

# **KOMPUTERISASI PERHITUNGAN PARAMETER MARSHALL UNTUK RANCANGAN CAMPURAN BETON ASPAL**

**Deni Setiawan**  
NRP : 9821051

**Pembimbing : Silvia Sukirman, Ir**

**FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK SIPIL UNIVERSITAS  
KRISTEN MARANATHA  
BANDUNG**

---

---

## **ABSTRAK**

Selama ini perhitungan dan pengolahan hasil pengujian Marshall dilakukan secara manual dengan bantuan tabel. Perhitungan secara manual terdapat beberapa kelemahan di antaranya: banyaknya prosedur yang harus dilakukan, adanya ketidakteelitian dalam perhitungan akibat kesalahan manusia (*human error*), dan tidak efisien dalam waktu.

Untuk itu maka diperlukan adanya program yang mengatasi atau memperkecil kesalahan yang timbul. Dalam Tugas Akhir ini bertujuan untuk mengkomputerisasikan perhitungan pengujian Marshall dengan mempergunakan bahasa program *Borland Delphi 7.0*.

Perbandingan perhitungan secara manual dan perhitungan secara program secara uji statistik diperoleh hasil  $t < t_{\alpha}$  ini membuktikan bahwa perhitunga secara program dapat diterima.

Pemrograman hasil pengujian Marshall ini diperlukan beberapa penyempurnaan yaitu kemampuan untuk menggambar grafik dan kemampuan untuk mencetak grafik.

# DAFTAR ISI

	Halaman
<b>SURAT KETERANGAN TUGAS AKHIR</b> .....	i
<b>SURAT KETERANGAN SELESAI TUGAS AKHIR</b> .....	ii
<b>ABSTRAK</b> .....	iii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iv
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vi
<b>DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN</b> .....	ix
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xiii
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Tujuan Penulisan.....	2
1.3 Pembatasan Masalah.....	2
1.4 Sistematika Pembahasan.....	2
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Beton Aspal.....	4
2.2 Sifat Campuran.....	5
2.2.1 Stabilitas.....	5
2.2.2 Durabilitas.....	5
2.2.3 Fleksibilitas.....	6
2.2.4 Kekesatan.....	6

2.2.5	Kekedapan.....	6
2.2.6	Kemudahan Pekerjaan.....	6
2.2.7	Ketahanan Kelelahan.....	7
2.3	Sifat Volumetrik dari Campuran Beton Aspal yang Telah Dipadatkan.....	7
2.3.1	Berat Jenis Bulk Beton Aspal Padat ( $G_{mb}$ ).....	9
2.3.2	Berat Jenis Maksimum Beton Aspal Yang Belum Dipadatkan ( $G_{mm}$ ).....	10
2.3.3	Volume Pori Dalam Agregat Campuran (VMA)....	12
2.3.4	Volume Pori Dalam Beton Aspal Padat (VIM).....	15
2.3.5	Volume Pori Antara Butir Agregat Yang Terisi Aspal (VFA).....	15
2.3.6	Kadar Aspal Yang Terabsorpsi Ke Dalam Pori Agregat ( $P_{ab}$ ).....	16
2.3.7	Kadar Aspal Efektif yang Menyelimuti Agregat ( $P_{ae}$ ).....	18
2.3.8	Tebal Selimut atau Film Aspal.....	19
2.3.9	Berat Jenis <i>Bulk</i> Agregat Campuran ( $G_{sb}$ ).....	21
2.3.10	Berat Jenis Efektif Agregat Campuran ( $G_{se}$ ).....	22
2.4	Pengujian Marshall.....	22
2.4.1	Persiapan Benda Uji.....	24
2.4.2	Penentuan Berat Jenis <i>Bulk</i> Dari Benda Uji.....	27
2.4.3	Pemeriksaan Nilai Stabilitas Dan <i>Flow</i> .....	28
2.4.4	Perhitungan Parameter Marshall Lainnya.....	28

2.5	Uji Statistika.....	29
2.5.1	Hipotesis Statistika.....	29
2.5.2	Uji t.....	29
<b>BAB 3 KOMPUTERISASI</b>		
3.1	Borland Delphi 7.....	30
3.2	Konsep Umum Program.....	31
3.2.1	Data Masukan.....	32
3.2.2	Proses Data.....	33
3.2.3	Data Keluaran.....	38
3.3	Algoritma Program.....	42
<b>BAB 4 ANALISIS HASIL PROGRAM</b>		
4.1	Contoh Perhitungan.....	48
4.2	Hasil Perhitungan Manual.....	51
4.3	Hasil Perhitungan dengan Program.....	53
4.4	Perbandingan Hasil Perhitungan Manual dan Perhitungan dengan Program.....	53
4.4.1	Perhitungan Uji t untuk VMA.....	53
4.4.2	Perhitungan Uji t untuk VIM.....	55
4.4.3	Perhitungan Uji t untuk VFA.....	57
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN</b>		
5.1	Kesimpulan.....	60
5.2	Saran.....	61
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>		62
<b>LAMPIRAN.....</b>		64

## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

%	= persen
°C	= derajat Celcius
AASHTO	= <i>American Association of State Highway and Transportation Officials</i>
B <sub>a</sub>	= berat beton aspal padat di dalam air
B <sub>k</sub>	= berat kering beton aspal padat
B <sub>ssd</sub>	= berat kering permukaan dari beton aspal yang dipadatkan
cm	= centimeter
cm <sup>2</sup>	= centimeter persegi
div	= divisi
G <sub>a</sub>	= berat jenis aspal
G <sub>mb</sub>	= berat jenis bulk beton aspal padat
G <sub>mm</sub>	= berat jenis maksimum beton aspal yang belum dipadatkan
gr	= gram
G <sub>sb</sub>	= berat jenis bulk dari agregat pembentuk beton aspal padat
G <sub>se</sub>	= berat jenis efektif dari agregat pembentuk beton aspal padat
kg	= kilogram
kN	= kilo Newton
Maks	= maksimum
Min	= minimum
mm	= millimeter
n	= jumlah benda uji
P <sub>ab</sub>	= kadar aspal yang terabsorpsi ke dalam pori butir agregat

$P_{ae}$	= kadar aspal efektif yang menyelimuti agregat
$V_a$	= volume aspal dalam beton aspal padat
$V_{ab}$	= volume aspal yang terabsorpsi ke dalam agregat dari beton aspal padat
VIM	= volume pori dalam beton aspal padat
VMA	= volume pori di antara butir agregat di dalam beton aspal padat
$V_{mm}$	= volume tanpa pori dari beton aspal padat
VFA	= volume pori beton aspal yang terisi oleh aspal

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Skematis berbagai jenis volume beton aspal.....	8
Gambar 2.2 Pengertian tertang VIM, selimut aspal (Film aspal), aspal yang terabsorbsi.....	9
Gambar 2.3 Ilustrasi pengertian VMA dan VIM.....	12
Gambar 2.4 Alat Marshall.....	24
Gambar 2.5 Hubungan antara temperatur (°F) dan nilai viskositas Kinematis (cSt) <sup>[MS-2]</sup> .....	26
Gambar 3.1 Tampilan dasar <i>Delphi</i> .....	31
Gambar 3.2 Tampilan tabel perhitungan hasil pengujian Marshall.....	35
Gambar 3.3 Plotting point antara % kadar aspal terhadap %VIM.....	39
Gambar 3.4 Plotting point antara % kadar aspal terhadap %VMA.....	39
Gambar 3.5 Plotting point antara % kadar aspal terhadap stabilitas .....	40
Gambar 3.6 Plotting point antara % kadar aspal terhadap <i>flow</i> (kelelehan)...	40
Gambar 3.7 Plotting point antara % kadar aspal terhadap Marshall <i>Quotient</i> ..	41
Gambar 3.8 Grafik kadar aspal optimum.....	41
Gambar 3.9 Diagram alir kerja.....	46
Gambar 3.10 Diagram alir program.....	47

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1	Faktor luas permukaan agregat <sup>[MS-2]</sup> ..... 20
Tabel 2.2	Jumlah tumbukan masing-masing sisi benda uji <sup>[MS-2]</sup> ..... 27



## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 <i>Listing</i> Program.....	65
Lampiran 2 Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Parameter Marshall ..	79
Lampiran 3 Tabel Persyaratan Campuran Beton Aspal.....	81
Lampiran 5 Tabel Persyaratan VMA.....	82
Lampiran 6 Tabel Angka Koreksi Stabilitas.....	82
Lampiran 7 Distribusi t Student.....	83