

Universitas Katolik Santo Thomas

Repositori Unika Santo Thomas

<http://eprints.ust.ac.id>

Fakultas Teknik (FT)
Program Studi Teknik Sipil

Undergraduate Papers

Marbun, Riwantono

2025

Pengaruh Penggunaan Limbah Ban Sebagai Pengganti Agregat Halus Pada Campuran AC-WC dengan Variasi Tinggi Perendaman

<http://eprints.ust.ac.id/id/eprint/698>

Downloaded from Repositori Institusi UST, Universitas Katolik Santo Thomas

**PENGARUH PENGGUNAAN LIMBAH BAN SEBAGAI
PENGANTI AGREGAT HALUS PADA CAMPURAN
AC - WC DENGAN VARIASI TINGGI PERENDAMAN**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Untuk Melengkapi Tugas-Tugas dalam Memenuhi Syarat Untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil
(Transportasi)**

Disusun Oleh:

RIWANTONO MARBUN

180310048



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK SANTO THOMAS
MEDAN
2025**

**PENGARUH PENGGUNAAN LIMBAH BAN SEBAGAI
PENGGANTI AGREGAT HALUS PADA CAMPURAN
AC - WC DENGAN VARIASI TINGGI PERENDAMAN**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Untuk Melengkapi Tugas-Tugas dalam Memenuhi Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil
(Transportasi)**

Disusun Oleh:

RIWANTONO MARBUN

180310048

Seminar Proposal : 13 September 2024

Seminar Isi : 9 Mei 2025

Sidang Meja Hijau : 30 Juni 2025

DISETUJUI OLEH:

(Ir. Oloan Sitohang, M.T.)

Pembimbing

DISAHKAN OLEH:

(Ir. Oloan Sitohang, M.T.)
Dekan Fakultas Teknik

(Ir. Samsuardi Batubara, M.T.)
Ketua Program Studi

(Ir. Charles Sitindaon, M.T.)
Koordinator Tugas Akhir

**PENGARUH PENGGUNAAN LIMBAH BAN SEBAGAI
PENGANTI AGREGAT HALUS PADA CAMPURAN
AC - WC DENGAN VARIASI TINGGI PERENDAMAN**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Untuk Melengkapi Tugas-Tugas dalam Memenuhi Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil
(Transportasi)**

Disusun Oleh:

RIWANTONO MARBUN

180310048

Seminar Proposal : 13 September 2024

Seminar Isi : 9 Mei 2025

Sidang Meja Hijau : 30 Juni 2025

DISETUJUI OLEH:

(Ir. Oloan Sitohang, M.T.)

Penguji I

(Reynaldo, S.T, M. Eng)

Penguji II

(Rina Firlia Sari, S.T, M.T.)

Penguji III

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk Menganalisis serta membandingkan hasil pengujian *marshall test* dengan menggunakan campuran aspal (AC-WC), menggunakan serbuk ban sebagai pengganti agregat halus dengan variasi tinggi perendaman. Variasi tinggi perendaman 4 cm, 6 cm dan 8 cm dengan digantinya agregat halus dengan kadar serbuk ban 10%, 20%, 30%, 40% dan 50%.

Metode penelitian dilakukan dengan beberapa tahapan yaitu pemilihan bahan uji, persiapan alat uji, pembuatan benda uji, pengujian benda uji dan analisis data. Penelitian ini menggunakan bahan untuk benda uji antara lain; agregat kasar, agregat sedang dan agregat halus, aspal penetrasi 60/70, *filler* dan limbah karet ban sebagai bahan pengganti agregat halus. Pembuatan benda uji dengan alat *marshall compaction hammer*, menggunakan kadar aspal 6,5%. Parameter yang diukur meliputi stabilitas, *flow*, *Marshall quotient*, VIM, dan VFB.

Hasil penelitian penggantian agregat halus dengan serbuk ban pada campuran AC-WC mempengaruhi karakteristik *marshall* yang mengakibatkan nilai stabilitas, Marshall Quotient (MQ) dan VFB menurun untuk kadar serbuk ban 10% hingga 50% begitu juga dengan variasi tinggi perendamannya mempengaruhi nilai stabilitas, MQ dan VFB dimana semakin tinggi perendaman maka nilai stabilitas, MQ dan VFB juga turun dimana nilai stabilitas, MQ dan VFB tertinggi yaitu pada kadar 10% dengan tinggi variasi perendaman 4 cm, untuk nilai *flow*, VIM dan VMA nya meningkat seiring dengan digantinya agregat halus dengan serbuk ban pada kadar serbuk ban 10% hingga 50% begitu juga dengan variasi tinggi perendamannya mempengaruhi untuk nilai *flow* dan VIM dimana semakin tinggi perendamannya nilainya semakin tinggi juga dimana nilai Flow dan VIM tertinggi yaitu pada kadar serbuk ban 50% dengan variasi tinggi perendaman 8 cm.

Kata Kunci : Aspal, Karakteristik Marshall, Serbuk Ban, Perendaman

ABSTRACT

This study aims to analyze and compare the results of the marshall test using asphalt mixture (AC-WC), using tire powder as a substitute for fine aggregates with variations in immersion height. Variations in soaking height of 4 cm, 6 cm and 8 cm with the replacement of fine aggregate with tire powder content of 10%, 20%, 30%, 40% and 50%.

The research method is carried out in several stages, namely the selection of test materials, the preparation of test tools, the manufacture of test pieces, testing of the test pieces and data analysis. This study uses materials for test objects, including; coarse aggregate, medium aggregate and fine aggregate, 60/70 penetration asphalt, filler and tire rubber waste as a substitute for fine aggregate. The manufacture of test pieces with a marshall compaction hammer tool, using an asphalt content of 6.5%. The parameters measured included stability, flow, Marshall quotient, VIM, and VFB.

The results of the study of replacing fine aggregate with tire powder in the AC-WC mixture affected the characteristics of the marshall which resulted in the stability value, the Marshall Quotient (MQ) and VFB decreased for the tire powder content of 10% to 50% as well as the variation in the soaking height affected the stability value, MQ and VFB where the higher the immersion the stability value, MQ and VFB also decreased where the stability value, The highest MQ and VFB is at 10% with a soaking variation height of 4 cm, for the flow value, VIM and VMA increase along with the replacement of fine aggregate with tire powder at the tire powder level of 10% to 50% as well as the high variation of soaking affects the flow value and VIM where the higher the immersion the value is also where the Flow and VIM values are the highest which is at the 50% tire powder level with high variation immersion 8 cm.

Keywords: Asphalt, Marshall Characteristics, Tire Powder, Soaking

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul **“Pengaruh Penggunaan Limbah Ban Sebagai Pengganti Agregat Halus Pada Campuran Ac – Wc Dengan Variasi Tinggi Perendaman”** Tugas akhir ini disusun untuk melengkapi persyaratan dalam menempuh Sarjana Teknik Sipil di Fakultas Teknik Universitas Katolik Santo Thomas, Medan.

Pada kesempatan kali ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Ir. Oloan Sitohang, MT. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Katolik Santo Thomas dan Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan banyak bimbingan dan arahan dalam membantu penulis menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Samsuardi Batubara, S.T, MT. Selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Katolik Santo Thomas, Medan
3. Bapak Ir. Charles Sitindaon, M.T. Selaku Dosen Koordinator Tugas Akhir Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Katolik Santo Thomas, Medan.
4. Bapak Reynaldo Siahaan, ST, M.Eng Selaku Sekretaris Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Sekaligus Sebagai Dosen Pembimbing.
5. Ibu Rina Firlia Sari, S.T, M.T Selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir.
6. Seluruh Staf Pengajar dan Pegawai Fakultas Teknik Universitas Katolik Santo Thomas Medan.
7. Orang Tua yang selalu mendoakan Ayahanda Pangihutan Marbun dan Ibu tercinta Tionar Simalango dan Keluarga yang mendukung agar dapat menyelesaikan tugas akhir dengan baik.
8. Teman-teman angkatan 2018 Program Studi Teknik Sipil, yang telah berjuang bersama-sama menyelesaikan studi di Program Studi Teknik Sipil Universitas Katolik Santo Thomas. Semoga Tugas Akhir ini menjadi awal bagi penulis

untuk menjadi pembelajaran nantinya dan dapat bermanfaat bagi kita semua terutama dalam bidang teknik sipil.

9. Saudara yang turut membantu penelitian ini Vungki Yanniarti Nadeak, Lestina Ferawati Manullang, Andrianto Sihotang, Elvan Daniel Aruan.
10. Abang/kakak kelas dan Adik-adik kelas serta rekan-rekan mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Katolik Santo Thomas, Medan.
11. Kepada PT. Adhi Karya, Patumbak, yang telah menyediakan material untuk penelitian serta banyak membantu di dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
12. Kepada PT. Asia Karet, Medan, yang telah menyediakan serbuk ban sebagai bahan penelitian.
13. Serta pihak-pihak lain yang turut serta membantu dalam penulisan Tugas Akhir ini yang tidak bisa satu persatu disebutkan namanya.

Semoga Tuhan Yang Maha Esa selalu melimpahkan Karunia-Nya kepada semua pihak yang telah banyak memberikan saran sehingga penyusunan Tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.

Akhir kata penulis mengharapkan semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkannya.

Medan, 2025
Hormat Saya,

Riwantono Marbun
Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GRAFIK	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
NOTASI	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Maksud Dan Tujuan Penelitian	2
1.4. Manfaat Penelitian	3
1.5. Ruang Lingkup Masalah.....	3
1.6. Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Perkerasan Jalan.....	5
2.2. Lapis Aspal beton (Laston).....	7
2.3. Bahan Penyusun Campuran Aspal Beton	10
2.4. Gradasi Agregat	16
2.5. Serbuk Ban Bekas (Crumb Rubber)	18
2.6. Landasan Pengujian	20
2.6.1. Pengujian Gradasi Agregat	20
2.6.2. Perhitungan Kadar Aspal Rencana	21
2.6.3. Berat Jenis Agregat.....	21
2.6.4. Pengujian <i>Marshall</i>	23
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	27
3.1. Diagram Alir Penelitian	27

3.2. Operasional Penelitian	28
3.3. Tempat Penelitian.....	28
3.4. Perancangan Penelitian	28
3.5. Persiapan Peralatan Pengujian	29
3.6. Bahan yang digunakan	29
3.7. Perencanaan Campuran	30
3.8. Populasi Sampel	31
3.9. Kegiatan Pengujian.....	32
3.10. Metode Pengujian Material Aspal	34
3.10.1. Pengujian Penetrasi.....	34
3.10.2. Pengujian Titik Nyala Dan Titik Bakar.....	34
3.10.3. Pengujian Titik Lembek	34
3.10.4. Pengujian Daktalitas	34
3.10.5. Pengujian Berat Jenis Bitumen Keras.....	34
3.11. Metode Pengujian Material Agregat.....	35
3.11.1. Pengujian Agregat Terhadap Tumbukan	35
3.11.2. Pengujian Analisa Saringan Kasar, Sedang dan Halus.....	35
3.11.3. Pengujian Keausan Agregat dengan Alat Abrasi Los Angles	35
3.11.4. Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Halus	35
3.11.5. Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar	35
3.12. Persiapan Benda Uji.....	35
3.13. Pelaksanaan Pengujian Test Marsall	38
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	39
4.1. Hasil Pemeriksaan Karakteristik Agregat	39
4.2. Hasil Pemeriksaan Karakteristik Aspal Minyak	44
4.3. Penentuan Berat agregat dan aspal dalam campuran	44
4.4. Perhitungan Parameter Pengujian	45
4.5. Perhitungan Berat Agregat dan Berat Aspal Menggunakan Kadar Aspal Optimum dengan Penambahan Serbuk Ban Terhadap Variasi Tinggi Perendaman	56
4.6. Pembuatan Benda Uji Marshall Dengan Pengganti Serbuk Ban	57
4.7. Hasil Uji Marshall dengan Serbuk Ban Menggunakan Kadar Aspal Optimum	58

4.7.1. Hasil Parameter Pengujian Marshall Pengganti serbuk Ban dengan Variasi Tinggi perendaman 4 cm.....	58
4.7.2. Hubungan Karakteristik Marshall dengan Pengganti Serbuk Ban untuk agregat halus pada Campuran AC-WC dengan Tinggi Perendaman 4 cm.....	60
4.7.3. Hasil Parameter Pengujian Marshall Pengganti serbuk Ban dengan Variasi Tinggi perendaman 6 cm.....	65
4.7.4. Hubungan Karakteristik Marshall dengan Pengganti Serbuk Ban untuk agregat halus pada Campuran AC-WC dengan Tinggi perendaman 6 cm	67
4.7.5. Hasil Parameter Pengujian Marshall Pengganti serbuk Ban dengan Variasi Tinggi perendaman 8 cm.....	72
4.7.6. Hubungan Karakteristik Marshall dengan Pengganti Serbuk Ban untuk agregat halus pada Campuran AC-WC Menggunakan Kadar Aspal Optimum.....	74
4.8. Analisa Perbandingan Pengganti Variasi Pengganti Kadar Serbuk Ban 0%, 10%, 20%, 30%, 40% dan 50% yang Ditinjau dari Variasi Tinggi Perendaman dengan Suhu Standart 60°C	79
4.9. Pembahasan	84
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	89
5.1. Kesimpulan	89
5.2. Saran	90
DAFTAR PUSTAKA.....	91
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbedaan perkerasan lentur dan kaku	7
Tabel 2.2 Ketentuan Sifat-sifat Campuran Laston (AC) (Bina Marga, 2018)	8
Tabel 2.3 Ketentuan Sifat-sifat Campuran Laston Modifikasi (AC Mod)	8
Tabel 2.4 Ketentuan Agregat Kasar (Bina Marga, 2018)	11
Tabel 2.5 Ketentuan Agregat Halus (Bina Marga, 2018)	12
Tabel 2.6 Persyaratan mineral <i>filler</i> (Saodang, 2005).....	13
Tabel 2.7 Gradasi Agregat Untuk Berbagai Tipe Laston.....	17
Tabel 2.8 Contoh Batas-batas “Bahan Bergradasi Senjang” (Bina Marga, 2018) 18	
Tabel 2.9 Komposisi Penyusun Serbuk Ban	19
 Tabel 3.1 Desain Campuran Agregat	30
Tabel 3.2 Penentuan Jumlah Benda Uji Kadar Aspal Optimum.....	31
Tabel 3.3 Penentuan Jumlah benda Uji dengan Tinggi perendaman dan kadar serbuk ban yang bervariasi	31
Tabel 3.4 Uraian Kegiatan Pengujian	32
 Tabel 4.1 Kombinasi Agregat Campuran yang di Desain.....	39
Tabel 4. 2 Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat.....	40
Tabel 4.3 Kombinasi Agregat Campuran No. V Tata Cara Pelaksanaan LASTON untuk Jalan Raya	40
Tabel 4.4 Hasil Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat.....	42
Tabel 4.5 Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus	43
Tabel 4.6 Persentase Keausan Agregat	43
Tabel 4.7Hasil Pemeriksaan Karakteristik Aspal.....	44
Tabel 4. 8 Berat Aspal dan Agregat masing - masing.....	45
Tabel 4. 9 Analisis Data Pengujian Untuk Menentukan Kadar Aspal Optimum	48
Tabel 4.10 Perbandingan Hasil Marshal Test dengan Spesifikasi Bina Marga 2018	50
Tabel 4. 11 Perhitungan berat agregat dengan limbah serbuk ban pada agregat halus	57
Tabel 4. 12 Hasil <i>Marshall Test</i> dengan variasi kadar serbuk ban terhadap Tinggi Perendaman 4 cm dengan suhu 60°C	58
Tabel 4. 13 Analisa Data Uji <i>Marshall</i> dengan Tinggi Perendaman 4 cm	59
Tabel 4. 14 Hasil <i>Marshall Test</i> dengan variasi kadar serbuk ban terhadap Tinggi Perendaman 6 cm dengan suhu 60°C	65
Tabel 4. 15 Analisa Data Uji <i>Marshall</i> dengan Tinggi Perendaman 6 cm	66
Tabel 4. 16 Hasil <i>Marshall Test</i> dengan variasi kadar serbuk ban terhadap Tinggi Perendaman 8 cm dengan suhu 60°C	72
Tabel 4. 17 Analisa Data Uji <i>Marshall</i> dengan Tinggi Perendaman 8 cm	73

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1 Kombinasi Campuran Agregat	41
Grafik 4. 2 Hubungan Stabilitas (kg) Vs Kadar Aspal (%).....	50
Grafik 4. 3 Hubungan <i>Flow</i> (mm) Vs Kadar Aspal (%).....	51
Grafik 4. 4 Hubungan <i>Density</i> (Kepadatan) dengan Kadar Aspal	52
Grafik 4. 5 Hubungan antara <i>Quotient</i> (mm) Vs Kadar Aspal (%)	52
Grafik 4. 6 Hubungan <i>Void In Mix</i> (%) Vs Kadar Aspal (%).....	53
Grafik 4. 7 Hubungan VMA (%) Vs Kadar Aspal (%).....	54
Grafik 4. 8 Hubungan antara VFB/ VFA (%) Vs Kadar Aspal (%)	54
Grafik 4.9 Hubungan Variasi Kadar Serbuk Ban sebagai Pengganti Agregat Halus terhadap Nilai dengan Tinggi Perendaman 4 cm.....	60
Grafik 4.10 Hubungan Variasi Kadar Serbuk Ban sebagai Pengganti Agregat Halus terhadap Nilai <i>Flow</i> denganTinggi Perendaman 4 cm.....	61
Grafik 4.11 Hubungan Variasi Kadar Serbuk Ban sebagai Pengganti Agregat Halus terhadap Nilai MQ denganTinggi Perendaman 4 cm	62
Grafik 4.12 Hubungan Variasi Kadar Serbuk Ban sebagai Pengganti Agregat Halus terhadap Nilai VIM denganTinggi Perendaman 4 cm	63
Grafik 4.13 Hubungan Variasi Kadar Serbuk Ban sebagai Pengganti Agregat Halus terhadap Nilai VFB denganTinggi Perendaman 4 cm	64
Grafik 4.14 Hubungan Variasi Kadar Serbuk Ban sebagai Pengganti Agregat Halus terhadap Nilai dengan Tinggi Perendaman 6 cm.....	67
Grafik 4.15 Hubungan Variasi Kadar Serbuk Ban sebagai Pengganti Agregat Halus terhadap Nilai <i>Flow</i> denganTinggi Perendaman 6 cm.....	68
Grafik 4.16 Hubungan Variasi Kadar Serbuk Ban sebagai Pengganti Agregat Halus terhadap Nilai MQ denganTinggi Perendaman 6 cm	69
Grafik 4.17 Hubungan Variasi Kadar Serbuk Ban sebagai Pengganti Agregat Halus terhadap Nilai VIM denganTinggi Perendaman 6 cm	70
Grafik 4.18 Hubungan Variasi Kadar Serbuk Ban sebagai Pengganti Agregat Halus terhadap Nilai VFB denganTinggi Perendaman 6 cm	71
Grafik 4.19 Hubungan Variasi Kadar Serbuk Ban sebagai Pengganti Agregat Halus terhadap Nilai dengan Tinggi Perendaman 8 cm.....	74

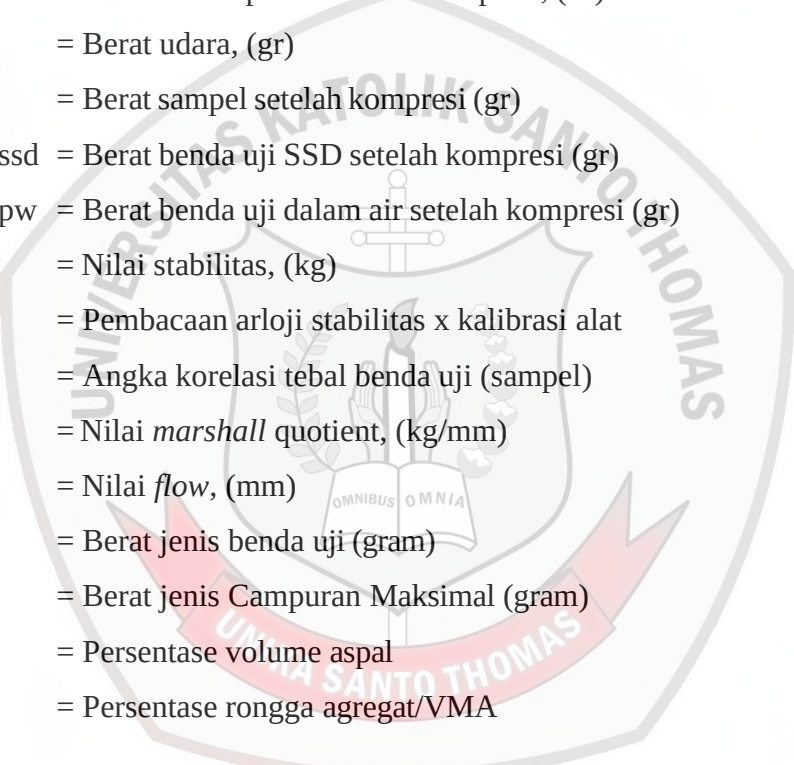
Grafik 4.20 Hubungan Variasi Kadar Serbuk Ban sebagai Pengganti Agregat	
Halus terhadap Nilai <i>Flow</i> denganTinggi Perendaman 8 cm.....	75
Grafik 4.21 Hubungan Variasi Kadar Serbuk Ban sebagai Pengganti Agregat	
Halus terhadap Nilai MQ denganTinggi Perendaman 8 cm	76
Grafik 4.22 Hubungan Variasi Kadar Serbuk Ban sebagai Pengganti Agregat	
Halus terhadap Nilai VIM denganTinggi Perendaman 8 cm	77
Grafik 4.23 Hubungan Variasi Kadar Serbuk Ban sebagai Pengganti Agregat	
Halus terhadap Nilai VFB denganTinggi Perendaman 8 cm	78
Grafik 4.24 Hubungan Variasi Kadar Serbuk Ban sebagai Pengganti Agregat	
Halus terhadap Nilai Stabilitas dengan variasi Tinggi Perendaman ..	79
Grafik 4.25 Hubungan Variasi Kadar Serbuk Ban sebagai Pengganti Agregat	
Halus terhadap Nilai Flow dengan variasi Tinggi Perendaman.....	80
Grafik 4. 26 Hubungan Variasi Kadar Serbuk Ban sebagai Pengganti Agregat	
Halus terhadap Nilai MQ dengan variasi Tinggi Perendaman.....	81
Grafik 4. 27 Hubungan Variasi Kadar Serbuk Ban sebagai Pengganti Agregat	
Halus terhadap Nilai VIM dengan variasi Tinggi Perendaman	82
Grafik 4. 28 Hubungan Variasi Kadar Serbuk Ban sebagai Pengganti Agregat	
Halus terhadap Nilai VFB dengan variasi Tinggi Perendaman	83

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur lapisan Perkerasan Lentur	5
Gambar 2.2 Struktur Lapisan Perkerasan Kaku	6
Gambar 2.3 Struktur Lapisan Perkerasan Komposit	6
Gambar 2.4 Gradasi Agregat berdasarkan jenisnya	18
Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian	28
Gambar 3.2 Skema pengujian alat Marshall	37
Gambar 4. 1 Diagram Batang Hubungan Parameter Pengujian Vs Kadar Aspal .	55
Gambar 4.2 Bagan Campuran AC-WC Ditambah Variasi Serbuk Ban Terhadap Variasi Tinggi Perendaman	56



NOTASI



A	= Berat benda uji kering oven (gram)
B	= Berat benda uji kering permukaan jenuh (gram)
C	= Berat benda uji kering permukaan jenuh di dalam air (gram)
PB	= Perkiraan kadar aspal optimum
CA	= Agregat kasar
FA	= Agregat halus
FF	= <i>Filler</i>
Gmb	= Berat jenis campuran setelah kompresi, (gr/cc)
Vbulk	= Volume campuran setelah kompresi, (cc)
Wa	= Berat udara, (gr)
Wm	= Berat sampel setelah kompresi (gr)
Wmssd	= Berat benda uji SSD setelah kompresi (gr)
Wmpw	= Berat benda uji dalam air setelah kompresi (gr)
S	= Nilai stabilitas, (kg)
p	= Pembacaan arloji stabilitas x kalibrasi alat
q	= Angka korelasi tebal benda uji (sampel)
MQ	= Nilai <i>marshall</i> quotient, (kg/mm)
r	= Nilai <i>flow</i> , (mm)
i	= Berat jenis benda uji (gram)
j	= Berat jenis Campuran Maksimal (gram)
K	= Persentase volume aspal
N	= Persentase rongga agregat/VMA

DAFTAR PUSTAKA

- Aini, N. (2018). Peran agregat sebagai komponen fundamental dalam campuran perkerasan jalan aspal. [Skripsi]. [Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara], Medan.
- Akem, 2012, Pengaruh suhu pemadatan pada lapis perkerasan laston (HRS – WC) yang menggunakan bahan pengikat 55, jurnal ilmiah teknik sipil Universitas Tanjungpura.
- Bina Marga. (2018). Spesifikasi umum 2018. *Direktorat Jendral Bina Marga, 2018* (Revisi 3), 1–6.
- Hijriah, H. A. F. (2021). ANALISIS KADAR OPTIMUM SERBUK KARET BAN DALAM BEKAS PADA CAMPURAN ASPAL. *11*(1).
- Jauhari, B., & Doda, N. (2019). Pengaruh gradasi agregat terhadap nilai karakteristik aspal beton (ac-bc). *Gorontalo Journal of Infrastructure and Science Engineering*, 2(1), 27-37.
- Saodang, H. (2005). Konstruksi jalan raya. *Bandung: Nova*.
- Sitohang, O., & Sinuhaji, S. (2018). Penggunaan Abu Vulkanik Sinabung Terhadap Stabilitas Campuran Aspal Beton (Hot Mix). *Jurnal Rekayasa Konstruksi Mekanika Sipil*, 1(2), 78-94.
- Sukirman, S. (2010). Perencanaan Tebal Struktur Perkerasan Lentur. *Bandung: Nova*