

MILIK UPT PERPUSTAKAAN  
UNIVERSITAS JEMBER

**PENGGUNAAN AGREGAT KASAR BATU KAPUR  
PUGER SEBAGAI CAMPURAN LASTON LAPIS  
PENGIKAT (AC-BC) DENGAN  
METODE BINA MARGA**

**LAPORAN PROYEK AKHIR**

diajukan guna memenuhi salah satu persyaratan memperoleh gelar Ahli Madya  
(A.Md.) pada Program - program Studi Teknik Universitas Jember

oleh :

**Nuruddin**

NIM. 021903103119

Hasil  
Penyusunan

Kelas

Terima Tgl : 17 JUL 2006

621.7

NO. Induk :

NUR

KLASIFIKASI PERALAN :

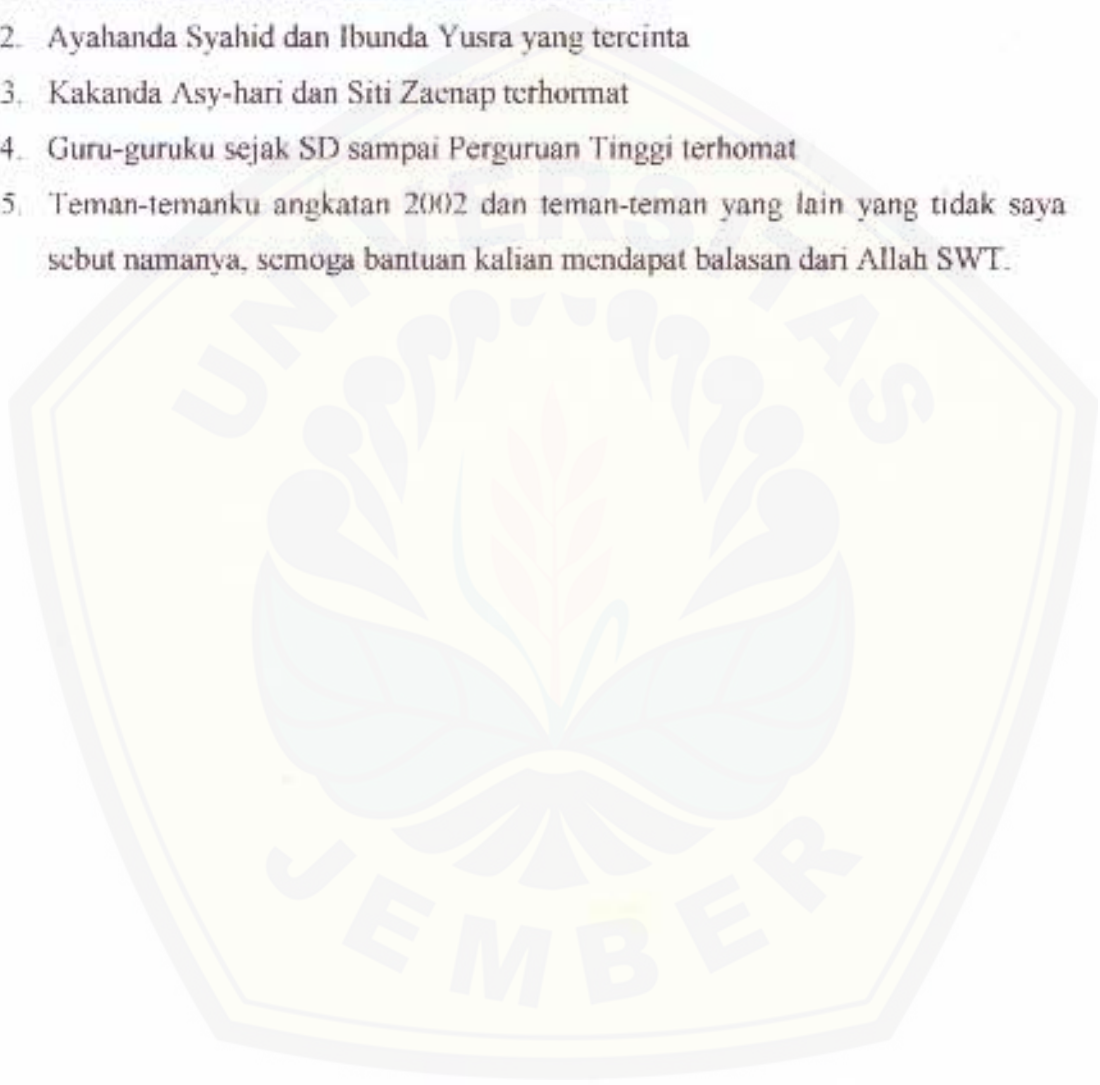
P

**PROGRAM STUDI TEKNIK DIPLOMA III  
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
PROGRAM-PROGRAM STUDI TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER  
2006**

### PERSEMBAHAN

Proyek Akhir ini saya persembahkan untuk :

1. Almamater Fakultas Teknik Universitas Jember
2. Ayahanda Syahid dan Ibunda Yusra yang tercinta
3. Kakanda Asy-hari dan Siti Zaenap terhormat
4. Guru-guruku sejak SD sampai Perguruan Tinggi terhormat
5. Teman-temanku angkatan 2002 dan teman-teman yang lain yang tidak saya sebut namanya, semoga bantuan kalian mendapat balasan dari Allah SWT.



### HALAMAN MOTTO

Jangan menunda suatu pekerjaan sampai besok,  
apa yang bisa kamu lakukan hari ini

Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman di antaramu dan orang-orang  
yang diberi ilmu pengetahuan dengan beberapa derajat.

*(Terjemahan Surat Al-Mujadalah ayat 11)*



**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Nuruddin

NIM : 021903103119

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul :  
“PENGUNAAN AGREGAT KASAR BATU KAPUR PUGER SEBAGAI  
CAMPURAN LASTON LAPIS PENGIKAT (AC-BC) DENGAN METODE  
BINA MARGA” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika disebutkan  
sumbernya dan belum pernah diajukan pada instansi manapun, serta bukan karya  
jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya 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 di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 22 Juni 2006

Yang menyatakan,

Nurudin  
021903103119



**PENGESAHAN**

Laporan proyek akhir berjudul :

**PENGGUNAAN AGREGAT KASAR BATU KAPUR PUGER SEBAGAI  
CAMPURAN LASTON LAPIS PENGIKAT (AC-BC)  
DENGAN METODE BINA MARGA**

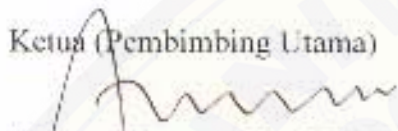
**Oleh : Nuruddin                      Nim : 021903103119**

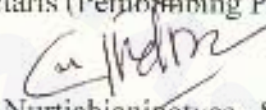
Telah diuji dan dinyatakan lulus pada hari **Kamis**, tanggal **22 Juni 2006** dan telah disetujui, disahkan serta diterima oleh Program-program Studi Teknik Universitas Jember.

**Menyetujui:**

Ketua (Pembimbing Utama)

Sekretaris (Pembimbing Pendamping)

  
Akhmad Hasanuddin, S.T., M.T.  
NIP 132210536

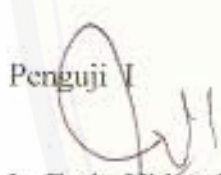
  
Indra Nurtjahjaningtyas, S.T., M.T.  
NIP 132210537


**Penguji:**


Penguji I

Penguji II

Penguji III

  
Ir. Entin Hidayah, M.U.M.  
NIP 490030386

  
Syamsul Arifin, S.T.  
NIP 132206140

  
Anik Ratnaningsih, S.T., M.T.  
NIP 132213835

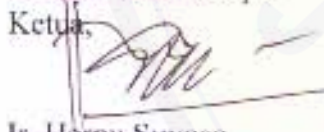
**Mengetahui:**


Jurusan Teknik Sipil

Program Studi D-III Teknik Sipil

Ketua

Ketua

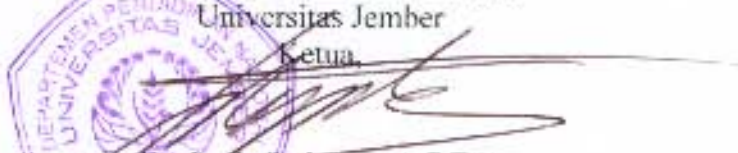
  
Ir. Hernu Suyoso  
NIP 131660768

  
Iqbal Widodo S., S.T., M.T.  
NIP 132258074

**Mengesahkan:**

Program-program Studi Teknik  
Universitas Jember

Ketua

  
Dr. Ir. R. Sudaryanto, DE.A.  
NIP 320002358



## RINGKASAN

Penggunaan Agregat Kasar Batu Kapur Puger Sebagai Campuran Laston Lapis Pengikat (AC-BC) dengan Metode Bina Marga  
Nuruddin, 021903103119, 2006, 47 halaman

Di Kabupaten Jember khususnya di wilayah Jember selatan terdapat beberapa gunung kapur, salah satunya adalah Gunung Sadeng yang berada di Kecamatan Puger, di kawasan tersebut banyak dijumpai tempat-tempat penambangan batu kapur yang nantinya batu kapur diproses menjadi kapur tohor (Gamping). Pada proses penambangan batu kapur, kerikil sisa penambangan yang dihasilkan kurang lebih sebesar  $24 \text{ m}^3$  per hari, batu kapur tersebut termasuk batu kapur Kalsium Murni karena 95 % mengandung Kalsium Karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ). Kerikil sisa penambangan batu kapur untuk ukuran 5 cm sulit dilakukan pemasaran, biasanya hanya digunakan untuk jalan Makadam dan bubuk kapur sebagai bahan pengisi perkerasan jalan. Pengujian dilakukan di Laboratorium Transportasi PS Teknik Universitas Jember, dan sumber data diperoleh dari hasil pengujian benda uji dengan menggunakan alat Marshall, kemudian dilakukan analisa dan perhitungan untuk mengetahui nilai stabilitas dan parameter Marshallnya. Dari pengujian yang telah dilakukan di dapatkan 2769,34 Kg, pada kadar aspal optimum 5,92 % dengan proporsi campuran agregat kasar 53,4 %, agregat halus 43,4 % dan filler 3,2 %. Nilai stabilitas tersebut telah melebihi persyaratan Bina Marga (1999) yaitu minimal 200 Kg dan maksimal 800 Kg. Dari hasil yang telah didapatkan dapat diambil kesimpulan bahwa dengan menggunakan agregat kasar batu kapur Puger dapat meningkatkan nilai stabilitas pada campuran Laston lapis pengikat (AC-BC) tetapi nilai VMA dan VFA tidak memenuhi persyaratan untuk digunakan sebagai perkerasan jalan.

DIII Teknik Sipil, Program-program Teknik, Universitas Jember.



## KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur ke hadirat ALLAH SWT yang telah melimpahkan Rahmat dan Hidayah-Nya, sehingga Laporan Proyek Akhir yang berjudul "*Penggunaan Agregat Kasar Batu Kapur Puger Sebagai Campuran Laston Lapis Pngikat (AC-BC) dengan Metode Bina Marga*". Dapat terselesaikan, Proyek Akhir ini merupakan suatu persyaratan wajib di tempuh untuk mendapatkan gelar Ahli Madya (A.Md) pada jurusan Teknik Sipil Program-program Studi Teknik Universitas Jember.

Penyusunan Proyek Akhir ini dibantu oleh beberapa pihak yang telah memberikan masukan berharga, baik berupa bimbingan ataupun saran yang dapat menyempurnakan dari tulisan ini. Oleh karena itu perkenankan untuk mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak yang membantu di antaranya :

1. Dr. Ir. R. Sudaryanto, DEA selaku Ketua Program-program Studi Teknik Universitas Jember.
2. Ir. Hernu Suyoso, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil.
3. Jajok Widodo S., ST., MT selaku Ketua Program Studi Diploma III Teknik Sipil Universitas Jember.
4. Akhmad Hasanuddin, ST., MT selaku Dosen Pembimbing I.
5. Indra Nurtjahjaningtyas, ST., MT selaku Dosen Pembimbing II.
6. Dosen dan Teknisi jurusan Teknik Sipil Universitas Jember.

Laporan Proyek Akhir ini jauh dari kesempurnaan, untuk itu tidak menutup diri dan menerima kritik serta saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan Proyek Akhir ini. Akhir kata berharap semoga Laporan Proyek Akhir ini dapat berguna bagi pembaca dan peminat ketekniksipilan.

Jember, 22 Juni 2006

Penyusun

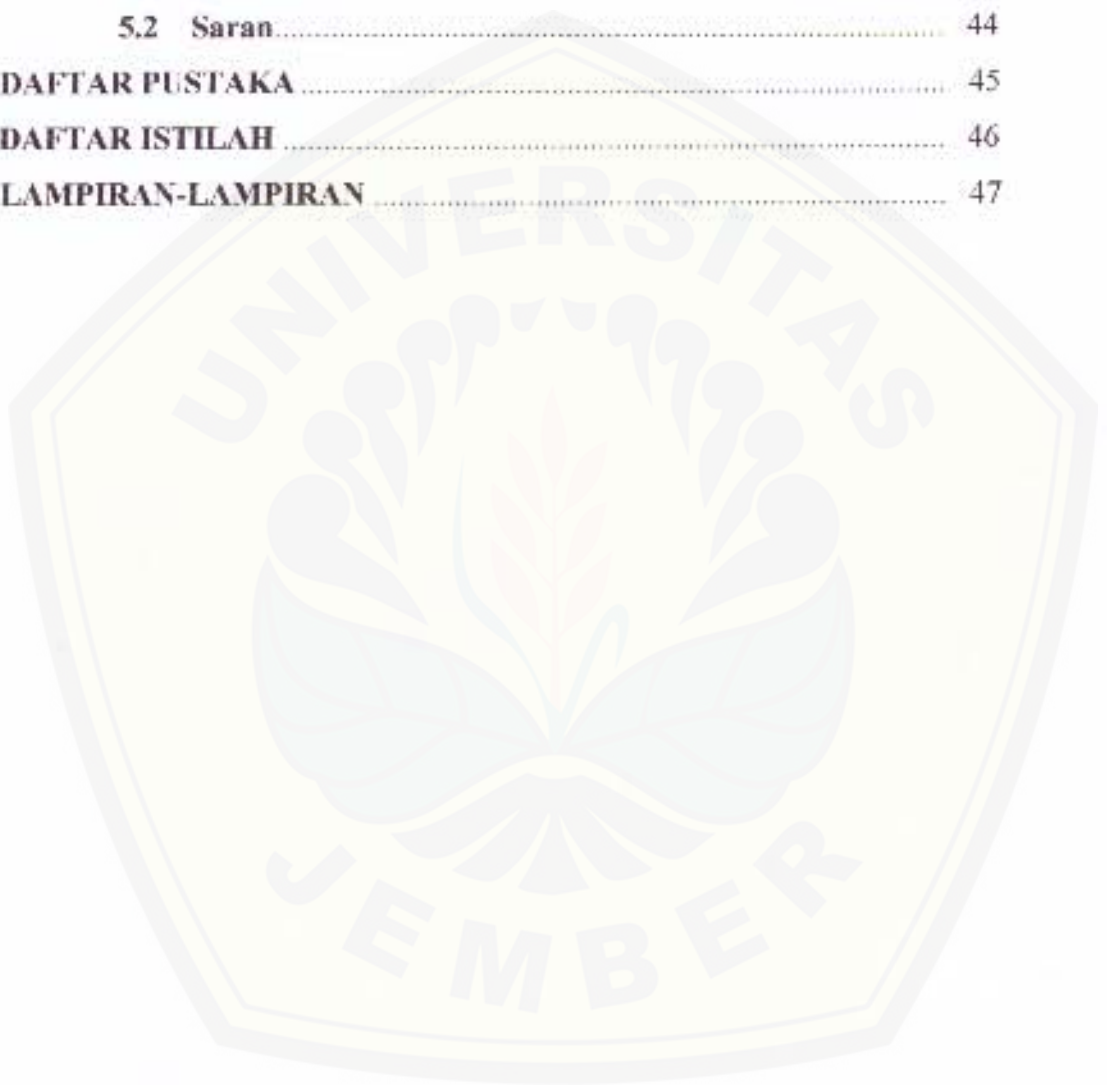
## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	ii
HALAMAN MOTTO .....	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
RINGKASAN .....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiii
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Batasan Masalah .....	4
1.4 Tujuan dan Manfaat.....	5
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Umum.....	6
2.2 Agregat.....	7
2.2.1 Syarat Agregat Sebagai Bahan Jalan.....	7
2.2.2 Gradasi Agregat .....	8
2.2.3 Gradasi Agregat Campuran.....	8
2.3 Agregat Kasar Batu Kapur .....	9
2.3.1 Sifat-sifat Batu Kapur .....	10
2.3.2 Spesifikasi dan Klasifikasi Batu Kapur.....	10
2.3.3 Pengujian Agregat.....	12



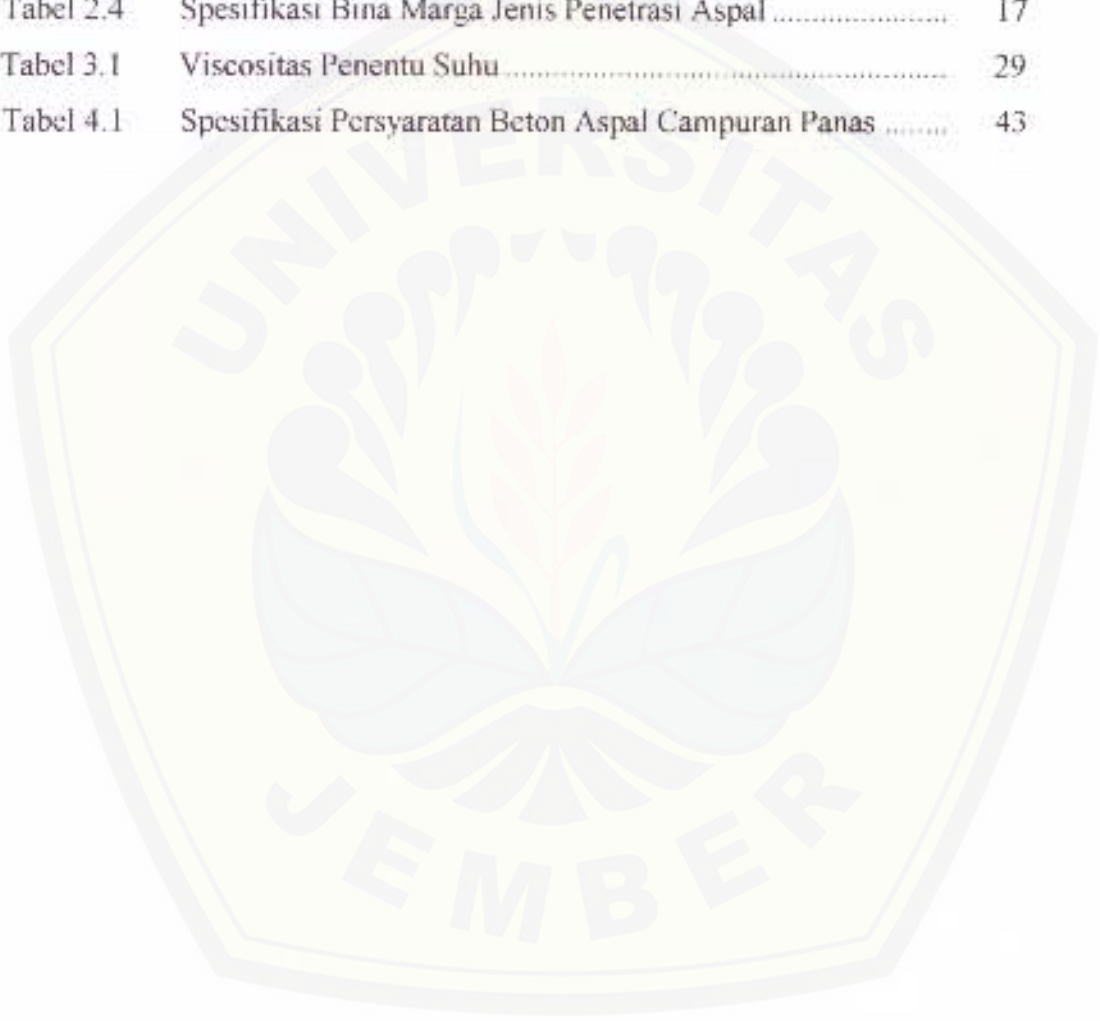
2.4	Aspal .....	13
2.4.1	Jenis–Jenis Aspal .....	14
2.4.2	Fungsi Aspal sebagai Material Perkerasn Jalan .....	15
2.4.3	Jenis Semen Aspal.....	16
2.5	Perencanaan Campuran .....	17
2.5.1	Rancangan Agregat Metode Analitis .....	18
2.5.2	Rancangan Agregat Metode Grafis.....	19
2.6	Pemeriksaan dengan Alat Marshall .....	21
2.6.1	Sifat dari Campuran Beton yang telah Dipadatkan..	21
<b>BAB 3</b>	<b>METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1	Persiapan Bahan dan Alat.....	23
3.2	Uji Pendahuluan Agregat .....	24
3.3	Material yang Memenuhi Spesifikasi .....	27
3.4	Gradasi Agregat yang diinginkan.....	27
3.5	Rancangan Proporsi Agregat.....	28
3.6	Perkiraan Kadar Aspal Rencana.....	28
3.7	Pembuatan Benda Uji.....	28
3.8	Pengujian Marshall.....	30
3.9	Hitung Parameter Marshall.....	32
3.10	Gambar Hubungan Kadar Aspal dengan Marshall .....	33
3.11	Analisis dan Pembahasan .....	34
3.12	Kesimpulan .....	34
<b>BAB 4</b>	<b>PEMBAHASAN</b>	
4.1	Data Hasil Pengujian .....	36
4.2	Analisis Hasil Perhitungan .....	42
4.2.1	Analisis Hasil Perhitungan Stabilitas .....	42
4.2.2	Analisis Hasil Perhitungan Kelelahan .....	42
4.2.3	Analisa Hasil Perhitungan VIM.....	42
4.2.4	Analisis Hasil Perhitungan VMA.....	42

4.2.5 Analisis Hasil Perhitungan VFA .....	40
4.2.6 Analisis Hasil Perhitungan Marshall Quction.....	43
<b>4.3 Kontrol Persyaratan Bina Marga.....</b>	<b>43</b>
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1 Kesimpulan .....	44
5.2 Saran.....	44
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>45</b>
<b>DAFTAR ISTILAH .....</b>	<b>46</b>
<b>LAMPIRAN-LAMPIRAN .....</b>	<b>47</b>



**DAFTAR TABEL**

	Halaman
Tabel 2.1 Gradasi Agregat campuran.....	9
Tabel 2.2 Spesifikasi Batu Kapur.....	11
Tabel 2.3 Spesifikasi AASTHO Jenis Penetrasi Aspal.....	16
Tabel 2.4 Spesifikasi Bina Marga Jenis Penetrasi Aspal .....	17
Tabel 3.1 Viscositas Penentu Suhu .....	29
Tabel 4.1 Spesifikasi Persyaratan Beton Aspal Campuran Panas .....	43





**DAFTAR GAMBAR**

	Halaman
Gambar 1.1	Peta Lokasi Pengambilan Agregat Batu Kapur ..... 3
Gambar 2.1	Kontruksi Perkerasan Lentur..... 6
Gambar 2.2	Skematis Berbagai Jenis Volume Beton Aspal ..... 22
Gambar 2.3	Pengertian VIM dan Selimut Aspal ..... 22
Gambar 3.1	Alat Uji Marshall..... 31
Gambar 3.2	Bagan Alir Flow Chart ..... 35
Gambar 4.1	Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan VIM ..... 38
Gambar 4.2	Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan VMA..... 38
Gambar 4.3	Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan VFA..... 39
Gambar 4.4	Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Stabilitas ..... 40
Gambar 4.5	Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Flow..... 40
Gambar 4.6	Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan MQ..... 41
Gambar 4.7	Diagram Batang Hasil Perencanaan Campuran ..... 44

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Lampiran Perhitungan Hasil Laboratorium.....	48
B. Lampiran Foto Penyelidikan di Lapangan dan Laboratorium.....	56



## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Perkerasan jalan merupakan lapisan perkerasan yang terletak di antara lapisan tanah dasar dan roda kendaraan, yang menggunakan agregat batu pecah, dan batu alam. Perkerasan tersebut merupakan hasil dari pencampuran agregat kasar, agregat halus dan filler, seiring dengan berkembangnya pengetahuan tentang perkerasan jalan, banyak pula yang berinisiatif untuk menghasilkan campuran perkerasan yang bermutu dan efisien dengan cara mengganti salah satu agregat penyusun campuran perkerasan dengan material lain yang belum seberapa dimanfaatkan.

Di Kabupaten Jember khususnya di wilayah Jember selatan terdapat beberapa gunung kapur, salah satunya adalah Gunung Sadeng yang berada di Kecamatan Puger, di kawasan tersebut banyak dijumpai tempat-tempat penambangan batu kapur yang nantinya batu kapur diproses menjadi kapur tohor (Gamping). Pada proses penambangan batu kapur, kerikil sisa penambangan yang dihasilkan kurang lebih sebesar  $24 \text{ m}^3$  per hari, (CV. Bangun Artha) Jember. Kerikil Sisa dari penambangan batu kapur untuk ukuran 5 cm sulit dilakukan pemasaran, biasanya hanya digunakan untuk bubuk kapur dan sebagai bahan pengeras jalan, sehingga pemanfaatannya belum optimal.

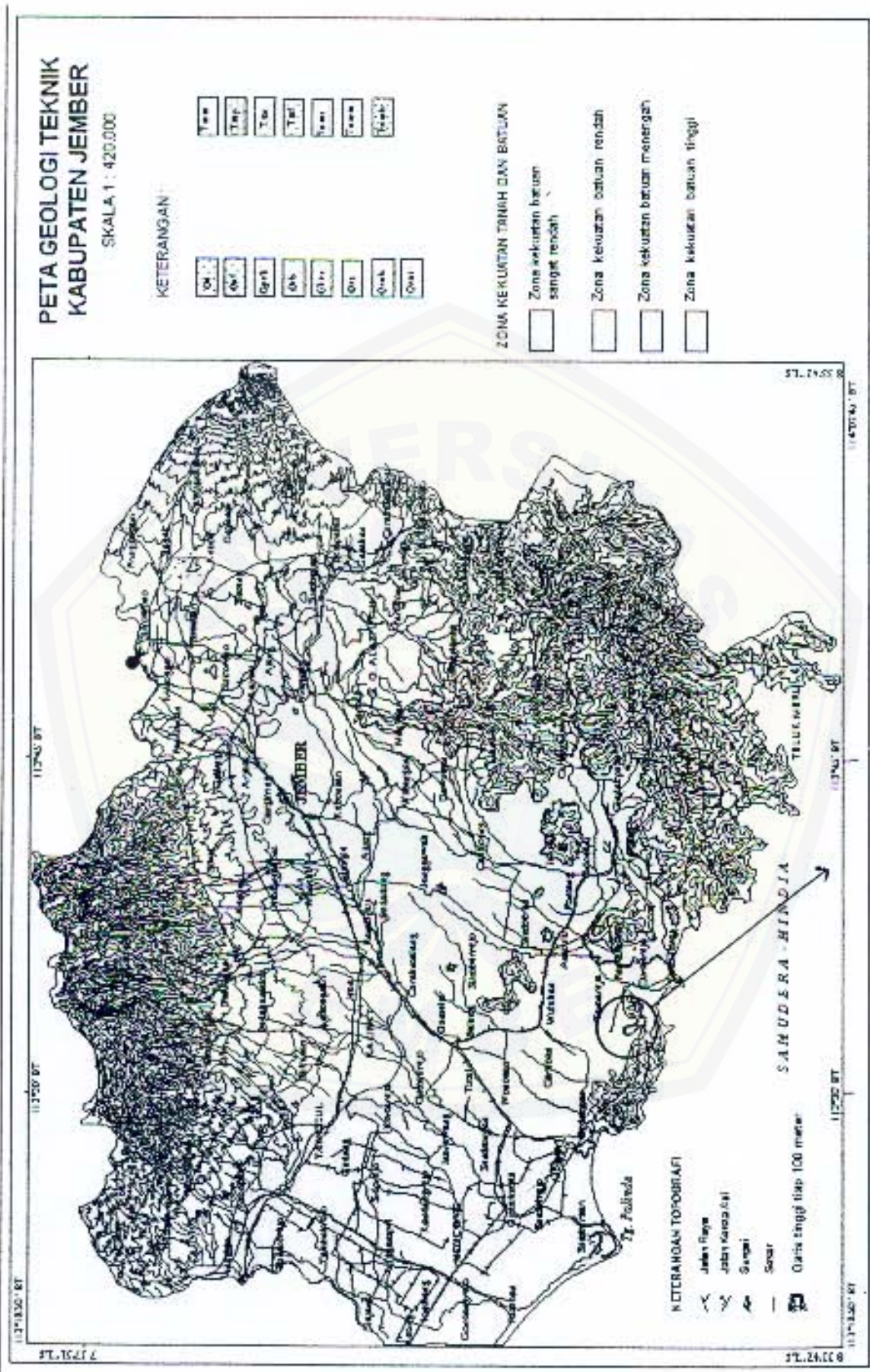
Secara umum batu kapur merupakan batuan dari hasil sedimentasi yang terjadi pada proses kimia dan mekanik secara alami, dan komposisi utamanya adalah kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ). Batu kapur umumnya digunakan sebagai bahan baku campuran semen dan campuran mortar.





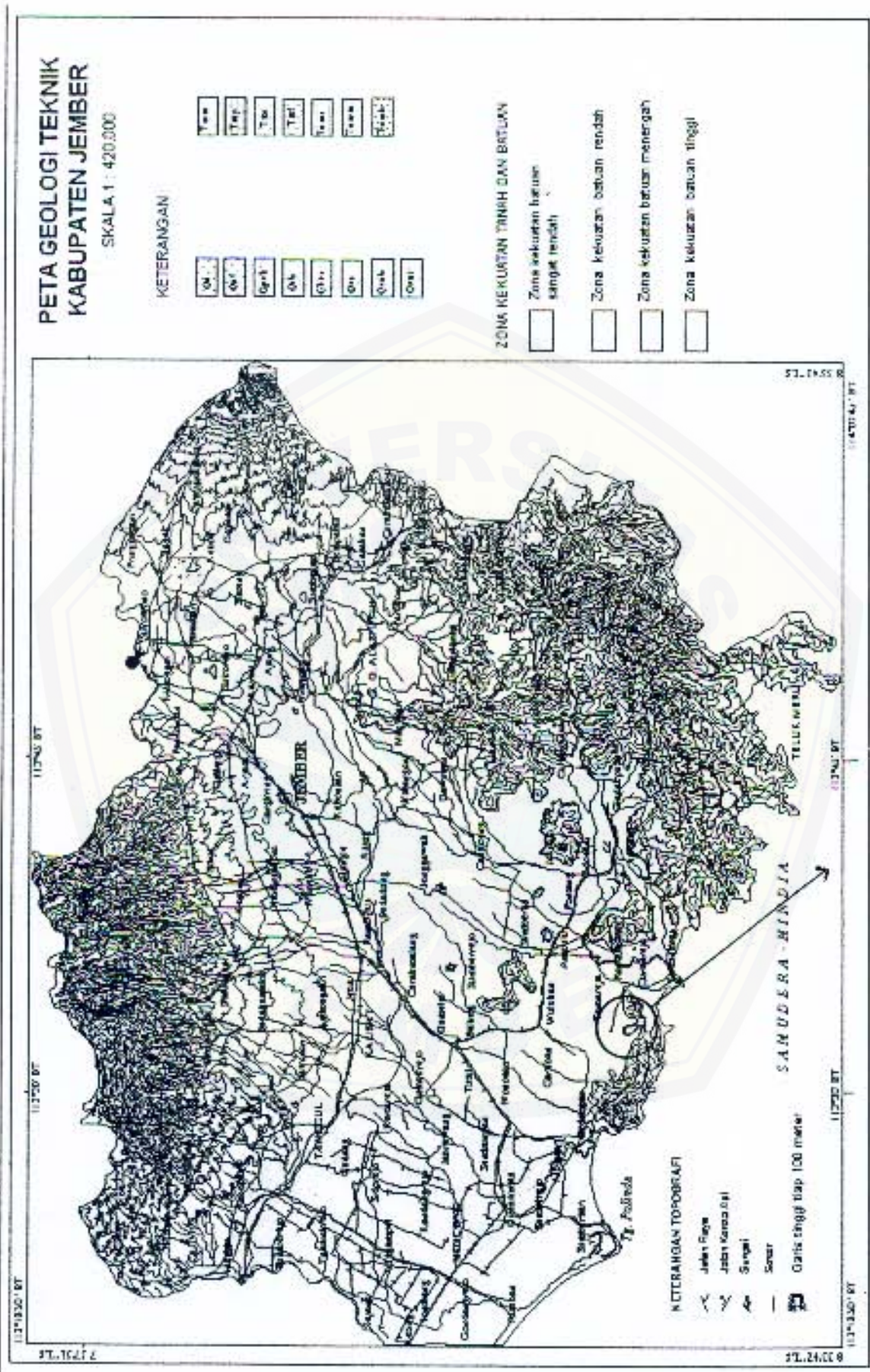
Dari uji pendahuluan yang dilakukan pada batu kapur Gunung Sadeng Puger didapat hasil Bj kering Bulk = 2,14, Bj SSD = 2,29, Bj APP = 2,51, faktor keausan agregat sebesar 36,66%, prosentase maksimum pemakaian menurut AASTHO T-96-74 sebesar 40% kelekatan agregat terhadap aspal didapat 98,33%, prosentase maksimum pemakaian menurut AASTHO T-182 sebesar 95% dan analisa saringan didapat spesifikasi jenis perkerasan Laston AC-BC. Dari Latar belakang di atas digunakan sebagai acuan untuk bahan campuran perkerasan yang diharapkan dapat menghasilkan nilai stabilitas dengan menggunakan batu kapur pada perkerasan laston lapis pengikat (AC-BC) dengan metode Bina Marga.





Gambar 1.1 Lokasi Pengambilan Material





Gambar 1.1 Lokasi Penambangan Material



## 1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dirumuskan ke dalam satu pokok permasalahan yaitu tingkat nilai stabilitas pada uji Marshall dengan menggunakan agregat kasar batu kapur Puger pada campuran laston lapis pengikat (AC-BC).

## 1.3 Batasan Masalah

Dalam pengujian campuran laston (AC-BC) lapis pengikat menggunakan agregat kasar batu kapur untuk mengetahui nilai stabilitas aspal, maka diperlukan batasan-batasan masalah yang digunakan untuk memperjelas dalam menganalisa permasalahan. Batasan-batasan tersebut sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan di Laboratorium Transportasi PS. Teknik – Universitas Jember.
2. Prosedur pengujian menggunakan alat Marshall yang dianggap telah teruji kebenarannya dan terkalibrasi.
3. Pada pengujian agregat kasar dan sedang terdiri dari pengujian analisis gradasi (analisa saringan) (AASTHO T- 27-74°,ASTM C- 136- 46), Kcausan agregat dengan mesin Los Angeles (AASTHO T-96-74°,ASTM C- 131-55°,ASTM C- 5335-9°), berat jenis, (AASTHO T – 85-74, ASTM C-127-68), kelekatan agregat terhadap aspal, (AASTHO T-182-84,SNI-03-2439-1991).
4. Pada pengujian agregat halus pasir terdiri dari analisa saringan (AATHO T-27-74°,ASTM C- 136- 46), berat jenis (AASTHO T -84-74,ASTM C -128-68)
5. Pada pengujian bahan bitumen (aspal) digunakan aspal dari PT. Summitama Intinusa (Surabaya), untuk pen 60 kemasan zak (kantong plastik) isi 50 kg, yang telah diuji dilaboratorium Pusat Penelitian dan Pengembangan Prasarana Transportasi Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah (Bandung).

6. Penentuan proporsi campuran laston (AC-BC) lapis pengikat, terdiri dari fraksi agregat kasar, agregat halus dan filler, dengan kadar aspal yang digunakan yaitu dengan benda uji masing-masing 3 buah dan untuk benda uji Marshall diambil tiga kadar aspal di atas nilai  $P_b$  dan dua kadar aspal di bawah nilai  $P_b$ , dengan ketentuan masing-masing benda uji ditumbuk 2x75 tumbukan untuk kelas jalan berat.
7. Perhitungan dan analisa stabilitas berdasarkan hasil laboratorium.
8. Pengambilan material batu kapur Puger di dapat dari CV. Bangun Artha Jember.
9. Material agregat halus di dapat dari CV. Duta Beton Rambi Puji Jember.

#### 1.4 Tujuan

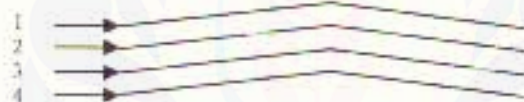
Pengujian Marshall campuran Laston (AC – BC) menggunakan agregat kasar batu kapur untuk mengetahui nilai stabilitas yang mempunyai tujuan dan manfaat secara umum sebagai berikut:

1. Mengetahui nilai stabilitas dari campuran yang menggunakan agregat kasar batu kapur tersebut dengan uji Marshall.
2. Pemanfaatan batu kapur sebagai bahan perkerasan jalan.

## BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Umum

Perkerasan jalan merupakan lapisan perkerasan yang terletak di antara lapisan tanah dasar dan roda kendaraan, tanah saja biasanya tidak cukup kuat dan tahan tanpa adanya deformasi yang berarti, terhadap beban roda yang berulang untuk itu perlu lapis tambahan yang terletak antara tanah dan roda, atau lapis paling atas dari badan jalan. Lapis tambahan ini dapat di buat dari bahan khusus yang terpilih (yang lebih baik) yang selanjutnya disebut lapis keras/ pavement. Secara konstruksi perkerasan lentur seperti Gambar 2.1



Gambar 2.1 Kontruksi perkerasan jalan

#### Keterangan

1. Lapisan permukaan (*surface course*)
2. Lapisan pondasi atas (*base course*)
3. Lapisan pondasi bawah (*subbase course*)
4. Lapisan tanah dasar (*subgrade*)

Salah satu jenis lapis permukaan dengan menggunakan aspal campuran panas yang ada di Indonesia saat ini adalah Laston yang digunakan untuk perkerasan jalan. Sesuai fungsinya Laston mempunyai tiga macam campuran yaitu:





1. Laston lapis aus, di kenal dengan nama AC-WC dengan tebal nominal 4 cm
  2. Laston lapis pengikat, di kenal dengan nama AC-BC dengan tebal 5 cm
  3. Laston lapis pondasi, di kenal dengan nama AC-base dengan tebal 6 cm
- (Silvia S. 1999, hal 1)

## 2.2 Agregat

Agregat didefinisikan secara umum sebagai formasi kulit bumi yang keras dan padat. ASTM mendefinisikan agregat sebagai suatu bahan yang terdiri dari butiran-butiran mineral padat berupa masa berukuran besar ataupun berupa fragmen-fragmen.

Agregat merupakan komponen utama dari struktur perkerasan jalan, yaitu 90-95% agregat berdasarkan persentase berat, atau 75-85% agregat berdasarkan persentase volume. Dengan demikian kualitas perkerasan jalan ditentukan juga dari sifat agregat dan hasil campuran agregat dengan campuran lain.

(Silvia S, 2003, hal 1)

### 2.2.1 Persyaratan Agregat sebagai Bahan Jalan

Secara umum agregat sebagai bahan jalan harus memenuhi persyaratan:

1. Tahan lama
2. Kuat, keras, ulet
3. Khusus untuk bahan lapis permukaan harus diperhatikan:
  - a. Keuletan / *toughness*, agregat harus memiliki keuletan yang cukup yang akan memberikan tahanan terhadap:
    - *Slow crushing load*
    - *Rapid impact load*
  - b. Kekerasan / *hardness*, akan memberikan tahanan terhadap abrasi / *attrition*
  - c. *Polishing*, agregat harus memiliki tahanan terhadap polishing agar dapat menyefesaikan koefisien gesek yang cukup dan dapat bertahan lama.

- d. *Stripping*, agar agregat tahan terhadap stripping harus mempunyai adhesi yang baik dengan bahan ikatnya.
- e. *Weathering*, agregat harus memiliki ketahanan terhadap cuaca (*weather*), antara lain terhadap perubahan suhu, air, kembang susut, *frost*.  
(Suprpto Tm, Edisi Kedua, hal 42)

### 2.2.2 Gradasi Agregat

Gradasi adalah susunan butir agregat sesuai ukurannya. Ukuran butir agregat dapat diperoleh dari pemeriksaan analisa saringan. Satu set saringan berukuran 4 inci, 3 $\frac{1}{2}$  inci, 2 $\frac{1}{2}$  inci, 2 inci, 1 $\frac{1}{2}$  inci, 1 inci,  $\frac{3}{4}$  inci,  $\frac{1}{2}$  inci,  $\frac{3}{8}$  inci, No.4, No.8, No.16, No.30, No.50, No.100, No.200. Ukuran saringan dalam ukuran panjang menunjukkan ukuran bukaan, sedangkan nomor saringan menunjukkan banyaknya bukaan dalam 1 inci panjang. Gradasi agregat diperoleh dari hasil analisa saringan menggunakan 1 set saringan. Saringan berukuran bukaan paling besar diletakkan di atas, dan yang paling halus ( No. 200), di bawah sebelum Pan. Jadi satu set saringan dimulai dari Pan dan diakhiri dengan tutup saringan.

### 2.2.3 Gradasi Agregat Campuran

Gradasi agregat gabungan untuk campuran aspal, ditunjukkan dalam persen terhadap berat agregat, harus memenuhi batas – batas dan harus berada di luar daerah larangan (*Retriiction Zone*) dan juga harus mempunyai jarak terhadap batas – batas toleransi yang diberikan dan terletak di luar Daerah Larangan.

Tabel 2.1 Gradasi Agregat Campuran

UKURAN AYAKAN		% Berat yang lolos LASTON (AC)		
ASTM	(mm)	WC	BC	Base
1 1/2"	37,5			100
1"	25		<b>100</b>	90 - 100
3/4"	19	100	<b>90 - 100</b>	Maks.90
1/2"	12,5	90 - 100	<b>Maks.90</b>	
3/8"	9,5	Maks.90		
No.8	2,36	28 - 58	<b>23 - 49</b>	19 - 45
No.16	1,18			
No.30	0,6			
No.200	0,075	4 - 10'	<b>4 - 8'</b>	3 - 7'
DAERAH TERLARANG				
No.4	4,75	-	-	39,5
No.8	2,36	39,1	<b>34,6</b>	26,8 - 30,8
No.16	1,18	25,6 - 31,6	<b>22,3 - 28,3</b>	18,1 - 24,1
No.30	0,6	19,1 - 23,1	<b>16,7 - 20,7</b>	13,6 - 17,6
No.50	0,075	15,5	<b>13,7</b>	11,4

Sumber: Pedoman Teknik Bina Marga, 1999, hal 18

Catatan :

Untuk AC, digunakan titik kontrol gradasi agregat, berfungsi sebagai batas – batas rentang utama yang harus ditempati oleh gradasi–gradasi tersebut. Batas–batas gradasi ditentukan pada ayakan ukuran nominal maksimum. Ayakan menengah (2,36 mm) dan ayakan terkecil (0,075 mm).

### 2.3 Agregat Batu Kapur

Batu kapur merupakan batuan endapan yang terbentuk dari kalsium karbonat ( $CaCO_3$ ) yang dilakukan melalui proses kimiawi dan mekanik dalam alam.



### 2.3.1 Sifat-sifat Batu Kapur

Sifat batu kapur yang terkandung di dalamnya berbeda-beda, tergantung dari asal batu kapur itu diperoleh. Secara umum sifat batu kapur adalah:

1. Warna tergantung dari kemurnian batu kapur
  - a. Kapur dengan warna kuning banyak mengandung kalsium
  - b. Kapur dolomit warna abu-abu sampai kuning
  - c. Magnesia : Putih mudah dibentuk menjadi tepung bila mengikat dengan unsur lain dapat berwarna hitam, coklat, hijau dan biru
2. Tekstur : Kristalin dengan ukuran bervariasi
3. Berat jenis
  - a. Batu kapur kalsium :  $2.5 - 2.75 \text{ Kg / dm}^3$
  - b. Batu kapur dolomit :  $2.75 - 2.9 \text{ Kg / dm}^3$
  - c. Batu kapur murni :  $2.71 \text{ Kg / dm}^3$
4. Kekerasan : Menurut morhs : 3 – 4
5. Kuat tekan tergantung kemurnian dan kekompakan kristalnya. Kekuatan batu kapur ini sangat bervariasi karena dipengaruhi oleh lapisan porositas batuan kuat tekannya :  $80 - 200 \text{ Kg / cm}^2$
6. Pengaruh panas sampai suhu 500 derajat celsius tidak merubah struktur kimia hanya kehilangan air yang terkandung.

### 2.3.2 Spesifikasi dan Klasifikasi Batu Kapur

Spesifikasi dan klasifikasi batu kapur diperoleh dari melihat kandungan unsur kimia yang terdapat pada batu kapur dapat dilihat pada Tabel 2.2 berikut khusus untuk batu kapur gunung Sadeng Puger termasuk dalam jenis batu kapur Kalsium Murni.

Tabel 2.2 Spesifikasi Kandungan Batu Kapur

Senyawa	Persentase
CaO	54,19 - 54,99
Co <sub>2</sub>	42,48 - 43,61
CaCO <sub>3</sub>	96,77 - 98,12
SiO <sub>2</sub>	0,03 - 0,59
AL <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,01 - 0,42
MgO	0,31 - 0,53
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,05 - 0,61
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,01 - 0,02
MnO <sub>2</sub>	0,01 - 0,03
Na <sub>2</sub> O	0,01 - 0,07
H <sub>2</sub> O	0,04 - 0,30
K <sub>2</sub> O	0,01
TiO <sub>2</sub>	0,01
SO <sub>3</sub>	0,01
LOI	42,79 - 43,39

Sumber: Dinas Perindustrian dan Perdagangan Kabupaten Jember

#### 1. Kapur Kalsium Murni

Batu kapur kalsium yang mengandung tak kurang dari 95% kalsium karbonat ( $CaCO_3$ ) dan 5% kandungan lain.

#### 2. Kapur Magnesia

Batu kapur yang mengandung 5 – 20%  $MgCO_3$ .

#### 3. Batu Kapur Dolomit

Batu kapur gabungan antara batu kapur kalsium dan batu magnesium dimana  $MgCO_3$  yang terkandung 20 – 44%.

#### 4. Batu Kapur Hidrolis

Batu kapur yang mengandung 50% air dan senyawa lain alumina, silika oksida besi.

#### 5. Marl

Batu kapur kalsium yang tercampur tanah liat dalam bentuk gumpalan yang lunak.

6. Tras

Batu kapur yang mengandung senyawa-senyawa lain dan mengalami proses metamorfose, bentuk kristalnya bermacam-macam dan bentuknya padat.

2.3.3 Pengujian Agregat

Untuk mengetahui sifat-sifat karakteristik dari agregat kasar yang dibutuhkan untuk perancangan campuran, dilakukan pengujian agregat (batu kapur). Pengujian yang dilakukan dilaboratorium transportasi Universitas Jember adalah:

1. Analisa saringan (AASTHO T- 27-74<sup>o</sup>,ASTM C- 136- 46)

Untuk mengukur distribusi ukuran atau gradasi agregat sehingga dapat diketahui ukuran butir maksimum dan dapat menentukan spesifikasi perkerasan dengan menggunakan satu set saringan ukuran paling besar diatas dan diakhiri dengan Pan.

2. Berat jenis agregat dan penyerapan agregat (AASTHO T – 85-74, ASTM C- 127-68)

Bertujuan untuk mengetahui berat jenis agregat kondisi SSD, berat jenis Bulk, berat jenis APP.

Pengujian ini menggunakan rumus sebagai berikut:

a. Berat jenis Bulk (*bulk specific gravity*) =  $\left( \frac{B_k}{B_j - B_a} \right)$  .....(2.1)

b. Berat jenis kering permukaan jenuh (*saturet surface dry*) =  $\left( \frac{B_j}{B_j - B_a} \right)$  ..... (2.2)

c. Berat jenis semu (*apparented apeacific gravity*) =  $\left( \frac{B_k}{B_k - B_a} \right)$  ..... (2.3)

d. Penyerapan =  $\left( \frac{B_j - B_k}{B_k} \times 100\% \right)$  ..... (2.4)



Dengan:

$B_k$  = berat benda uji kering oven, (gram)

$B_j$  = berat benda uji kering permukaan jenuh, (gram)

$B_a$  = berat benda uji kering permukaan jenuh didalam air, (gram)

3. Keausan agregat dengan mesin Los Angeles (AASHTO T-96-74°, ASTM C-131-55°, ASTM C- 5335-9°)

Untuk mengetahui ketahanan agregat terhadap keausan dengan menggunakan mesin Los Angeles.

Pemeriksaan ini menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Keausan} = \left( \frac{a-b}{a} \times 100\% \right) \dots \dots \dots (2.5)$$

Dengan:

$a$  = berat benda uji semula

$b$  = berta benda uji tertahan saringan No. 12 (gram)

4. Kelekatan agregat terhadap aspal (AASHTO T-182°)

Untuk menentukan kelekatan agregat terhadap aspal dengan persentase luas permukaan batuan yang tertutup aspal terhadap keseluruhan luas permukaan.

## 2.4 Aspal

Aspal didefinisikan sebagai material perkat (*cementitious*), berwarna hitam atau coklat tua, dengan unsur utama bitumen. Aspal dapat diperoleh di alam ataupun merupakan residu dari pengilangan minyak bumi. Aspal adalah material yang pada suhu ruang akan berbentuk padat sampai agak padat, dan bersifat termoplastis. Jadi aspal akan mencair bila dipanaskan sampai temperatur tertentu, dan kembali membeku bila temperatur turun.

Untuk aspal dengan suhu tahunan rata-rata lebih besar dari 24°C, maka aspal yang digunakan harus pen 40 (AC-40) atau pen 60 (AC-20). Khusus untuk daerah dengan suhu udara tahunan rata-rata kurang dari 24°C dapat digunakan pen 80 (AC-10)

#### 2.4.1 Jenis-jenis Aspal

Berdasarkan tempat diperolehnya, aspal dibedakan atas dua jenis yaitu:

1. Aspal alam adalah aspal yang didapat di suatu tempat di alam dan dapat dipergunakan sebagaimana diperolehnya atau dengan sedikit pengolahan.
2. Aspal minyak adalah aspal yang merupakan residu pengilangan minyak bumi.

Aspal terdiri dari senyawa hidrokarbon, nitrogen dan logam lain, sesuai jenis minyak bumi dan proses pengolahannya. Mutu kimiawi aspal ditentukan dari komponen pembentuk aspal. Saat ini telah banyak metode yang digunakan untuk meneliti komponen-komponen pembentuk aspal. Komponen fraksional pembentuk aspal dikelompokkan berdasarkan karakteristik reaksi yang sama.

Metode Rostler menentukan komponen fraksional aspal melalui daya larut aspal di dalam asam belerang (*sulfuric acid*). Terdapat lima komponen fraksional aspal berdasarkan daya reaksi kimiawinya di dalam asam sulfuric acid, yaitu:

1. *Asphaltenes (A)*
2. *Nitrogen bases (N)*
3. *Acidaffin I (A1)*
4. *Acidaffin II (A2)*
5. *Paraffin (P)*

Secara garis besar komposisi kimiawi aspal terdiri dari asphaltenes, resins dan oils. Asphaltenes terutama terdiri dari senyawa hidrokarbon, merupakan material berwarna hitam atau coklat tua yang tidak larut dalam n-heptane. Asphaltenes menyebar didalam larutan yang disebut maltenes. Maltenes larut dalam heptane, merupakan cairan kental yang terdiri dari resins dan oils. Resins adalah cairan berwarna kuning atau coklat tua yang memberikan sifat adhesi dari aspal, merupakan bagian yang mudah hilang atau berkurang selama masa pelayanan jalan, sedangkan oils yang berwarna lebih muda merupakan media dari asphaltenis dan resins.

Maltenes merupakan komponen yang mudah berubah sesuai perubahan temperatur dan umur pelayanan. Durabilitas aspal merupakan fungsi dari



ketahanan aspal terhadap perubahan mutu kimiawi selama proses pencampuran dengan agregat, masa pelayanan, dan proses pengerasan seiring waktu atau umur perkerasan. ( Silvia S, 2003, hal 26-34 )

#### 2.4.2 Fungsi Aspal sebagai Material Perkerasan Jalan

Aspal yang digunakan sebagai material perkerasan jalan berfungsi sebagai:

1. Bahan pengikat, memberikan ikatan yang kuat antara aspal dan agregat dan antara sesama aspal.
2. Bahan pengisi, mengisi rongga antar butir agregat dan pori-pori yang ada di dalam butir agregat itu sendiri.

Untuk dapat memenuhi kedua fungsi aspal itu dengan baik, maka aspal haruslah memiliki sifat adhesi dan kohesi yang baik, serta pada saat dilaksanakan mempunyai tingkat kekentalan tertentu.

Penggunaan aspal pada perkerasan jalan dapat melalui dicampurkan pada agregat sebelum dihamparkan (prahampar), seperti lapisan beton aspal atau disiramkan pada lapisan agregat yang telah dipadatkan dan ditutupi oleh agregat-agregat yang lebih halus (pascahampar), seperti perkerasan penetrasi makadam atau pelabuhan.

Fungsi utama aspal untuk kedua jenis proses pembentukan perkerasan yaitu proses pencampuran prahampar dan pascahampar itu berbeda. Pada proses prahampar aspal yang dicampurkan dengan agregat akan membungkus atau menyelimuti butir-butir agregat, mengisi pori antar butir, dan meresap kedalam pori masing-masing butir. Sedangkan pada proses pascahampar, aspal disiramkan pada lapisan agregat yang telah dipadatkan, kemudian di atasnya ditaburi butiran agregat halus. Pada proses ini aspal akan meresap ke dalam pori-pori antar butir agregat dibawahnya. Fungsi utamanya adalah menghasilkan lapisan perkerasan bagian atas yang kedap air dan tidak mengikat agregat sampai ke bagian bawah.

Dengan adanya aspal dalam campuran diharapkan diperoleh lapisan perkerasan yang kedap air sehingga mampu melayani arus lalu lintas selama masa



pelayanan jalan. Oleh karena itu aspal haruslah mempunyai daya tahan (tidak cepat rapuh) terhadap cuaca, dan mempunyai sifat adhesi dan kohesi yang baik.

(Silvia S, 2003, hal 38-40)

### 2.4.3 Jenis Semen Aspal

Semen aspal dapat dibedakan berdasarkan nilai penetrasi atau viskositasnya. Berdasarkan nilai penetrasinya, AASHTO membagi semen aspal kedalam 5 kelompok jenis semen aspal, yaitu aspal 40-50, aspal 60-70, aspal 85-100, aspal 120-150, dan aspal 200-300. Spesifikasi dari masing-masing kelompok aspal tersebut seperti pada Tabel 2.3 (Spesifikasi AASTHO Nilai Penetrasi Aspal)

Tabel 2.3 Spesifikasi AASHTO M 20-70 (1990) untuk Nilai Penetrasi Aspal

Jenis Aspal (sesuai penetrasi)	40-50	60-70	85-100	120-150	200-300
Penetrasi (25 °C, 100gr, 5 det)	40-50	60-79	85-100	120-150	200-300
Titik nyala, cleaveland °C	≥235	≥235	≥235	≥220	≥180
Daktalitas (25 °C, 5cm/men, cm)	≥100	≥100	≥100	≥100	≥100
Solubilitas dlm CCl <sub>4</sub> , %	≥99	≥99	≥99	≥99	≥99
TFOT, 3.2mm, 5jam, 165°C					
Kehilangan berat, %	<0,8	<0,8	<1	<1,3	<1,5
Penetrasi setelah kehilangan berat, % semula	≥58	≥54	≥50	≥46	≥40
Daktalitas setelah kehilangan berat, (25 °C, 5cm/men, cm)		≥50	≥75	>100	>100

Sumber: Silvia S, 2003, hal 45

Di Indonesia, aspal yang digunakan untuk perkerasan jalan dibedakan atas aspal pen 60 dan aspal pen 80. Persyaratan kualitas aspal yang umum digunakan di Indonesia seperti pada Tabel 2.4 (Spesifikasi Bina Marga untuk Berbagai Nilai Penetrasi Aspal Indonesia) diambil dari buku materi pembekalan sertifikasi tenaga inti konsultan supervisi, modul-VI,1999

Tabel 2.4 Spesifikasi Bina Marga untuk Penetrasi Aspal Indonesia

Jenis Aspal (sesuai penetrasi)	60	70
Penetrasi (25 °C, 100gr, 5 det)	60-70	80-90
Titik nyala, cleaveland °C	≥200	≥225
Daktilitas (25 °C, 5cm/men, cm)	≥100	≥100
Solubilitas dlm CCl <sub>4</sub> , %	≥99	≥99
TFOT, 3.2mm, 5jam, 165°C		
Kehilangan berat, %	<0,4	<0,6
Penetrasi setelah kehilangan berat, % semula	≥75	≥75
Berat jenis (25 °C)	1	1

Sumber: Dep. Pek Umum, Pekerjaan Lapis Permukaan Aspal, 1999

## 2.5 Perencanaan Campuran

Perencanaan campuran (*Design Mix Formula*) dimaksudkan untuk menentukan proporsi campuran baik agregat kasar, agregat halus dan filler yang sesuai dengan persyaratan / spesifikasi gradasi. Jika agregat dicampur dengan aspal maka:

1. Partikel-partikel antar agregat akan terikat satu sama lain oleh aspal.
2. Rongga-rongga agregat ada yang terisi aspal dan ada pula yang terisi udara.
3. Terdapat rongga antar butir yang terisi udara.
4. Terdapat lapisan aspal yang ketebalannya tergantung dan kadar aspal yang di pergunakan untuk menyelimuti partikel-partikel agregat.

Oleh sebab itu, jika memakai gradasi rapat (*densegraded*) akan menghasilkan kepadatan yang baik, yang berarti pula memberikan stabilitas yang baik, tetapi mempunyai rongga pori yang kecil sehingga memberikan kelenturan (*fleksibilitas*) yang kurang baik dan akibat tambahan pemadatan dan beban lalu lintas berulang serta aspal yang mencair akibat pengaruh cuaca akan memberikan tahanan geser yang kecil.

Sebaliknya jika menggunakan gradasi tidak rapat, akan diperoleh kelenturan yang baik, tetapi stabilitas yang kecil. Kadar aspal yang terlalu sedikit



akan mengakibatkan lapisan pengikat antar butir kurang, lebih-lebih jika kadar rongga yang dapat diresapi aspal besar. Hal ini mengakibatkan lapisan aspal cepat lepas dan *durabilitas* ( keawetan/daya tahan ) berkurang. Kadar aspal yang tinggi mengakibatkan kelenturan yang baik tetapi dapat terjadi *bleeding* sehingga stabilitas dan tahanan geser berkurang.

Dari penjelasan diatas dapat disimpulkan bahwa haruslah ditentukan campuran antara agregat dan aspal seoptimal mungkin sehingga dapat menghasilkan lapisan perkerasan dengan kualitas yang seoptimal mungkin. Selain itu haruslah direncanakan campuran yang meliputi gradasi agregat (dengan memperhatikan mutu agregat) dan kadar aspal sehingga dihasilkan lapisan perkerasan yang baik, misalnya:

1. Kadar aspal cukup memberikan kelenturan.
2. Stabilitas cukup memberikan kemampuan memikul beban sehingga tidak terjadi deformasi yang merusak.
3. Kadar rongga cukup memberikan kesempatan untuk pemadatan tambahan akibat beban berulang dan flow dari aspal.

Dapat menghasilkan campuran yang akhirnya menghasilkan lapis perkerasan yang sesuai dengan persyaratan dalam pemilihan lapis perkerasan.

( Silvia S, 2003, hal 78 )

### 2.5.1 Rancangan Agregat Campuran Metode Analitis

Rancangan campuran dengan metode analitis dengan menggunakan rumus dasar pencampuran dua fraksi

$$P = aA + bB \dots \dots \dots (2.6)$$

Dimana:

$P$  = Persen lolos saringan dengan bukaan  $d$  mm yang diinginkan, diperoleh dari spesifikasi campuran

$A$  = Persen lolos saringan fraksi agregat  $A$  untuk bukaan  $d$  mm

$B$  = Persen lolos saringan fraksi agregat  $B$  untuk bukaan  $d$  mm



a = Proporsi dari fraksi agregat A

b = Proporsi dari fraksi agregat B

$$(a+b)^{-1} \text{ jika } a \text{ dan } b \text{ desimal maka diperoleh } a = \frac{P-B}{A-B} \text{ dan } b = \frac{P-A}{B-A} \dots(2.7)$$

### 2.5.2 Rancangan Agregat Campuran Metode Grafis

Proporsi masing-masing fraksi agregat dapat pula ditentukan dengan menggunakan metode grafis. Tetapi seperti halnya metode analitis, hasil dari rancangan tersebut harus dicek dan dievaluasi kembali sehingga diperoleh proporsi campuran yang baik.

Asphalt Institute memberikan metode grafis penentuan proporsi campuran dari dua fraksi agregat, langkah – langkah penentuan proporsi campuran adalah sebagai berikut :

1. Penentuan gradasi dari kedua fraksi agregat yang akan di campur melalui pemeriksaan analisis saringan. Fraksi yang dominan tertahan saringan No.8 di namakan fraksi agregat kasar, dan di beri kode agregat A, sedangkan fraksi yang dominan agregatnya lolos saringan No.8 di beri nama fraksi agregat halus dan di beri kode agregat B
2. Gambarlah bujur sangkar 10 cm x10 cm
3. Persen lolos saringan untuk fraksi agregat kasar (agregat A) digambarkan pada bagian sebelah kanan (skala 0 – 100%), dan untuk fraksi agregat halus (agregat B) digambarkan pada bagian sebelah kiri (skala 0 – 100%).
4. Hubungkan titik tepi sebelah kanan dan kiri dari persen lolos masing – masing fraksi untuk ukuran saringan yang sama. Garis – garis ini menunjukkan garis ukuran saringan dari persen lolos yang di maksud.
5. Berikanlah tanda x untuk titik yang menunjukkan batas gradasi spesifikasi agregat campuran pada garis penunjuk ukuran saringan (garis pada butir 4).

Titik – titik ini di perolah dengan menggunakan skala pada tepi kanan dan kiri yang memotong garis butir 4.

6. Tariklah garis vertikal dari titik – titik yang paling tengah dari batas atas dan batas bawah spesifikasi agregat campuran. Garis ini menjadi batas daerah di mana proporsi kedua fraksi akan menghasilkan agregat campuran yang memenuhi spesifikasi.
7. Garis tengah dari kedua daerah yang di batasi oleh kedua garis vertikal pada butir 6 menjadi nilai proporsi untuk pencampuran kedua fraksi. Persentase campuran di baca dari skala horizontal yang di buat. Untuk agregat A angka 0% di mulai dari kiri dan untuk agregat B angka 0% di mulai dari kanan, sehingga jumlah kedua angka adalah 100%.

( Silvia S, 2003, hal 62)

Membuat rumus campuran rancangan (design mix formula) melakukan rancangan dan pematatan marshall sampai membal (refusal). Perkiraan kadar aspal rancangan dapat diperoleh dari rumus dibawah ini.

$$P_b = 0,035 (\% CA) + 0,045 (\% FA) + 0,18 (\% Filter) + \text{konstanta} \dots \dots \dots (2.8)$$

Dengan :

- $P_b$  = kadar aspal perkiraan  
 $CA$  = agregat kasar tertahan saringan No.8  
 $FA$  = agregat halus lolos saringan No.8 dan tertahan No 200  
 $F$  = agregat halus lolos saringan No.200

Nilai konstanta sekitar 0,5-1,0 untuk (AC) dan 2,0-3,0 untuk (HRS)

Rumus fuller untuk titik kontrol gradasi laston

$$P = 100 \left[ \frac{d}{D} \right]^{0,45} \dots \dots \dots (2.9)$$

Catatan :

$P$  = persentase bahan yang lolos saringan  $d$

$D$  = ukuran butiran terbesar (mm)



$d$  = ukuran saringan yang ditinjau (mm)

(Bina Marga, 1999, hal 35)

## 2.6 Pemeriksaan dengan Alat Marshall

Kinerja campuran aspal beton dapat diperiksa dengan menggunakan alat pemeriksaan Marshall yang telah teruji kebenarannya dan terkalibrasi.

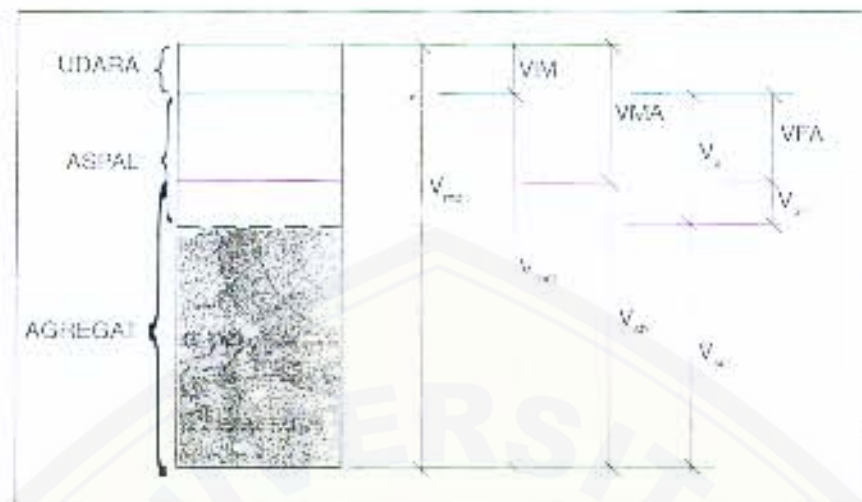
Pemeriksaan dimaksudkan untuk menentukan ketahanan (stabilitas) terhadap keelehan plastis (flow) dari campuran aspal dan agregat. Kelelahan plastis adalah keadaan perubahan bentuk suatu campuran yang terjadi akibat suatu beban sampai batas runtuh yang dinyatakan dalam mm atau 0,01".

Alat Marshall merupakan alat tekan yang dilengkapi dengan *proving ring* (cincin penguji) yang berkapasitas 2500 kg atau 5000 pon. *Proving ring* dilengkapi dengan arloji pengukur yang berguna untuk mengukur stabilitas campuran. Disamping itu terdapat arloji keelehan (*flow meter*) untuk mengukur keelehan plastis. Benda uji berbentuk silinder dengan diameter 10 cm dan tinggi 7,5 cm dipersiapkan di laboratorium, dalam cetakan benda uji dengan menggunakan *hammer* (penumbuk) dengan berat 10 pon (4,536 kg) dan tinggi jatuh 18 inch (45,7 cm), dibebani dengan kecepatan tetap 50 mm/menit.

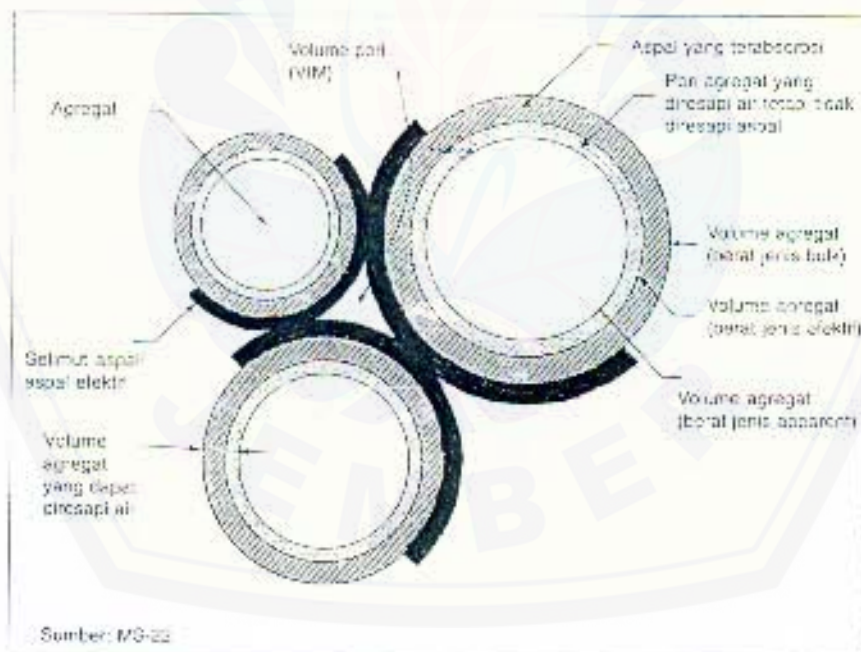
### 2.6.1 Sifat Dari Campuran Beton Aspal yang Telah Dipadatkan

Secara skematis berbagai jenis volume yang terdapat di dalam campuran beton aspal padat di tunjukkan pada Gambar 2.2 dan pada Gambar 2.3 dapat dilihat apa yang dimaksud dengan lapisan aspal efektif atau film aspal, VIM, dan aspal yang terarsorbsi. ( Silvia S, 2003, hal 38-40 )





Gambar 2.2 Skematis berbagai jenis volume beton aspal



Gambar 2.3 Pengertian tentang VIM, selimut aspal dan aspal yang terabsorpsi

### BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Langkah-langkah yang akan dilaksanakan. Dalam pengujian perkerasan jalan adalah Pengumpulan bahan dan alat, uji pendahuluan agregat, gradasi agregat yang diinginkan, rancangan proporsi agregat dan perkiraan kadar aspal, pembuatan benda uji dan pengujian marshall, perhitungan parameter Marshall, gambar hubungan kadar aspal dengan parameter Marshall, analisa dan pembahasan, kesimpulan yang dijelaskan dalam sub bab 3.1 s.d 3.12 dan digambarkan pada flow chat yang disajikan pada Gambar 3.1.

#### 3.1 Persiapan Bahan dan Alat

Pengambilan bahan atau material sebagai sample agregat untuk dilakukan pengujian di laboratorium Program Studi Teknik Universitas Jember yang di peroleh dari.

1. Agregat kasar batu kapur diambil dari CV. Bangun Artha Puger untuk dilakukan uji pendahuluan
2. Agregat halus / pasir diambil dari CV.Duta Beton Rambi puji yang berasal dari Pasirian untuk dilakukan uji pendahuluan
3. Bahan pengisi / *filler* menggunakan agregat batu pecah
4. Aspal yang digunakan untuk pencampuran dari PT. Summitama Intinusa Surabaya yang telah diuji oleh Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah Bandung.



### 3.2 Uji Pendahuluan Agregat di laboratorium

Dari sample agregat yang diambil pada proses pengumpulan data selanjutnya dilakukan pengujian di laboratorium, dengan pengujian sebagai berikut:

#### 1. Analisa saringan agregat kasar dan halus

Prosedur Praktikum:

- a. Siapkan benda uji agregat kasar dan halus keadaan SSD masing-masing sebanyak 1200 gram
- b. Saring benda uji lewat susunan saringan dengan ukuran saringan paling besar ditempatkan paling atas. Saringan diguncang menggunakan tangan atau mesin pengguncang selama 15 menit
- c. kemudian timbang masing-masing saringan yang berisi benda uji

#### 2. Keausan agregat dengan mesin Los Angeles

Prosedur Praktikum:

- a. Siapkan benda uji sebanyak 5000 gram untuk masing-masing kolom pengujian
- b. Benda uji dan bola baja dimasukkan kedalam mesin Los Angeles
- c. Putar mesin dengan kecepatan 30-33 rpm, 500 putaran untuk gradasi kolom A, B, C, D dan 1000 putaran untuk gradasi kolom E, F, G
- d. Setelah selesai pemutaran keluarkan benda uji dari mesin kemudian saring dengan saringan no. 12. Butiran yang tertahan di atasnya dicuci bersih, selanjutnya dikeringkan dalam oven suhu  $(100 \pm 5)^{\circ}\text{C}$  sampai berat tetap
- e. Timbang benda uji yang telah di oven

#### 3. Kelekatan agregat terhadap aspal

Prosedur Praktikum:

- a. Siapkan benda uji yaitu agregat yang lewat saringan 9,5 mm dan tertahan pada saringan 6,3 mm sebanyak 100 gram
- b. Cucilah dengan air suling, kemudian keringkan pada suhu  $135^{\circ}\text{C}$  sampai  $149^{\circ}\text{C}$  hingga berat tetap, simpan didalam tempat yang tertutup rapat dan siapkan untuk diperiksa



- c. Ambil 100 gram benda uji, masukkan kedalam wadah, isilah aspal sebanyak  $2,5-0,2$  gram yang telah dipanaskan pada suhu yang diperlukan. Aduklah aspal dan benda uji sampai merata dengan spatula selama 2 menit
- d. Masukkan adukan beserta wadahnya dalam oven pada suhu  $60^{\circ}\text{C}$  selama 2 jam, selama proses ini lubang angin pada oven harus dibuka. Setelah 2 jam keluarkan adukan beserta wadahnya dari oven dan diaduk lagi sampai dingin (suhu ruang)
- e. Pindahkan adukan tersebut kedalam tabung gelas kimia, isilah air suling sebanyak 400 ml dan diamkan tabung berisi adukan pada suhu ruang selama 16 sampai 18 jam
- f. Ambil selaput aspal yang mengambang dipermukaan air dengan tidak mengganggu agregat didalam tabung. Terangi dengan lampu (75 watt) yang dipakai kap, atur tempat lampu sehingga tidak menyilaukan akibat pantulan cahaya dari permukaan air. Dengan melihat dari atas menembus cahaya, perkiraan persentase luas permukaan yang masih terselaput aspal, lebih dari 95% atau kurang. Permukaan yang kecoklatan atau buram dianggap terselimuti penuh

#### 4. Berat jenis dan penyerapan agregat kasar

##### Prosedur Praktikum:

- a. Cuci benda uji untuk menghilangkan debu atau bahan-bahan lain yang melekat pada permukaan
- b. Keringkan benda uji dalam oven pada suhu  $105^{\circ}\text{C}$  sampai berat tetap
- c. Dinginkan benda uji pada suhu kamar Selama 1-3 jam, kemudian timbang dengan ketelitian 0,5 gram sebanyak 5000 gram
- d. Siapkan benda uji agregat batu kapur sebanyak 5000 gram
- e. Rendam benda uji dalam air pada suhu kamar selama  $24 \pm 4$  jam
- f. Keluarkan benda uji dari air, lap dengan kain penyerap selaput air pada permukaan hilang (SSD) untuk butiran yang besar pengeringan harus satu persatu

g. Timbang benda uji dalam keranjang guncangkan batunya untuk mengeluarkan udara yang terserap dan tentukan beratnya didalam air

5. Berat jenis dan penyerapan agregat halus

Prosedur Praktikum:

- a. Keringkan benda uji dalam oven pada suhu  $(110 \pm 5)^{\circ}$  sampai berat tetap, yang dimaksud dengan berat tetap adalah berat benda uji selama 3 kali proses penimbangan dan pemanasan dalam oven dengan selang waktu 2 jam berturut-turut tidak akan mengalami perubahan kadar air lebih besar dari pada 0,1%, dinginkan pada suhu ruang kemudian rendam dalam air selama  $24 \pm 4$  jam
- b. Buang air perendam hati-hati, jangan ada butiran yang hilang, tebarkan agregat diatas talam, keringkan diudara panas dengan cara membalik-balikkan benda uji, lakukan pengeringan sampai tercapai keadaan kering permukaan jenuh
- c. periksa keadaan kering permukaan jenuh dengan mengisiskan benda uji kedalam picnometer sebanyak 500 gram, masukkan air suling sampai mencapai 90% isi picnometer, putar sambil diguncang sampai tidak terlihat gelembung udara didalamnya, untuk mempercepat proses ini dapat dipergunakan pompa hampa udara, tetapi harus diperhatikan jangan sampai ada air yang terserap, dapat juga dengan merebus picnometer
- d. Rendam picnometer dalam air dan ukur suhu air untuk penyesuaian perhitungan kepada suhu standart  $25^{\circ}\text{c}$
- e. Tambahkan air sampai mencapai tanda batas
- f. Timbang picnometer berisi air dan benda uji sampai ketelitian 0,1 gram
- g. Keluarkan benda uji, keringkan dalam oven dengan suhu  $(110 \pm 5)^{\circ}\text{c}$  sampai berat tetap kemudian dinginkan benda uji dalam desikator
- h. Setelah dingin benda uji di timbang
- i. Tentukan berat picnometer berisi air penuh dan ukur air guna penyesuaian dengan suhu standart.



### 3.3 Material yang Memenuhi Spesifikasi

Material yang memenuhi spesifikasi untuk campuran aspal, ditunjukkan dalam persen terhadap berat agregat, harus memenuhi batas-batas dan harus berada diluar daerah larangan (*Retrixtion Zona*) dan juga harus mempunyai jarak terhadap batas-batas toleransi yang diberikan yang ditunjukkan dalam Tabel sub bab 2.2.3

### 3.4 Gradasi Agregat yang Diinginkan

Setelah dipeiksa kualitasnya, baik aspal maupun agregatnya memenuhi persyaratan/spesifikasi dan perancangan campuran (*Mix Design*) didapat komposisi yang diinginkan maka dilakukan persiapan pembuatan benda uji Marshall.

Ada dua macam persiapan benda uji :

1. Agregat secara traksi
2. Agregat Secara Nomer Saringan

Dengan formulir seperti terlampir formulir persiapan bahan susun benda uji Marshall test sebagai berikut:

- a. Tentukan spesifikasi yang digunakan (% lolos No. Saringan)
- b. Tentukan target (disini diambil nilai tengah spesifikasi)
- c. Tentukan % tinggal diatas yaitu selisih 100% terhadap% target, missal target 90% , tinggal di atas  $100-90 = 10\%$
- d. % tinggal jumlah bahan menurut spesifikasi adalah % tertahan masing-masing No. saringan  
Misal: tinggal diatas saringan  $\frac{1}{2}$  " = 10% sedang tinggal di atas saringan  $\frac{3}{8}$  adalah =  $20\%-10\% = 10\%$ ,
- e. Jumlah bahan menurut spesifikasi berdasarkan berat untuk jenis dan sumber material yang sama adalah dengan mengalikan % tertahan terhadap 1200 gram (jumlah 100% target)



### 3.5 Rancangan Proporsi Agregat

Dalam rancangan proporsi agregat campuran digunakan gradasi dari kedua fraksi agregat yang akan dicampur melalui pemeriksaan analisis saringan. Fraksi yang dominan tertahan saringan No.8 di namakan fraksi agregat kasar, sedangkan fraksi yang dominan agregatnya lolos saringan No.8 di beri nama fraksi agregat halus.

### 3.6 Perkiraan kadar aspal Rencana

Kadar aspal perkiraan yang diperoleh dari rumus (2.8) pada Bab (2) nilai  $P_b$  dengan interval 0,5 % yaitu:

$$\begin{aligned} P_b &= 0,035 (\%CA) + 0,045 (\%FA) + 0,18 (\%F) + 0,5 \\ &= 0,035 \times 53,4 \% + 0,045 \times 43,4 \% + 0,18 \times 3,2 \% + 0,5 \\ &= 1,869 + 1,953 + 0,576 + 0,5 \\ &= 4,898\% \text{ dibulatkan menjadi } = 5\% \end{aligned}$$

Kadar aspal yang harus dipersiapkan yaitu tiga kadar aspal di atas nilai  $P_b$  dan dua kadar aspal di bawah nilai  $P_b$

### 3.7 Pembuatan Benda Uji

#### a. Persiapan benda uji

Keringkan agregat, sampai beratnya tetap pada suhu  $(105 \pm 5)^\circ$  pisahkan agregat cara penyaringan kedalam fraksi yang dikehendaki atau seperti pada cara fraksi di atas.

#### b. Penentuan suhu pencampuran dan pemadatan

Suhu pencampuran pemadatan harus di tentukan sehingga bahan pengikat yang dipakai menghasilkan viscositas seperti Tabel 3.1

Tabel 3.1 Viscositas Penentuan Suhu

Bahan pengikat	Campuran			Pemadatan		
	Kinematik	Saybolt Furol	Engler	Kinematik	Saybolt Furol	Engler
	C.St	Det.S.F		C.St	Det.S.F	
Aspal panas	170±20	85±10		280±30	140±15	
Aspal dingin			25±3			40±5

Sumber: Petunjuk Praktikum Perkerasan Jalan

### c. Persiapan campuran

Untuk tiap benda uji diperlukan agregat sebanyak  $\pm 1200$  gram sehingga menghasilkan tinggi benda uji sekitar  $6,25 \text{ cm} \pm 0,125 \text{ cm}$  ( $2,5' \pm 0,05'$ ). Panaskan panci pencampur beserta agregat kira-kira  $28^{\circ}\text{C}$  di atas suhu pencampur untuk aspal panas dan ter aduk sampai rata, untuk aspal dingin panaskan sampai  $14^{\circ}\text{C}$  di atas suhu pencampur. Sementara itu panaskan sampai suhu pencampur, tuangkan aspal sebanyak yang dibutuhkan kedalam agregat yang sudah dipanaskan tersebut, kemudian aduklah dengan cepat pada suhu sesuai 3.b sampai agregat terlapis merata.

### d. Pemadatan benda uji

Bersihkan perlengkapan cetakan benda uji serta bagian muka penumbuk dengan seksama dan panaskan sampai suhu antara  $93$ , dan  $148,9^{\circ}\text{C}$ . Letakkan selambar kertas saring atau kertas penghisap yang digunting menurut ukuran cetakan, kemudian masukkan seluruh campuran kedalam cetakan dan tusuk-tusuk campuran keras-keras dengan menggunakan spatula yang dipanaskan atau diaduk dengan sendok semen 15 kali keliling pinggiran dan 10 kali di bagian dalamnya, lepaskan lehernya, dan ratakan permukaan campuran dengan menggunakan sendok semen menjadi bentuk yang sedikit cembung, waktu akan dipadatkan seperti pada 3.b.



Letakkan cetakan di atas landasan pematik, dalam pemegang cetakan, lakukan pemadatan dengan alat penumbuk sebanyak 75, 50, atau 35 sesuai kebutuhan dengan tinggi jatuh 45 cm. Selama pemadatan tahanlah agar sumbu palu pematik selalu tegak lurus pada alas cetakan. Lepaskan keping alas dan lehernya balikkah alat cetakan berisi benda uji dan pasanglah keping kembali perlengkapan terhadap permukaan benda uji yang sudah dibalik ini tumbuk dengan jumlah tumbukan yang sama. Sesudah pemadatan, lepaskan keping alas dan pasanglah alat pengeluar benda uji pada permukaan ujung ini, dengan hati-hati keluarkan benda uji dan letakkan benda uji diatas permukaan rata dan halus, biarkan selama kira-kira 24 jam pada suhu ruang.

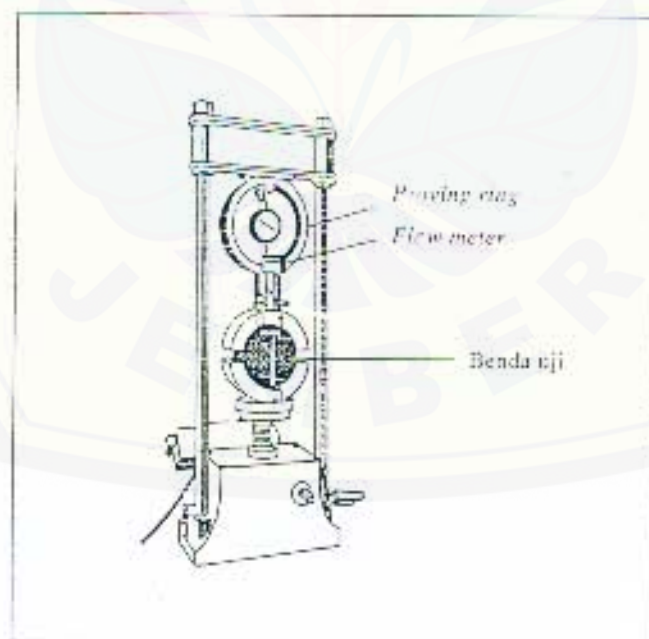
### 3.8 Pengujian Marshall

1. Bersihkan benda uji dari kotoran yang menempel
2. Berilah tanda pengenal pada masing-masing benda uji
3. Ukur benda uji dengan ketelitian 0,1 mm
4. Timbang benda uji
5. Rendam dalam air kira-kira 24 jam pada suhu ruang
6. Timbang benda uji dalam air untuk mendapatkan isi
7. Timbang benda uji dalam kondisi kering permukaan jenuh
8. Rendamlah benda uji aspal panas atau benda uji ter dalam bak perendam selama 30-40 menit atau pasangkan oven selama 2 jam dengan suhu tetap  $(60 \pm 1)^{\circ}\text{C}$ , untuk benda uji dingin masukkan benda uji kedalam oven selama 2 jam dengan suhu tetap  $(60 \pm 1)^{\circ}\text{C}$ . Sebelum melakukan pengujian bersihkan batang penuntun (guide rod) dan permukaan dalam dari kepala penekan (test heads). Lumasi batang penuntun sehingga kepala penekan yang atas dapat meluncur bebas, bila dikehendaki kepala penekan direndam bersama-sama benda uji pada suhu antara 21 sampai  $38^{\circ}\text{C}$ . Keluarkan benda uji dari bak perendam atau dari oven atau dari pemanas udara dan letakkan kedalam



segmen bawah kepala penekan, pasang segmen atas diatas benda uji , dan letakkan keseluruhannya dalam mesin arloji. Pasang arloji kelehan (flow meter) pada kedudukannya diatas salah satu batang penuntun dan atur kedudukan jarum penunjuk pada angka nol, sementara selubung tangkai arloji (sleeve) dipegang teguh terhadap segmen atas kepala penekan (breaking head). Tekan selubung tangkai arloji kelelahan tersebut pada segmen atas kepala penekan selama pembebanan berlangsung.

9. Sebelum pembebanan diberikan, kepala penekan beserta benda uji dinaikkan hingga menyentuh atas cincin penguji, atur kedudukan jarum arloji tekan angka nol. Berikan pembebanan kepada benda uji dengan kecepatan tetap sebesar 50 mm per menit sampai pembebanan menurun seperti yang ditunjukkan oleh jarum arloji kelehan , waktu yang diperlukan disaat diangkatnya benda uji dari perendaman air sampai tercapainya beban maksimum tidak boleh melebihi 30 detik.



Gambar: 3.1 Alat Uji Marshall

### 3.9 Perhitungan Parameter Marshall

Setelah dilakukan pengujian dilaboratorium Transportasi Universitas Jember kemudian data tersebut dianalisa/dihitung parameter Marshallnya sesuai dengan pengujian yang dilakukan, yaitu:

Pengujian benda uji dengan alat Marshall (SNI 06-2489-1991)

Penjelasan Perhitungan Tabel Marshall

t = Tebal benda uji ( mm ).....hasil pengujian

A= Kadar aspal terhadap total agregat, missal: 5%, 6%, dst.

B= Kadar aspal terhadap total campuran, %,

$$\text{misal pada } 5\% ( a ) \rightarrow b = \frac{5}{100 + 5} \times 100\% = 4.762\% \text{, dst.....(3.1)}$$

$$C = \text{Berat Jenis Bulk Agregat (Gsb)} = \frac{100}{\frac{\%F1}{bj.bulk.F1} + \frac{\%F2}{bj.bulk.F2} + \frac{\%F3}{bj.bulk.F3}} \text{.....(3.2)}$$

$$D = \text{Berat jenis Agregat efektif} = \frac{100/2}{\frac{\%F1}{bj.appF1} + \frac{\%F2}{bj.appF2} + \frac{\%F3}{bj.appF3}} \text{.....(3.3)}$$

$$E = \text{Berat jenis maksimum campuran (Gmm)} = \frac{100}{\frac{100 - \text{Kadaraspal}}{bj.efektifagregat} + \frac{\text{Kadaraspal}}{bj.aspal}} \text{.....(3.4)}$$

F = Berat benda uji di udara (gram).....hasil pengujian

G = Berat benda uji dalam SSD (gram).....hasil pengujian

H = Berat benda uji dalam air (gram).....hasil pengujian

$$I = \text{Volume benda uji} = G-H, \text{ gram} \text{.....(3.5)}$$

$$J = \text{Berat jenis bulk benda uji} = \frac{F}{I}, \text{ gram/cc} \text{.....(3.6)}$$

$$K = \% \text{ Volume aspal terhadap campuran} = \frac{BXJ}{BJaspal} \text{.....(3.7)}$$

$$L = \text{VIM (kadar rongga dalam campuran)} = J \frac{(100 - B)}{D} \dots\dots\dots(3.8)$$

$$M = \text{VMA (kadar rongga dalam agregat)} = 100 - \frac{J(100 - B)}{Gsb} \dots\dots\dots(3.9)$$

$$N = \text{VFA (rongga terisi aspal)} = 100 \frac{CXJ}{C} \dots\dots\dots(3.10)$$

O = Stabilitas pengujian Marshall = Hasil pengujian

$$P = O \times \text{kalibrasi (Kg)} = 100 \frac{(N - P)}{N} \dots\dots\dots(3.11)$$

Q = P x angka koreksi

R = Kelelehan plastis (flow)

S = Sr x 0,01

$$T = (\text{MQ}) \text{ Marshall Quotient} = Q/S \dots\dots\dots(3.12)$$

U = (Aa) Aspal terserap

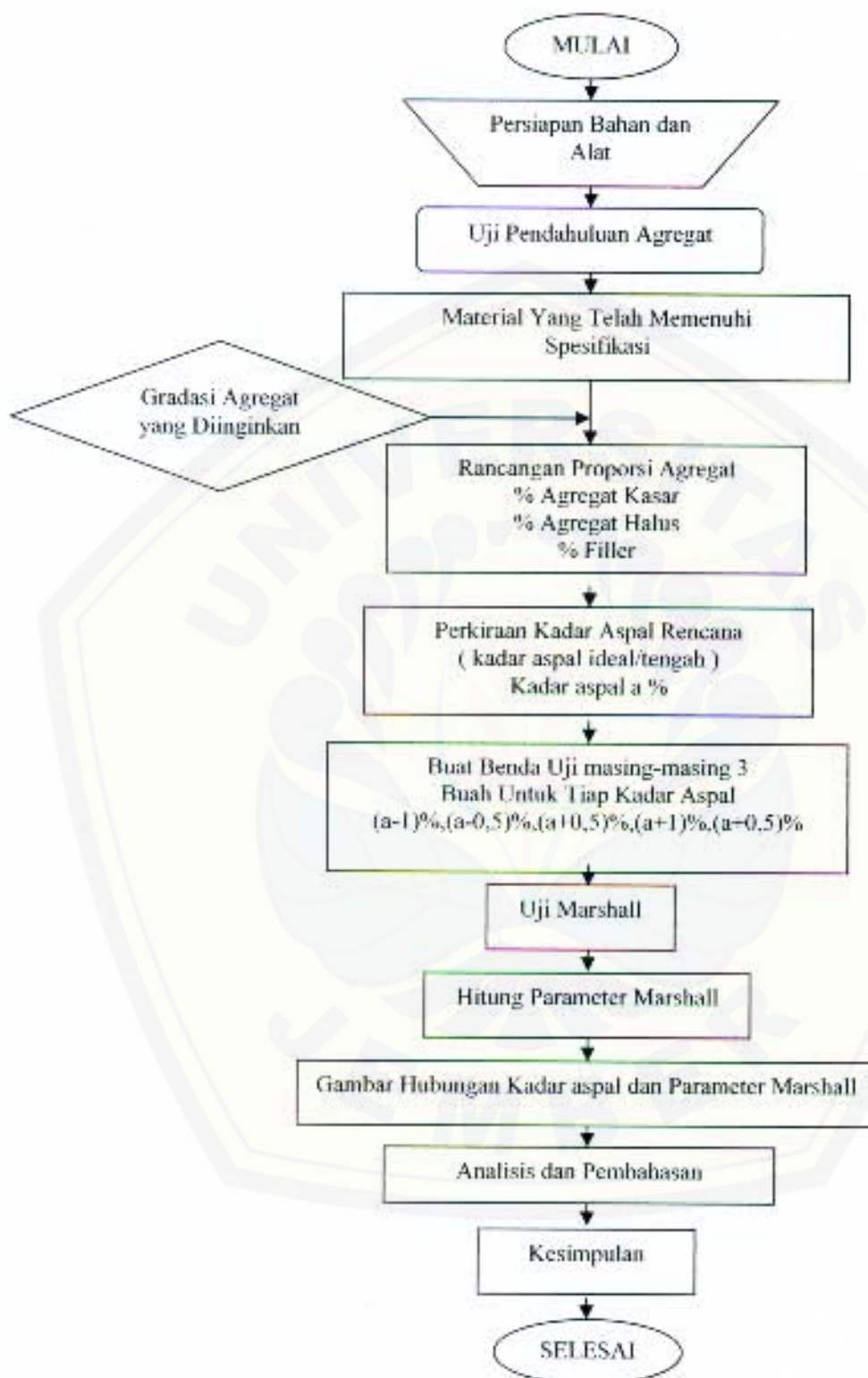
V = (Ae) Aspal efektif

### 3.10 Gambar Hubungan Kadar Aspal dengan Parameter Marshall

Untuk menggambarkan lengkung hubungan kadar aspal dan parameter Marshall diperlukan interpretasi data untuk nilai-nilai yang diperoleh dari pemeriksaan. Nilai-nilai yang mungkin mengandung kesalahan tidak dimasukkan dalam nilai rata-rata. Kecenderungan bentuk lengkung hubungan antara kadar aspal dan parameter Marshall adalah sebagai berikut:

1. Stabilitas akan meningkat jika kadar aspal bertambah, sampai mencapai nilai maksimum, dan setelah itu stabilitas akan menurun.
2. Kelelehan atau flow akan terus meningkat dengan meningkatnya kadar aspal.
3. Lengkung berat volume identik dengan lengkung stabilitas, tetapi nilai maksimum tercapai pada kadar aspal yang sedikit lebih tinggi dari kadar aspal untuk mencapai stabilitas maksimum.





Gambar 3.2. Bagan Alir Flow Chart

## BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian yang dilakukan di laboratorium Transportasi PS. Teknik Universitas Jember, dan berdasarkan hasil pembahasan pada Bab 4, maka dapat disimpulkan proporsi campuran batu kapur Puger sebagai agregat kasar sebesar 53,4 %, agregat halus 43,4 % dan filler 3,2 % pada campuran laston lapis pengikat (AC-BC) didapat kadar aspal optimum 5,92 % dengan nilai stabilitas sebesar 2769,34 Kg dengan melihat persyaratan yang harus dipenuhi bahwa nilai stabilitas  $> 800$  Kg Bina Marga (1999), namun kadar rongga dalam agregat (VMA)  $< 20$  % dan rongga yang terserap aspal (VFA)  $< 75$  % tidak memenuhi persyaratan.

### 5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan di atas penggunaan batu kapur Puger sebagai agregat kasar pada campuran laston lapis pengikat (AC-BC) melebihi nilai persyaratan untuk nilai stabilitas pada peraturan Bina Marga (1999) namun kadar rongga dalam agregat dan rongga yang terisi aspal tidak memenuhi syarat, saran untuk melanjutkan penelitian penggunaan agregat batu kapur puger sebagai campuran perkerasan dengan penelitian lebih lanjut yaitu dengan mencampur agregat batu pecah sebagai agregat kasar dan juga batu kapur sebagai bahan pengisi.



**DAFTAR PUSTAKA**

- Bina Marga. 2004. *Spesifikasi Umum Volume 3*. Jakarta: Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga
- Bina Marga. 1999. *Pedoman Teknik No. 028/T/m/1999*. Jakarta: Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga
- Direktorat Jendral Bina Marga. 1976. *Manual Pemeriksaan Bahan Jalan* , cetakan pertama. Jakarta: Direktorat Jendral Bina Marga
- Ratnaningsih, Anik. *Petunjuk Praktikum Perkerasan Jalan*. Jember: Program Studi Teknik Sipil. Universitas Jember
- Sukirman Silvia. 2003. *Beton Campuran Panas*. Jakarta: cetakan ke empat, Granit.
- Sukirman Silvia. 1999. *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. cetakan ke lima. Bandung: Nova.
- Suprpto. *Bahan dan Struktur Jalan Raya*. edisi dua. Bandung:
- UPT Penerbitan Universitas Jember. 2005. *Pedoman Penulisan Karya Tulis Ilmiah*. Edisi Revisi. Jember: UPT Penerbitan Universitas Jember.



**DAFTAR ISTILAH**

AC	= Asphalt Concrete, Lapisan aspal beton, Laston
AC-BC	= Asphalt Concrete-Bider Course, Laston sebagai lapis pengikat
Agregat	= Formasi kulit bumi yang keras dan padat, batu
AMP	= Instalasi pencampuran beton aspal campuran panas
Aspal	= Material perekat dengan unsur utama bitumen
Bahan Pengisi	= Agregat halus yang lolos saringan No. 30 (menurut TAI), atau minimum 75 % lolos saringan 200 (Bina Marga)
Bitumen	= Zat perekat yang mengandung senyawa hidro karbon seperti aspal, tar, pitch
DMF	= Rumus rancangan campuran adalah hasil rancangan di laboratorium untuk satu jenis beton aspal
Kadar Aspal Optimum	= Kadar aspal tengah dari rentang kadar aspal yang memenuhi semua sifat campuran beton
Kelelehan	= Nilai flow yang diperoleh dari pengujian Marshall
Laston	= Lapis Aspal Beton, beton aspal bergradasi menerus
Latasir	= Lapis Tipis Aspal Pasir, beton aspal untuk jalan dengan lalu lintas ringan
Lataston	= Lapis Tipis Aspal Beton, beton aspal bergradasi senjang
Marshall Quentiont	= Ratio antara stabilitas dan flow
Stabilitas	= Kemampuan perkerasan jalan menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk tetap seperti gelombang, alur, dan bleeding
VFA	= Volume pori diantara agregat dalam beton aspal
VIM	= Volume pori dalam beton aspal
VMA	= Volume pori diantara butir-butir agregat didalam beton aspal

A. Lampiran Perhitungan Hasil Laboratorium

A.1 Analisa Saringan Agregat kasar dan Halus.....	49
A.2 Keausan Agregat dengan Mesin Los Angeles.....	49
A.3 Kelekatan Agregat Terhadap Aspal .....	50
A.4 Berat Jenis Agregat Kasar.....	50
A.5 Berat Jenis Agregat Halus.....	51
A.6 Berat Jenis Bahan Pengisi .....	51
A.7 Penentuan Campuran Metode Grafis .....	52
A.8 Perhitungan Persen Tertahan Pada Saringan.....	53
A.9 Perhitungan Gradasi Campuran .....	54
A.10 Analisa Perhitungan Hasil pengujian Marshall.....	55

Tabel A.1 Analisa Saringan Agregat Kasar dan Agregat Halus

No	Agregat Kasar batu kapur				Agregat Halus			
	Berat Tertahan		% Kumulatif		Berat Tertahan		% Kumulatif	
	gr	%	Terthn	Lolos	gr	%	Terthn	Lolos
1½				100				100
1				100				100
¾	85,51	7,126	7,126	92,87				100
½	296	24,67	31,796	68,204				100
¼	434,6	36,22	68,016	31,98				100
8	381,49	31,79	99,806	0,194	95,67	7,972	7,972	92,03
16	1,9	0,158	99,964	0,036	189,33	15,78	23,752	76,25
30	0,5	0,042	100	0,00	285,35	23,78	47,532	52,47
200	0	0	100	0	555,15	46,26	93,79	6,21
Pan	0	0	100	0	74,5	6,208	100	0
Jml	1200	100			1200	100		

Sumber: Hasil pengujian Laboratorium

Tabel A.2 Keausan Agregat Terhadap Mesin Los Angeles

No Saringan Lolos	No Saringan Tertahan	Pengujian A	Pengujian B	Pengujian C
1½"	1"	1250		
1"	¾"	1250		
¾"	½"	1250	2500	
½"	¾"	1250	2500	
¾"	1/4"			2500
1/4"	No.4			2500
No.4	No.8			
Jumlah berat		5000	5000	5000
Tertahan No.12		3150	2972	3375
Jumlah Bola		12	11	8
Berat yang Aus %		37%	40,56%	32,50%
Rata-Rata			36,69%	

Sumber: Hasil pengujian Laboratorium



Tabel A.3 Kelekatan Agregat Terhadap Aspal

Materi	Jam	Pembacaan Waktu	Pembacaan Suhu
Pemanasan Batuan s/d 135-149 °c	Mulai	09.15	30°c
	Selesai	09.15	30°c
Pencampuran Pada suhu 60 °c	Mulai	12.25	30°c
	Selesai	12.27	30°c
Pemeriksaan Pada Oven 60 °c	Mulai	12.28	30°c
	Selesai	14.28	30°c

Sumber: Hasil pengujian Laboratorium

Kelekatan 100 gram, 18 jam	Contoh % dari Permukaan
Pengamatan I	95%
Pengamatan II	100%
Pengamatan III	100%
Rata-Rata	98,33%

Sumber: Hasil pengujian Laboratorium

Tabel A.4 Berat Jenis Agregat Kasar

Contoh benda uji	1	2	3	R
Berat kering oven ( Bk )	5000	5000	5000	
Berat kering permukaan jenuh ( SSD ) ( Bj )	5398	5322	5315	
Berat didalam air ( Ba )	2989	3040	2993	
Isi / Volume ( Bj - Ba )	2409	2282	2322	
Bj Kering Bulk ( Bk / Bj - Ba )	2,075	2,191	2,153	2,14
Bj Kering ( SSD ) ( Bj / Bj - Ba )	2,241	2,332	2,289	2,29
Bj Semu ( Apperent ) ( Bk / Bk - Ba )	2,486	2,551	2,491	2,51
Penyerapan ( Bj - Bk ) / Bk x 100 %	7,96	6,44	6,3	6,9

Sumber: Hasil pengujian Laboratorium

Tabel A.5 Berat Jenis Agregat Halus

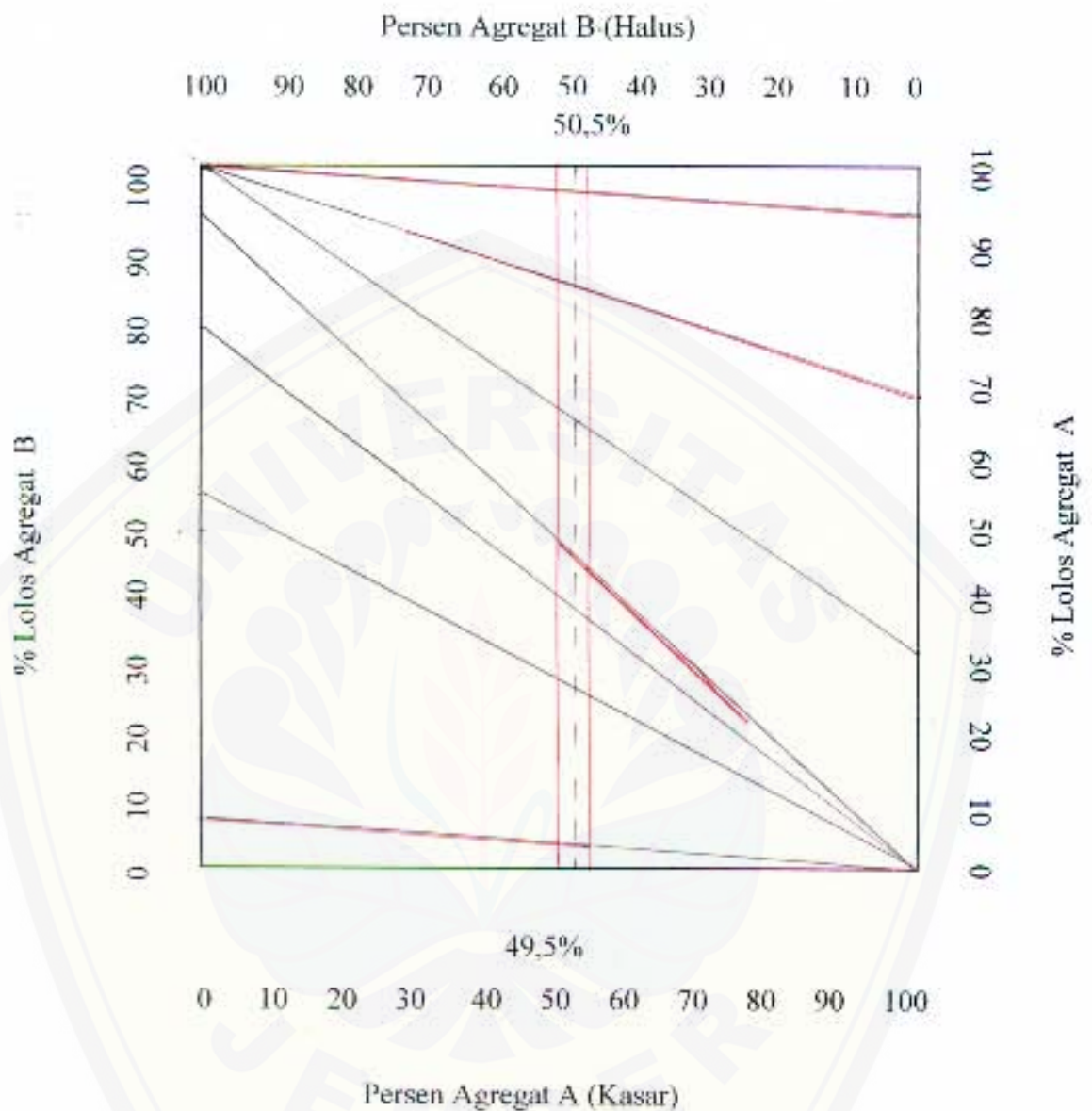
Contoh benda uji	1	2	3	R
Berat kering permukaan jenuh ( SSD )	500	500	500	
Berat picno+benda uji+air suling ( Bt )	975	967	970	
Berat picno+air ( B )	673	674	678	
Berat kering oven ( Bk )	481	480	475	
Isi / Volume ( B + 500 - Bt )	195	205	208	
Bert air yang terserap ( 500 - Bk )/Bk	3,45	4,16	5,26	
Bj Kering Bulk ( Bk / B + 500 -Bt )	2,47	2,34	2,28	2,36
Bj Kering ( SSD ) ( 500 / B + 500 -Bt )	2,56	2,44	2,4	2,46
Bj Semu ( Apperent ) (Bk / B + Bk - Bt	2,69	2,59	2,55	2,62

Sumber: Hasil pengujian Laboratorium

Tabel A.6 Berat Jenis Bahan Pengisi

Contoh benda uji	1	2	3	R
Berat picno + benda uji	112,9	112,01	112,03	
Berat picno	62,89	62,01	62,03	
Berat benda uji ( 1-2 )	50	50	50	
Berat picno + benda uji + air	186	190,42	189,41	
Berat picno + air	160,8	159,75	160	
( 1-2 ) + 5	210,8	209,75	210	
Volume benda uji ( 6-4 )	24,75	19,33	20,59	
Berat jenis abu batu ( 3/7 )	24,75	19,33	20,59	
Rata-rata berat jenis abu batu	2,02	2,58	2,42	2,34

Sumber: Hasil pengujian Laboratorium



Gambar A1 Penentuan Proporsi Campuran Metode Grafis Dari Dua Fraksi

Dari grafik Grid 2 fraksi diketahui bahwa masing-masing persentase agregat kasar  $F_1 = 49,5\%$ , agregat sedang tidak diambil karena persentasenya sudah masuk pada agregat kasar dan halus dan agregat halus  $F_2 = 50,5\%$



Tabel A.7 Perhitungan % Tertahan pada Masing-masing Saringan (%)

Spesifikasi % lolos Kumulatif	Mid Spec	Ukuran Saringan	Agregat kasar		Agregat halus	
			%tertahan	%lolos	%tertahan	%lolos
		37,5	0	100	0	100
100		25	0	100	0	100
90-100	95	19	7,126	92,874	0	100
Maks 90		12,5	24,67	75,33	0	100
		9,5	36,22	63,78	0	100
23-39	36	2,36	31,79	68,21	7,792	92,028
		1,18	0,158	99,842	15,78	84,22
		0,6	0,042	99,958	23,78	76,22
,4-8	6	0,075			46,26	53,74
		pan			6,206	93,792
Jumlah			100		100	

Sumber: Hasil pengujian Laboratorium

Tabel A.8 Perhitungan Gradasi Campuran (%)

Spesifikasi % lolos Kumulatif	Mid Spec	Ukuran Saringan	% Tertahan		( % ) Agregat		% Gradasi campuran
			A. Kasar	A. Halus	49,5 %Kasar	50,5 % halus	
		37,5	0	0	0	0	0
100		25	0	0	0	0	0
90-100	95	19	7,126	0	3,53	0	3,53
Maks 90		12,5	24,67	0	12,21	0	12,21
		9,5	36,22	0	17,93	0	17,93
23-49	36	2,36	31,79	7,792	15,74	4,03	19,77
		1,18	0,158	15,78	0,08	7,92	8
		0,6	0,042	23,78	0,02	12,01	12,03
,4-8	6	0,075		46,26	49,51	23,36	23,36
		pan		6,206		3,14	3,14
Jumlah			100	100	49,5	50,5	100

Sumber: Hasil pengujian Laboratorium

Tabel A.9 Perhitungan Gradasi Campuran pada Masing-masing Saringan (gram)

Spesifikasi % lolos Kumulatif	Mid Spec	Ukuran Saringan	% Gradasi campuran	Banyaknya Agregat (gram)
		37,5	0	0
100		25	0	0
90-100	95	19	3,53	42,36
Maks 90		12,5	12,21	146,52
		9,5	17,93	215,16
23-49	36	2,36	19,77	237,24
		1,18	8	96
		0,6	12,3	144,36
,4-8	6	0,075	23,36	280,32
		pan	3,14	37,68
Jumlah			100	1200

Sumber: Hasil pengujian Laboratorium

#### 1. Perhitungan agregat secara nomor saringan

Setelah selesai, maka dipersiapkan agregat untuk bahan susun, sebagai berikut:

Agregat kasar ( F <sub>1</sub> )	lolos 1	tertahan ¾	= 42,36	gram
	lolos ¾	tertahan ½	=146,52	gram
	lolos ½	tertahan 3/8	= 215,16	gram
	lolos 3/8	tertahan 8	= 237,24	gram
Agregat halus ( F <sub>2</sub> )	lolos 8	tertahan 16	= 96	gram
	lolos 16	tertahan 30	= 144,36	gram
	lolos 30	tertahan 200	= 280,32	gram
Filler ( F <sub>3</sub> )	lolos 200	tertahan Pan	= 37,68	gram
Jumlah			= 1200	gram

#### 2. Perhitungan agregat secara fraksi

Agregat kasar F <sub>1</sub>	= 53,4 % Terhadap 1200 gram	= 640,8 gram
Agregat Halus F <sub>2</sub>	= 43,4 % Terhadap 1200 gram	= 520,8 gram
Filler F <sub>3</sub>	= 3,2 % Terhadap 1200 gram	= 37,68 gram
Jumlah		=1200 gram





DEPARTEMEN PERMUKIMAN DAN PRASARANA WILAYAH  
 BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PERMUKIMAN DAN PRASARANA WILAYAH  
 PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PRASARANA TRANSPORTASI  
 Jl. Raya Tidar No. 264 Kotak Pos 2 Unggulan, Telp. (031) 7602231 Fax. 7602236 Bandung 40294 e-mail : psp@pmbaundia

Bandung, 26 Juli 2004.

Nomor laporan : 2004-061-APK-14-KOT  
 Jumlah lembar : 2 (dua) lembar  
 Pengirim contoh : PT. SUMMITAMA INTINUSA  
 Jalan Pahlawan No. 57  
 Telp. 031-5468805, 5468806  
 Fax. 031-5458059, 5312382  
 SURABAYA

Surat Permintaan No. - , tanggal -

1. Contoh yang diterima

Aspal Pertamina Pen 60 Kemasan Zak (Kantong Plastik), sebanyak ± 50 kg

2. Lingkup pengujian

Pengujian dilakukan sesuai permohonan

3. Hasil pengujian

Hasil pengujian Aspal Pertamina Pen 60 Kemasan Zak (kantong plastik) sebagaimana tertera pada Tabel berikut.

Tabel Hasil Pengujian aspal Pertamina Pen 60 kemasan zak (kantong plastik)

No	Jenis Pengujian	Metode Pengujian	Hasil Pengujian		Spesifikasi <sup>1)</sup>		Satuan
			I	II	Min.	Mak.	
1	Penetrasi pada 25 °C, 100 g, 5 detik	SN: 05-2456-1991	74	67	60	79	0,1 mm
2	Thik lempak	SN: 05-2434-1991	48,3	50,1	45	55	°C
3	Thik pada 100°C	SN: 05-2433-1991	325	335	200	-	°C
4	Zak: isi pada 25 °C 5cm/menit	SN: 05-2432-1991	>140	135	100	-	cm
5	Berat jenis	SN: 05-2441-1991	1,032	1,048	1,0	-	-
6	Kesatukan dalam O <sub>2</sub> -H <sub>2</sub> O	SN: 05-2438-1991	99,30	99,00	99	-	%
7	Penurunan berat (TFOT)	SN: 05-2440-1991	0,019	0,030	-	0,8	%
8	Penetrasi setelah TFOT	SN: 05-2455-1991	77	65	64	-	% asli
9	Thik lempak setelah TFOT	SN: 05-2434-1991	53,8	51,2	-	-	°C
10	Daktitas setelah TFOT	SN: 05-2432-1991	>140	67	-	-	cm

<sup>1)</sup> = SN: 1037-1966 F

I = aspal Pertamina pen 60 kemasan zak tanpa kantong plastik

II = aspal Pertamina pen 60 kemasan zak tercampur kantong plastik (0,33%)



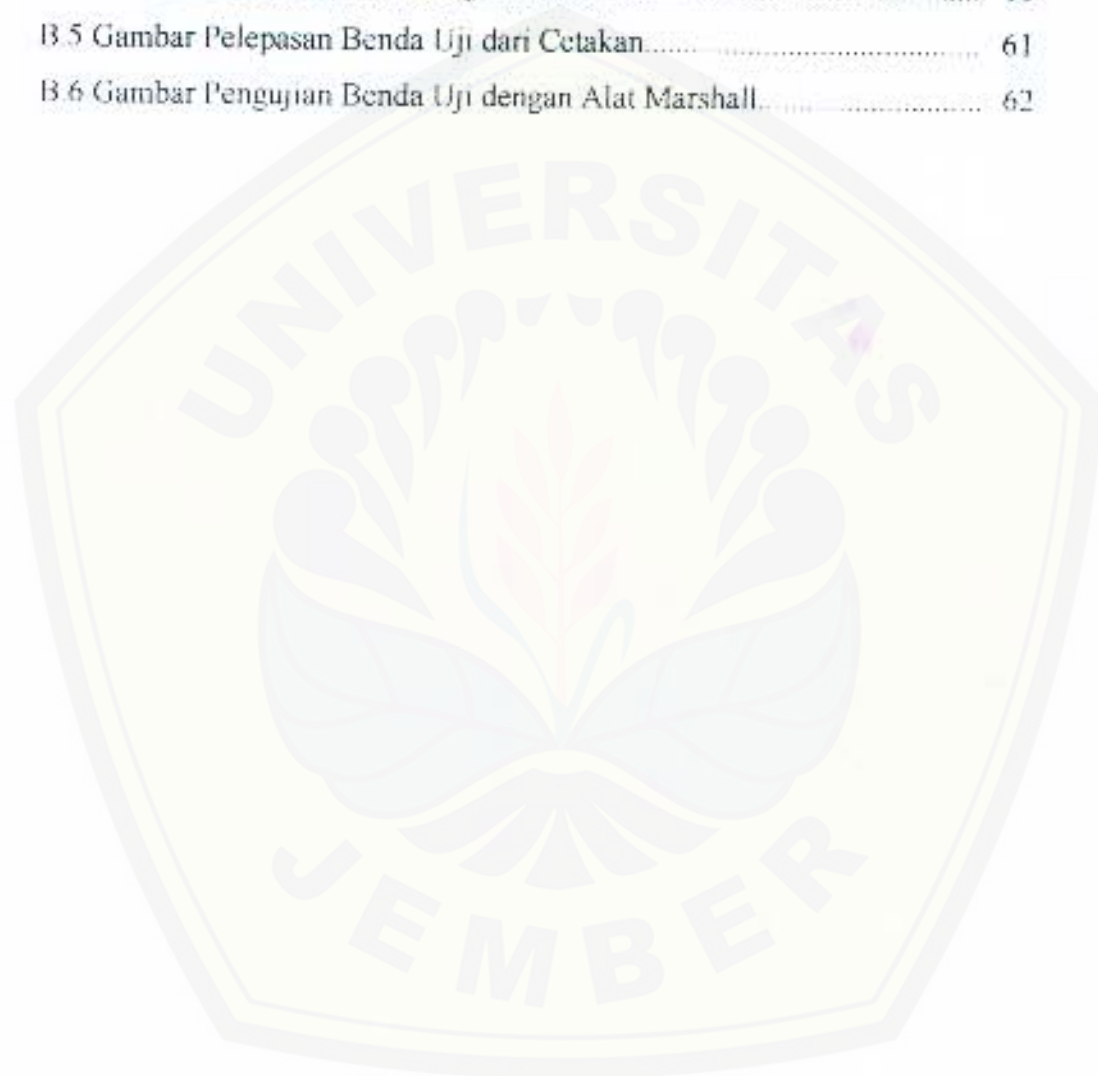
Tabel 6.B1  
Analisa perhitungan Hasil Pengujian Marshall  
Identifikasi Perkerasan :Luston lapis Pengikat (AC-BC)

No	t mm	Ankda korska	respon compans			Koder regal % A	Koder arpat % B	Koder arpat % C	Bj ektif regan D	Bj Max Canspan E	Bead % F			Volume banda di (G-15) f	Bj bulk (G-15) f	Volume arpat terhadap banda di (% K	VIM vngas di ubtes L	VMA			VFA			Stabilis as kg Q	r flow R	flow mm S	MQ kg/mm T	As % U	As % V	Tl % W
			a	b	s						G	F	M					N	O	P	N	O								
I	75,20	0,79	53,40	43,40	3,20	1,048	4	3,85	2,332	2,278	2,263	1,019	1,122	657	1,368	7,224	3,108	5,4859	23,63	180	3820,72	1018,14	115			0,873	3,003	3,20		
II	75,45	0,80										2,212	1,210	637	2,582	7,643	8,13			105	2228,74	1782,99	450							
III	74,30	0,79										1,211	1,214	636	2,226	6,222	7,222			105	1912,31	2731,8	450							
R																														
I	72,20	0,82	53,40	43,40	3,20	1,048	4,5	4,31	2,332	2,278	2,255	1,213	1,220	635	2,099	7,43	7,89	12,976	21,11	141	3032,33	2483,97	550							
II	75,20	0,79										1,285	1,284	634	2,005	4,417	11,039			148	1141,46	2450,34	320							
III	75,25	0,77										1,258	1,250	635	2,016	4,271	10,272			105	729,71	1316,13	300							
R																														
I	74,70	0,78	53,40	43,40	3,20	1,048	5	4,76	2,332	2,278	2,242	1,213	1,284	632	2,047	5,333	8,70	8,9428	41,36	181	3902,28	3196,04	365							
II	74,45	0,82										1,283	1,284	671	2,172	5,688	4,07			168	3565,90	7947,79	460							
III	74,45	0,79										1,220	1,220	672	2,190	4,937	3,47			137	2903,68	2238,22	550							
R																														
I	72,70	0,78	53,40	43,40	3,20	1,048	5,5	5,21	2,332	2,278	2,230	1,228	1,286	671	2,129	5,32	5,32	6,174	42,21	185	3925,83	5056,85	205							
II	75,25	0,81										1,227	1,233	685	2,151	10,202	3,54			184	3905,00	3124,48	288							
III	75,25	0,77										1,277	1,286	649	2,085	5,072	10,12			186	3907,51	5012,69	657							
R																														
I	74,25	0,78	53,40	43,40	3,20	1,048	6	6,10	2,332	2,278	2,217	1,230	1,247	667	2,110	5,41	5,41	6,337	51,54	161	3053,33	3207,56	370							
II	75,75	0,76										1,251	1,253	699	2,129	12,347	4,76			174	3641,16	2856,04	380							
III	74,25	0,74										1,177	1,197	673	2,110	12,246	4,42			161	3977,66	2417,86	310							
R																														
I	74,85	0,75	53,40	43,40	3,20	1,048	6,5	6,10	2,332	2,278	2,267	1,247	1,267	655	2,113	4,25	4,25	10,411	48,04	144	3556,56	2335,59	350							
II	75,15	0,82										1,290	1,298	645	2,075	12,450	3,77			150	3182,67	2610,81	360							
III	74,25	0,80										1,190	1,204	631	2,113	12,119	3,38			206	4253,22	3386,18	510							
R																														

C = (a+b+c)(d+e) / (a+b+c+d+e) / (a+b+c+d+e) / (a+b+c+d+e)  
 D = (a+b+c+d)(e+f) / (a+b+c+d+e+f) / (a+b+c+d+e+f) / (a+b+c+d+e+f)  
 E = (100N) / (100 - B)(C)+B(45 - aspa) /  
 L = 100 / (E - J)(E)  
 N = 100 / (M - J)(M)  
 C = P' Angka koreksi  
 T = Q/R

B. Lampiran Foto Penyelidikan di Lapangan dan di Laboratorium

B.1 Gambar Lokasi Penambangan Batu Kapur Puger .....	57
B.2 Gambar Sisa Penambangan Batu Kapur Ukuran < 5cm .....	58
B.3 Gambar Pembuatan Benda Uji Marshall .....	59
B.4 Gambar Pemadatan Benda Uji Marshall .....	60
B.5 Gambar Pelepasan Benda Uji dari Cetakan.....	61
B.6 Gambar Pengujian Benda Uji dengan Alat Marshall.....	62





Gambar B.1 Lokasi Penambangan Agregat Pasir



Gambar B.2 Sisa Penambangan Agregat Ukuran < 5 cm







Gambar B.3 Pembuatan Benda Uji Marshall



JEMBER



Gambar B.5 Pengangkatan Benda Uji Marshall dari Cetakan

MILIK UPT PERPUSTAKAAN  
UNIVERSITAS JEMBER



Gambar B.6 Pengujian Benda Uji dengan alat Marshall

MILIK UPT PERPUSTAKAAN  
UNIVERSITAS JEMBER