selama menempuh studi.
5. Seluruh Karyawan dan Staf Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang yang telah banyak membantu penulis selama bergabung bersama akademika Universitas Muhammadiyah Palembang.
6. Papa dan mama yang telah banyak membantu dan selalu memberikan dukungan baik moril maupun materil dalam pembuatan Tugas Akhir ini.
7. Seluruh mahasiswa/i fakultas teknik jurusan sipil terkhususnya Angkatan 2016 yang selalu mendukung dan mendo'akan dan memberikan perhatian dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
8. Semua pihak yang telah membantu dan penyemangat dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

Semoga amal dan budi baik kalian mendapat imbalan dari Allah SWT. Dalam Penulisan Laporan Akhir ini penulis menyadari bahwa pembahasan yang disajikan tidak lepas dari kekurangan. Oleh karena itu, penulis dengan senang hati menerima kritik dan saran yang bersifat membangun, demi memperbaiki dan menyempurnakan Tugas Akhir ini dari kekurangan dan kesalahan yang ada di masa mendatang.

Semoga Laporan Akhir ini bisa bermanfaat bagi pembaca ataupun bagi penulis sendiri. Demikian yang bisa penulis sampaikan.

*Wassalamu'Alaikum Wr. Wb*

Palembang, April 2021

**` Cesar Paramita**  
**NRP.11 2016 200**



## INTISARI

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. Meningkatnya pembangunan infrastruktur seperti gedung, jembatan, dan berbagai fasilitas publik lainnya yang banyak menggunakan bahan beton dapat mengakibatkan kerusakan lingkungan akibat limbah beton yang tidak dilakukan penanganan dengan serius. Untuk membatasi penggunaan agregat baru (*fresh aggregate*) dari alam ini sudah banyak dikembangkan teknologi daur ulang untuk perkerasan jalan. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh limbah beton sebagai pengganti agregat kasar pada campuran laston (AC – WC) untuk perkerasan jalan raya terhadap nilai karakteristik *marshall*.

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dan pengujian *marshall* dengan percobaan serta perbandingan sesuai dengan kadar variasi limbah beton sebagai pengganti agregat kasar 13% 14% 15% dan 16% dan variasi 5% 5,5% 6% 6,5% sesuai Spesifikasi Bina Marga Revisi 3 (2010). Kemudian dilakukan pengujian terhadap benda uji tersebut dengan metode *masrshall test* sehingga didapat hasil karakteristik *Masrshall* pada campuran tersebut.

Hasil yang didapat dari pengujian ini dihasilkan pengaruh nilai karakteristik *masrshall* dengan kadar aspal optimum 5,8% menggunakan limbah beton optimum 14% yang berpengaruh baik terhadap nilai karakteristik *masrshall*.

Kata Kunci : Lapisan Perkerasan *asphalt concrete – wearing course*, Limbah Beton Karakteristik *Marshall*, Gradasi Kasar

## **ABSTRACT**

*In the manufacture of asphalt mixture requires aggregate in large quantities. Because of the pavement structure consists of 90 – 95% aggregate. Of the one materials being used is gravel or coarse aggregate. Increased infrastructure development such as buildings, bridges, roads, and various other public facilities that use a lot of concrete materials can cause environmental damage due to concrete waste that is not taken seriously. To limit the use of new aggregates from the nature, many recycling technologies for road pavement have been developed. The purpose of this study was to determine the effect concrete waste as a substitute for coarse aggregate in the laston mixture (AC – WC) for road pavement on the characteristic value of Marshall.*

*This research uses marshall experimental and testing methods with experiments and comparisons according to the levels of concrete waste variations as a substitute for coarse aggregate of 13%, 14%, 15%, and 16% and variations in asphalt content of 5%, 5,5%, 6%, 6,5% according to the Bina Marga Specification (2010) revision 3.*

*The results obtained from this test produced the effect of marshall characteristics with an optimum asphalt content of 5,8% using optimum concrete waste 14% which has a good effect on the marshall characteristic.*

*Keywords : Pavement Layer asphalt concrete – wearing course, Waste Concrete, Marshall Characteristic, Coarse Gradation*



## **PRAKATA**

*Assalamu'Alaikum Wr. Wb*

Puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir dengan baik dan tepat pada waktunya

Tugas akhir dengan judul “**PENGARUH PEMANFAATAN LIMBAH PECAHAN BETON SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT KASAR PADA PERKERASAN *ASPHALT CONCRETE* – *WEARING COURSE* (AC – WC) GRADASI KASAR**” ini dibuat sebagai syarat mengikuti seminar hasil menempuh tugas akhir.

Penulis mengucapkan terimakasih bagi semua pihak yang telah membantu dalam penulisan tugas akhir ini. Penulis menyadari bahwa terdapat banyak kekurangan pada tugas akhir ini, baik dari bentuk penulisan maupun kelengkapan isi. Maka dari itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan tugas akhir ini.

*Wassalamu'Alaikum Wr. Wb.*

Palembang, April 2021

**Cesar Paramita**  
**NRP : 112016200**

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>TANDA PENGESAHAN TUGAS AKHIR .....</b>	<b>ii</b>
<b>TANDA PERSETUJUAN TUGAS AKHIR .....</b>	<b>iii</b>
<b>LAPORAN TUGAS AKHIR.....</b>	<b>iv</b>
<b>MOTO DAN PERSEMBAHAN .....</b>	<b>v</b>
<b>PERNYATAAN.....</b>	<b>vii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>viii</b>
<b>INTISARI .....</b>	<b>xi</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xii</b>
<b>PRAKATA .....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR GRAFIK .....</b>	<b>xviii</b>
<b>DAFTAR NOTASI.....</b>	<b>xix</b>
 <b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Maksud dan Tujuan.....	3
1.3 Rumusan Masalah .....	3
1.4 Batasan Masalah .....	3
1.5 Sistematika Penulisan .....	4
1.6 Bagan Alir Penelitian .....	5



## **BAB II LANDASAN TEORI**

2.1 Perkerasan Jalan .....	6
2.1.1 Jenis Perkerasan .....	6
2.1.2 Fungsi Lapis Perkerasan .....	12
2.2 Aspal .....	15
2.2.1 Campuran Aspal Beton .....	18
2.2.2 Pengujian Aspal .....	25
2.3 Agregat.....	28
2.3.1 Pengujian Agregat.....	32
2.4 Limbah Pecahan Beton .....	34
2.5 Volumetrik Campuran.....	35
2.6 Pengujian Marshall .....	37
2.7 Penelitian Terdahulu .....	41

## **BAB III METODELOGI PENELITIAN**

3.1 Metode dan Lokasi Penelitian.....	47
3.2 Tahap Persiapan .....	47
3.3 Pengujian Aspal .....	49
3.3.1 Pengujian Penetrasi .....	49
3.3.2 Pengujian Titik Lembek.....	49
3.3.3 Pengujian Berat Jenis Aspal.....	50
3.4 Pengujian Agregat.....	51
3.4.1 Analisa Saringan ( <i>Sieve Analysis</i> ).....	51
3.4.2 Berat Jenis .....	53
3.4.3 Pengujian Kadar Lumpur ( <i>Sand Equivalent</i> ) .....	54
3.4.4 Abrasi ( <i>Los Angeles</i> ).....	54
3.5 Pembuatan Benda Uji.....	55

3.6 Pengujian <i>Marshall</i> .....	57
3.7 Pelaksanaan Pengujian <i>Marshall</i> .....	58
3.8 Tahap Pengujian Benda uji .....	59
3.9 Bagan Alir Penelitian .....	61
 <b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Hasil Pengujian Benda Uji.....	62
4.2 Analisa Data.....	65
4.3 Pembahasan .....	70
 <b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1 Kesimpulan .....	73
5.2 Saran .....	74
 <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>75</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>76</b>

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b>	Ketentuan Sifat-sifat Campuran .....	24
<b>Tabel 2.2</b>	Spesifikasi Aspal .....	27
<b>Tabel 2.3</b>	Ketentuan Agregat Kasar .....	31
<b>Tabel 2.4</b>	Ketentuan Agregat Halus .....	31
<b>Tabel 2.5</b>	Spesifikasi Gradasi Agregat Laston AC - WC.....	34
<b>Tabel 3.1</b>	Variasi Benda Uji.....	55
<b>Tabel 4.1</b>	Nilai Stabilitas .....	62
<b>Tabel 4.2</b>	Nilai Kelelehan ( <i>Flow</i> ).....	63
<b>Tabel 4.3</b>	Nilai <i>Voids Filled Bitumen</i> (VFA) .....	63
<b>Tabel 4.4</b>	Nilai <i>Voids Mineral Aggregate</i> (VMA) .....	64
<b>Tabel 4.5</b>	Nilai <i>Voids In Mix</i> (VIM).....	64
<b>Tabel 4.6</b>	Nilai <i>Marshall Quotient</i> (MQ) .....	65



## DAFTAR GRAFIK

<b>Grafik 4.1</b> Nilai Stabilitas .....	65
<b>Grafik 4.2</b> Nilai <i>Flow</i> .....	66
<b>Grafik 4.3</b> Nilai Rongga Terisi Aspal (VFA) .....	67
<b>Grafik 4.4</b> Nilai Rongga Dalam Agregat (VMA) .....	67
<b>Grafik 4.5</b> Nilai Rongga Udara (VIM) .....	68
<b>Grafik 4.6</b> Nilai <i>Marshall Quotient</i> .....	69
<b>Grafik 4.7</b> Kadar Aspal Optimum.....	70

## DAFTAR NOTASI

VIM	= Rongga udara dalam campuran padat, persen dari total volume
VMA	= Rongga dalam agregat mineral (persen volume curah)
VFA	= Volume rongga antar butir agregat yang terisi aspal
MQ	= <i>Marshall Quotient</i>
Pb	= Aspal, persen berat agregat
Ps	= Agregat, persen berat total campuran
Gb	= Berat jenis aspal
Gmb	= Berat jenis efektif dari agregat pembentuk aspal beton padat.
Gmm	= Berat jenis maksimum campuran
Pmm	= Persentase berat total campuran
Gmb	= Berat jenis curah campuran padat.
Gsb	= Berat jenis <i>Bulk</i> total agregat
Gse	= Berat jenis efektif agregat

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Perkerasan jalan adalah suatu struktur perkerasan diletakan diatas lapisan tanah yang berfungsi untuk menampung beban lalu lintas yang melintas diatasnya. Secara struktural lapisan perkerasan jalan harus dapat menerima dan menyebarkan beban lalu lintas tanpa menimbulkan kerusakan yang berarti pada konstruksi jalan itu sendiri. Dalam pembuatan campuran perkerasan tentu membutuhkan agregat dalam jumlah banyak, karena dalam struktur perkerasan 90 – 95% terdiri dari agregat. Salah satu material yang banyak digunakan yaitu kerikil atau agregat kasar. Penggunaan kerikil yang terus menerus dalam jumlah besar tentu akan menimbulkan masalah lingkungan di sekitar daerah penambangan.

Pertumbuhan ekonomi di Indonesia yang signifikan membawa konsekuensi terhadap pendapatan per kapita dalam jumlah besar. Dengan keadaan ini yang mengakibatkan meningkatnya pembangunan infrastruktur seperti gedung, jembatan, jalan, dan berbagai fasilitas publik lainnya yang banyak menggunakan beton.

Untuk membatasi penggunaan agregat baru (*fresh aggregate*) dari alam sudah banyak dikembangkan teknologi daur ulang untuk perkerasan jalan. 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 pecahan beton. Penelitian ini digunakan limbah



pecahan pecahan beton yang berasal dari laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Palembang.

Pemanfaat limbah pecahan beton sebagai bahan pengganti agregat kasar dalam campuran lapisan *Asphalt Concrete - Wearing Course* (AC-WC) guna peningkatan nilai stabilitas yang baik, sekaligus langkah untuk mengurangi masalah lingkungan yang timbul akibat adanya limbah pecahan beton.

Hasil penelitian dari Naufal Imannurrohman, Penggunaan Limbah Pecahan Beton sebagai pengganti agregat kasar menggunakan variasi limbah beton 0% 10% 15% dan 20% memberikan pengaruh pada campuran laston terhadap berbagai karakteristik marshall. Berdasarkan nilai karakteristik marshall kadar optimum campuran AC-WC didapatkan pada kadar limbah pecahan beton 15% dengan menggunakan aspal pertamina pen 60/70 kadar aspal 6% berpengaruh baik terhadap nilai karakteristik *marshall*.

Pada penelitian ini akan melanjutkan penelitian dari Naufal Imannurrohman. Yang membedakan penelitian ini dari peneliti sebelumnya adalah kadar limbah pecahan beton yang digunakan. Pada penelitian ini kadar limbah pecahan beton yang digunakan adalah 13% 14% 15% dan 16% untuk mengetahui lebih jelas pada variasi kadar limbah berapakah nilai optimumnya.

Berdasarkan uraian diatas, maka peneliti ingin melakukan penelitian dengan judul : **“PENGARUH PEMANFAATAN LIMBAH PECAHAN BETON SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT KASAR PADA PERKERASAN ASPHALT CONCRETE – WEARING COURSE (AC-WC) GRADASI KASAR”**.

## **1.2 Maksud dan Tujuan**

Maksud dari penelitian ini adalah untuk meneliti dan menguji pengaruh dari bahan pengganti agregat kasar yaitu limbah beton pada perkerasan *Asphalt Concrete - Wearing Course* dengan beberapa variasi kadar limbah beton dalam campuran dengan aspal berdasarkan prosedur pengujian standar SNI.

Sedangkan Tujuannya adalah untuk mengetahui nilai optimum pada penggunaan limbah pecahan beton sebagai pengganti agregat kasar pada campuran *Asphalt Concrete – Wearing Course* (AC-WC) dan mengetahui pengaruh pemanfaatan limbah pecahan beton sebagai pengganti agregat kasar.

## **1.3 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang rumusan permasalahan yang akan dibahas pada penelitian ini adalah bagaimanakah pengaruh digantinya agregat kasar dengan limbah beton terhadap karakteristik campuran *Asphalt Concrete – Wearing Course* (AC-WC).

## **1.4 Batasan Masalah**

Untuk mempermudah pembahasan maka penulis memberikan batasan-batasan masalah dalam penulisan ini, diantaranya yaitu :

1. Aspal yang digunakan adalah aspal penetrasi 60/70
2. Limbah pecahan beton yang didapatkan dari Laboratorium Teknik Sipil Muhamadiyah Palembang
3. Variasi penambahan limbah beton 13% 14% 15% dan 16%
4. Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini adalah *Marshall Test*
5. *Design mix formula*

## DAFTAR PUSTAKA

- AASHTO. 1993. *Guide For Design of Pavement Structure*. Washington DC.
- Andhikatama, Arys. 2013. *Pemanfaatan Limbah Beton Sebagai Pengganti Agregat Kasar Pada Campuran Asphalt Concrete – Wearing Course Gradasi Kasar*. Universitas Muhammadiyah Surakarta: Surakarta.
- Ainurrahman, Eros. 2013. *Penggunaan Limbah Beton Sebagai Agregat Kasar Pengganti Pada Lapis Perkerasan Asphalt Concrete – Wearing Course (AC – WC)*. Universitas Gadjah Mada: Yogyakarta
- Direktorat Jenderal Bina Marga. 2010. *Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan Divisi 6 Perkerasan Beraspal*. Pusat Litbang Jalan dan Jembatan Badan Penelitian dan Pengembangan. Bandung.
- Direktorat Jendral Bina Marga. 2010. *Lapis Resap Pengikat dan Lapis Perekat*, Direktorat Jendral Bina Marga Kementerian Pekerjaan Umum, Jakarta, Indonesia.
- Imannurrohman, Naufal, dkk. 2020, *Pemanfaatan Limbah Beton Sebagai Pengganti Agregat Kasar Pada Perkerasan Laston Asphalt Concrete – Wearing Course (AC – WC)*. Universitas Tidar: Magelang
- Prawiro, Bangun., dkk. 2014. *Pengaruh Penggunaan Limbah Beton Sebagai Agregat Kasar Pada Campuran Aspal Porus Dengan Tambahan Gilsonite*. Universitas Brawijaya: Malang
- Rum, Harnaeni Senja, dkk. 2013. *Tinjauan Stabilitas Pada Lapisan Aus Dengan Menggunakan Limbah Beton Sebagai Pengganti Agregat Kasar*. Universitas Muhammadiyah Surakarta: Surakarta
- Soehartono. 2015. *Teknologi Aspal dan Penggunaannya dalam Konstruksi Perkerasan Jalan*. Penerbit: Andi Yogyakarta.
- Sukirman, Silvia. 1999. *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Nova. Bandung.
- Sukirman, Silvia. 2003. *Beton Aspal Campuran Panas*. Jakarta: Yayasan Obor Indonesia.
- Utomo, Budi. 2017. *Analisis Marshall Properties Asphalt Concrete Dan Hot Rolled Sheet Menggunakan Limbah Beton Sebagai Pengganti Agregat Kasar*. Universitas Muhammadiyah Surakarta: Surakarta