

TUGAS AKHIR

ANALISIS KARAKTERISTIK *MARSHALL* DENGAN LIMBAH BETON SEBAGAI SUBSTITUSI AGREGAT KASAR PADA CAMPURAN *ASPHALT CONCRETE-WEARING COURSE (AC-WC)*

Diajukan untuk memenuhi persyaratan mencapai derajat Sarjana S-1
pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Lambung Mangkurat

Disusun Oleh:

Nur Laila

NIM. 2210811320048

Dosen Pembimbing:

Ir. Nova Widayanti, S.T., M.T.

NIP. 19951101 202203 2 021



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK SIPIL
BANJARBARU**

2026

LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK SIPIL

Analisis Karakteristik *Marshall* Menggunakan Limbah Beton Sebagai Substitusi
Agregat Kasar Pada Campuran *Asphalt Concrete-Wearing Course (Ac-Wc)*
Oleh

Nur Laila (2210811320048)

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada 13 April 2026 dan dinyatakan

LULUS

Komite Penguji:

Ketua : Dr. Muhammad Arsyad, S.T., M.T.
NIP. 19720826 199802 1 001

Anggota 1 : Dr. Ir. Utami Sylvia Lestari, S.T., M.T.
NIP. 19811209 201404 2 001

Anggota 2 : Prof. Dr. Ir. Iphan Fitriani Radam, S.T.,
M.T.
NIP. 19730903 199702 1 001

Pembimbing : Ir. Nova Widayanti, M.T.
NIP. 19951101 202203 2 021

Banjarbaru, 15 JUN 2026

Diketahui dan disahkan oleh:

Wakil Dekan Bidang Akademik
Fakultas Teknik ULM


Dr. Mahmud, S.T., M.T.
NIP. 19740107 199802 1 001

Koordinator Program Studi
S-1 Teknik Sipil ULM


Dr. Muhammad Arsyad, S.T., M.T.
NIP. 19720826 199802 1 001

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Nur Laila

NIM : 22108112320048

Fakultas : Teknik, Universitas Lambung Mangkurat

Program Studi : S-1 Teknik Sipil

Judul Skripsi : Analisis Karakteristik Marshall Menggunakan Limbah Beton
Sebagai Substitusi Agregat Kasar pada Campuran *Asphalt
Concrete Wearing Course* (AC-WC)

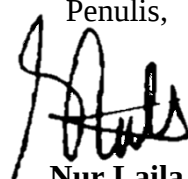
Pembimbing : Ir. Nova Widayanti, S.T., M.T.

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan Skripsi yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan Skripsi ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan dan bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan tata tertib Universitas Lambung Mangkurat.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.

Banjarbaru, 2026

Penulis,


Nur Laila

NIM. 2210811320048

ABSTRAK

Permasalahan limbah konstruksi, khususnya limbah beton, dan kebutuhan pengurangan eksploitasi agregat alam mendorong penelitian ini untuk mengevaluasi kelayakan limbah beton sebagai Substitusi Agregat Kasar pada campuran *Asphalt Concrete-Wearing Course* (AC-WC). Tujuan utama adalah menilai kesesuaian sifat fisik limbah beton terhadap Spesifikasi Umum Bina Marga 2025, serta menganalisis pengaruh substitusi terhadap karakteristik Marshall dan kadar aspal optimum (KAO).

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Transportasi dan Jalan Raya, Universitas Lambung Mangkurat dengan menggunakan prosedur *Marshall Test*, Variasi substitusi agregat untuk menentukan KAO dan parameter volumetrik (VIM, VMA, VFB), stabilitas, flow, serta pengujian tambahan seperti IRS dan kepadatan membal refusall. Sampel dan rancangan komposisi mengikuti persyaratan gradasi AC-WC.

Analisis menunjukkan adanya variasi karakteristik *Marshall* seiring perubahan kadar aspal dan tingkat substitusi berdasarkan grafik dan tabel rekapitulasi, substitusi 75% (LB75) teridentifikasi sebagai kondisi optimum yang memenuhi kriteria performa campuran (stabilitas, flow, parameter volumetrik) dan menghasilkan KAO yang dapat diterapkan pada AC-WC. Pengujian IRS dan kepadatan *refusal* mendukung kelayakan teknis substitusi tersebut.

Limbah beton berpotensi digunakan sebagai Substitusi Agregat Kasar pada campuran AC-WC dengan substitusi optimum 75% memberikan manfaat lingkungan dan mengurangi ketergantungan pada agregat alam tanpa mengorbankan karakteristik *Marshall* utama. Disarankan studi lanjutan mencakup uji dan analisis lebih lanjut untuk validasi implementasi skala nyata.

Kata Kunci: AC-WC, Kadar Aspal Optimum (KAO), Laston, Limbah Beton, Substitusi Parsial Agregat Kasar, Uji Marshall

ABSTRACT

Construction and demolition waste, particularly concrete waste, and the need to reduce exploitation of natural coarse aggregates motivate this study to evaluate the feasibility of using concrete waste as partial replacement of coarse aggregate in Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC). The main objective is to assess whether the physical properties of concrete waste meet the Bina Marga 2025 general specifications and to analyze the effect of substitution on Marshall characteristics and the optimum asphalt content (OAC)

Laboratory tests were carried out at the Transportation and Highway Laboratory, Universitas Lambung Mangkurat, using the Marshall test procedure. Mixtures were prepared with varying replacement levels of coarse aggregate by concrete waste (including 0%, 50%, 75% and 100%). For each mixture the OAC and volumetric parameters (VIM, VMA, VFB), stability, flow, and additional tests (IRS and bulk density/refusal) were determined. Aggregate gradation and simple design followed AC-WC. IRS and refusal density tests supported the technical feasibility of LB75

Concrete waste can be used as a partial replacement of coarse aggregate in AC-WC, with 75% substitution offering an optimal balance between performance and environmental benefit. Further work is recommended field trials and to validate large scale implementation.

Keywords: *AC-WC, Concrete Waste, Marshall Test, Optimum Asphalt Content (OAC), Partial Coarse Aggregate Replacement*

LEMBAR ASISTENSI

 KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK SIPIL BANJARBARU		LEMBAR KONSULTASI PROPOSAL TUGAS AKHIR
No	Nama Mahasiswa	NIM
1	NUR LAILA	2210811320048

KEGIATAN ASISTENSI

No	Tanggal	Keterangan	Paraf
1.	3 Juli 2025	Konsultasi Topik	
2.	1 Agustus 2025	- Perbaiki latar belakang, batasan masalah dan penulisan - Lanjut Bab 2	
3.	27 Agustus 2025	Tambahkan form pengujian dan pastikan sumber limbah material yang digunakan	
4.	1 September 2025	Sesuaikan Jumlah Sampel	
5.	13 September 2025	Masukkan sumber sampel yang digunakan dan sudah dipastikan serta tambahkan gambar sumber limbah yang digunakan	
6.	14 September 2025	ACC Bab 1-3	

Banjarbaru, 14 September 2025
Dosen Pembimbing



Ir. Nova Widayanti, S.T., M.T.
NIP. 19951101 202203 2 021

 KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK SIPIL BANJARBARU		LEMBAR KONSULTASI TUGAS AKHIR
No	Nama Mahasiswa	NIM
1	NUR LAILA	2210811320048

KEGIATAN ASISTENSI

No	Tanggal	Keterangan	Paraf
1.	13/1 - 2026	- Asistensi perbaikan dan lambaian dari Seminar Proposal - Lanjutkan Analisis UJI Properties	
2.	21/1 - 2026	- Asistensi Data Uji Properties - Lanjutkan Pembuatan Sempel dan Pengujian Marshall	
3.	27/1 - 2026	- Asistensi Data Karakteristik Marshall - Lanjutkan Perhitungan KAO	
4.	29/1 - 2026	- Mendiskusikan data Karakteristik dan KAO - Lanjutkan pengujian IR dan Persepsi	
5.	20/2 - 2026	- Tambahkan Grafik Perbandingan - Lanjutkan Laporan Bab 4 dan 5	
6.	12/3 - 2026	- Perbaiki Penulisan pada Bab 4 - Sesuaikan Bab 5 dengan Rumusan Masalah	
7.	30/3 - 2026	Ace. Skripsi Skripsi!	

Banjarbaru, 30 Maret 2026
Dosen Pembimbing



Ir. Nova Widayanti, S.T., M.T.
NIP. 19951101 202203 2 021

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur ke hadirat Allah SWT. atas berkah dan rahmat-Nya sehingga Tugas Akhir yang berjudul “Analisis Karakteristik *Marshall* Menggunakan Limbah Beton Sebagai Substitusi Agregat Kasar Pada Campuran *Asphalt Concrete-Wearing Course* (Ac-Wc)” sebagai Bahan Tambah pada Campuran *Asphalt Concrete-Wearing Course* (AC-WC)” ini dapat diselesaikan tepat pada waktunya. Tak lupa Shalawat dan salam kepada Nabi Besar Muhammad SAW. Semoga kita semua mendapatkan syafaat dari beliau, Aamiin.

Tugas akhir ini disusun sebagai syarat menyelesaikan Program Studi S-1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas lambung Mangkurat. Saya menyadari dalam penyusunan tugas akhir ini, dengan pengetahuan dan kemampuan yang terbatas, bahwa masih terdapat banyak kekurangan dan sangat jauh dari kata sempurna. Dalam proses penyusunan tugas akhir ini, saya telah banyak menerima bantuan, bimbingan serta *support* dari berbagai pihak yang menjadi pendorong, pemacu dan penyemangat saya dalam menyusun penulisan tugas akhir ini. Untuk itu pada kesempatan ini, saya ingin menyampaikan banyak terima kasih kepada:

1. Ayah saya Ardansyah, kakak saya Septian Eka Wardhana, serta keluarga saya yang telah banyak memberikan doa, dukungan, motivasi, dan semangat dalam penulisan Tugas Akhir ini hingga selesai.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Iphan Fitrian Radam, S.T., M.T., IPU. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat.
3. Bapak Dr. Muhammad Arsyad, S.T., M.T selaku Koordinator Program Studi S 1 Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat.
4. Ibu Ir. Nova Widayanti, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing yang dengan segala kebaikan, kesabaran Ibu untuk senantiasa membimbing, mengarahkan, dan memberikan ilmu yang bermanfaat dari awal hingga selesainya Tugas Akhir ini.
5. Para dosen penguji Tugas Akhir yang juga telah memberikan masukan dan saran untuk menyempurnakan tugas akhir ini.
6. Kepada Laboratorium Transportasi dan Jalan Raya Fakultas Teknik Universitas lambung Mangkurat, meliputi instruktur dan teknisi yang telah

banyak membantu dan memberikan semangat selama penyusunan Tugas Akhir ini selesai.

Semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pihak-pihak yang berkepentingan dan bagi kita semua.

Banjarbaru, 2025
Penyusun,

Nur Laila

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
SURAT PERNYATAAN.....	ii
ABSTRAK	iii
LEMBAR ASISTENSI	v
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Pengertian Jalan	5
2.1.1 Klasifikasi Jalan Menurut Peruntukannya.....	5
2.1.2 Klasifikasi Jalan Umum Menurut Fungsinya.....	6
2.1.3 Klasifikasi Jalan Menurut Statusnya	6
2.2 Perkerasan Jalan.....	8
2.2.1 Perkerasan Lentur (<i>Flexible Pavement</i>)	8
2.2.2 Perkerasan Kaku (<i>Rigid Pavement</i>).....	9
2.2.3 Perkerasan Komposit (<i>Composite Pavement</i>)	10
2.2.4 Perkerasan Paving Block.....	10
2.3 Material Konstruksi Pekerjaan	11
2.3.1 Agregat	11
2.3.2 Bahan Pengisi (<i>Filler</i>)	13
2.3.3 Aspal.....	13
2.3.4 Limbah Beton.....	14
2.4 Campuran Aspal	15

2.5	Prosedur Pengujian <i>Marshall</i>	22
2.6	Penelitian Terdahulu	25
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		28
3.1	Metode Penelitian	28
3.2	Bahan	28
3.3	Campuran Aspal	30
3.4	Prosedur Penelitian	34
3.5	Jumlah Sampel yang Diperlukan	35
3.6	Bagan Alir Penelitian.....	38
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		39
4.1	Pengujian Sifat Fisik agregat	39
4.1.1	Hasil Pengujian Karakteristik Agregat.....	39
4.1.2	Hasil Pengujian Karakteristik Filler	48
4.1.3	Hasil Pengujian Karakteristik Aspal	49
4.1.4	Hasil Gradasi Agregat Gabungan.....	51
4.2	Analisis Karakteristik <i>Marshall</i> Untuk Mendapatkan Nilai KAO	57
4.3	Analisis Karakteristik <i>Marshall</i> Tanpa Substitusi Dan Dengan Substitusi Agregat Kasar Dengan Limbah Beton	59
4.4	Hasil Uji <i>Index of Retained Stability</i> (IRS) dan Refusal Limbah Beton Optimum	70
4.5	Perbandingan Karakteristik <i>Marshall</i> Normal dan <i>Marshall</i> dengan Substitusi Agregat Kasar Menggunakan Limbah Beton	72
BAB V KESIMPULAN		76
5.1	Kesimpulan.....	76
5.2	Saran	77
DAFTAR PUSTAKA		79
LAMPIRAN I		82

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Lapisan Perkerasan Lentur	9
Gambar 2. 2 Lapisan Perkerasan Kaku	10
Gambar 2. 3 Lapisan Perkerasan Komposit	10
Gambar 2. 4 Lapisan Perkerasan <i>Paving Block</i>	11
Gambar 3. 1 Agregat Kasar (Batu Katunun).....	28
Gambar 3. 2 Agregat Halus (Pasir Barito).....	28
Gambar 3. 3 Aspal (Aspal Pertamina Pen 60/70)	29
Gambar 3. 4 <i>Filler</i> (Semen Conch).....	29
Gambar 3. 5 Limbah Beton Sisa Pembongkaran Drainase	29
Gambar 3. 6 Gradasi Agregat Campuran	31
Gambar 3. 7 <i>Flowchart</i> Penelitian	38
Gambar 4.1 Grafik Gradasi Gabungan AC-WC LB0	52
Gambar 4. 2 Grafik Gradasi Gabungan AC-WC LB50	53
Gambar 4. 3 Grafik Gradasi Gabungan AC-WC LB75	54
Gambar 4. 4 Grafik Gradasi Gabungan AC-WC LB100	55
Gambar 4. 5 Kurva Gradasi Agregat Campuran dengan Variasi Substitusi LB....	56
Gambar 4. 6 Grafik Hubungan Antara Aspal Dengan Stabilitas	60
Gambar 4.7 Grafik Hubungan Antara Aspal Dengan <i>Flow</i>	61
Gambar 4.8 Grafik Hubungan Antara Aspal Dengan VIM	62
Gambar 4.9 Grafik Hubungan Antara Aspal Dengan VMA.....	63
Gambar 4.10 Grafik Hubungan Antara Aspal Dengan VFB	64
Gambar 4.11 Grafik Hubungan Antara Aspal Dengan MQ.....	65
Gambar 4.12 Grafik Hubungan Antara Aspal Dengan <i>Density</i>	66
Gambar 4. 13 Grafik Nilai Tren Karakteristik Marshall terhadap Persentase Substitusi Agregat Kasar dengan Limbah Beton	68
Gambar 4.14 KAO dengan Substitusi Limbah Beton Optimum (LB75).....	69
Gambar 4.15 Rekapitulasi Grafik Karakteristik <i>Marshall</i> dengan Substitusi Limbah Beton Optimum (LB75)	70

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Ketentuan Agregat Kasar.....	12
Tabel 2. 2 Ketentuan Agregat Halus.....	13
Tabel 2. 3 Ketentuan Aspal Keras.....	14
Tabel 2. 4 Ketentuan Sifat-Sifat Campuran Laston.....	16
Tabel 2. 5 Gradasi Agregat Gabungan.....	17
Tabel 3. 1 Persyaratan Gradasi Agregat untuk Campuran AC-WC.....	30
Tabel 3. 2 Rancangan Komposisi Campuran AC-WC.....	32
Tabel 3. 3 Rancangan Komposisi Campuran AC-WC Dengan Substitusi Agregat Kasar dengan Limbah Beton.....	34
Tabel 3. 4 Rancangan Jumlah Benda Uji.....	35
Tabel 3. 5 Rancangan Jumlah Benda Uji untuk Pengujian Tambahan.....	36
Tabel 3. 6 Rekapitulasi Total Benda Uji.....	37
Tabel 4.1 Persyaratan Agregat Kasar Batu Katunun	39
Tabel 4. 2 Persyaratan Agregat Kasar Limbah Beton.....	40
Tabel 4.3 Persyaratan Agregat Halus.....	42
Tabel 4.4 Analisis Saringan Agregat Kasar 1-1."	44
Tabel 4.5 Analisis Saringan Agregat Kasar 1-2"	44
Tabel 4.6 Analisis Saringan Limbah Beton 1-1."	45
Tabel 4.7 Analisis Saringan Limbah Beton 1-2"	46
Tabel 4.8 Analisis Agregat Halus (Abu Batu)	47
Tabel 4.9 Analisis Agregat Halus (Pasir Barito).....	47
Tabel 4.10 Analisis Saringan <i>Filler</i>	49
Tabel 4.11 Hasil Pengujian Karakteristik Aspal	49
Tabel 4.12 Gradasi Gabungan Agregat LB0.....	52
Tabel 4. 13 Gradasi Gabungan Agregat LB50.....	53
Tabel 4. 14 Gradasi Gabungan Agregat LB75.....	54
Tabel 4. 15 Gradasi Gabungan Agregat LB100.....	55
Tabel 4. 16 Berat Jenis Gabungan Material	57
Tabel 4.17 Hasil Karakteristik <i>Marshall</i> Tanpa Substitusi Parsial Limbah Beton	59
Tabel 4.18 Hasil Karakteristik <i>Marshall</i> Substitusi Parsial Limbah Beton 50%...	59

Tabel 4.19 Hasil Karakteristik <i>Marshall</i> Substitusi Parsial Limbah Beton 75%...	60
Tabel 4.20 Hasil Karakteristik <i>Marshall</i> Substitusi Parsial Limbah Beton 100%.	60
Tabel 4. 21 Perbandingan Kinerja <i>Marshall</i> Campuran Aspal dengan Substitusi Limbah Beton.....	67
Tabel 4.22 Hasil Pengujian IRS KAO dengan Substitusi Limbah Beton Optimum	71
Tabel 4.23 Hasil Pengujian Kepadatan Membal (<i>Refusal</i>) KAO	71
Tabel 4. 24 Perbandingan Karakteristik Pada KAO Campuran 0% dengan 75% .	72