

No. 29/TA/D3-KS/2023

TUGAS AKHIR

**KARAKTERISTIK MARSHALL PADA CAMPURAN
AC-WC MENGGUNAKAN BAHAN PENGGANTI
AGREGAT *STEEL SLAG***



Disusun oleh:

Muhammad Tondi Satria Harahap

NIM 2001321052

Dosen Pembimbing:

Nunung Martina, S.T., M.Si.

NIP. 196703081990032001

PROGRAM STUDI D3 KONSTRUKSI SIPIL

JURUSAN TEKNIK SIPIL

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2023

No. 29/TA/D3-KS/2023

TUGAS AKHIR

**KARAKTERISTIK MARSHALL PADA CAMPURAN
AC-WC MENGGUNAKAN BAHAN PENGGANTI
AGREGAT *STEEL SLAG***



Disusun oleh:

Muhammad Tondi Satria Harahap

NIM 2001321052

Dosen Pembimbing:

Nunung Martina, S.T., M.Si.

NIP. 196703081990032001

PROGRAM STUDI D3 KONSTRUKSI SIPIL

JURUSAN TEKNIK SIPIL

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2023



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas Akhir berjudul :

KARAKTERISTIK MARSHALL PADA CAMPURAN AC-WC MENGUNAKAN BAHAN PENGGANTI AGREGAT *STEEL SLAG*

yang disusun oleh **Muhammad Tondi Satria Harahap (2001321052)** yang telah disetujui dosen pembimbing untuk dipertahankan dalam **Sidang Tugas Akhir**

Pembimbing

Nunung Martina, S.T., M.Si.

(NIP. 196703081990032001)



Hak Cipta :



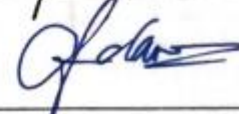
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir berjudul :

KARAKTERISTIK MARSHALL PADA CAMPURAN AC-WC MENGUNAKAN BAHAN PENGGANTI AGREGAT *STEEL SLAG*

yang disusun oleh **Muhammad Tondi Satria Harahap (2001321052)** telah dipertahankan dalam **Sidang Tugas Akhir** di depan Tim Penguji pada hari Rabu tanggal 09 Agustus 2023.

	Nama Tim Penguji	Tanda Tangan
Ketua	Anni Susilowati, S.T., M.Eng. NIP 196506131990032002	
Anggota	Agus Murdiyoto R., Drs., S.T., M.Si. NIP 195908191986031002	
Anggota	Mitsaq Addina Nisa, S.T., M.Eng. NIP 199412262022032010	

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Sipil

Politeknik Negeri Jakarta



Dr. Dyah Nurwidyaningrum, S. T., MM., M. Ars.
NIP 197407061999032001



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya :

Nama : Muhammad Tondi Satria Harahap
NIM : 2001321052
Prodi : D-III Konstruksi Sipil
Alamat Email : muhammad.tondisatriaharahap.ts20@mhs.wpnj.ac.id
Judul Naskah : Karakteristik Marshall Pada Campuran AC-WC Menggunakan Bahan Pengganti Agregat *Steel Slag*.

Dengan ini menyatakan bahwa tulisan yang saya sertakan dalam Tugas Akhir Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta Tahun Akademik 2022/2023 adalah benar-benar hasil karya sendiri, bukan jiplakan karya orang lain dan belum pernah diikutkan dalam segala bentuk akademis.

Apabila dikemudian hari ternyata tulisan/naskah saya tidak sesuai dengan pernyataan ini, maka secara otomatis tulisan/naskah saya dianggap gugur dan bersedia menerima sanksi yang ada. Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya.

Depok, 23 Agustus 2023

Yang Menyatakan,

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Muhammad Tondi Satria Harahap



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena berkat limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik dan tepat pada waktunya.

Tugas Akhir dengan judul “KARAKTERISTIK MARSHALL PADA CAMPURAN AC-WC MENGGUNAKAN BAHAN PENGGANTI AGREGAT *STEEL SLAG*” merupakan salah satu syarat untuk dapat menyelesaikan jenjang pendidikan Diploma III Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta.

Penyusunan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan moril maupun materil dari berbagai pihak, sehingga pada kesempatan ini penulis menyampaikan terimakasih kepada:

1. Allah SWT. atas nikmat, rahmat, dan hidayah-Nya yang diberikan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Kedua orang tua dan keluarga yang selalu memberikan dukungan dan motivasi serta doa kepada penulis untuk selalu mengusahakan yang terbaik.
3. Ibu Nunung Martina S.T., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang selalu sabar dan bersedia meluangkan waktu serta pikiran untuk memberikan pengarahan, bimbingan, dan saran dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Ibu RA Kartika Hapsari S, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Konstruksi Sipil Politeknik Negeri Jakarta.
5. Ibu Dr. Dyah Nurwidyaningrum, S.T., M.M., M. Ars., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta.
6. Kusno Wijayanto, A.Md., selaku Pranata Laboratorium Uji Bahan Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta yang telah banyak membantu penulis dalam proses penelitian Tugas Akhir di laboratorium.
7. Bapak Mulyono dan Kepala Laboratorium PT Jaya Konstruksi AMP Unit 1 Pulo Gadung yang telah membantu penulis memberikan bahan penelitian.
8. Bapak Gita Wahyu R. selaku Manajer Bidang Perencanaan dan Pengendalian Produksi dari PT Wika Serang Panimbang.
9. Bapak Arif Rahmat Abdullah selaku Manajer Bidang Pengendalian Mutu dan HSE dari PT Wika Serang Panimbang.
10. PT Wika Serang Panimbang dan PT Wijaya Karya (Persero) Tbk.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

11. Fauzzan F'Malika Addli, Wilmart Rio Ferdinand, Jaka Ramadhan, Eliya Dhiyah Ulhaq, Lucia, Shabirah, teman-teman seperjuangan 3 Konstruksi Sipil 2, dan alumni Konstruksi Sipil 2 yang telah memberikan bantuan di laboratorium, doa, semangat serta saran bagi penulis.
12. Semua pihak yang telah membantu penyusunan Tugas Akhir ini.

Namun demikian penulis menyadari bahwa masih ada kekurangan dalam Tugas Akhir ini, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan Tugas Akhir ini. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat serta dipergunakan sebagaimana mestinya.

Bekasi, Juli 2023

Penulis

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN ORISINALITAS	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Pembatasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Perkerasan Jalan	4
2.2 Campuran Aspal Panas.....	4
2.2.1 Aspal.....	4
2.2.2 Agregat	6
2.2.3 Agregat Halus	6
2.2.4 Agregat Kasar	6
2.2.5 Filler.....	8
2.3 Beton Aspal (<i>Asphalt Concrete</i>).....	8
2.4 Limbah Baja (<i>Steel Slag</i>).....	9
2.5 Rencana Campuran.....	11



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.6	Rencana Substitusi Agregat <i>Steel Slag</i>	11
2.7	Parameter Analisa Perhitungan Campuran AC-WC	11
2.7.1	Pengujian Marshall (<i>Marshall Stability Test</i>)	11
2.7.2	Berat Jenis <i>Bulk</i> dan <i>Apparent</i> dari Total Agregat	12
2.7.3	Berat Jenis Efektif Agregat.....	12
2.7.4	Berat Jenis Maksimum Campuran.....	13
2.7.5	Absorpsi Aspal.....	13
2.7.6	Kadar Aspal Efektif	13
2.7.7	Isi Benda Uji	14
2.7.8	Berat Isi.....	14
2.7.9	Rongga di Antara Mineral Agregat (<i>Void in the Mineral Aggregate / VMA</i>).....	14
2.7.10	Rongga di dalam Campuran (<i>Void in the Compound Mixture / VIM</i>)	14
2.7.11	Rongga Terisi Aspal (<i>Void Filled with Asphalt / VFA</i>).....	15
2.7.12	Stabilitas	15
2.7.13	Flow/Kelelehan.....	16
2.7.14	Marshall <i>Quotient</i> (Hasil Bagi Marshall)	16
BAB III	METODE PEMBAHASAN.....	17
3.1	Lokasi dan Waktu Penelitian.....	17
3.2	Peralatan Penelitian	17
3.2.1	Perlengkapan K3.....	17
3.2.2	Alat Pengujian Agregat dan <i>Filler</i>	18
3.2.3	Alat Pembuatan dan Pengujian Benda Uji Campuran Aspal AC-WC.....	18
3.3	Bahan Penelitian	19
3.4	Rancangan Penelitian	19
3.5	Teknik Pengumpulan Data	19



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3.6	Metode Analisis Data	19
3.7	Variasi Benda Uji	19
3.8	Tahapan Penelitian	20
3.8.1	Persiapan Alat dan Bahan Penelitian	20
3.8.2	Pengujian Sifat Bahan.....	20
3.8.3	Pemilihan Gradasi dan Proporsi Campuran Laston AC-WC	27
3.8.4	Pembuatan dan Pengujian Benda Uji	27
3.9	<i>Flow Chart</i>	30
BAB IV	DATA DAN PEMBAHASAN.....	31
4.1	Data Pengujian Agregat Kasar <i>Screening</i>	32
4.1.1	Berat Jenis dan Penyerapan Air	32
4.1.2	Analisa Saringan	33
4.1.3	Kausan Agregat <i>Screening</i> dengan Mesin Abrasi Los Angeles	35
4.1.4	Kadar Lumpur.....	36
4.2	Data Pengujian Agregat Halus Abu Batu	37
4.2.1	Berat Jenis dan Penyerapan Air	37
4.2.2	Analisa Saringan.....	38
4.2.3	Kadar Lumpur.....	40
4.2.4	Nilai Setara Pasir	41
4.3	Data Pengujian Agregat <i>Steel Slag</i>	41
4.3.1	Berat Jenis dan Penyerapan Air	41
4.3.2	Analisa Saringan	43
4.3.3	Keausan Agregat <i>Steel Slag</i> dengan Mesin Abrasi Los Angeles ..	44
4.3.4	Kadar Lumpur.....	45
4.4	<i>Filler</i> Semen Portland.....	46
4.4.1	Analisa Saringan	46
4.4.2	Berat Jenis <i>Filler</i>	46



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.5 Rekapitulasi Hasil Pengujian Agregat Kasar, Agregat Halus, dan <i>Filler</i> .47	
4.6 Perencanaan Campuran Benda Uji Marshall.....48	
4.6.1 Perhitungan Proporsi Campuran Agregat48	
4.6.2 Penentuan Variasi Kadar Kebutuhan Aspal Panas50	
4.6.3 Perhitungan Kebutuhan Bahan Penyusun Pengujian Marshall51	
4.7 Pengujian Marshall untuk Mendapatkan Kadar Aspal Optimum.....51	
4.8 Pengujian Marshall Beton Aspal Campuran AC-WC Agregat <i>Steel Slag</i> 61	
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....69	
5.1 Kesimpulan.....69	
5.2 Saran69	
DAFTAR PUSTAKA70	
LAMPIRAN.....73	



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Lapisan Perkerasan Lentur	4
Gambar 2. 2 <i>Steel Slag</i> (Limbah Baja)	10
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	30
Gambar 4. 1 Grafik Gradasi Agregat Gabungan	50
Gambar 4. 2 Grafik Hubungan Antara % Aspal dengan Stabilitas	56
Gambar 4. 3 Grafik Hubungan Antara % Aspal dengan Flow/Kelelehan.....	56
Gambar 4. 4 Grafik Hubungan Antara % Aspal dengan VMA.....	57
Gambar 4. 5 Grafik Hubungan Antara % Aspal dengan VIM	58
Gambar 4. 6 Grafik Hubungan Antara % Aspal dengan VFA	59
Gambar 4. 7 Grafik Hubungan Antara % Aspal dengan Marshall <i>Quotient</i> ..	59
Gambar 4. 8 Grafik Nilai Kadar Aspal Optimum (KAO)	60
Gambar 4. 9 Grafik Hubungan Antara % <i>Steel Slag</i> dengan Stabilitas.....	63
Gambar 4. 10 Grafik Hubungan Antara % <i>Steel Slag</i> dengan Kelelehan	64
Gambar 4. 11 Grafik Hubungan Antara % <i>Steel Slag</i> dengan VMA	65
Gambar 4. 12 Grafik Hubungan Antara % <i>Steel Slag</i> dengan VIM.....	65
Gambar 4. 13 Grafik Hubungan Antara % <i>Steel Slag</i> dengan VFA.....	66
Gambar 4. 14 Grafik Hubungan Antara % <i>Steel Slag</i> dengan MQ	67
Gambar 4. 15 Grafik Nilai Kadar <i>Steel Slag</i> Optimum.....	68

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1	Ketentuan Aspal Keras	5
Tabel 2. 2	Ketentuan Agregat Halus	6
Tabel 2. 3	Batasan Gradasi Agregat Gabungan.....	7
Tabel 2. 4	Ketentuan Agregat Kasar	7
Tabel 2. 5	Ketentuan Sifat-sifat Campuran Laston (AC) Menggunakan Slag	8
Tabel 2. 6	Persyaratan Kimia dan Fisik.....	9
Tabel 2. 7	Angka Korelasi Beban.....	15
Tabel 3. 1	Kebutuhan Alat dalam Pengujian Agregat dan <i>Filler</i>	18
Tabel 3. 2	Kebutuhan Alat dalam Pembuatan dan Pengujian Benda Uji.....	18
Tabel 3. 3	Kebutuhan Bahan	19
Tabel 3. 4	Variasi Kadar Aspal Optimum.....	20
Tabel 3. 5	Variasi Kadar Steel Slag Kondisi Kadar Aspal Optimum	20
Tabel 3. 6	Daftar Gradasi dan Berat Benda Uji.....	25
Tabel 4. 1	Data Pengujian Berat Jenis Agregat Kasar <i>Screening</i>	32
Tabel 4. 2	Data Analisa Saringan Agregat Kasar <i>Screening</i> Sampel Satu.....	33
Tabel 4. 3	Data Analisa Saringan Agregat Kasar <i>Screening</i> Sampel Dua	34
Tabel 4.4	Data dan Hasil Pengujian Keausan Agregat <i>Screening</i>	35
Tabel 4. 5	Data Pengujian Kadar Lumpur Agregat Kasar <i>Screening</i>	36
Tabel 4. 6	Data Pengujian Berat Jenis Agregat Halus Abu Batu	37
Tabel 4. 7	Data Analisa Saringan Agregat Halus Abu Batu Sampel Satu	38
Tabel 4. 8	Data Analisa Saringan Agregat Halus Abu Batu Sampel Dua.....	39
Tabel 4. 9	Data Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus Abu Batu	40
Tabel 4. 10	Data Hasil Pengujian <i>Sand Equivalent</i>	41
Tabel 4. 11	Data Pengujian Berat Jenis Agregat <i>Steel Slag</i>	41
Tabel 4. 12	Data Analisa Saringan Agregat <i>Steel Slag</i>	43
Tabel 4. 13	Data dan Hasil Pengujian Keausan Agregat <i>Steel Slag</i>	44
Tabel 4. 14	Data Pengujian Kadar Lumpur Agregat <i>Steel Slag</i>	45
Tabel 4. 15	Data Analisa Saringan <i>Filler</i> Semen Portland	46
Tabel 4. 16	Data Pengujian Berat Jenis <i>Filler</i> Semen.....	46
Tabel 4. 17	Rekapitulasi Hasil Pengujian Agregat, dan <i>Filler</i>	47
Tabel 4. 18	Cara Menentukan Presentase Proporsi Campuran Agregat Menggunakan Metode <i>Trial and Error</i>	49

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Tabel 4. 19 Kebutuhan Bahan Penyusun untuk Pengujian Marshall 1	51
Tabel 4. 20 Hasil Pengujian Marshall untuk Mendapatkan Nilai Kadar Aspal Optimum (KAO)	55
Tabel 4. 26 Rekapitulasi Hasil Pengujian Marshall untuk Mendapatkan Nilai KAO	60
Tabel 4. 22 Karakteristik Marshall dengan Nilai KAO.....	60
Tabel 4. 23 Kebutuhan Bahan Penyusun untuk Pengujian Marshall 2	61
Tabel 4. 24 Hasil Pengujian Marshall Beton Aspal Panas Agregat <i>Steel Slag</i>	62
Tabel 4. 25 Rekapitulasi Hasil Pengujian Marshall Steel Slag	67
Tabel 4. 26 Karakteristik Marshall dengan Nilai Kadar Agregat <i>Steel Slag</i> Optimum	68





BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jalan merupakan sarana transportasi yang sangat penting, dengan adanya jalan memudahkan untuk mobilisasi dari satu tempat ke tempat lainnya. Adanya pertumbuhan lalu lintas dan kendaraan maka sangat penting untuk melakukan peningkatan kualitas perkerasan jalan. Peningkatan kualitas jalan yang baik tentunya akan memperlancar mobilitas serta mendorong perkembangan perekonomian dari segi industri (Soelistijo, 2018).

Dunia industri berkembang cukup pesat yang mana kini kita berada di era revolusi industri 4.0, salah satunya kita ketahui bahwa pada era industri ini semakin banyak industri yang bermunculan dan pada suatu industri pasti menghasilkan limbah yang merupakan sisa hasil pengolahan suatu produk tersebut. Limbah industri yang menumpuk dan kurangnya pengelolaan limbah dengan baik, maka limbah industri akan menimbulkan dampak bagi lingkungan di sekitarnya. Oleh sebab itu diperlukan sarana pengolahan dan pemanfaatan limbah guna mengurangi dampak limbah terhadap lingkungan sekitar. Salah satu contoh yaitu industri produksi baja yang mana industri tersebut menghasilkan limbah dan limbah tersebut adalah limbah baja (*Steel Slag*). Limbah baja atau *steel slag* adalah limbah dari proses peleburan besi dan baja dengan komposisi berbagai bahan kimia dan mineral yang berupa material limbah padat (Iwardoyo, 2016).

Limbah baja atau *steel slag* mempunyai karakteristik seperti agregat kasar dengan permukaan yang berongga, namun hal tersebut tidak mempengaruhi kekerasan *slag* itu sendiri karena rongga tersebut tidak berhubungan satu sama lain, bila *steel slag* terbelah atau hancur karena proses pemecahan, maka kekerasan pada *steel slag* tidak hilang sampai butir terkecil sekalipun (Susanti, 2017). Berdasarkan latar belakang di atas *steel slag* dapat dimanfaatkan sebagai bahan pengganti agregat kasar yang diharapkan mampu menambah kualitas campuran aspal sekaligus mengurangi penumpukan limbah slag.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.2 Perumusan Masalah

Permasalahan yang terdapat dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana karakteristik campuran aspal menggunakan bahan pengganti agregat *steel slag* terhadap karakteristik Marshall *Test*.
2. Berapa kadar *steel slag* optimum untuk penggunaan *steel slag* pada campuran aspal AC-WC.

1.3 Pembatasan Masalah

Pembatasan masalah yang didapat dalam penelitian ini adalah:

1. Pengujian yang dilakukan pada benda uji berupa Marshall Test meliputi: Stabilitas, Flow, VIM, VMA, VFA, dan Marshall *Quotient*.
2. Campuran yang dibuat adalah campuran beraspal panas untuk lapis aus (AC-WC) dengan lalu lintas berat.
3. Pengujian langsung berupa agregat kasar *screening*, agregat kasar *steel slag*, agregat halus abu batu, dan filler semen. Tidak dilakukan pengujian langsung pada aspal keras penetrasi 60/70 maka digunakan data sekunder dari PT Jaya Konstruksi AMP Unit 1 Pulo Gadung.
4. Pengujian berat jenis maksimum campuran (Gmm) dihitung secara teoritis.
5. Aspal yang digunakan adalah Aspal Penetrasi 60/70

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penulisan naskah tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Mendapatkan karakteristik campuran aspal menggunakan bahan pengganti agregat *steel slag* terhadap karakteristik Marshall *Test*.
2. Mendapatkan nilai kadar *Steel Slag* Optimum pada tiap parameter Marshall test.



1.5 Sistematika Penulisan

Secara garis besar sistematika penulisan tugas akhir ini terdiri dari 5 (lima) bab yang masing-masing bab terdapat beberapa sub-bab agar penjelasan setiap bab dapat lebih terperinci, yang terdiri dari sebagai berikut:

1. BAB I PENDAHULUAN

Bab ini membahas tentang latar belakang yang mendasari penulisan naskah tugas akhir ini. Terdapat pula rumusan masalah, batasan masalah, manfaat dan tujuan penulisan. Pada sistematika penulisan pada bab ini berisi tahapan isi dari naskah tugas akhir.

2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menguraikan dasar teori yang berhubungan dengan penggunaan material *Steel Slag* pada bahan campuran aspal untuk perkerasan lentur (*Flexible pavement*).

3. BAB III METODE PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan tentang metode yang dipakai, pada penelitian ini digunakan metode penelitian observasi, yaitu metode mengumpulkan data-data yang diperlukan untuk pembahasan tugas akhir yang didapatkan dari hasil pengujian.

4. BAB IV DATA DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas hasil dari metode penelitian yang dilakukan yakni hasil pengujian di lab dan data-data pendukung lainnya. Pada bab ini juga membahas tentang analisa data yang didapat pada hasil pengujian di lab bahan.

5. BAB V PENUTUP

Bab ini berisikan tentang kesimpulan dari hasil penelitian serta saran terkait pengujian Marshall terhadap material steel slag sebagai material pengganti agregat kasar.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, analisis, dan pembahasan mengenai penggunaan agregat *steel slag* sebagai agregat kasar terhadap karakteristik Marshall campuran aspal untuk AC-WC dapat ditarik kesimpulan bahwa:

1. Nilai Kadar Aspal Optimum (KAO) sebesar 6,30% untuk campuran panas dengan variasi agregat *steel slag* pada variasi *steel slag* 0%, 25%, 50%, 75%, dan 100% didapatkan nilai Stabilitas, VIM, VFA, VMA, *Flow*, dan Marshall *Quotient* telah memenuhi semua persyaratan Pedoman PUPR tentang Perancangan dan Pelaksanaan Campuran Beraspal Panas Bergradasi Menerus (Laston) Menggunakan Slag.
2. Berdasarkan hasil pengujian didapatkan kadar *steel slag* optimum sebesar 50% dengan nilai Stabilitas 1519,62 kg; *Flow* 3,45 mm; VMA 17,05%; VIM 3,59%; VFA 79,12%; dan Marshall *Quotient* 440,67 kg/mm. Pada campuran aspal menggunakan agregat *steel slag* dengan presentase *steel slag* sebesar 50% dapat digunakan pada lapisan aus atau AC-WC untuk lalu lintas berat.

5.2 Saran

Berdasarkan proses dan hasil pengujian disarankan untuk:

1. Dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan campuran aspal hangat atau campuran aspal dingin.
2. *Steel slag* dapat digunakan untuk substitusi agregat halus pada campuran aspal panas AC-WC.
3. *Steel slag* dapat digunakan untuk campuran aspal AC-BC.
4. Pada penelitian selanjutnya dapat digunakan tipe aspal lain seperti aspal penetrasi 80/100 untuk mengetahui perbandingan karakteristik Marshall, dan juga dapat menggunakan tipe *filler* yang berbeda.



DAFTAR PUSTAKA

- Banurea, K. F. (2020). Pemanfaatan Limbah Baja (Slag Baja) Sebagai Bahan Campuran Aspal Terhadap Karakteristik Marshall. *Universitas Medan Area*, 1–92.
- Bina Marga. (2018). *General Specification of Indonesia Highways and Bridges*. 104.
- Fauzi, M. F. A., & Fadli, M. (2014). *Studi Kinerja Campuran Laston AC-BC Menggunakan BGA Asbuton Dan Geogrid Sebagai Bahan Tambah. Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Hasanudin Makasar.*
- Gowtham, C., & Ganesh, K. (2018). *Effect of Steel Slag on Marshall Properties of Plain and Modified Bituminous Concrete Grade 1 Mix*. 7(07), 221–225.
- Hartatik, N., Utami, G. S., & Rohmania, N. (2014). Karakteristik campuran beton aspal (AC-WC) dengan penambahan abu slag baja sebagai bahan pengganti filler. *Kern: Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 4(1), 31–44.
- Iwardoyo, J. (2016). *Studi Pemanfaatan Steel Slag Sebagai Bahan Bangunan*. 131–146.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2019). Perancangan dan Pelaksanaan Campuran Beraspal Panas Bergradasi Menerus (Laston) Menggunakan Slag. *Pedoman Bahan Konstruksi Bangunan Dan Rekayasa Sipil, Pd 05-2018-B SE*, 1–42.
- Lestari, I. G. A. A. I. (2013). Perbandingan Perkerasan Kaku dan Perkerasan Lentur. *Jurnal Transportasi*, 7(1), 128–134. <http://unmasmataram.ac.id/wp/wp-content/uploads/18.-I-Gusti-Agung-Ayu-Istri-Lestari.pdf>
- Marga, B. (2010). Spesifikasi Umum 2010 (Revisi 3). In *Spesifikasi Umum 2010 (Revisi 3): Vol. Divisi 6* (Issue Campuran Beraspal Panas, pp. 6–43). https://depobeta.com/downloadable/download/sample/sample_id/711/
- Martina, N. dan R. (2013). *Karakteristik Beton Aspal dengan Substitusi Agregat Limbah Industri Pengolahan Biji Besi (Steel Slag)*. 12(1).
- Nugraha, A. A. (2021). Pengaruh Steel Slag Sebagai Substitusi Agregat Kasar Dan Aspal Starbit E60 Sebagai Bahan Ikat Pada Perkerasan Campuran Asphalt Concrete- Wearing Coarse (Ac-Wc) (the Effect of Steel Slag As a Substitution of Coarse Aggregate and Starbit E60 Asphalt As a. *Tesis*.
- Nugroho, A. S., & Gunarto, A. (1997). *PENELITIAN LABORATORIUM PENGGUNAAN LIMBAH BAJA (SLAG)*
- Pattipeilohy, J., Sapulette, W., & Lewaherilla, N. M. Y. (2019). *Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Pada Ruas Jalan Desa Waisarisa–Kaibobu. Manumata: Jurnal Ilmu Teknik*, 5(2), 56–64.
- Prayoga, B. (2017). *Perbandingan Penggunaan Limbah Karbit dan Abu Batu Sebagai Filler Terhadap Campuran Aspal Pada Lapisan AC-BC (Studi Penelitian)* (Doctoral dissertation).

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

SNI 03-1737-1989. *Pelaksanaan Lapis Campuran Beraspal Panas.*

SNI 03-4428-1997. *Metode Pengujian Agregat Halus Atau Pasir Yang Mengandung Bahan Plastis Dengan Cara Setara Pasir.*

SNI 03-6388-2000. *SPESIFIKASI AGREGAT LAPIS PONDASI BAWAH.*

SNI-03-6819-2002. *Spesifikasi Agregat Halus Untuk Campuran Perkerasan Beraspal.*

SNI 03-6820-2022. *SPESIFIKASI AGREGAT HALUS UNTUK PEKERJAAN ADUKAN DAN PLESTERAN DENGAN BAHAN SEMEN.*

SNI 1969:2016. *Metode uji berat jenis dan penyerapan air agregat kasar.*

SNI 7656-2012. *Tata cara pemilihan campuran untuk beton normal, beton berat dan beton massa.*

SNI 8198:2015. *Spesifikasi campuran beraspal panas bergradasi menerus (Laston).*

SNI 8379:2017. *Spesifikasi material pilihan (selected material) menggunakan slag untuk konstruksi jalan.*

SNI ASTM C117:2012. *Metode uji bahan yang lebih halus dari saringan 0,075 mm (No. 200) dalam agregat mineral dengan pencucian.*

Soelistijo, A. (2018). *Peningkatan Mutu Pembangunan Jalan Menggunakan Sistem Informasi.* 4(1), 1–10.

Sukirman, S. (2016). *Beton Aspal Campuran Panas.* In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53, Issue 9). <http://ebook.itenas.ac.id/repository/9df74dd5f5afcf366e0fffb21e5a8a92.pdf>

Susanti, E. (2017). *Pemanfaatan Limbah Slag Baja Sebagai Pengganti.* 1, 31–36.

Tarihoran, M., & Wulandari, A. A. E. (2004). *Karakteristik campuran aspal panas terhadap penggunaan bahan tambahan* (Doctoral dissertation, Petra Christian University).

Turnip, E. T. B. P. (2016). *Pemanfaatan Limbah Beton Sebagai Pengganti Agregat Kasar Pada Campuran Beton.* *Pemanfaatan Limbah Beton Sebagai Pengganti Agregat Kasar Pada Campuran Beton,* 5. <http://repository.untagsby.ac.id/354/?msckid=012067b9be7e11ecb298e3fc03b2ae15>

Wahjoedi. (2009). *Karakteristik Marshall dan Indeks Kekuatan Sisa (IKS) pada Campuran Butonite Mastic Asphalt (BMA).* *Jurnal Teknik Sipil Dan Perencanaan,* 11(2), 121–130.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Wicaksana, A., & Rachman, T. (2018). 濟無No Title No Title No Title. *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952., 3(1), 10–27. <https://medium.com/@arifwicaksanaa/pengertian-use-case-a7e576e1b6bf>

Widayanti, N. (2019). Analisis Kelelahan (Fatigue) Lapis Perkerasan Lentur Pada Campuran Aspal. *Semantic Scholar*, Rc 185401.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta