



**KOMPARASI HASIL PENGUJIAN KARATERISTIK MARSHALL  
PADA CAMPURAN AC-WC MENGGUNAKAN ALAT UJI  
DIGITAL (VJT-csMARS) dan ANALOG (DBA BTE-500)**

**SKRIPSI**

Oleh

**GRANDIS ZULFIKAR**

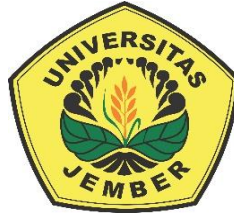
**NIM. 101910301050**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS JEMBER**

**2014**



**KOMPARASI HASIL PENGUJIAN KARATERISTIK MARSHALL  
PADA CAMPURAN AC-WC MENGGUNAKAN ALAT UJI  
DIGITAL (VJT-csMARS) dan ANALOG (DBA BTE-500)**

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat  
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Sipil (S1)  
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

**GRANDIS ZULFIKAR**

**NIM. 101910301050**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS JEMBER**

**2014**

## **PERSEMBAHAN**

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan karunia dan ridha-Nya kepada penulis, sehingga karya tulis ini dapat diselesaikan dan dapat dipersembahkan kepada:

1. Allah SWT. Penciptaku yang selalu memberi karunia dan ridha serta ketetapan iman dan islam kepadaku;
2. Muhammad SAW, Rasul junjunganku yang telah membawaku ke zaman islamiah;
3. Ayahanda MN, Yusuf dan Ibunda Inarsih tercinta, yang tidak pernah berhenti memberi kasih sayang-cinta kasih, doa, kepercayaan, motivasi dan harapan serta dukungan moral maupun materiil sehingga saya mampu seperti ini;
4. Adikku Delonix Regia yang selalu memberi warna, semangat dan motivasi dalam hidupku;
5. Guru-guruku sejak Taman Kanak-kanak sampai Perguruan Tinggi, yang telah memberikan ilmu dan bimbingan dengan penuh kesabaran dan keikhlasan;
6. Teknisi dan Teman-teman Laboratorium Transportasi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember;
7. Teman-teman satu angkatan Teknik Sipil 2010 yang senasib dan seperjuangan, terimakasih atas kerjasama dan kekompakannya selama ini;
8. Almamater Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

## MOTTO

”Bermimpilah setinggi langit. Jika engkau jatuh, engkau akan jatuh diantara bintang-bintang”  
(Soekarno)

”Kelemahan terbesar kita adalah saat menyerah. Cara pasti untuk bisa sukses adalah cobalah sekali lagi”  
(Thomas Alva Edison)

"Ilmu tanpa agama itu lumpuh, agama tanpa ilmu itu buta"  
(Albert Einstein)

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Grandis Zulfikar

NIM : 101910301050

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul : *Komparasi Hasil Pengujian Karakteristik Marshall Pada Campuran AC-WC Menggunakan Alat Uji Digital (VJT-csMARS) dan Analog (DBA BTE-500)* adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi .

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 24 September 2014

Yang Menyatakan,

Grandis Zulfikar  
NIM. 101910301050

**SKRIPSI**

**KOMPARASI HASIL PENGUJIAN KARATERISTIK MARSHALL  
PADA CAMPURAN AC-WC MENGGUNAKAN ALAT UJI  
DIGITAL (VJT-csMARS) dan ANALOG (DBA BTE-500)**

Oleh :

Grandis Zulfikar  
NIM. 101910301050

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Nunung Nuring H., ST., MT.

Dosen Pembimbing Anggota : Sonya Sulistyono, ST., MT.

**PENGESAHAN SKRIPSI**

**KOMPARASI HASIL PENGUJIAN KARATERISTIK MARSHALL  
PADA CAMPURAN AC-WC MENGGUNAKAN ALAT UJI  
DIGITAL (VJT-csMARS) dan ANALOG (DBA BTE-500)**

Oleh :

**Grandis Zulfikar  
NIM. 101910301050**

Mengetahui :

Fakultas Teknik  
Universitas Jember  
Ketua

Jurusan Teknik Sipil  
Ketua

Ir. Widyono Hadi, MT.  
NIP. 19610414 198902 1 001

Jojob Widodo S., ST., MT.  
NIP. 19720527 20003 1 001

## **PENGESAHAN**

Skripsi berjudul *Komparasi Hasil Pengujian Karakteristik Marshall Pada Campuran AC-WC Menggunakan Alat Uji Digital (VJT cs-MARS) dan Analog (DBA BTE-500)* telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknik Universitas Jember pada :

hari : Rabu  
tanggal : 24 September 2014  
tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

### **Tim Penguji,**

Dosen Pembimbing Utama,

Dosen Pembimbing Anggota,

Nunung Nuring H., S.T., M.T.  
NIP 19760217 200112 2 002

Sonya Sulistyono, S.T., M.T.  
NIP. 197401111 199903 1 001

Penguji I,

Penguji II,

Akhmad Hasanuddin, S.T., M.T.  
NIP. 19710327 199803 1 003

Ririn Endah B., S.T., M.T.  
NIP. 19720528 199802 2 001

Mengesahkan

Fakultas Teknik  
Universitas Jember  
Dekan,

Ir. Widyono Hadi, MT.  
NIP. 19610414 198902 1 001



*Komparasi Hasil Pengujian Karakteristik Marshall Pada Campuran AC-WC Menggunakan Alat Uji Digital (VJT-csMARS) dan Analog (DBA BTE-500) (Marshall Characteristic Comparison Testing Results In Mixed AC-WC Using the Digital Test Equipment and Analog)*

**Grandis Zulfikar**

*Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember*

**ABSTRAK**

Uji karakteristik Marshall menghasilkan nilai stabilitas dan flow. Uji Marshall dapat menggunakan dua jenis alat, alat uji digital dan alat uji analog. Alat uji digital dalam pengoperasian dan pembacaan data menggunakan sistem komputer. Sedangkan alat uji analog dalam pengoperasian serta pembacaan data dilakukan secara manual. Penelitian ini menggunakan campuran AC-WC dengan kadar aspal optimum 6,5% yang didapatkan dari hasil uji pendahuluan, selanjutnya dibuat 28 benda uji (2 x 14). Pengujian Marshall yang dilakukan menggunakan alat uji Marshall. Penelitian ini berpedoman pada Standar Nasional Indonesia (SNI) dalam pengujian material, pencampuran agregat dengan aspal, dan pengujian Marshall. Berdasar dari hasil analisa volumetrik dan pengujian karakteristik Marshall didapatkan hasil analisa perbedaan dua rata-rata dari alat uji digital dan analog tidak terdapat perbedaan secara nyata. Nilai rata-rata hasil analisa dan pengujian karakteristik Marshall menggunakan alat uji digital diperoleh: density (kg/m<sup>3</sup>) = 23,6; VMA (%) = 18,69; VIM (%) = 4,80; VFA (%) = 74,37; stabilitas (kg) = 2165,00; flow (mm) = 4,11; MQ (kg/mm) = 574,48. Alat uji analog diperoleh: : density (kg/m<sup>3</sup>) = 23,6; VMA (%) = 18,76; VIM (%) = 4,88; VFA (%) = 74,01; stabilitas (kg) = 2000,67; flow (mm) = 3,60,; MQ (kg/mm) = 585,73.

Kata Kunci: Karakteristik Marshall, Campuran AC-WC, alat uji Marshall digital dan analog.

*Evaluasi Hasil Pengujian Karakteristik Marshall Pada Campuran AC-BC Menggunakan Alat Uji Marshall Analog Dan Digital (Marshall Characteristic Comparison Testing Results In Mixed AC-WC Using the Digital Test Equipment and Analog)*

**Grandis Zulfikar**

*Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, University of Jember*

**ABSTRACT**

Test characteristics of Marshall stability and flow generating value. Marshall test can using two types of tools, test equipment and test equipment digital analog. Digital test equipment in use and reading data using computer systems. While analog test equipment in use and reading of data processing manually. This study used a mixture of AC-WC with optimum bitumen content of 6.5% obtained from the results of the preliminary test, then made 28 test specimens (2 x 14). Tests were conducted using a Marshall Marshall test. This study guided by the Indonesian National Standard (SNI) preformance material testing, mixing aggregate with asphalt, and the Marshall testing. Based on the results volumetric analysis and testing characteristics analysis showed Marshall two average difference of digital and analog test equipment there is no difference in real. The average value of the results of the analysis and testing using a Marshall characteristics digital test equipment obtained: density (kg/m<sup>3</sup>) = 23.6; VMA (%) = 18.69; VIM (%) = 4.80; VFA (%) = 74.37; stability (kg) = 2165.00; flow (mm) = 4.11; MQ (kg / mm) = 574.48. Obtained analog test equipment :: density (kg/m<sup>3</sup>) = 23.6; VMA (%) = 18.76; VIM (%) = 4.88; VFA (%) = 74.01; stability (kg) = 2000.67; flow (mm) = 3.60,; MQ (Kg / mm) = 585.73.

**Key Words:** Characteristics Marshall, Mixed AC-WC, Marshall test apparatus digital and analog.

## RINGKASAN

**Komparasi Hasil Pengujian Karakteristik Marshall Pada Campuran AC-WC Menggunakan Alat Uji Digital (VJT-csMARS) dan Analog (DBA BTE-500);** Grandis Zulfikar, 101910301050; 2014: 67 Halaman; Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Pada pengujian Marshall akan didapatkan data-data karakteristik Marshall yaitu stabilitas, flow, dan MQ. Sebelum pengujian Marshall dilakukan analisa volumetrik benda uji seperti density, VMA, VIM, dan VFA. Analisa volumetrik benda uji bertujuan untuk membandingkan hasil pengujian Marshall pada alat uji digital dan analog dengan benda uji yang mempunyai volumetrik hampir sama. Pada pengujian Marshall Alat uji Marshall analog banyak digunakan di laboratorium-laboratorium di Indonesia. Alat uji analog dalam pengoprasian dan pembacaan dial nilai stabilitas dan flow hasil pengujian, masih menggunakan cara manual dari penglihatan manusia dan dibantu dengan alat perekam video. Kekurangan dari alat uji analog ini yaitu kemungkinan terjadi adanya kesalahan yang diakibatkan oleh faktor manusia seperti kondisi psikologis, kelelahan, dan kelalaian dari operator, yang dapat mempengaruhi tingkat akurasi data yang dihasilkan.

Alat uji Marshall kini sudah berkembang seiring dengan kemajuan teknologi. Salah satunya alat uji Marshall digital yang pengoprasian serta pembacaan datanya menggunakan perangkat lunak pada sistem komputer. Perangkat lunak pada sistem komputer tersebut digunakan untuk menginput, mengontrol, melaksanakan dan mengolah data hasil pengujian Marshall secara digital. maka keuntungan dari alat uji alaog ini adalah efisiensi waktu dan tenaga operator sehingga dapat mengurangi kesalahan yang diakibatkan oleh faktor manusia.

Penggunaan alat uji Marshall digital dan analog akan memberikan kecepatan dan akurasi data sesuai dengan kemampuan alat-alat tersebut. Untuk itu perlu dilakukan komparasi hasil pengujian karakteristik Marshall menggunakan alat uji Marshall digital

dan analog. Sebelum melakukan pengujian Marshall menggunakan alat uji digital dan analog, perlu dilakukan analisa volumetrik beton aspal yang bertujuan untuk memastikan nilai beton aspal yang akan di uji menggunakan alat uji Marshall digital dan analog memiliki nilai yang hampir sama. Selanjutnya jika nilai volumetrik beton aspal tidak memiliki perbedaan yang signifikan dapat dilanjutkan dengan pengujian karakteristik Marshall. Pengujian karakteristik Marshall yang dilakukan adalah membandingkan hasil pengujian alat uji digital dan analog, apakah ada perbedaan secara signifikan atau tidak. Penelitian dilakukan dengan melaksanakan pengujian Marshall pada campuran aspal panas *Asphalt Concrete - Wear Course (AC-WC)*.

Campuran AC-WC ini tersusun atas agregat kasar, agregat halus, *filler* dan aspal penetrasi 60/70. Dari pencampuran beton aspal dari komposisi tersebut di dapatkan Kadar Aspal Optimum (KAO) sebesar 6,5 %. Selanjutnya dibuat 28 buah benda uji sesuai KAO untuk dievaluasi perbedaan rata-rata dan pendugaan parameternya terhadap dua alat pengujian Marshall.

Nilai yang diperoleh dari perhitungan volumetrik dan pengujian Marshall kemudian dianalisa perbedaan rata-rata dan pendugaan parameternya menggunakan uji *t (Independent Sample t-test)* dengan taraf kesalahan sebesar 5%. Hasil pengujian statistik pada campuran AC-WC dengan aspal penetrasi 60/70 pada kadar aspal optimum sebesar 6,5 % menunjukkan bahwa, nilai  $t_{\text{tabel}}$  adalah 2,0555 dengan nilai  $t_{\text{hitung}}$  pada *Density* sebesar 0,805, VMA sebesar 0,480, VIM sebesar 0,483, VFA sebesar 0,481. Karena nilai  $t_{\text{hitung}}$  lebih kecil dari  $t_{\text{tabel}}$ , jadi tidak ada perbedaan secara signifikan pada hasil perhitungan volumetrik menggunakan alat uji Marshall analog dan digital.

Berdasar dari hasil analisa volumetrik dan pengujian karakteristik Marshall didapatkan hasil analisa perbedaan dua rata-rata dari alat uji digital dan analog tidak terdapat perbedaan secara nyata. Nilai rata-rata hasil analisa dan pengujian karakteristik Marshall menggunakan alat uji digital diperoleh:  $\text{density (kg/m}^3\text{)} = 23,6$ ;  $\text{VMA (\%)} = 18,69$ ;  $\text{VIM (\%)} = 4,80$ ;  $\text{VFA (\%)} = 74,37$ ;  $\text{stabilitas (kg)} = 2165,00$ ;  $\text{flow}$

(mm) = 4,11; MQ (kg/mm) = 574,48. Alat uji analog diperoleh : density (kg/m<sup>3</sup>) = 23,6; VMA (%) = 18,76; VIM (%) = 4,88; VFA (%) = 74,01; stabilitas (kg) = 2000,67; flow (mm) = 3,60,; MQ (kg/mm) = 585,73.

## SUMMARY

**Marshall Characteristic Comparison Testing Results In Mixed AC-WC Using the Digital Test Equipment (VJT-csMARS) and Analog (DBA BTE-500);** Zulfikar Grandis, 101910301050; 2014: Page 67; Department of Civil Engineering Faculty Engineering, University of Jember.

Marshall will be obtained on the test data that is characteristic Marshall stability, flow, and MQ. Before testing Marshall volumetric analysis specimen such as density, VMA, VIM, and VFA. Volumetric analysis of the test object aims to compare the Marshall test results on digital test equipment and analogous to the volumetric test specimens having almost the same. In testing Marshall Marshall analog test equipment is widely used in laboratory-laboratory in Indonesia. Analog test equipment and the operator of the dial reading and the value of stability flow test results, still using the manual method of human vision and assisted with a video recording device. Disadvantages of this analog test equipment that is chances of having errors caused by human factors such as psychological conditions, fatigue, and negligence of the operator, which can affect the level of accuracy of the resulting data.

Marshall test tool has now been developed along with advances in technology. One is Marshall test equipment and operator of digital data readout use the software on a computer system. The software on the system The computers are used for input, control, execute and process data digitally Marshall test results. the advantage of the test equipment alaog this is the time and energy efficiency of the operator so as to reduce errors caused by human factors.

The use of digital and analog Marshall test will provide speed and accuracy of data in accordance with the capabilities of the device. For that we need performed comparative characteristics of Marshall test results using test equipment Marshall digital and analog. Before using the Marshall test digital and analog test equipment,

necessary to analyze volumetric asphalt concrete aims to ensure that the value of asphalt concrete will be tested using test equipment Digital and analog Marshall has almost the same value. Furthermore, if the value volumetric asphalt concrete does not have a significant difference can be continued the Marshall test characteristics. Testing the Marshall characteristics do is to compare the results of the testing of digital and analog test equipment, whether No significant difference or not. The study was conducted with carry out testing on the Marshall hot mix asphalt Asphalt Concrete - Wear Course (AC-WC).

). AC-WC mixture is composed of coarse aggregate, fine aggregate, filler and penetration bitumen 60/70. Of asphalt concrete mixing of the composition in get Optimum Bitumen Content (OBC) of 6.5%. Subsequently made 28 pieces specimen was evaluated according to the OBC average difference and prediction parameters of the two Marshall testing tools.

Values obtained from volumetric calculations and testing Marshall then analyzed the average difference and estimate its parameters using t-test (independent sample t-test) with a standard error of 5%. The test results statistics on the AC-WC with a mixture of penetration bitumen 60/70 grade bitumen at optimum of 6.5% indicates that, the value of t table is 2.0555 with a t value arithmetic the density of 0.805, 0.480 for VMA, VIM was 0,483, VFA amounted to 0.481. Since the value of t arithmetic smaller than t table , So there is no difference significantly on the results of the volumetric calculations using the Marshall test equipment analog and digital.

Based on the results of volumetric analysis and testing characteristics of Marshall analysis showed an average difference of two of the digital and analog test equipment are not there is a real difference. The average value of the results of the analysis and testing Marshall characteristics obtained using a digital test equipment: density (kg/m<sup>3</sup>) = 23.6; VMA (%) = 18.69; VIM (%) = 4.80; VFA (%) = 74.37; stability (kg) = 2165.00; flow (mm) = 4.11; MQ (kg / mm) = 574.48. Obtained analog test equipment :: density



(kg/m<sup>3</sup>) = 23.6; VMA (%) = 18.76; VIM (%) = 4.88; VFA (%) = 74.01; stability (kg) = 2000.67; flow (mm) = 3.60,; MQ (kg / mm) = 585.73.

## PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul *Komparasi Hasil Pengujian Karakteristik Marshall Pada Campuran AC-WC Menggunakan Alat Uji Digital (VJT-csMARS) dan Analog (DBA BTE-500)*. Skripsi ini disusun guna memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ir. Widyono Hadi, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember
2. Jojok Widodo S., ST., MT. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil dan M. Farid Maruf., S.T., M.T., Ph.D. selaku Ketua Program Studi S-1 Teknik Sipil
3. Syamsul Arifin, ST., MT., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing selama menjadi mahasiswa
4. Nunung Nuring Hayati, ST., MT., dan Sonya Sulistyono, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing Utama dan Dosen Pembimbing Anggota sekaligus Dosen Penguji, yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam penulisan skripsi ini;
5. Akhmad Hasanuddin, S.T., M.T., dan Ketut Aswatama, S.T., M.T., selaku Dosen Penguji skripsi yang telah meluangkan waktu, dan pikirannya dalam penulisan skripsi ini;
6. Teman-teman Komunitas MARKALINTAS;
7. Teman-teman KKN Kel.78 Desa Gumuksari Kec. Kalisat;
8. Teman-teman Kontrakan “KAMA JAYA, dan PHP GRUP” terimakasih kalian semua telah bersedia menemaniku selama ini;
9. Saudari Egi Garcinia yang telah mendukung dan membantu dalam pengerjaan penelitian ini.

10. Rekan-rekanku semua, yang selalu membantu dalam memecahkan setiap masalah.
11. semua pihak yang tidak dapat dipersebutkan satu persatu.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, September 2014

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN SAMPUL</b> .....	i
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	ii
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	iii
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	iv
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	v
<b>HALAMAN PEMBIMBINGAN</b> .....	vi
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	vii
<b>ABSTRAK</b> .....	ix
<b>ABSTRACT</b> .....	x
<b>RINGKASAN</b> .....	xii
<b>SUMMARY</b> .....	xv
<b>PRAKATA</b> .....	xviii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xx
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xxv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xxvi
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xxvii
<b>DAFTAR NOTASI DAN ISTILAH</b> .....	xxiv
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5

2.1	Lapis Aspal Beton (LASTON).....	5
2.2	Agregat.....	8
2.3	Aspal.....	9
2.4	Pengujian dengan Alat Marshall .....	11
2.5	Alat Pengujian Marshall.....	12
2.6	Kadar Aspal Rencana .....	12
2.7	Uji Kepadatan (Marshall Density) .....	14
2.8	Stabilitas.....	14
2.9	Kelelehan Plastis (Flow) .....	15
2.10	Marshall Quotient (MQ).....	15
2.11	Rongga Antar Agregat (VMA) .....	15
2.12	Rongga Terisi Aspal (VFA) .....	16
2.13	Rongga Udara (VIM) .....	16
2.14	Analisis Data .....	17
2.14.1	Uji T Berpasangan .....	17
2.14.2	Keputusan Uji Statistik .....	18
<b>BAB 3.</b>	<b>METODE PENELITIAN.....</b>	<b>19</b>
3.1	Metode Penelitian.....	19
3.2	Lokasi Penelitian .....	19
3.3	Bahan dan Alat.....	19
3.3.1	Bahan Penelitian.....	19
3.3.2	Alat Penelitian .....	20
3.4	Tahap Penelitian.....	21
3.5	Jumlah Sampel .....	23

3.6	Hipotesa.....	23
3.7	Analisa Data .....	23
3.8	Acuan Normatif.....	26
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>27</b>
4.1	Uji Pendahuluan .....	27
4.1.1	Pengujian Agregat Halus.....	27
4.1.2	Pengujian Agregat Kasar.....	28
4.1.3	Pengujian Filler .....	30
4.1.4	Pengujian Aspal.....	30
4.1.5	Perencanaan Campuran .....	31
4.1.6	Menentukan Komposisi Aspal Terhadap Campuran.....	33
4.1.7	Hasil Pengujian Marshall Uji Pendahuluan.....	34
4.1.8	Kadar Aspal Optimum.....	34
4.2	Perhitungan Penentuan Kebutuhan Jumlah Sampel.....	41
4.3	Analisa Volumetrik .....	42
4.4	Uji Perbedaan Dua Rata-Rata Volumetrik .....	45
4.5	Pengujian Marshall Menggunakan Alat Uji Analog (DBA BTE-500).....	48
4.6	Pengujian Marshall Menggunakan Alat Uji Digital (VJT cs-MARS) .....	50
4.7	Perbandingan Hasil Pengujian Karakteristik Marshall antara Alat Uji Analog (DBA BTE-500) dengan Alat Uji Full Digital (VJT-csMARS).....	51
4.8	Analisa Data .....	54
4.8.1	Analisa Perbedaan Dua Rata-rata.....	54

4.8.2	Pendugaan Parameter .....	57
<b>BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN</b>	.....	65
5.1	Kesimpulan.....	65
5.2	Saran.....	66
DAFTAR PUSTAKA	.....	67
LAMPIRAN		

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Persyaratan Campuran Lapis Beton Aspal.....	6
Tabel 2.2 Gradasi agregat untuk campuran aspal .....	8
Tabel 2.3 Pengujian agregat kasar menurut spesifikasi Bina Marga .....	9
Tabel 4.1 Hasil Pemeriksaan Sifat Fisik Agregat Halus .....	28
Tabel 4.2 Hasil Pemeriksaan Sifat Fisik Agregat Kasar .....	29
Tabel 4.3 Hasil Pemeriksaan Sifat Fisik Filler.....	31
Tabel 4.4 Hasil Pemeriksaan Sifat Fisik Aspal Pen 60/70.....	31
Tabel 4.5 Hasil Analisa Saringan.....	33
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Marshall .....	35
Tabel 4.7 Hasil Hasil Pengujian Perbedaan Dua Rata-rata Volumetrik .....	47
Tabel 4.8 Hasil Pengujian Marshall Menggunakan Alat Uji Analog .....	50
Tabel 4.9 Hasil Pengujian Marshall Menggunakan Alat uji Full Digital .....	45
Tabel 4.10 Hasil Pengujian Perbedaan Dua Rata-rata .....	53
Tabel 4.11 Hasil analisa Pendugaan Parameter .....	64



## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Alat Uji digital .....	12
Gambar 2.2 Alat Uji Analog.....	12
Gambar 2.3 Bagan alir penentuan distribusi yang digunakan .....	17
Gambar 4.1 Grafik Analisa Saringan.....	33
Gambar 4.2 Kadar Aspal Optimum Campuran AC-WC .....	36
Gambar 4.3 Hubungan Density dengan Kadar Aspal .....	37
Gambar 4.4 Hubungan VMA dengan Kadar Aspal .....	37
Gambar 4.5 Hubungan VIM dengan Kadar Aspal.....	38
Gambar 4.6 Hubungan VFA dengan Kadar Aspal .....	39
Gambar 4.7 Hubungan Stabilitas dengan Kadar Aspal.....	40
Gambar 4.8 Hubungan Flow dengan Kadar Aspal .....	41
Gambar 4.9 Hubungan Marshall Quotient dengan Kadar Aspal .....	42
Gambar 4.10 Perbandingan Hasil Analisis Density.....	44
Gambar 4.11 Perbandingan Hasil Analisis VMA .....	44
Gambar 4.12 Perbandingan Hasil Analisis VIM .....	45
Gambar 4.13 Perbandingan Hasil Analisis VFA .....	46
Gambar 4.14 Hasil Pengujian stabilitas dan flow VJT cs-MARS .....	51
Gambar 4.15 Perbandingan Hasil Pengujian Stabilitas .....	53
Gambar 4.16 Perbandingan Hasil Pengujian Flow .....	54
Gambar 4.17 Perbandingan Hasil Pengujian MQ.....	48
Gambar 4.18 Hasil Pengujian SPSS Untuk <i>Density</i> .....	49