

**PERBANDINGAN KARAKTERISTIK MARSHALL TEST  
MENGUNAKAN CAMPURAN PASIR BESI DARI DAERAH  
TAKENGON SEBAGAI PENGGANTI SEBAGIAN AGREGAT HALUS**

**SKRIPSI**

**(STUDI PENELITIAN)**

Diajukan Untuk Melengkapi Tugas Sarjana S1  
Pada Fakultas Teknik Sipil  
Universitas Islam Sumatera Utara

Disusun Oleh :

RENALDY GHUFRANANDA

71190913012



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS ISLAM SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2025**

**PERBANDINGAN KARAKTERISTIK MARSHALL TEST  
MENGUNAKAN CAMPURAN PASIR BESI DARI DAERAH  
TAKENGON SEBAGAI PENGGANTI SEBAGIAN AGREGAT HALUS**

**SKRIPSI**

**(STUDI PENELITIAN)**

Diajukan Untuk Melengkapi Tugas Sarjana S1  
Pada Fakultas Teknik Sipil  
Universitas Islam Sumatera Utara

Disusun Oleh :

RENALDY GHUFRANANDA

71190913012

Diketahui Oleh :

Dosen Pembimbing 1

Dosen Pembimbing 2

( Ir. Marwan Lubis, MT.)

(Ronal HT. Simbolon ST,MT.)

Ketua Program Studi Teknik Sipil

( Ir. Hj. Jupriah Sarifah, MT. )

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS ISLAM SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2025**

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	
<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>i</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>ii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR NOTASI.....</b>	<b>xi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
Latar Belakang .....	1
Rumusan Masalah .....	3
Batasan Masalah.....	4
Tujuan Penelitian .....	4
Manfaat Penelitian .....	5
Sistematika Penulisan .....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Penelitian Terdahulu .....	7
2.2 Konstruksi Jalan Raya.....	9
2.3 Lapisan Aspal Beton (Laston).....	11
2.4 Aspal .....	13
2.4.1 Kandungan Aspal.....	14
2.4.2 Jenis Aspal .....	15

2.4.3 Fungsi Aspal Sebagai Material Perkerasan Jalan .....	16
2.5 Agregat.....	16
2.5.1 Agregat Kasar.....	17
2.5.2 Agregat Halus.....	19
2.5.3 Bahan Pengisi Filler .....	20
2.5.4 Gradasi Agregat .....	20
2.6 Pedoman Konstruksi Dan Bangunan (penggunaan Agregat Slag Besi Dan Baja Untuk Campuran Beraspal Panas Pd T-04-2005-B) .....	21
2.6.1 Agregat slag besi dan baja.....	22
2.6.2 Agregat slag kasar .....	24
2.6.3 Agregat slag halus .....	24
2.6.4 Gradasi gabungan agregat slag.....	25
2.7 Pasir Besi .....	25
2.8 Suhu Atau Temperatur .....	26
2.9 Karakteristik Campuran Beraspal .....	27
2.10 Rencana Campuran Aspal ( <i>Design Formula</i> ) .....	29
2.11 Pengujian Marshall Test.....	34
2.12 Kadar Aspal Rencana.....	35
2.13 Berat Jenis Bulk dan Apparent Total Agregat .....	36
2.14 Berat Jenis Efektifitas Agregat.....	37
2.15 Berat Jenis Maksimum Campuran .....	38
2.16 Berat Jenis Bulk Campuran Padat.....	38
2.17 Penyerapan Aspal.....	39
2.18 Kadar Aspal Efektif.....	39

2.19 Rongga Diantara Material Agregat <i>Void in the mineral Agregat (VMA)</i> ..	40
2.40 Rongga Didalam Campuran <i>Void In The Compacted Mixture (VIM)</i> .....	41
2.21 Rongga udara yang terisi aspal <i>Voids Filled with Bitumen (VFB)</i> .....	41
2.22 Stabilitas.....	42
2.23 <i>Flow</i> .....	42
2.24 Hasil Bagi Marshall <i>Marshall Quotient (MQ)</i> .....	42

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

3.1 Metode Penelitian.....	44
3.2 Tempat Dan Waktu Penelitian .....	44
3.2.1 Tempat Penelitian .....	44
3.2.2 Waktu Penelitian .....	44
3.3 Bahan Penelitian.....	45
3.4 Peralatan Penelitian.....	46
3.5 Tahapan Penelitian .....	48
3.5.1 Persiapan Penelitian .....	48
3.5.2 Pengujian Bahan.....	48
3.5.3 Perencanaan Campuran Aspal (AC-WC).....	51
3.5.4 Pembuatan Sampel .....	54
3.5.5 Pengujian Menggunakan Alat Marshall Test.....	56
3.6 Analisa Dan Pembahasan.....	59
3.7 Variabel Yang Diamati .....	59
3.8 Kesimpulan .....	60
3.9 Diagram Alir .....	61

### **BAB IV ASNALISA DAN PEMBAHASAN**

4.1 Pemeriksaan Bahan Campuran Aspal Laston (AC-WC) .....	62
4.2 Hasil Pengujian Agregat .....	62
4.3 Hasil Pengujian Analisa Saringan.....	62
4.4 Hasil Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar .....	68
4.5 Hasil Berat Dan Penyerapan Agregat Halus .....	69
4.6 Hasil Pengujian Aspal.....	70
4.7 Hasil Mix Design .....	71
4.8 Hasil Parameter Marshall Test.....	73
4.9 Hasil Bulk Density.....	107
4.10 Hasil voids Mineral Agregat (VMA) .....	109
4.11 Hasil Void Filled Bitumen (VFB).....	110
4.12 Hasil Void In Mix (VIM).....	111
4.13 Hasil Stabilitas Marshall Test .....	112
4.14 Hasil Masrhall Test Flow .....	114
4.15 Hasil Marshall Quotient (MQ).....	115
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1 Kesimpulan .....	118
5.2 Saran.....	120
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>121</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>122</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Susunan Perkerasan Lentur Jalan Raya.....	11
Gambar 2.2 Aspal Hasil Penyulingan Minyak.....	15
Gambar 2.3 : Agregat Kasar (Batu Pecah,Krikil) .....	19
Gambar 2.4 : Agregat Halus ( Pasir ).....	20
Gambar 3.1 Bagan Alur Penelitian (Flow Chart).....	61
Gambar 4.1 Grafik Hasil Kombinasi Agregat Memenuhi Spesifikasi Bina Marga 2018.....	68
Gambar 4.2 Grafik Nilai Bulk Density .....	107
Gambar 4.3 Grafik Nilai Void Mineral Aggregate (VMA). .....	108
Gambar 4.4 Grafik Nilai Void Filled Bitumen (VFB). .....	110
Gambar 4.5 Grafik Nilai Void In Mix (VIM). .....	111
Gambar 4.6 Grafik Nilai Stabilitas .....	113
Gambar 4.7 Grafik Nilai Flow .....	114
Gambar 4.8 Grafik MQ.....	116

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tebal Nominal Minimum Campuran Aspal Laston.....	13
Tabel 2.2 Ketentuan Sifat-sifat Campuran Laston (AC).....	13
Tabel 2.3 Ketentuan Aspal Penetrasi 60-70.....	16
Tabel 2.4 Ketentuan Agregat Kasar .....	18
Tabel 2.5 Ketentuan Agregat Halus .....	20
Tabel 2.6 Ketentuan Filler .....	21
Tabel 2.7 Gradasi Agregat Gabungan Untuk Campuran Aspal.....	22
Tabel 2.8 Persyaratan agregat slag kasar dan halus .....	24
Tabel 2.9 Persyaratan agregat slag kasar dan halus .....	26
Tabel 2.10 Ketentuan Viskositas dan Temperatur Aspal untuk Pencampuran dan Pematatan .....	27
Tabel 2.11 Perbedaan metode Marshall dan metode CQCMU.....	32
Tabel 3.1 Waktu Pelaksanaan Penelitian Bulan Mei .....	45
Tabel 3.2 Hasil Perencanaan Nilai Campuran Agregat .....	52
Tabel 3.3 Perencanaan Mix Design/Job Formula Berat 1 Agregat Tiap Saingan .	52
Tabel 3.4 Mix Design Campuran Variasi Pasir Besi Yang Dibutuhkan.....	53
Tabel 3.5 Perencanaan Banyaknya sampel yang dibuat .....	54
Tabel 4.1 Hasil pemeriksaan analisis saringan agregat kasar (Ca) <sup>3</sup> / <sub>4</sub> inch.....	63
Tabel 4.2 Hasil pemeriksaan analisis saringan Medium (MA) <sup>1</sup> / <sub>2</sub> inch. ....	64

Tabel 4.3 Hasil pemeriksaan analisis saringan agregat halus pasir (FA).....	<b>65</b>
Tebel 4.4 Hasil Pemeriksaan Kombinasi Agregat.....	<b>66</b>
Tabel 4.5 Batas Kontrol Fraksi Agregat Sesuai Spesifikasi Bina Marga 2018.....	<b>67</b>
Tabel 4.6 Hasil Uji Berat Jenis dan penyerapan Agregat Kasar .....	<b>68</b>
Tabel 4.7 Hasil Uji Berat Jenis dan penyerapan Agregat Halus .....	<b>69</b>
Tabel 4.8 Hasil pemeriksaan karakteristik aspal Pertamina Pen 60/70.....	<b>70</b>
Tabel 4.9 Perencanaan Nilai Campuran Agregat .....	<b>72</b>
Tabel 4.10 Jumlah Sampel Aspal Rendaman Air Tawar Dan Air Laut .....	<b>73</b>
Tabel 4.11 Hasil Data Rekapitulasi Karakteristik Marshall .....	<b>106</b>
Tabel 4.12 Hasil Data Nilai Bulk Density .....	<b>108</b>
Tabel 4.13 Hasil Data Nilai Void Mineral Aggregate (VMA) .....	<b>109</b>
Tabel 4.15 Hasil Data Nilai Void In Mix (VIM) .....	<b>112</b>
Tabel 4.16 Hasil Data Nilai stabilitas .....	<b>113</b>
Tabel 4.17 Hasil Data Nilai flow .....	<b>115</b>
Tabel 4.18 Hasil Data Nilai flow .....	<b>116</b>
Tabel 4.19 Hasil Data Rekapitulasi Karakteristik Marshall .....	<b>118</b>

## DAFTAR NOTASI

Pb	=	Perkiraan kadar aspal optimum (%)
CA	=	Nilai prosentase agregat kasar (%)
Ma	=	Nilai Prosentase agregat Medium(%)
FA	=	Nilai prosentase agregat halus (%)
FF	=	Nilai prosentase <i>Filler</i> (%)
K	=	Konstanta (kira-kira 0,5 – 1,0)
GSbtot agregat	=	Berat jenis kering agregat gabungan (%)
Gsb1, Gsb2 ... Gsbn	=	Berat jenis kering dari masing – masing agregat 1,2,3 .. n,(gr/cc)
P1,P2,P3, ...	=	Prosentase berat dari masing – masing agregat (%)
GSatot agregat	=	Berat jenis semu agregat gabungan (gr,cc)
Gsa1, Gsa2 ... Gsan	=	Berat jenis semu dari masing – masing agregat 1,2,3.. n,(gr/cc)
P1,P2,P3, ...	=	Prosentase berat dari masing – masing agregat (%)
Gse	=	Berat jenis efektif / efektive specific gravity,(gr/cc)
Gsb	=	Berat jenis kering agregat/bulk specific gravity,(gr/cc)
Gsa	=	Berat jenis semu agregat /apparent specific gravity,(gr/cc)

Gmm	=	Berat jenis campuran maksimum teoritis setelah pemadatan (gr/cc)
Gmb	=	Berat jenis campuran setelah pemadatan, (gr/cc)x
Vbulk	=	Volume campuran setelah pemadatan, (cc)
Wa	=	Berat di udara, (gr)
Pmm	=	Persen berat total campuran (=100)
Pb	=	Prosentase kadar aspal terhadap total campuran (%)
Ps	=	Kadar agregat, persen terhadap berat total campuran (%)
Gb	=	Berat jenis aspal
VMA	=	Rongga udara pada mineral agregat, prosentase dari volume total (%)
VIM	=	Rongga udara pada campuran setelah pemadatan, prosentase dari volume total, (%)
VFB	=	Rongga udara yang terisi aspal, prosentase dari VMA (%)
MQ	=	Marshall Quotient, (kg/mm)
MS	=	Marshall Stability (kg)
MF	=	Marshall Flow, (mm)

- IRS = Indeks Kekuatan Sisa (Index Retained Strength)  
(%)
- Msi = Stabilitas Marshall setelah perendaman 24 jam suhu  
ruang  $60\pm 1^{\circ}\text{C}$ , (kg)
- MSs = Stabilitas Marshall standar pada rendaman selama  
 $30\pm 1$  menit suhu  $60^{\circ}\text{C}$ , (kg)

## DAFTAR PUSTAKA

- Anies, Muh Kasim, Juwita Siraman, and Akrimawati Anju Mandaya. "Studi Perencanaan Lapisan Permukaan Jalan Jenis Beton Aspal AC-WC dengan Pemanfaatan Limbah Plastik Pet sebagai Bahan Tambah." *Jurnal Teknik Sipil MACCA* 4.2 (2019): 161-176.
- Firda, Ani, et al. "Pengaruh Penambahan Plastik (Polyethylene Terephthalate) Pada Campuran AC-WC (Asphalt Concrete–Wearing Course) Terhadap Karakteristik Marshall." *Jurnal Deformasi* 7.2 (2022): 127-144.
- Iqbal, I., Saleh, S. M., & Isya, M. (2018). Uji Marshall Terhadap Campuran Ac-Wc Dengan Substitusi Kolaborasi Limbah Pet Dan Sbb Ke Dalam Aspal Penetrasi 60/70. *Jurnal Teknik Sipil*, 1(3), 627-636.
- Rahayu, P., Rifqi, M. G., & Amin, M. S. U. (2021). Pengaruh Penambahan Plastik Tipe PET (Polyethylene Terephthalate) Terhadap Campuran Laston AC-WC. *Journal Of Applied Civil Engineering And Infrastructure Technology*, 2(1), 1-5.
- Suprayitno, Suprayitno, et al. "STUDI PENGGUNAAN VARIASI CAMPURAN METERIAL PLASTIK JENIS HIGH DENSITY POLYETHYLENE (HDPE) PADA CAMPURAN BERASPAL UNTUK LAPIS AUS AC-WC (ASPHALT CONCRETE WEARING COURSE)." *PADURAKSA: Jurnal Teknik Sipil Universitas Warmadewa* 8.2 (2019): 222-233.
- Suhardi, Suhardi, Priyo Pratomo, and Hadi Ali. "Studi Karakteristik Marshall Pada Campuran Aspal Dengan Penambahan Limbah Botol Plastik." *Jurnal Rekayasa Sipil dan Desain* 4.2 (2016): 284-293.

## LAMPIRAN

### ❖ Foto Dokumentasi Penelitian

- Peralatan Dan Bahan Penelitian Pengujian Agregat



Oven 300°C



Satu Set Saringan



Ember



Timbangan



Aspal Penetrasi 60/70



Pengujian Analisa Saringan



Pemisahan Agregat Tiap Saringan



Sampel yang sudah disiapkan



Proses Persiapan pembuatan sampel



Proses pencetakan sampel



kompur tungku



Waterbath untuk memanaskan aspal



Alat Marshall Test



Pengujian Marshall



Sample yang sudah dicetak



Sampel yang direndam 24 jam