

PERPUSTAKAAN FTSP UIN  
 HADIAH/BELE  
 TGL. TERIMA : 1 Maret 2007  
 NO. JUDUL : 002289  
 NO. INV. : K20002289001  
 NO. INDUK :

**TUGAS AKHIR**

**PENGARUH LIMBAH BATU BATERAI (Magan) TERHADAP  
 KARAKTERISTIK MARSHALL PADA BETON ASPAL**



Disusun oleh :

NAMA : RIDHO KABAN  
 NO. MHS : 97 511 129

NAMA : RISTIAN YULIANDRA  
 NO. MHS : 97 511 421

**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 YOGYAKARTA**

2006

MILIK PERPUSTAKAAN  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN  
 PERENCANAAN UIN YOGYAKARTA

## LEMBAR PENGESAHAN

### PENGARUH LIMBAH BATU BATERAI (Magan) TERHADAP KARAKTERISTIK MARSHALL PADA BETON ASPAL

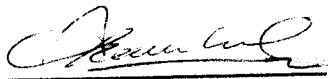
*Disusun oleh :*

Nama : RIDHO KABAN  
No MHS : 97 511 129

Nama : RISTIAN YULIANDRA  
No MHS : 97 511 421

TELAH DIPERIKSA DAN DISETUJUI OLEH :

Ir. Subarkah, MT.  
Dosen Pembimbing

  
Tanggal 31 - 08 - 2020

## MOTTO

*"Tiada tuhan selain Allah dan nabi Muhammad adalah utusan Allah"*

*"Sesungguhnya yang takut kepada Allah diantara hambanya ialah orang – orang yang berilmu pengetahuan" (Q.S Al-Faatfir : 28)*

*"... Allah meninggikan orang – orang yang beriman diantara kamu dan orang yang berilmu pengetahuan beberapa derajat ...."*  
(Q.S. Al-Mujaadalah : 11)

*"Demi masa. Sesungguhnya semua manusia itu dalam keadaan rugi. Kecuali orang – orang yang beriman lagi mengerjakan amal saleh, saling menasehati dalam kebenaran dan dalam kesabaran"*  
(Q.S Al-'Ashir : 1-3)

*"Dan Kami jadikan antara mereka dan antara negeri – negeri yang Kami limpahkan berkat kepadanya, beberapa negeri yang berdekatan dan Kami tetapkan antara negeri – negeri itu jarak – jarak perjalanan. Berjalanlah kamu dinegeri – negeri itu pada malam dan siang hari dengan aman"*  
(Q.S Saba' : 18)

## KATA PENGANTAR



## KATA PENGANTAR

السلام عليكم ورحمة الله وبركاته

Puji dan syukur kita panjatkan kekhadirat ALLAH SWT atas limpahan rahmat, karunia dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik walaupun masih terdapat kekurangannya. Sholawat dan salam pada junjungan Nabi Muhammad SAW beserta para Keluarga, sahabat dan pengikut-Nya hingga akhir jaman.

Tugas Akhir yang dilakukan penulis dalam bentuk penelitian laboratorium dengan judul “Pengaruh Limbah Batu Baterai (Magan) terhadap Karakteristik *Marshall* pada Beton Aspal”, merupakan syarat yang harus dipenuhi dalam rangka menyelesaikan jenjang studi Strata Satu (S-1) pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Semua ini tak lepas dari dukungan dan sumbangan pikiran yang tidak ternilai bagi penyusun dari berbagai pihak yang telah mampu memberikan dan menumbuhkan semangat serta motivasi dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini. Untuk itu dengan penuh kerendahan hati dan rasa terima kasih yang sebesar – besarnya kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Ruzardi, MS, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia dan selaku Dosen Pembimbing Akademik.
2. Bapak Ir. Faisol, MS. Selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia
3. Bapak Ir Suharyatmo, MT. Selaku Sekjur Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia
4. Bapak Berlian Kushari ,ST ,M.Eng, Selaku Kepala Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia
5. Almarhum Bapak Ir. H. Balya Umar, MSc. Selaku dosen pembimbing I dan penguji yang telah banyak membantu, memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis
6. Bapak Ir. Subarkah, MT. Selaku dosen pembimbing pengganti yang telah banyak memberikan arahan dan saran maupun nasehat kepada penulis
7. Bapak Ir. Bachnas, MSC. Dan Bapak Ir. Iskandar S, MT. Selaku dosen penguji yang telah banyak memberikan arahan dan saran maupun nasehat kepada penulis.
8. Kepada kedua orang tua kami yang telah membantu dalam segala hal yang mungkin tidak dapat diberikan orang lain

9. Bapak Sukamto dan Pranoto dan segenap karyawan Laboratorium Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia

10. Kepada teman – teman yang tak dapat disebutkan satu persatu, kami ucapkan terima kasih atas bantuan baik do'a, saran, kritik maupun tenaga

Kami sadar dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini banyak kekurangan dan kesalahan, untuk itu kami mengharapkan saran dan kritik yang dapat membangun dan memperbaiki laporan Tugas Akhir yang kami ajukan.

Akhir kata penulis berharap semoga hasil penelitian ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan untuk kemajuan ilmu pengetahuan dibidang Teknik Sipil. Amiin

Yogyakarta, September 2006

Penulis

## INTISARI

*Penggunaan aspal minyak sebagai bahan pengikat pada campuran beton aspal (AC) banyak dijumpai di Indonesia, namun sering di jumpai kelemahan berupa kerusakan akibat beban lalu lintas dan temperatur udara harian tahunan yang tinggi. Banyak cara telah dikembangkan untuk mengatasi masalah ini diantaranya memodifikasi aspal dengan bahan tambah (additive) bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruhnya terhadap karakteristik Marshall pada beton aspal.*

*Penelitian ini dilakukan dengan tiga tahap. Tahap I untuk mencari kadar aspal optimum aspal AC 60/70, sehingga didapat KAO sebesar 5,5%. Tahap II untuk mencari kadar limbah batu baterai optimum dengan variasi kadar limbah batu baterai 2%, 3%, 4%, 5% dan 6% pada KAO, sehingga didapat kadar limbah batu baterai optimum 4%. Kedua tahap pengujian diatas dilakukan dilaboratorium menggunakan alat uji Marshall terhadap tiap model benda uji. Tahap III dibuat model campuran beton aspal dengan limbah batu baterai optimum pada KAO untuk pengujian durabilitas dengan uji perendaman Marshall.*

*Hasil penelitian menunjukkan bahwa limbah batu baterai (Magan) dapat dimanfaatkan sebagai bahan tambah (additive) untuk campuran beton aspal karena berdasarkan karakteristik Marshall (stabilitas, flow, VFWA, VITM dan Marshall Quotient) penambahan limbah batu baterai pada interval 2% sampai 3% memenuhi persyaratan spesifikasi Bina Marga (1987). Campuran beton aspal dengan limbah batu baterai (LBB) memiliki nilai stabilitas, flow, VFWA dan Indeks Perendaman (IP) lebih tinggi, sedangkan nilai VITM dan Marshall Quotient (MQ) lebih rendah, dibandingkan campuran beton aspal tanpa LBB. Campuran dengan limbah batu baterai (LBB) campuran beton aspal memiliki nilai durabilitas lebih tinggi di bandingkan dengan campuran beton aspal tanpa LBB.*

## DAFTAR ISI

### Halaman

BAB I.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	2
1.3 Manfaat Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
BAB II.....	5
2.1 Beton Aspal.....	5
2.2 Aspal.....	5
2.3 Agregat.....	6
2.4 <i>Filler</i> .....	7
2.5 Limbah Batu Baterai {Magan(Mn)}.....	8
2.6 Hasil-hasil Penelitian Terdahulu yang Sejenis.....	9
BAB III.....	11
3.1 Konstruksi Perkerasan Jalan .....	11
3.2 Karakteristik Campuran.....	12
3.2.1 Stabilitas.....	12
3.2.2 Keawetan ( <i>Durabilitas</i> ).....	13
3.2.3 Kelenturan ( <i>Flexibility</i> ).....	14
3.3 Syarat-Syarat Kekuatan Struktural.....	14
3.4 Spesifikasi Campuran .....	15
3.5.2 Agregat.....	16
3.5.3 Bahan Tambah.....	18
3.6 Pemeriksaan Campuran Aspal dengan Metode Marshall .....	18
1. Stabilitas .....	19
2. Flow .....	20
3. VITM ( Void In The Total Mix ).....	20
4. VFWA ( Void Filled With Asphalt ).....	21
5. Marshall Qoutient ( MQ ).....	22
3.7. Uji Perendaman Marshall ( Immersion Test ).....	23
BAB IV .....	24
BAB V .....	25
5.1 Cara Penelitian .....	25
5.2 Bahan .....	25
5.2.1 Pemeriksaan dan Persyaratan Bahan.....	27
a. Pemeriksaan Agregat .....	27



b. Pemeriksaan Aspal .....	29
5.2.2 Persyaratan Bahan.....	30
5.3 Alat yang Digunakan.....	31
5.4 Jalannya Penelitian.....	32
5.4.1 Campuran Aspal Biasa.....	33
5.4.2 Campuran Aspal dengan Limbah Batu Baterai.....	34
5.4.3 Cara Melakukan Pengujian.....	35
5.4.3.1 Pengujian <i>Marshall</i> Standar.....	35
5.4.3.2 Pengujian Rendam <i>Marshall</i> ( <i>Immersion Test</i> ).....	36
BAB VI.....	38
6.1 Hasil Pemeriksaan Sifat Fisik Bahan.....	38
6.1.1 Hasil Pengujian Agregat.....	38
6.1.2 Hasil Pengujian Aspal.....	39
6.2 Hasil Pengujian <i>Marshall</i> .....	40
6.2.1 Campuran Beton Aspal dengan variasi kadar aspal.....	40
6.2.2 Campuran Beton Aspal dengan Limbah Batu Baterai pada KAO.....	41
6.3 Hasil Uji Sifat Fisik Aspal dengan Limbah Batu Baterai Optimum.....	42
6.4 Hasil Pengujian Rendaman <i>Marshall</i> ( <i>Immersion Test</i> ).....	42
BAB VII.....	44
7.1 Sifat Fisik Bahan.....	44
7.1.1 Agregat.....	44
7.1.2 Aspal.....	45
7.2 Karakteristik <i>Marshall</i> Campuran Beton Aspal.....	47
7.2.1 Pengaruh Kadar Aspal Terhadap Nilai VFWA ( <i>Void Filled With Asphalt</i> ) Campuran Beton Aspal.....	47
7.2.2 Pengaruh Kadar Aspal Terhadap Nilai VITM ( <i>Void In The Mix</i> ) Campuran Beton Aspal.....	48
7.2.3 Pengaruh Kadar Aspal Terhadap Nilai Stabilitas Campuran Beton Aspal.....	50
7.2.4 Pengaruh Kadar Aspal Terhadap Nilai <i>Flow</i> ( Kelelehan ) Campuran Beton Aspal.....	52
7.2.5 Pengaruh Kadar Aspal Terhadap Nilai MQ ( <i>Marshall Qoutient</i> ) Campuran Beton Aspal.....	53
7.3 Penentuan Kadar Aspal Optimum Campuran Beton Aspal.....	55
7.4 Karakteristik Campuran Beton Aspal Dengan Limbah Batu Baterai (Magan) pada Kadar Aspal Optimum.....	56
7.4.1 Pengaruh Limbah Batu Baterai terhadap Nilai VFWA ( <i>Void Filled With Asphalt</i> ) campuran beton aspal pada kadar aspal optimum.....	56
7.4.2 Pengaruh Limbah Batu Baterai terhadap Nilai VITM ( <i>Voin In The Mix</i> ) campuran beton aspal pada kadar aspal optimum.....	57
7.4.3 Pengaruh Limbah Batu Baterai terhadap Nilai Stabilitas campuran beton aspal pada kadar aspal optimum.....	58

7.4.4 Pengaruh Limbah Batu Baterai terhadap Nilai <i>Flow</i> campuran beton aspal pada kadar aspal optimum.....	60
7.4.5 Pengaruh Limbah Batu Baterai terhadap Nilai MQ ( <i>Marshall Qoutient</i> ) campuran beton aspal pada kadar aspal optimum.....	61
7.4.6 Pengaruh Limbah Batu Baterai terhadap Nilai <i>Density</i> campuran beton aspal pada kadar aspal optimum.....	62
7.4.7 Pengaruh Limbah Batu Baterai terhadap Nilai VMA ( <i>Voids In Mineral Agregates</i> ) campuran beton aspal pada kadar aspal optimum.....	63
7.5 Penentuan Kadar Limbah Batu Baterai Optimum pada Kadar Aspal Optimum Campuran Beton Aspal.....	64
7.6 Durabilitas Campuran Beton Aspal dengan dan tanpa Limbah Batu Baterai...	65
7.7 Pengaruh Kadar Limbah Batu Baterai terhadap Sifat Fisik Aspal ( penetrasi dan titik lembek ).....	67
 BAB VIII.....	 71
8.1 Kesimpulan.....	71
8.2 Saran – Saran.....	73

## DAFTAR PUSTAKA

## LAMPIRAN

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
Gambar 1. Alur Penelitian Campuran AC + Limbah Batu Baterai ( Magan ) diuji dengan Metode <i>Marshall</i> .....	26
Gambar 2. Grafik Hubungan antara Kadar Aspal dengan Nilai VFWA.....	48
Gambar 3. Grafik Hubungan antara Kadar Aspal dengan Nilai VITM.....	49
Gambar 4. Grafik Hubungan antara Kadar Aspal dengan Nilai Stabilitas.....	51
Gambar 5. Grafik Hubungan antara Kadar Aspal dengan Nilai <i>Flor</i> .....	53
Gambar 6. Grafik Hubungan antara Kadar Aspal dengan Nilai <i>Marshall Quotient</i> ...	54
Gambar 7. Kadar Aspal Optimum Campuraan Beton Aspal.....	55
Gambar 8. Grafik Hubungan antara Kadar Limbah Batu Baterai pada Kadar Aspal Optimum Terhadap Nilai VFWA.....	57
Gambar 9. Grafik Hubungan antara Kadar Limbah Batu Baterai pada Kadar Aspal Optimum Terhadap Nilai VITM.....	58
Gambar 10. Grafik Hubungan antara Kadar Limbah Batu Baterai pada Kadar Aspal Optimum Terhadap Nilai Stabilitas.....	59
Gambar 11. Grafik Hubungan antara Kadar Limbah Batu Baterai pada Kadar Aspal Optimum Terhadap Nilai <i>Flow</i> .....	60
Gambar 12. Grafik Hubungan antara Kadar Limbah Batu Baterai pada Kadar Aspal Optimum Terhadap Nilai <i>Marshall Quotient</i> .....	61

Gambar13. Grafik Hubungan antara Kadar Limbah Batu Bateria pada Kadar Aspal Optimum Terhadap Nilai <i>Density</i> .....	62
Gambar14. Grafik Hubungan antara Kadar Limbah Batu Bateria pada Kadar Aspal Optimum Terhadap Nilai VMA.....	63
Gambar 15. Kadar Limbah Batu Bateria pada Kadar Aspal Optimum Campuran Beton Aspal.....	64
Gambar 16. Grafik Hubungan antara Kadar Limbah Batu Bateria dengan Nilai Indeks Perendaman ( IP ).....	66
Gambar 17. Grafik Hubungan antara Kadar Limbah Batu Bateria dengan Nilai Penetrasi Aspal.....	68
Gambar 18. Grafik Hubungan antara Kadar Limbah Batu Bateria dengan Nilai Titik Lembek Aspal.....	68

## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
Tabel 1. Spesifikasi Campuran Beton Aspal .....	15
Tabel 2. Persyaratan AC 60/70, Spesifikasi Bina Marga.....	16
Tabel 3. Persyaratan Pemeriksaan Agregat Kasar.....	17
Tabel 4. Persyaratan Pemeriksaan Agregat Halus.....	17
Tabel 5. Spesifikasi Gradasi Bina Marga 1987 Grading IV.....	18
Tabel 6. Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar.....	38
Tabel 7. Hasil Pemeriksaan Agregat Halus.....	39
Tabel 8. Hasil Pemeriksaan AC 60/70.....	39
Tabel 9. Hasil Pengujian <i>Marshall</i> Benda Uji dengan Kadar Aspal Bervariasi.....	40
Tabel 10. Hasil Pengujian <i>Marshall</i> Benda Uji pada Kadar Aspal Optimum dengan Variasi Kadar Limbah Batu Baterai ( Magan ).....	41
Tabel 11. Hasil Pemeriksaan Sifat Fisik Aspal pada Kadar Limbah Batu Baterai Optimum.....	42
Tabel 12. Hasil Pengujian <i>Immersion</i> Beton Aspal dengan dan tanpa Limbah Batu Baterai ( Magan ).....	43
Tabel 13. Hubungan antara Kadar Limbah Batu Baterai dengan Nilai Stabilitas pada Perendaman selama 24 jam.....	65
Tabel 14. Perbandingan Sifat Fisik Aspal dengan dan tanpa Limbah Batu Baterai.....	67

Tabel 15. Hasil Akhir Penelitian dari Seluruh Aspal yang ditinjau tanpa LBB dan dengan LBB.....	69
----------------------------------------------------------------------------------------------------	----

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Meningkatnya laju pertumbuhan penduduk dan pembangunan di Indonesia, khususnya pada infrastruktur menunjukkan peningkatan dari tahun ke tahun. Hal ini akan berpengaruh terhadap mobilitas penduduk dalam berhubungan dari satu daerah ke daerah lainnya. Untuk mendukung pertumbuhan dan mobilitas tersebut diperlukan sarana dan prasarana transportasi.

Jalan raya merupakan prasarana transportasi darat. Dalam merencanakan suatu perkerasan jalan raya harus memenuhi kriteria atau ketentuan antara lain aman, ekonomis, nyaman dan tahan lama.

Di Indonesia yang beriklim tropis, pembangunan dan peningkatan jalan raya banyak sekali menggunakan aspal minyak sebagai bahan pengikat. Namun masih sering dijumpai kelemahan berupa kerusakan dini pada permukaan jalan setelah beberapa waktu dilalui lalu lintas. Temperatur udara harian tahunan yang tinggi, juga berdampak negatif terhadap ketahanan perkerasan.

Penggunaan aspal minyak sebagai bahan campuran perkerasan, meskipun memenuhi persyaratan spesifikasi, memperlihatkan perilaku tingkat pelayanan yang cenderung turun dengan terjadinya alur (*rutting*) , tersungkur (*shoving*) dan bentuk kerusakan lainnya.

Penggunaan limbah batu baterai {Magan(Mn)} sebagai bahan tambah (*additive*) pada campuran panas dengan perbandingan tertentu diharapkan dapat mengatasi masalah ini dan dapat digunakan sebagai perekat / pengikat. Hal ini sangat menarik untuk diteliti.

## 1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk :

1. Mempelajari perilaku Marshall campuran *Asphalt Concrete* (AC) yang ditambah limbah batu baterai {Magan(Mn)} dan membandingkannya dengan campuran *Asphalt Concrete* (AC) tanpa *additive*.
2. Membandingkan hasil perilaku campuran *Asphalt Concrete* (AC) yang ditambah limbah batu baterai {Magan(Mn)} dengan *Asphalt Concrete* (AC) tanpa limbah batu baterai {Magan(Mn)} berdasarkan syarat yang diberikan oleh Bina Marga.
3. Mengetahui dan membandingkan nilai durabilitas campuran *Asphalt Concrete* (AC) yang ditambah limbah batu baterai {Magan(Mn)} dan membandingkannya dengan campuran *Asphalt Concrete* (AC) tanpa *additive*.



### 1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat yang bisa diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penggunaan limbah batu baterai {Magan(Mn)} memberikan kontribusi terhadap pemanfaatan barang buangan (limbah buangan) sehingga memiliki nilai ekonomis.
2. Menambah variasi studi pustaka mengenai pemanfaatan limbah rumah tangga.

### 1.4 Batasan Penelitian

1. Karakteristik campuran yang diuji adalah : stabilitas, flow, VITM, VFWA, *Marshall Quotient* dari *Asphalt Concrete* (AC) dengan penambahan limbah batu baterai {Magan(Mn)}.
2. Bahan untuk pembuat campuran aspal panas adalah : Aspal yang digunakan adalah aspal minyak penetrasi 60/70 yang diperoleh dari Pertamina Cilacap. Agregat yang dipergunakan berasal dari Clereng, Kulon Progo. Limbah batu baterai {Magan(Mn)} diperoleh dari limbah rumah tangga dan tempat pembuangan sampah.
3. Variasi limbah batu baterai {Magan(Mn)} yang ditambahkan adalah 2,0%, 3,0%, 4,0%, 5,0%, dan 6,0% dari berat aspal optimum.
4. Penelitian terhadap campuran *Asphalt Concrete* (AC) dengan dan tanpa limbah batu baterai {Magan(Mn)} menggunakan metode *Marshall* untuk lalu lintas berat ( 2 x 75 tumbukan), ( Sumber SKBI Laston 1987).

5. Penelitian ini hanya melaksanakan uji fisik saja tanpa membahas unsur kimia yang terkandung dalam batu baterai.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Beton Aspal (AC)**

Menurut Bina Marga (1997) Lapis Aspal Beton (Laston) adalah suatu lapis pada suatu konstruksi jalan raya, yang terdiri dari campuran aspal keras dan agregat yang bergradasi menerus, dicampur, dihampar dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu.

#### **2.2 Aspal**

Aspal tersusun dari *asphaltense* dan *maltense* hasil penyulingan terakhir minyak bumi. *Asphalt Cement* adalah aspal yang dibuat dengan kekentalan khusus. Aspal pada lapisan perkerasan jalan berfungsi sebagai bahan ikat antara agregat untuk membentuk suatu campuran yang kompak, sehingga akan memberikan kekuatan yang lebih besar daripada kekuatan masing-masing agregat (*Krebs and Walker, 1971*)

Menurut Agus , R (1977) dalam majalah Teknik Jalan dan Transportasi No.090, aspal merupakan residu hasil pengilangan minyak mentah yang dilakukan dengan memisahkan komponen minyak yang ringan dengan cara destilasi atau dengan cara *vacuum flashing*. Aspal terdiri dari berbagai macam molekul . Bentuk yang paling dominan diantaranya adalah bentuk hidrokarbon yang sebagian kecil mengandung sulfur, nitrogen dan atom oksigen.

Aspal merupakan bahan yang plastis yang dengan kelenturannya mudah diawasi untuk dicampur dengan agregat, sangat tahan terhadap asap, alkali dan garam-garaman (Hendarsin, S.L, 2000).

### 2.3 Agregat

Agregat didefinisikan sebagai bahan yang keras dan kaku yang digunakan untuk campuran, dapat berupa butiran atau fragmen – fragmen. Agregat meliputi pasir, kerikil, batu pecah, slag, debu batu (*The Asphalt Institute, 1983*).

Agregat yang ideal memiliki bentuk dan gradasi yang baik, kuat, tahan, memiliki porositas yang kecil serta permukaan yang bersih dari kandungan tanah atau lumpur, kasar dan tidak mudah meresap air. Bentuk agregat, gradasi, kekuatan dan ketahanan serta ukuran sangat mempengaruhi pada tingkat kestabilan suatu jalan sehingga layak dipakai sebagai material perkerasan. Porositas dan permukaan agregat akan sangat penting didalam interaksi antar agregat dan aspal. Sebagai komponen utama dalam lapis perkerasan jalan, mengandung 90% sampai 95% agregat berdasarkan prosentase berat, atau 75% sampai 85% agregat berdasarkan prosentase volume. (*Kerb dan Walker, 1971*).

Menurut *Silvia Sukirman, 1999*. Agregat berdasarkan proses pengolahannya, yang digunakan pada perkerasan lentur dibedakan menjadi :

#### 1. Agregat Alam

Agregat alam adalah agregat yang digunakan sebagaimana bentuknya di alam atau dengan sedikit pengolahan. Agregat alam terbentuk melalui

proses erosi dan degradasi. Dua bentuk agregat alam yang sering digunakan adalah kerikil dan pasir.

## 2. Agregat Proses Pengolahan

Agregat jenis ini diperoleh melalui proses pemecahan. Agregat alam yang berukuran besar dipecah terlebih dahulu sebelum digunakan sebagai agregat konstruksi perkerasan jalan. Ciri – ciri agregat jenis ini adalah :

- a. Bentuk partikel bersudut
- b. Permukaan partikel kasar, sehingga mempunyai gesekan yang baik
- c. Gradasi dapat disesuaikan dengan yang direncanakan

## 3. Agregat Buatan

Agregat ini merupakan hasil olahan atau hasil sampingan pabrik semen, pabrik baja atau mesin pemecah batu (*Stone Crusher*), yang merupakan mineral filler, yaitu partikel dengan ukuran  $< 0,074$  mm.

### 2.4 Filler

*Filler* didefinisikan sebagai fraksi debu mineral yang lolos saringan no.200 (0.0074 mm) bias berupa debu batu, batu kapur, debu dolomite atau semen. Filler merupakan bahan yang berbutir halus yang berfungsi sebagai butir pengisi pada pembuatan campuran aspal (Atkins, H.N, 1997).

Pada awalnya pengaruh *filler* kedalam aspal adalah dengan membentuk mastik, yaitu campuran aspal dan *filler*, sedangkan mastik biasanya menambah/mempengaruhi viskositas (kekentalan) aspal. Mekanisme pengaruh

dari *filler* dalam mendukung adhesi antara aspal dan agregat adalah secara mekanik dan kimia (Crauss.J dan Ishai, 1997).

Manfaat penggunaan *filler* terhadap campuran beton aspal adalah sebagai berikut ini :

1. Sebagai bagian dari agregat, *filler* akan mengisi rongga dan menambah bidang kontak antar butir agregat, sehingga akan meningkatkan mutu campuran.
2. Bila bercampur dengan aspal, *filler* akan membentuk bahan pengikat yang berkonsistensi tinggi sehingga mengikat butiran secara bersama – sama.

Pemberian *Filler* pada campuran lapis keras akan memberikan kadar pori yang kecil karena partikel *Filler* akan mengisi rongga – rongga pada campuran aspal. Butir pengisi bersama dengan aspal akan membentuk gel yang akan bekerja melumas serta mengikat agregat halus untuk membentuk mortal yang kokoh dengan merubah nilai stabilitasnya (*Bina Marga, 1987*).

## **2.5 Limbah Batu Baterai {Magan(Mn)}**

Elemen kering atau baterai merupakan sumber energi listrik yang dapat digunakan dalam waktu lama. Baterai/elemen kering terdiri atas sebuah bejana seng, batang arang, dan campuran yang terdiri atas salmiak, serbuk arang, dan batu kawi (Rangkuman Pengetahuan Alam Lengkap). Sepanjang pengetahuan penyusun penelitian laboratorium “PENGARUH PENGGUNAAN LIMBAH BATU BATERAI (Magan) TERHADAP KAREKTIRISTIK MARSHALL PADA BETON ASPAL” belum pernah dilaksanakan sebelumnya.

## 2.6 Hasil-hasil Penelitian Terdahulu yang Sejenis

1. M. Bustanul Arifin dan M. Avif Maulana, 1997 : **“Penggunaan Limbah Busa Lateks Sebagai Additive Terhadap Karakteristik Marshall dan Permeabilitas Beton Aspal (AC)”**. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa pada interval 0% sampai 2% nilai stabilitas meningkat, sedangkan pada interval 2% sampai 5% nilai stabilitas mengalami penurunan. Nilai stabilitas tertinggi sebesar 2038,56 kg pada kadar limbah busa lateks 2%, dan terendah sebesar 1442,77 kg pada kadar limbah busa lateks 0%.
2. Wahyu Nuryata dan Doeva Rimbaridi, 1997 : **“Penggunaan Lateks Murni Terhadap Peningkatan Kualitas *Split Mastic Asphalt* (SMA)”**. Dari penelitian tersebut diketahui bahwa penambahan lateks sebanyak 3 – 4% terhadap aspal optimum dapat menaikkan nilai stabilitas dan *Marshall Quotient* dari campuran beraspal.
3. Aji setiawan dan Budi Kusnadi, 1988 : **“Pengaruh Penggunaan Limbah Karbid Sebagai Filler Terhadap Perilaku Campuran Beton Aspal”**. Dari hasil penelitian tersebut diketahui bahwa campuran yang menggunakan komposisi dan formulasi kadar filler IB (abu bata : limbah karbid = 6 : 1 ) mempunyai nilai-nilai *density*, *VITM*, *VFWA*, *Stabilitas*, *Flow* dan *Marshall Quotient* yang hampir sama baiknya dibandingkan dengan campuran yang menggunakan komposisi dan formulasi kadar filler

IA (abu bata 7%). Dan secara keseluruhan hasil penelitian ini memenuhi spesifikasi Bina Marga.



## **BAB III**

### **LANDASAN TEORI**

#### **3.1 Kontruksi Perkerasan Jalan**

Perkerasan jalan adalah suatu lapisan yang terletak diatas tanah asal (*sub grade*) yang telah dipadatkan dan berfungsi untuk memikul beban dan meneruskannya ke lapisan tanah dasar, sehingga tanah tidak menerima tekanan yang lebih besar dari daya dukungnya.

Pada umumnya untuk kontruksi perkerasan lentur (*Flexible Pavement*) tersusun atas tiga bagian, dengan kualitas bahan semakin keatas semakin baik dan berfungsi sebagai berikut :

1. Lapisan pondasi bawah (*sub base course*) merupakan lapis perkerasan yang terletak antara lapis pondasi atas dan tanah dasar. Lapisan ini berfungsi :
  - a. Menyebarkan beban roda.
  - b. Untuk mencegah partikel halus tanah dasar naik ke lapis pondasi atas.
  - c. Lapisan peresapan agar air tidak berkumpul di pondasi.
  - d. Untuk efisiensi penggunaan material, karena mengurangi tebal lapis diatasnya yang lebih mahal.
2. Lapis pondasi atas (*base course*), merupakan lapis perkerasan yang terletak antara lapis pondasi bawah dan lapis permukaan. Lapis ini berfungsi :

- a. Sebagai pendukung bagi lapis permukaan dan menahan gaya geser/lintang.
  - b. Sebagai lapis peresapan bagi lapis pondasi bawah.
3. Lapis permukaan (*surface course*) merupakan lapis paling atas dan berfungsi :
- a. Memikul beban langsung lalu lintas dan meneruskannya ke lapisan dibawahnya.
  - b. Menahan gaya geser dari beban roda kendaraan.
  - c. Sebagai lapis aus (*wearing course*) akibat gaya geser dan cuaca.
  - d. Sebagai lapis kedap air untuk melindungi lapisan dibawahnya.

Pada penelitian ini dilakukan pengujian terhadap campuran aspal, agregat dan bahan tambah limbah batu baterai (magan) untuk lapisan permukaan (*surface course*).

### **3.2 Karakteristik Campuran**

Karakteristik campuran yang harus dimiliki oleh campuran beton aspal adalah : (Sukirman,S,1992).

#### **3.2.1 Stabilitas**

Stabilitas lapisan perkerasan jalan mempunyai pengertian ketahanan perkerasan menerima beban lalu lintas tanpa mengalami perubahan bentuk permanen.

Stabilitas terjadi dari hasil geseran antar butir, penguncian antar partikel dan daya ikat yang baik dari lapisan aspal. Dengan demikian stabilitas yang tinggi dapat diperoleh dengan mengusahakan penggunaan :

1. Agregat dengan gradasi yang rapat (*dense grad*).
2. Agregat dengan permukaan yang kasar.
3. Agregat berbentuk kubus.
4. Aspal dengan penetrasi rendah.
5. Aspal dengan jumlah mencukupi untuk ikatan antar butir

### **3.2.2 Keawetan (*Durabilitas*)**

Durabilitas merupakan kemampuan lapisan permukaan untuk menahan lapisan keausan akibat pengaruh cuaca, air dan perubahan temperatur, maupun keausan akibat beban dan gesekan roda kendaraan. Lapis perkerasan dapat berubah karena oksidasi dan pelapukan yang disebabkan oleh pengaruh air dan cuaca.

Faktor-faktor yang mempengaruhi durabilitas lapis beton aspal adalah :

1. Film aspal atau selimut aspal.
2. *Void In The Mix* (VITM).
3. *Void Filled With Asphalt* (VFWA).

### **3.2.3 Kelenturan (*Fleksibility*)**

Fleksibilitas pada lapis perkerasan adalah kemampuan lapisan untuk mengikuti deformasi yang terjadi akibat beban lalu lintas berulang tanpa timbulnya retak dan perubahan volume.

Faktor-faktor yang mempengaruhi fleksibilitas adalah :

1. Gradasi campuran.
2. Jenis penetrasi aspal.
3. Jumlah aspal yang digunakan.

### **3.3 Syarat - Syarat Kekuatan Struktural**

Konstruksi perkerasan jalan dipandang dari segi kemampuan mendukung dan menyebarkan beban, harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut :

1. Ketebalan yang cukup, sehingga mampu menyebarkan beban / muatan lalu lintas.
2. Kedap air, sehingga air tidak meresap ke lapisan dibawahnya.
3. Permukaan mudah mengalirkan air, sehingga air hujan yang jatuh diatasnya dapat dengan mudah mengalir.
4. Memiliki stabilitas yang cukup dan dapat mendukung beban lalu lintas tanpa terjadi deformasi, bergelombang atau desakan kesamping.
5. Tidak terjadi retakan akibat beban lalu lintas.
6. Campuran aspal harus memiliki keawetan yang cukup tinggi dan tidak mudah lapuk akibat beban lalu lintas dan cuaca.

### 3.4 Spesifikasi Campuran

Campuran aspal pada penelitian ini adalah campuran untuk lapis atas AC dengan agregat gradasi menerus. Spesifikasi mengacu pada peraturan Bina Marga, 1987 seperti yang ditunjuk pada tabel 3.1.

**Tabel 3.1. Spesifikasi Campuran Beton Aspal**

No	Jenis Pemeriksaan	Lalu Lintas Berat
1	Stabilitas (kg)	750
2	Flow/Kelelehan (mm)	2 - 4
3	VITM (%)	3 - 5
4	VFWA (%)	-
5	<i>Marshall Quotient</i> (kg/mm)	200 – 350
	Jumlah Tumbukan	2 × 75

Sumber : Bina Marga, 1987

### 3.5 Bahan Penyusun

#### 3.5.1 Aspal

Pada penelitian ini digunakan aspal AC penetrasi 60/70. Persyaratan AC 60/70 ditunjukkan pada tabel 3.2.

**Tabel 3.2. Persyaratan AC 60/70, Spesifikasi Bina Marga**

No	Jenis Pemeriksaan	Cara Pemeriksaan	Syarat		Satuan
			Min	Max	
1	Penetrasi (25°C,5 detik)	PA. 031-76	60	79	0.1 mm
2	Titik Lembek	PA. 031-76	48	58	°C
3	Titik Nyala	PA. 031-76	200	-	°C
4	Kelarutan CCL <sub>4</sub>	PA. 031-76	99	-	% Berat
5	Daktilitas (25°C,5 cm/menit)	PA. 031-76	100	-	Cm
6	Berat Jenis	PA. 031-76	1	-	-

Sumber : Bina Marga. 1987

### 3.5.2 Agregat

Sifat-sifat dari agregat harus diketahui lebih dahulu sebelum agregat tersebut digunakan sebagai bahan dasar konstruksi. Karena sifat material ini yang mempengaruhi kekuatan suatu konstruksi. Sifat-sifat agregat pada umumnya ditinjau dari : ukuran butiran dan gradasi, kebersihan, kekerasan, bentuk butiran, permukaan butiran, kemampuan menyerap.

Agregat yang dipakai harus memenuhi persyaratan seperti tercantum dalam tabel 3.3 dan tabel 3.4. berikut :

**Tabel 3.3. Persyaratan Pemeriksaan Agregat Kasar**

No	Jenis Pemeriksaan	Syarat
1	Keausan dengan Mesin Los Angeles.	$\leq 40 \%$
2	Kelekatan Terhadap Aspal.	$\geq 95 \%$
3	Peresapan Agregat Terhadap Air.	$\leq 3.0 \%$
4	Berat Jenis Agregat Kasar.	$\geq 2.5$

Sumber : Bina Marga, 1987

**Tabel 3.4. Persyaratan Pemeriksaan Agregat Halus**

No	Jenis Pemeriksaan	Syarat
1	Nilai Sand Equivalent	$\geq 50 \%$
2	Peresapan Agregat Terhadap Air	$\geq 3.0 \%$
3	Berat Jenis Agregat Halus	$\leq 2.5$

Sumber : Bina Marga, 1987

Gradasi agregat diperoleh dari hasil analisa saringan dengan menggunakan satu set saringan. Saringan kasar diletakkan paling atas dan diakhiri dengan pan. Adapun spesifikasi gradasi campuran tercantum dalam tabel 3.5.

**Tabel 3.5. Spesifikasi Gradasi Bina Marga 1987 grading IV**

Ukuran Saringan		Prosentase Lolos
Inci	mm	(%)
¾	19.10	100
½	12.70	10-100
3/8	9.25	70-90
# 4	4.76	50-70
# 8	2.38	35-50
# 30	0.59	18-29
# 50	0.279	13-23
# 100	0.148	8-16
# 200	0.075	4-10

Sumber Bina Marga, 1987.

### **3.5.3 Bahan Tambah**

Sebagai bahan tambah dalam campuran perkerasan digunakan limbah batu baterai dengan kadar 2 – 6% terhadap KAO. Limbah batu baterai ini dianggap mempunyai daya ikat yang kuat yang diharapkan dapat memperkuat campuran aspal.

### **3.6 Pemeriksaan Campuran Aspal dengan Metode *Marshall***

Pemeriksaan campuran dengan metode metode *Marshall* bermaksud untuk menentukan nilai dibawah ini :



## 1. Stabilitas

Stabilitas adalah beban yang dapat ditahan campuran beton aspal sampai terjadi kelelahan plastis. Naiknya stabilitas bersamaan dengan bertambahnya kadar aspal, sampai batas tertentu ( optimum ) dan turun setelah melampaui batas optimum, hal ini karena aspal sebagai bahan ikat antara agregat dapat menjadi pelicin setelah melebihi batas optimum. Stabilitas dapat dihitung dengan persamaan ( 1 ) berikut.

$$S = O \times K_m \quad \dots\dots\dots (1)$$

Dengan :

S = nilai stabilitas.

O = nilai pembacaan arloji stabilitas pada alat uji *Marshall*.

K<sub>m</sub> = angka kalibrasi pada alat uji *Marshall*.

Agar didapat konstruksi yang ekonomis maka kestabilan harus disesuaikan dengan kebutuhan. Untuk lalu lintas yang tinggi maka diperlukan kestabilan yang tinggi, sehingga bahan pendukungnya dari bahan yang tinggi pula.

Stabilitas terjadi akibat adanya tahanan geser antar butir, saling mengunci antar agregat, serta daya ikat yang baik dari lapis aspal. Stabilitas yang tinggi dapat diusahakan dengan cara, agregat dengan variasi rapat atau gradasi menerus, agregat dengan permukaan yang kasar, agregat dengan bentuk kubikal, aspal dengan penetrasi rendah dan jumlah aspal yang cukup.

## 2. Flow

Flow menyatakan besarnya penurunan ( deformasi benda uji ) campuran dengan angka kelelahan tinggi serta stabilitas rendah diatas batas maksimum akan cenderung bersifat plastis. Tetapi bila campuran dengan angka kelelahan rendah dan stabilitas yang tinggi dibawah batas optimum akan cenderung bersifat getas dan mudah retak bila ada pembebanan. Nilai flow diperoleh dari pembacaan pada alat uji *Marshall*.

## 3. VITM ( *Void In The Total Mix* )

VITM adalah prosentase dari rongga udara dengan volume total campuran setelah dipadatkan. VITM dapat dihitung dengan persamaan (2) dan (3) berikut :

$$VITM = 100 - \left( 100 \times \frac{g}{h} \right) \dots \dots \dots (2)$$

$$h = \frac{100}{\left[ \frac{\%Agregat}{BjAgregat} + \frac{\%Aspal}{BjAspal} \right]} \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan :

g = Density

h = Berat jenis Maksimum

Nilai VITM akan semakin kecil apabila kadar aspal semakin besar. VITM yang semakin tinggi akan menyebabkan kelelahan yang semakin cepat, berupa alur retak ( Sukirman, S, 1993 ).

#### 4. VFWA ( *Void Filled With Asphalt* )

VFWA adalah prosentase rongga dalam campuran yang terisi aspal, yang nilainya akan naik berdasarkan naiknya kadar aspal sampai batas tertentu, dimana rongga telah penuh. Artinya bila rongga dalam campuran telah terisi penuh oleh aspal, maka nilai prosentase kadar aspal yang mengisi rongga adalah prosentasi kadar maksimum. Nilai VFWA dapat dihitung dengan persamaan (4), (5), (6), (7) dan (8).

##### 1. Prosentase aspal terhadap campuran

$$b = \frac{a}{100 + a} \times 100 \dots \dots \dots (4)$$

Keterangan :

a = Prosentase aspal terhadap batuan

b = Prosentase aspal terhadap campuran

##### 2. Prosentase rongga terhadap agregat

$$l = 100 - j \dots \dots \dots (5)$$

$$j = \frac{(100 - b).g}{B_j \text{Agregat}} \dots \dots \dots (6)$$

$$i = \frac{b.g}{B_j \text{Aspal}} \dots \dots \dots (7)$$

Keterangan :

g = Density

b = Persentase aspal terhadap campuran

Dari rumus-rumus diatas dapat dihitung nilai VFWA sebagai berikut :

$$VFWA = \left[ 100x \frac{i}{l} \right] \dots \dots \dots (8)$$

### 5. *Marshall Quotient*

*Marshall Quotient* adalah perbandingan antara stabilitas dengan nilai flow, seperti tercantum pada persamaan (9).

$$S = \frac{q}{r} \dots \dots \dots (9)$$

Keterangan :

q = stabilitas (kg)

r = *flow* (mm)

S = *marshall quotient* (kg/mm)

Nilai *Marshall Quotient* ( MQ ) pada perencanaan perkerasan dengan nilai metode *Marshall* digunakan sebagai nilai pendekatan fleksibilitas perkerasan. Fleksibilitas akan naik akibat penambahan kadar aspal dan akan turun setelah sampai pada batas optimum, yang disebabkan berubahnya fungsi aspal sebagai pengikat menjadi pelicin. Spesifikasi didapat berdasarkan spesifikasi stabilitas dan flow.

### 3.7 Uji Perendaman Marshall ( *Immersion Test* )

Hasil perhitungan indeks tahanan campuran aspal adalah persentase nilai stabilitas campuran yang direndam selama 24 jam dengan pengujian *Immersion* ( $S_1$ ) yang dibandingkan dengan stabilitas campuran biasa ( $S_2$ ). *Index of retained strength* =  $(S_1/S_2) \times 100\%$

Dengan :  $S_1$  = stabilitas setelah direndam selama 24 jam.

$S_2$  = stabilitas sebelum rendaman.

Apabila indeks tahanan campuran lebih atau sama dengan 75 % campuran tersebut dapat dikatakan memiliki tahanan yang cukup memuaskan dari kerusakan akibat pengaruh air, suhu dan cuaca.

## **BAB IV**

### **HIPOTESIS**

Pada penelitian ini aspal AC 60/70 dan limbah batu baterai (Magan) digunakan sebagai bahan ikat pada campuran Beton Aspal, dengan proporsi limbah batu baterai yang bervariasi. Limbah batu baterai pada campuran Beton Aspal digunakan setelah diperoleh kadar aspal optimum (KAO), Limbah batu baterai sebagai *Additive*.

Penggunaan aspal AC 60/70 dan bahan tambah limbah batu baterai sebagai bahan ikat pada campuran Beton Aspal diharapkan dapat meningkatkan kualitas campuran dibandingkan dengan campuran tanpa limbah batu baterai ditinjau dari karakteristik *Marshall, Immersion Test*.

## **BAB V**

### **METODE PENELITIAN**

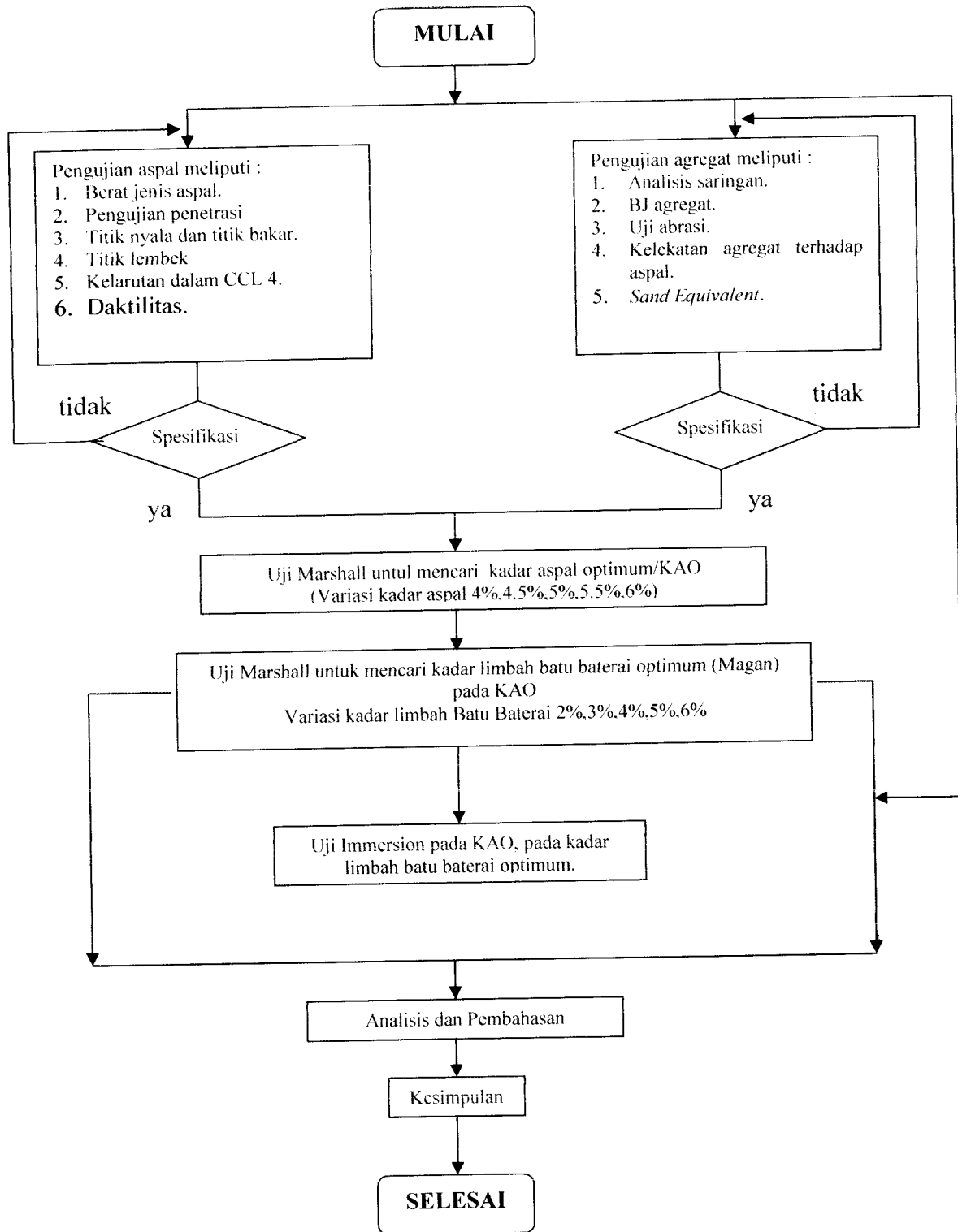
#### **5.1. Cara Penelitian**

Penelitian dilakukan dengan tiga tahap, tahap pertama untuk mencari kadar aspal optimum (KAO), tahap II untuk mencari kadar limbah batu baterai (Magan) optimum pada KAO, tahap III dibuat model campuran beton aspal dengan limbah batu baterai optimum pada KAO untuk pengujian terhadap duarabilitas dengan uji perendaman *Marshall*. Penelitian ini dilakukan sesuai dengan diagram alur seperti tergambar pada gambar 5.1.

#### **5.2. Bahan**

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yang kami lakukan adalah :

1. Agregat yang dipergunakan berasal dari Clereng, Kulon Progo.
2. Aspal penetrasi 60/70 diperoleh dari Pertamina Cilacap.
3. Limbah batu baterai (Magan) dari tempat pembuangan akhir / bak sampah diwilayah Jogjakarta.



**Gambar5.1. Alur Penelitian campuran AC + limbah batu baterai(Magan) diuji dengan metode *Marshall***



### **5.2.1 Pemeriksaan dan Persyaratan Bahan**

Persyaratan teknis bahan menggunakan spesifikasi Bina Marga, 1987.

Adapun pengujian yang dilakukan pada penelitian ini adalah :

#### **a. Pemeriksaan Agregat**

Agregat merupakan salah satu komponen utama dari lapis perkerasan jalan karena merupakan komponen utama maka daya dukung, keawetan dan mutu dari suatu perkerasan jalan ditentukan juga oleh agregat. Adapun untuk mengetahui kualitas agregat dilakukan pemeriksaan-pemeriksaan sebagai berikut :

##### **1. Pemeriksaan keausan agregat .**

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan ketahanan agregat terhadap keausan dengan mesin Los Angeles.

Prosedur pemeriksaan mengikuti PB – 0206 – 76 .

##### **2. Pemeriksaan berat jenis.**

Pemeriksaan ini adalah perbandingan berat agregat dengan berat air. Besarnya berat jenis sangat penting dalam perencanaan campuran karena pada umumnya lapis perkerasan direncanakan berdasarkan perbandingan berat dalam menentukan banyaknya pori.

Prosedur pemeriksaan mengikuti PB – 0202 – 76 untuk agregat kasar

Prosedur pemeriksaan mengikuti PB – 0203 – 76 untuk agregat halus

3. Pemeriksaan agregat terhadap air.

Pemeriksaan ini dilakukan untuk mengetahui besarnya penyerapan agregat terhadap air. Air yang sudah diserap agregat sukar untuk dihilangkan seluruhnya walaupun melalui proses pengeringan, sehingga hal ini akan mempengaruhi daya lekat aspal dengan agregat (Sukirman S, 1999)

Prosedur pemeriksaan mengikuti PB – 0202 – 76

4. Pemeriksaan kelekatan terhadap aspal.

Pemeriksaan ini dilakukan untuk menentukan kelekatan agregat terhadap aspal. Kelekatan agregat terhadap aspal adalah prosentase luas permukaan batuan yang terselimuti aspal terhadap keseluruhan luas permukaan

Prosedur pemeriksaan mengikuti PB – 0205 – 76

5. Pemeriksaan *Sand Equivalent* .

Pemeriksaan ini dilakukan untuk mengetahui kadar debu yang meyerupai lempung pada agregat halus. Lempung dapat mempengaruhi mutu campuran agregat dengan aspal, karena lempung membungkus partikel agregat sehingga menyebabkan ikatan antara agregat dengan aspal menjadi berkurang

Prosedur pemeriksaan mengikuti AASHTO T176 – 73

## **b. Pemeriksaan Aspal**

Sifat-sifat aspal harus selalu diperiksa agar memenuhi syarat-syarat yang telah ditetapkan agar dapat digunakan sebagai bahan pengikat perkerasan jalan. Pemeriksaan yang dilakukan terhadap aspal yang dipakai adalah :

### 1. Pemeriksaan penetrasi.

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan penetrasi bitumen keras atau lembek dengan menusuk jarum dengan pembebanan tertentu pada waktu tertentu kedalam bitumen pada suhu tertentu

Prosedur pemeriksaan mengikuti PA – 0301 – 76

### 2. Pemeriksaan titik lembek.

Pemeriksaan ini ditujukan untuk menentukan temperatur aspal pada saat mulai mengalami kelembekan atau mencapai tingkat viskositas yang rendah, hal ini dapat diketahui dengan melihat suhu pada saat bola baja dengan berat tertentu mendesak aspal sehingga aspal tersebut menyentuh plat dasar yang terletak dibawah cincin pada ketinggian tertentu sebagai akibat kecepatan pemanasan.

Prosedur pemeriksaan mengikuti PA – 0302 – 76

### 3. Pemeriksaan titik nyala dan titik bakar.

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan suhu pada saat terjadi nyala singkat pada suatu titik diatas permukaan aspal.

Prosedur pemeriksaan mengikuti PA – 0303 – 76

#### 4. Pemeriksaan daktilitas

Pemeriksaan ini dilakukan untuk mengetahui nilai elastisitas aspal dengan cara mengukur jarak terpanjang aspal apabila aspal yang diletakkan pada dua cetakan pada suhu 25 °C ditarik dengan kecepatan 25 mm/detik sampai aspal itu terputus

Prosedur pemeriksaan mengikuti PA – 0306 – 76

#### 5. Pemeriksaan berat jenis aspal.

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan berat jenis bitumen keras dengan menggunakan vicnometer dengan cara perbandingan antara bitumen dan berat air suling dengan isi yang sama pada suhu yang tertentu.

Prosedur pemeriksaan mengikuti PA – 0307 – 76

#### 6. Kelarutan dalam CCL<sub>4</sub>.

Pemeriksaan ini dilakukan untuk menentukan jumlah bitumen yang dapat larut dalam *carbon tetra chloride*.

Prosedur pemeriksaan mengikuti PA – 0305 – 76

### 5.2.2.Persyaratan Bahan

Persyaratan untuk agregat dan aspal yang sesuai dengan spesifikasi Bina Marga, 1987 dapat dilihat pada tabel 3.3 sampai tabel 3.5 pada halaman diatas.

### 5.3 Alat yang Digunakan

Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium jalan raya, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta untuk uji *Marshall Standart* dan *Immersion Test*. Adapun alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut dibawah ini.

1. Alat tekan *Marshall* yang terdiri :
  - a. Kepala penekan yang berbentuk silinder.
  - b. Cincin penguji yang berkapasitas 2500 kg (5000 pound) dengan ketelitian 12,5 kg (25 pound) dengan arloji tekan dengan ketelitian 0,0025 cm.
  - c. Arloji penunjuk kelelahan dengan ketelitian 0,25 mm dengan perlengkapannya.
2. Cetakan benda uji berbentuk silinder berdiameter 10 cm (4") dan tinggi 7,5 cm (3") lengkap dengan plat atas dan leher sambung.
3. *Ejektor* untuk mengeluarkan benda uji dari cetakan setelah dipadatkan.
4. Oven untuk memanaskan bahan sampai suhu yang diinginkan.
5. Alat penumbuk (*compactor*) yang mempunyai permukaan tumbuk rata berbentuk silinder dengan berat 4,536 kg dan tinggi jatuh bebas 45,7 cm (18").
6. Bak perendam (*water bath*) dilengkapi pengatur suhu minimum 20°C.
7. Perlengkapan-perengkapan lain seperti :
8. Alat tekan *Marshall* yang terdiri :
  - a. Panci untuk memanaskan bahan campuran.

- b. Termometer berkapasitas 400 °C.
- c. Sendok pengaduk.
- d. Spatula.
- e. Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram.
- f. Sarung tangan karet.
- g. Kawat pengaduk bahan tambah.
- h. Perlengkapan lainnya.

#### **5.4 Jalannya Penelitian**

Bahan-bahan untuk penelitian ini terdiri dari kombinasi agregat halus, agregat kasar dan aspal haruslah diuji dahulu sebelum digunakan untuk campuran aspal. Ini dilakukan untuk mengetahui sifat-sifat bahan, apakah memenuhi syarat seperti yang telah ditetapkan atau tidak. Pengujian ini mengacu pada metode AASHTO dan Bina Marga.

Setelah pengujian awal selesai, dilakukan penyaringan terhadap berbagai jenis agregat dengan saringan sebanyak sembilan buah dan pan. Spesifikasi saringan yang dipakai dapat dilihat pada tabel 3.3 kemudian setelah dilakukan penyaringan dilakukan penimbangan dengan berat tertentu untuk masing-masing ukuran saringan dan jenis agregat sesuai dengan gradasi yang telah ditentukan dalam spesifikasi.

Pada penelitian ini dibuat 42 benda uji. Tiap-tiap benda uji (*triplo*) dan tiap variasi diberi penomoran A, B dan C. Adapun perinciannya sebagai berikut :

1. Untuk mencari kadar aspal optimum (KAO) dibuat 5 variasi aspal (4%, 4.5%, 5%, 5.5%, 6%).  $\Sigma = 5 \times 3 = 15$  benda uji.
2. Untuk mencari kadar limbah batu baterai optimum pada KAO, dibuat 5 variasi ( 2%, 3%, 4%, 5%, 6%).  $\Sigma = 5 \times 3 = 15$  benda uji.
3. Untuk mencari nilai *Immersion* pada KAO dengan dan tanpa limbah batu baterai.  $\Sigma = 4 \times 3 = 12$  benda uji.

Sehingga total benda uji :  $\Sigma_{TOTAL} = 15 + 15 + 12 = 42$  buah benda uji.

Jumlah berat campuran untuk masing-masing benda uji sebesar 1200 gram. Untuk berat masing-masing agregat dan aspal tergantung variasi kadar aspal dipakai.

#### **5.4.1. Campuran Aspal Biasa**

Pada penelitian ini ada dua pola pencampuran, pertama pola pencampuran untuk mencari kadar aspal optimum. Agregat yang telah disiapkan kemudian di panaskan pada suhu 140°C. Sebisa mungkin dilakukan pemanasan yang merata. Setelah agregat panas, kemudian dicampurkan dengan aspal yang telah dipanaskan pada suhu 140°C yang beratnya sesuai dengan variasi yang telah ditentukan. Setelah agregat dan aspal bercampur kemudian dilakukan pengadukan sampai campuran menjadi rata. Sementara itu disiapkan cetakan benda uji yang sebelumnya telah dibersihkan dari kotoran, kemudian diberi sedikit vaselin. Setelah itu cetakan benda uji dipanaskan didalam oven dengan maksud agar penurunan suhu campuran tidak terlalu cepat. Setelah suhu campuran telah mencapai 140°C serta agregat dan aspal telah bercampur secara merata, campuran tersebut dimasukkan kedalam cetakan benda uji. Setiap sepertiga bagian yang

masuk kedalam cetakan ditusuk-tusuk dengan menggunakan spatula sebanyak 15 kali di bagian tepi dan 10 kali di bagian tengah dengan maksud agar benda uji tidak terlalu berongga. Selanjutnya benda uji dipadatkan dengan menggunakan alat penumbuk sebanyak 75 kali (bolak-balik) sehingga satu benda uji dilakukan penumbukan sebanyak 150 kali.

Setelah pemadatan selesai benda uji didinginkan, kemudian benda uji dikeluarkan dari cetakan dengan alat Bantu yang di sebut *ejector*. Kemudian dilakukan serangkaian pengujian.

#### **5.4.2. Campuran Aspal dengan Limbah Batu Baterai**

Sedangkan pola kedua yang menggunakan bahan tambah limbah batu baterai dilakukan pola yang berbeda. Aspal dipanaskan pada suhu 140°C. Kemudian aspal ditimbang sesuai dengan kadar aspal optimum yang telah ditentukan. Setelah itu limbah batu baterai (Mangan) yang telah dibersihkan dicampurkan kedalam aspal yang beratnya sesuai dengan variasi yang telah ditentukan. Kemudian dipanaskan sampai aspal dan limbah batu baterai (Mangan) bercampur merata yang kemudian diaduk merata sampai mencapai suhu 140°C. Setelah itu campuran dimasukkan kedalam cetakan benda uji. Setiap sepertiga bagian campuran yang masuk kedalam cetakan ditusuk-tusuk dengan menggunakan spatula sebanyak 15 kali dan 10 kali bagian tengah dengan maksud agar benda uji tidak terlalu berongga. Selanjutnya benda uji dipadatkan dengan menggunakan alat penumbuk sebanyak 75 kali (bolak-balik) sehingga satu benda uji dilakukan penumbukan sebanyak 150 kali.



Setelah pemadatan selesai benda uji didinginkan, kemudian benda uji dikeluarkan dari cetakan dengan alat Bantu yang disebut *ejector*. Kemudian dilakukan serangkaian pengujian.

### **5.4.3. Cara Melakukan Pengujian**

Pengujian terhadap campuran dilakukan dengan dua cara yaitu dengan cara seperti berikut ini.

#### **5.4.3.1. Pengujian *Marshall Standar***

Pengujian yang dilakukan menggunakan metode *Marshall* seperti cara-cara di bawah ini.

- a. Benda uji dibersihkan dari bahan-bahan lain.
- b. Benda uji diberi tanda pengenal.
- c. Mengukur ketinggian benda uji tiga kali pada tempat yang berbeda, lalu dirata-rata dengan ketelitian pengukuran 0,01 mm
- d. Benda uji ditimbang untuk mengetahui berat keringnya.
- e. Direndam di dalam air selama 20-24 jam agar benda uji menjadi jenuh air.
- f. Setelah benda uji menjadi jenuh kemudian ditimbang di dalam air.
- g. Benda uji dilap permukaannya kemudian ditimbang pada kondisi kering permukaan jenuh (SSD).
- h. Benda uji direndam kedalam *water bath* dengan suhu 60°C selama 1 jam.
- i. Kepala penekan benda uji dibersihkan terlebih dahulu dan permukaan diberi vaselin untuk memudahkan melepas benda uji.

- j. Arloji kelelahan (*flow meter*) dipasang pada posisi diatas salah satu batang penuntun.
- k. Kepala penekan benda uji dinaikkan sehingga menyentuh alas cincin penguji, kemudian diatur pada kedudukan arloji tekan pada angka nol.
- l. Pembebanan dimulai dengan kecepatan tetap 50 mm/menit, sehingga pembebanan maksimum tercapai. Pada saat arloji pembebanan berhenti dimulai kembali berputar menurun, maka dibaca arloji kelelehannya.
- m. Setelah pembebanan selesai benda uji dikeluarkan dari alat uji.
- n. Hasil dapat diketahui dari proses perhitungan selanjutnya.

#### **5.4.3.2. Pengujian rendam *Marshall* (*Immersion Test*)**

Uji yang dilakukan hampir sama dengan uji *Marshall* standar, yang membedakan hanya terletak pada lama perendaman yang dilakukan dalam water bath. Pada uji rendaman *Marshall* lama perendaman 24 jam dengan suhu 60°C. Adapun cara pengujian adalah sebagai berikut:

- a. Benda uji dibersihkan dari bahan-bahan lain.
- b. Benda uji diberi tanda pengenal.
- c. Benda uji diukur ketinggiannya pada tiga tempat berbeda lalu di rata-rata, dengan ketelitian pengukuran 0,01 mm.
- d. Benda uji ditimbang untuk mengetahui berat keringnya.
- e. Direndam di dalam air selama 20-24 jam agar benda uji menjadi jenuh air.
- f. Setelah benda uji menjadi jenuh air kemudian ditimbang di dalam air.

- g. Benda uji dilap permukaannya kemudian ditimbang pada kondisi kering permukaan jenuh (SSD).
- h. Benda uji direndam kedalam *water bath* dengan suhu 60°C selama 1 jam.
- i. Kepala penekan benda uji dibersihkan terlebih dahulu dan permukaan diberi vaselin untuk memudahkan melepas benda uji.
- j. Arloji kelelahan (*flow meter*) dipasang pada posisi diatas salah satu batang penuntun.
- k. Kepala penekan benda uji dinaikkan sehingga menyentuh alas cincin
- l. Pembebanan dimulai dengan kecepatan tetap 50 mm/menit, sehingga pembebanan maksimum tercapai. Pada saat arloji pembebanan berhenti dimulai kembali berputar menurun, maka dibaca arloji kelelehannya.
- m. Setelah pembebanan selesai benda uji dikeluarkan dari alat uji.
- n. Hasil dapat diketahui dari proses perhitungan selanjutnya.

## BAB VI

### HASIL PENELITIAN

#### 6.1. Hasil Pemeriksaan Sifat Fisik Bahan

##### 6.1.1. Hasil Pengujian Agregat.

Agregat yang digunakan berasal dari clereng kulonprogo. Dari hasil pemeriksaan di laboratorium Jalan Raya Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia di peroleh data-data pemeriksaan terhadap agregat kasar dan agregat halus yang telah memenuhi persyaratan bina marga 1987 seperti tercantum pada tabel 6.1 sampai dengan 6.2. Adapun hasil pemeriksaan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 1.

**Tabel 6.1. Hasil pemeriksaan agregat kasar**

No	Jenis Pemeriksaan	Hasil	Syarat
1	Keausan dengan mesin Los Angeles	23,9%	$\leq 40\%$
2	Kelekatan terhadap aspal	98%	$\geq 95\%$
3	Penyerapan air	1,78%	$\leq 3\%$
4	Berat jenis	2,74	$\geq 2,5$

Sumber : Hasil Penelitian di Laboratorium Jalan Raya FTSP UII, 2006

**Tabel 6.2. Hasil pemeriksaan agregat halus**

No	Jenis Pemeriksaan	Hasil	Syarat
1	Penyerapan air	2,06%	≤ 3%
2	Berat jenis semu	2,79%	≥ 2,5
3	Sand Equivalent	70,8%	≥ 50%

Sumber : Hasil Penelitian di Laboratorium Jalan Raya FTSP UII, 2006

### 6.1.2. Hasil Pengujian Aspal

Aspal yang digunakan adalah aspal keras AC 60/70 yang diproduksi oleh Pertamina – Cilacap. Dari hasil pemeriksaan di laboratorium Jalan Raya Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia diperoleh data – data pemeriksaan yang telah memenuhi persyaratan Bina Marga 1987 seperti tercantum dalam Tabel 6.3. Hasil pemeriksaan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 2.

**Tabel 6.3. Hasil pemeriksaan AC 60/70**

No	Jenis Pemeriksaan	Hasil	Syarat		Satuan
			Min	Maks	
1	Penetrasi ( 25 <sup>0</sup> C, 5detik)	614,9 mm	60	79	0,1 mm
2	Titik Lembek	50 <sup>0</sup> C	48	58	<sup>0</sup> C
3	Titik Nyala	335 <sup>0</sup> C	200	-	<sup>0</sup> C
4	Kelarutan CCL <sub>4</sub>	99,081%	99	-	% Berat
5	Daktilitas	165 cm	100	-	Cm
6	Berat Jenis	1,01	1	-	-
7	Berat Jenis LBB	0,9836	-	-	-

Sumber : Hasil Penelitian di Laboratorium Jalan Raya FTSP UII

## 6.2. Hasil Pengujian *Marshall*

Dari hasil pemeriksaan yang dilakukan di laboratorium diperoleh nilai stabilitas dan *flow* (kelelehan), dan dengan analisa data yang ada dapat diperoleh nilai – nilai VITM (*Void in The Mix*), VFWA (*Void Filled With Asphalt*), dan MQ (*Marshall Quotient*). Tabel 6.4 dan 6.5 menyajikan secara ringkas hasil perhitungan tes *Marshall*.

### 6.2.1. Campuran beton aspal dengan variasi kadar aspal

Hasil pengujian *Marshall* secara ringkas pada beton aspal dengan menggunakan aspal AC 60/70 untuk berbagai variasi kadar aspal tercantum pada tabel 6.4. Hasil selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 20.

**Tabel 6.4. Hasil pengujian *Marshall* Benda uji dengan Kadar aspal bervariasi**

Karakteristik	Syarat*)	Kadar Aspal (%)				
		4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
VFWA(%)	-	45,95	50,30	64,11	77,80	83,27
VITM(%)	3 - 5	10,47	9,85	6,39	4,02	2,85
Stabilitas(kg)	≥ 550	1311,31	1342,24	1522,22	1562,24	1492,95
Flow(mm)	2 - 4	3,73	3,53	3,07	3,80	4,07
MQ (kg/mm)	200 - 350	351,11	382,40	517,80	411,78	400,69

Sumber : Hasil Penelitian di Laboratorium Jalan Raya FTSP UII

Dari data pada Tabel 6.4 dan 7.1 maka didapat kadar aspal optimum (KAO) sebesar 5,5%

### 6.2.2. Campuran beton aspal dengan limbah batu baterai pada KAO

Dari hasil yang diperoleh di laboratorium diperoleh nilai stabilitas dan flow (kelelahan), dan dengan analisa data yang ada diperoleh nilai VFWA, VITM, dan MQ Dari nilai – nilai tersebut maka diperoleh kadar aspal optimum (KAO) sebesar 5,4%. Selanjutnya dilakukan pembuatan benda uji pada kadar aspal optimum untuk masing – masing variasi kadar limbah batu baterai(Magan). Tabel 6.5 menyajikan secara ringkas hasil perhitungan tes Marshall pada kadar aspal optimum untuk masing – masing variasi limbah batu baterai (Magan) dan secara rinci hasil perhitungan selengkapnya bisa dilihat pada lampiran 22.

**Tabel 6.5 Hasil Pengujian Marshall benda uji pada Kadar Aspal Optimum dengan variasi Kadar Limbah Batu Baterai (Magan).**

Karakteristik	Syarat*)	Kadar Limbah Batu baterai (Magan) (%)				
		2,0	3,0	4,0	5,0	6,0
VFWA(%)	-	62,28	61,22	67,28	64,40	65,18
VITM(%)	3 - 5	2,64	2,80	2,65	3,37	3,01
Stabilitas(kg)	≥ 550	1083,68	1253,50	1426,69	1522,86	1408,98
Flow(mm)	2 - 4	2,93	3,30	2,37	2,10	2,43
MQ (kg/mm)	200 - 350	389,00	397,40	605,74	729,09	592,61

Sumber : Hasil Penelitian di Laboratorium Jalan Raya FTSP UII

Dari data pada Tabel 6.5 dan Tabel 7.2 maka didapat kadar limbah batu baterai optimum sebesar 4%.

### 6.3. Hasil uji sifat fisik aspal dengan Limbah Batu Baterai Optimum

Dari hasil penelitian di laboratorium maka didapat kadar limbah batu baterai (Magan) optimum sebesar 4 %. Selanjutnya dilakukan pengujian fisik aspal dengan limbah batu baterai (Magan) optimum seperti tercantum secara ringkas pada Tabel 6.6. Pemeriksaan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 4. Tabel pemeriksaan sifat fisik aspal pada kadar limbah batu baterai (Magan) optimum

**Tabel 6.6 Hasil pemeriksaan sifat fisik aspal pada kadar limbah batu baterai optimum**

No.	Jenis Pemeriksaan	Hasil	Syarat*)		Satuan
			Min	Max	
1.	Penetrasi (25°C,5 detik)	50	60	79	0,1 mm
2.	Titik Lembek	51,2	48	58	°C

Sumber : Hasil Penelitian di Laboratorium Jalan Raya FTSP UII

### 6.4. Hasil Pengujian rendaman *Marshall (Immersion Test)*

Hasil pengujian Marshall dengan rendaman 24 jam pada kadar aspal optimum menggunakan aspal AC 60/70 dengan limbah batu baterai (Magan) dan tanpa limbah batu baterai (Magan) tercantum dalam Tabel 6.7 berikut. Hasil perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 24.



**Tabel 6.7. Hasil Pengujian Immersion Beton Aspal dengan dan tanpa  
Limbah Batu Baterai (Magan)**

Karakteristik	Syarat *)	Rendam 0,5 jam		Rendam 24 jam	
		0	3,5	0	3,5
VFWA (%)	-	61.59	60.07	55.98	53.25
VITM (%)	3 - 5	3.71	4.55	4.85	4.99
Stabilitas(kg)	$\geq 550$	1581.80	1279.40	1521.74	1262.96
Flow (mm)	2 - 4	3.20	3.25	3.83	3.80
MQ (kg/mm)	200 - 350	512.04	437.51	399.30	332.56
<i>Density</i>	-	2.35	2.33	2.20	2.19
VMA (%)	-	20.23	20.56	20.84	21.74
IP (%)	$\geq 75\%$	96.20		98.71	

Sumber : Hasil Penelitian di Laboratorium Jalan Raya FTSP UII, 2006

## BAB VII

### PEMBAHASAN

#### 7.1. Sifat fisik bahan

##### 7.1.1. Agregat

Agregat yang digunakan dalam campuran beton aspal berasal dari Clereng Kulonprogo, Jogjakarta. Hasil pemeriksaan laboratorium untuk agregat kasar dan agregat halus menunjukkan bahwa karakteristik agregat dapat memenuhi persyaratan sebagai bahan penyusun campuran beton aspal. Hasil pemeriksaan tersebut dapat dilihat pada Tabel 6.1 dan Tabel 6.2.

Pengujian terhadap tingkat keausan agregat dengan menggunakan mesin *Los Angeles* dimaksudkan untuk menentukan ketahanan agregat terhadap keausan. Agregat yang akan digunakan dalam campuran merupakan komponen yang mendukung beban sehingga diperlukan agregat yang tahan terhadap keausan oleh gesekan dari roda kendaraan di jalan. Hasil pemeriksaan menunjukkan nilai keausan sebesar 23,9 %, jauh lebih rendah dibandingkan dengan persyaratan ( $\leq 40\%$ ).

Pengujian kelekatan agregat terhadap aspal bertujuan untuk mengetahui besarnya kemampuan agregat untuk dapat dilekati oleh aspal. Daya lekat ini akan mempengaruhi *internal friction* campuran. Semakin besar daya lekat agregat terhadap aspal maka *internal friction* akan semakin meningkat, sehingga stabilitas campuran akan semakin baik. Hasil pemeriksaan daya lekat agregat terhadap aspal menunjukkan nilai lekatan sebesar 98% lebih besar dari yang disyaratkan ( $> 95\%$ ).



Pengujian penyerapan terhadap air bertujuan untuk mengetahui besarnya porositas dari agregat. Semakin besar nilai penyerapan mengindikasikan agregat makin bersifat porus. Hasil pemeriksaan menunjukkan nilai penyerapan terhadap air oleh agregat sebesar 1,78 % untuk agregat kasar dan sebesar 2,06 % untuk agregat halus. Nilai ini lebih rendah dari spesifikasi yang disyaratkan ( $\leq 3\%$ ).

Berat jenis dan penyerapan adalah dua parameter yang saling berkaitan erat. Berat jenis yang tinggi menunjukkan batuan yang padat dan kuat serta menunjukkan porositas yang rendah. Sebaliknya batuan dengan nilai berat jenis curah menunjukkan nilai berat jenis agregat kasar sebesar 2,74 dan untuk agregat halus sebesar 2,79. Nilai ini lebih besar dari spesifikasi yang disyaratkan ( $> 2,5$ ).

Nilai *Sand Equivalent* agregat halus menunjukkan tingkat kebersihan agregat dari debu, lumpur atau kotoran lainnya. Hasil pemeriksaan diperoleh nilai *Sand Equivalent* agregat halus sebesar 72,15 %. Nilai ini lebih besar daripada spesifikasi yang disyaratkan ( $> 50\%$ ), ini mengindikasikan bahwa agregat dalam keadaan bersih dan terbebas dari kandungan lumpur, debu, maupun kotoran lain yang dapat mengganggu lekatan agregat dengan aspal.

### **7.1.2. Aspal**

Pemeriksaan penetrasi aspal bertujuan untuk mengetahui tingkat kekerasan aspal. Semakin keras aspal ditunjukkan oleh semakin kecilnya angka penetrasi aspal. Semakin keras aspal menunjukkan semakin pekatnya aspal dan semakin besar kohesinya. Hasil pemeriksaan menunjukkan nilai penetrasi aspal sebesar 61,9 mm. Nilai ini sesuai untuk aspal AC 60/70 yang harus memiliki angka penetrasi antara 60 mm sampai 79 mm.

Pemeriksaan titik lembek aspal bertujuan untuk mengetahui kepekaan aspal terhadap temperatur dimana aspal akan lembek apabila mendapat temperatur tinggi. Hasil pemeriksaan menunjukkan nilai titik lembek aspal sebesar 50° C, nilai ini masih sesuai dengan spesifikasi yang disyaratkan (48° C - 58° C).

Aspal merupakan bahan yang bersifat thermoplastik, yaitu kekentalannya dipengaruhi oleh temperatur. Semakin tinggi temperatur aspal semakin lunak atau cair. Apabila pemanasan aspal terlalu besar maka aspal akan rusak. Pemeriksaan titik nyala aspal bertujuan untuk mengetahui batas temperatur dimana aspal masih cukup aman untuk dipanaskan. Hasil pemeriksaan menunjukkan titik nyala aspal pada temperatur 335°C, nilai ini jauh lebih besar dari spesifikasi yang disyaratkan.

Pemeriksaan kelarutan dalam CCL<sub>4</sub> bertujuan untuk menentukan jumlah aspal yang larut dalam CCL<sub>4</sub>. Jumlah aspal yang larut menunjukkan tingkat kemurnian aspal. Makin besar aspal yang larut kemurnian aspal makin tinggi artinya makin kecil kandungan bahan lain yang dapat mengganggu ikatan aspal dan batuan. Hasil pemeriksaan menunjukkan kelarutan aspal dalam CCL<sub>4</sub> sebesar 99,081 %, nilai ini masih sesuai dengan spesifikasi yang disyaratkan ( $\geq 99$  %).

Pengujian daktilitas bertujuan untuk mengetahui keliatan atau kohesi dalam aspal itu sendiri yang dapat menggambarkan fleksibilitas campuran. Fleksibilitas campuran menunjukkan kemampuan campuran untuk menahan lendutan tanpa mengalami kerusakan. Hasil pemeriksaan daktilitas menunjukkan nilai 165 cm, lebih besar dari spesifikasi yang disyaratkan (>100 cm).

Berat jenis aspal perlu diketahui untuk merancang campuran antara agregat dan aspal. Hasil pengujian berat jenis menunjukkan nilai sebesar 1,01 gr/cc, sesuai dengan spesifikasi yang disyaratkan yaitu sebesar >1,00 gr/cc.

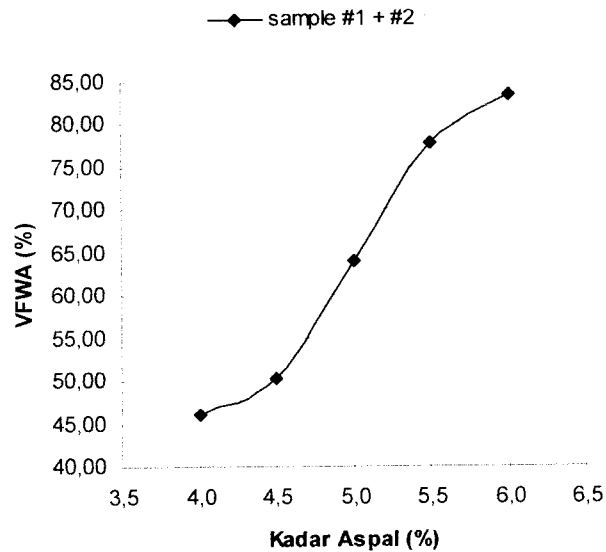
## **7.2. Karakteristik *Marshall* Campuran Beton Aspal**

### **7.2.1. Pengaruh kadar aspal terhadap nilai VFWA (*Void Filled With Asphalt*)**

#### **Campuran beton aspal**

Nilai VFWA menunjukkan besarnya rongga yang dapat terisi aspal. Besarnya nilai VFWA menentukan tingkat keawetan campuran. Semakin besar nilai VFWA berarti rongga yang terisi aspal semakin besar sehingga kedapatan campuran makin besar. Nilai VFWA yang terlalu besar akan menyebabkan terjadinya *bleeding* pada saat temperatur tinggi, yang disebabkan VITM yang terlalu kecil, sehingga apabila perkerasan menerima beban, maka aspal akan naik kepermukaan. Sebaliknya nilai VFWA yang terlalu kecil akan menyebabkan kedapatan perkerasan semakin kecil sehingga air dan udara akan dapat mengoksidasi aspal dalam campuran dan keawetan campuran menjadi berkurang.

Hubungan antara variasi kadar aspal dengan nilai VFWA dapat dilihat pada gambar 7.1 dan tabel 6.4. Dapat dilihat bahwa semakin besar kadar aspal ternyata nilai VFWA campuran beton aspal semakin besar. Hal ini disebabkan karena rongga antar butiran masih cukup besar sehingga pada setiap penambahan kadar aspal, aspal masih cukup mudah untuk masuk kedalam rongga-rongga campuran sehingga campuran menjadi semakin rapat dan nilai VFWA semakin besar.



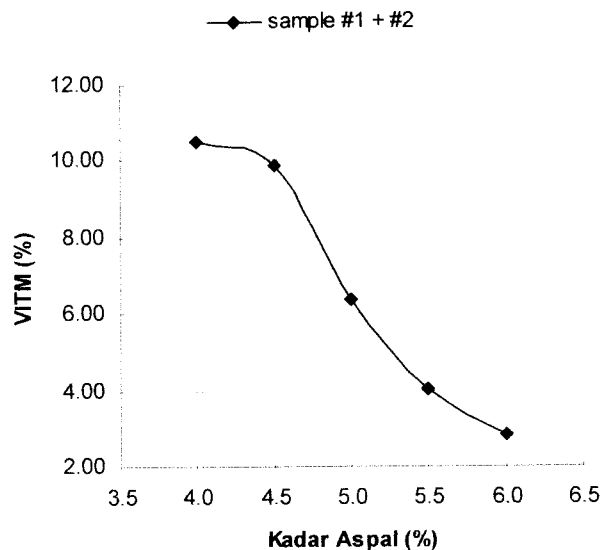
Gambar 7.1. Grafik hubungan antara kadar aspal dengan nilai VFWA

### 7.2.2. Pengaruh kadar aspal terhadap nilai VITM (*Void In The Mix*) campuran beton aspal

VITM (*Void in the Mix*) menyatakan prosentase rongga dalam campuran total. Nilai VITM dapat mengindikasikan tingkat kekedapan campuran. Semakin besar rongga dalam campuran menunjukkan campuran makin kurang kedap terhadap udara dan air, sehingga campuran akan lebih mudah teroksidasi dan diresapi oleh air. Hal ini dapat mengakibatkan kerusakan pada perkerasan. Besarnya nilai VITM sangat dipengaruhi oleh kadar aspal, gradasi batuan dan cara pemadatan.

Hubungan antara kadar aspal dengan nilai VITM dapat dilihat pada Gambar 7.2 dan tabel 6.4. Dapat dilihat bahwa penambahan kadar aspal akan menurunkan nilai VITM, hal ini disebabkan karena rongga antar butiran masih cukup besar

sehingga pada setiap penambahan kadar aspal, aspal masih cukup mudah untuk masuk kedalam rongga-rongga campuran sehingga campuran menjadi semakin rapat dan nilai VITM menjadi semakin kecil.



Gambar 7.2. Grafik hubungan antara kadar aspal dengan nilai VITM

Nilai VITM yang disyaratkan oleh Bina Marga (1987) adalah 3 – 5%, perkerasan yang memiliki VITM terlalu rendah (< 3%) akan mudah mengalami *bleeding*. Hal ini terjadi pada saat temperatur perkerasan tinggi, aspal yang mencair bila menerima beban akan mencari tempat yang kosong dan mudah ditembus. Dengan nilai VITM yang rendah berarti rongga yang ada dalam campuran kecil, sehingga tidak tersedia ruang yang cukup dan mengakibatkan aspal naik ke permukaan. Sebaliknya nilai VITM yang terlalu besar (> 5%) akan mengurangi kekedapan campuran, sehingga keawetan perkerasan menjadi

menurun. Dengan demikian nilai VITM yang didapat dari hasil pengujian yang sesuai dengan peraturan Bina Marga adalah pada kadar aspal 5,3 % - 5,7 %.

### **7.2.3. Pengaruh kadar aspal terhadap nilai stabilitas campuran beton aspal**

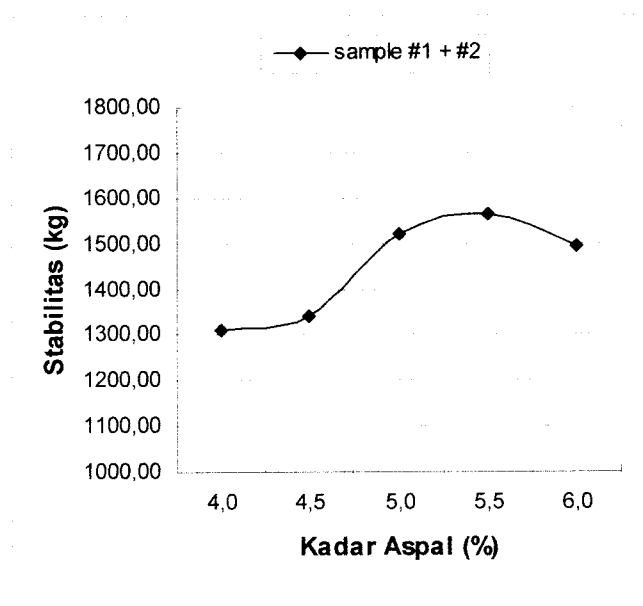
Nilai stabilitas menunjukkan besarnya kemampuan perkerasan menahan beban tanpa terjadinya deformasi. Perkerasan yang memiliki nilai stabilitas yang tinggi akan mampu menahan beban lalu lintas yang besar. Stabilitas yang terlalu tinggi menyebabkan campuran terlalu kaku sehingga akan mudah terjadi retak – retak pada waktu menerima beban. Sebaliknya dengan stabilitas yang rendah maka perkerasan akan mudah mengalami *rutting* oleh beban lalu lintas atau oleh perubahan bentuk *subgrade*. Besarnya nilai stabilitas dipengaruhi oleh *frictional resistance* dan *interlocking* yang terjadi antara partikel agregat dan kohesi campurannya. Kekuatan kohesi bertambah seiring dengan bertambahnya jumlah aspal yang menyelimuti agregat, tetapi apabila telah tercapai nilai optimum maka penambahan kadar aspal akan menyebabkan penurunan stabilitas dikarenakan kepadatan dari campuran peningkatan dan fungsi aspal pada kadar 4,5% - 5,5% masih dalam posisi sebagai bahan ikat namun pada kadar aspal 6% fungsi dari aspal sebagai bahan ikat berubah menjadi pelicin setelah batas optimum tercapai.

Hubungan antara kadar aspal dengan nilai stabilitas dapat dilihat pada gambar 7.3 dan tabel 6.4. Dapat dilihat bahwa nilai stabilitas naik pada kadar aspal 4,5 % - 5,5 %. Stabilitas optimum terjadi pada kadar aspal antara 5% samapi dengan 5,5% dengan stabilitas optimum sebesar 1562,24 kg.

Naiknya nilai stabilitas disebabkan oleh bertambahnya jumlah aspal yang menyelimuti agregat sehingga kohesi campuran bertambah, kerapatan campuran



meningkat sehingga meningkatkan bidang kontak antar agregat dan meningkatkan *interlocking* antar agregat yang selanjutnya akan meningkatkan nilai stabilitas campuran. Sedangkan penurunan nilai stabilitas disebabkan karena aspal yang awalnya berfungsi sebagai pengikat agregat, berubah fungsinya menjadi pelicin setelah melewati nilai optimum sehingga film aspal menjadi tebal dan mengakibatkan turunnya lekatan dan gesekan antar agregat dan bermuara pada turunnya nilai stabilitas campuran.



Gambar 7.3 Grafik hubungan antar kadar aspal dengan nilai stabilitas

Nilai stabilitas yang disyaratkan oleh Bina Marga (1987) untuk campuran beton aspal adalah  $> 550$  kg. Dengan demikian semua campuran beton dengan kadar aspal 4 % sampai dengan 6 % memenuhi spesifikasi yang disyaratkan. Nilai stabilitas minimum dari semua kadar aspal di capai pada kadar aspal 4 % dengan nilai stabilitas sebesar 1311,31 kg.

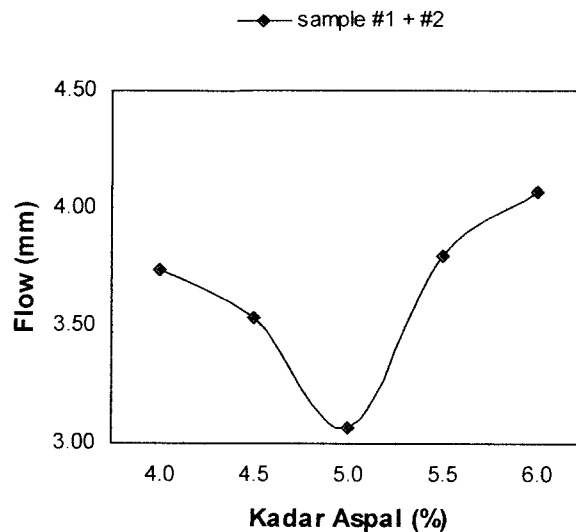
#### **7.2.4. Pengaruh kadar aspal terhadap nilai *flow* (kelelehan) campuran beton aspal**

*Flow* atau kelelehan adalah besarnya deformasi yang terjadi pada awal pembebanan sampai stabilitas menurun menunjukkan besarnya deformasi dari campuran perkerasan akibat beban yang bekerja padanya. Nilai *flow* campuran dipengaruhi oleh kadar dan viskositas aspal, gradasi agregat serta jumlah dan temperatur pemadatan. Campuran yang memiliki nilai kelelehan tinggi dengan nilai stabilitas rendah cenderung bersifat plastis dan mudah mengalami perubahan bentuk apabila mengalami pembebanan lalu lintas, sedangkan campuran dengan kelelehan rendah dan stabilitas yang tinggi cenderung bersifat getas.

Hubungan antara kadar aspal dengan nilai *flow* dapat dilihat pada Gambar 7.4 dan tabel 6.4. Dapat dilihat bahwa dengan penambahan kadar aspal nilai *flow* cenderung meningkat. Kenaikan nilai *flow* ini disebabkan karena dengan penambahan kadar aspal maka campuran menjadi semakin plastis, sehingga besarnya deformasi pada saat menerima beban meningkat, sedangkan penurunan nilai *flow* pada kadar 5 % dikarenakan kurangnya ketelitian dalam pembacaan alat.

Nilai *flow* yang disyaratkan oleh Bina Marga (1987) untuk campuran beton aspal adalah diantara 2 – 4 mm. Campuran dengan nilai *flow* lebih kecil dari 2 mm mengakibatkan campuran menjadi kaku sehingga perkerasan mudah mengalami retak. Sebaliknya campuran dengan nilai *flow* yang terlalu tinggi (> 4 mm) mengakibatkan perkerasan memiliki deformasi yang semakin tinggi. Dari

hasil penelitian nilai *flow* yang memenuhi spesifikasi yang disyaratkan pada kadar aspal 4 % - 5,6 %.



Gambar 7.4. Grafik hubungan antara kadar aspal dengan nilai *flow*

#### 7.2.5. Pengaruh kadar aspal terhadap nilai MQ (*Marshall Quotient*)

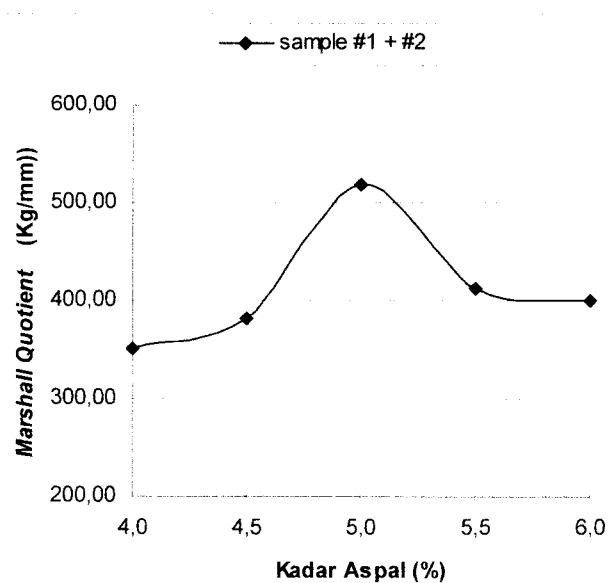
##### Campuran beton aspal

*Marshall Quotient* merupakan hasil bagi antara stabilitas dengan *flow*.

Nilai *Marshall Quotient* ini dapat mengindikasikan pendekatan terhadap kekakuan dan fleksibilitas dari suatu campuran. Campuran yang memiliki nilai *Marshall Quotient* terlalu tinggi berarti campuran kaku dan fleksibilitasnya rendah sehingga campuran akan lebih mudah mengalami retak – retak (*cracking*). Sebaliknya campuran yang memiliki nilai *Marshall Quotient* yang terlalu rendah campuran akan bersifat fleksibel, lentur dan cenderung menjadi plastis sehingga mudah mengalami deformasi pada saat menerima beban lalu lintas. Besarnya nilai

*Marshall Quotient* tergantung dari besarnya nilai stabilitas yang dipengaruhi *frictional resistance* dan *interlocking* yang terjadi antara partikel agregat dan kohesi campurannya.

Hubungan antara kadar aspal dengan nilai *Marshall Quotient* dapat dilihat pada Gambar 7.5 dan 6.4. Dapat dilihat penambahan kadar aspal dari 4 % sampai 5 % nilai *Marshall Quotient* meningkat sedangkan untuk penambahan kadar aspal diatas 5 % nilai *Marshall Quotient* cenderung menurun. Kenaikan nilai MQ pada campuran beton aspal disebabkan oleh bertambahnya kadar aspal sehingga kohesi antar agregat meningkat dan mengakibatkan campuran menjadi semakin kaku. Sedangkan penurunan nilai MQ pada kadar 5,5 % dikarenakan kurangnya ketelitian dalam pembacaan alat.



Gambar 7.5 Grafik hubungan antara kadar aspal dengan *Marshall Quotient*

### 7.3. Penentuan Kadar Aspal Optimum Campuran Beton Aspal

Spesifikasi yang digunakan untuk menentukan kadar aspal optimum untuk campuran beton aspal grading IV adalah spesifikasi Bina Marga 1987. Kadar aspal optimum campuran beton aspal ditentukan dengan cara grafis yang dapat dilihat pada Gambar 7.6. Dari Gambar 7.6. dapat diketahui kadar aspal optimum sebesar 5,5 %.

Gambar 7.6 Kadar Aspal Optimum campuran beton aspal

Spesifikasi	Kadar Aspal ( % )				
	4	4,5	5	5,5	6
Stabilitas ( $\geq 550$ kg )					
Flow ( 2 – 4 mm )					
VFWA ( - )					
VITM ( 3 – 5% )					
Density ( $\geq 2$ gr/cc )					

$$KAO = \frac{1}{2} ( 5,25 + 5,75 )$$

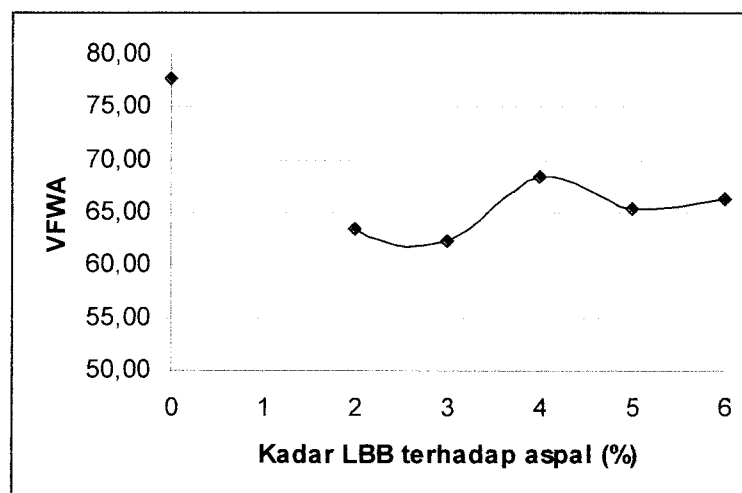
→

5,5 %

#### 7.4. Karakteristik Marshall Campuran Beton Aspal dengan Limbah Batu Baterai (Magan) pada Kadar Aspal Optimum

##### 7.4.1. Pengaruh Limbah Batu Baterai terhadap nilai VFWA (*Void Filled With Asphalt*) campuran beton aspal pada kadar aspal optimum

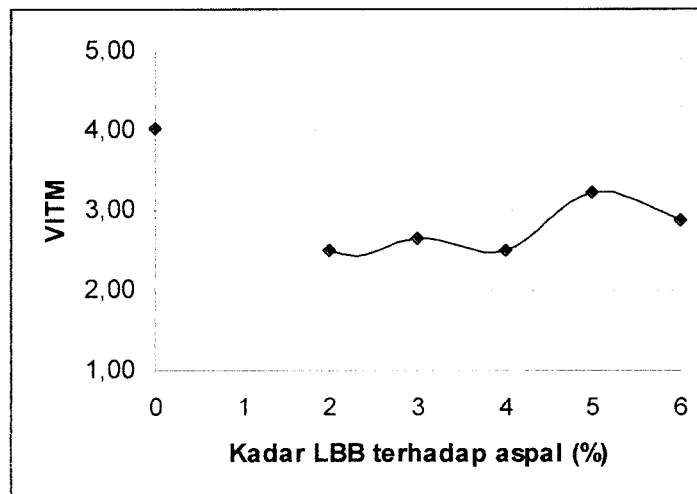
Nilai VFWA menunjukkan besarnya rongga campuran yang terisi aspal. Hubungan antara kadar limbah batu baterai dengan VFWA pada kadar aspal optimum dapat dilihat pada gambar 7.7 dan tabel 6.5. Gambar 7.6 menunjukkan penurunan nilai VFWA pada kadar limbah batu baterai 0% sampai 3%. Hal ini disebabkan oleh karena viskositas aspal meningkat sehingga rongga yang tertutup aspal semakin menurun. Sebaliknya pada kadar 4% sampai 6%, nilai VFWA cenderung meningkat, hal ini disebabkan oleh penambahan kadar limbah batu baterai mengakibatkan volume aspal meningkat sehingga semakin besar volume aspal menyebabkan nilai VFWA semakin tinggi akibat diisi oleh aspal dan limbah batu baterai.



Gambar 7.7 Grafik Hubungan antara Kadar Limbah Batu Baterai pada Kadar Aspal Optimum terhadap nilai VFWA

#### 7.4.2. Pengaruh limbah batu baterai terhadap nilai VITM (*Void in The mix*) campuran beton aspal pada kadar aspal optimum

VITM menyatakan prosentase rongga dalam campuran total. Nilai VITM dapat mengindikasikan tingkat kekedapan campuran. Hubungan antar kadar limbah batu baterai dengan nilai VITM dapat dilihat pada gambar 7.8 dan tabel 5.5. Dapat dilihat bahwa penambahan limbah batu baterai dari 0% sampai 4% nilai VITM cenderung menurun, sedangkan penambahan limbah batu baterai pada kadar 5% nilai VITM mengalami kenaikan. Kenaikan nilai VITM disebabkan oleh viskositas aspal meningkat sehingga rongga yang terisi aspal menurun. Penurunan nilai VITM disebabkan oleh penambahan limbah batu baterai yang mempengaruhi volume aspal, sehingga semakin besar volume aspal menyebabkan nilai VITM semakin menurun akibat diisi oleh aspal.



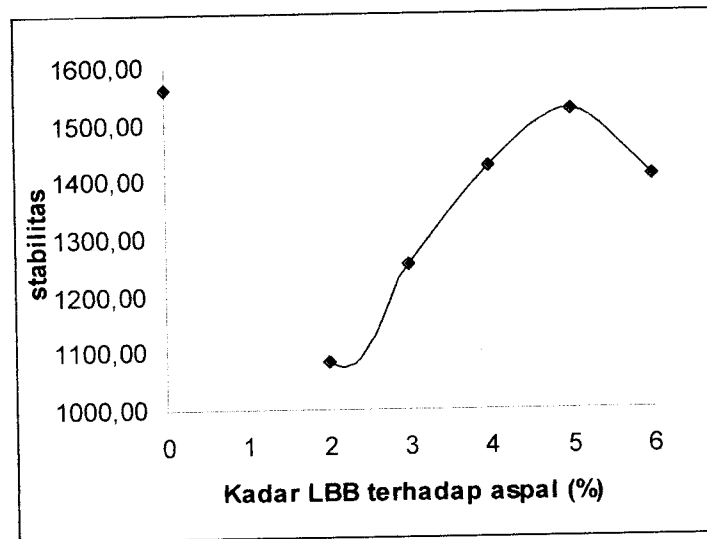
Gambar 7.8. Grafik hubungan antara Kadar Limbah Batu Baterai pada Kadar Aspal Optimum terhadap nilai VITM

### **7.4.3. Pengaruh Limbah Batu Baterai terhadap nilai stabilitas campuran beton aspal pada kadar aspal optimum**

Nilai stabilitas menunjukkan besarnya kemampuan menahan beban tanpa terjadinya deformasi. Besarnya nilai stabilitas dipengaruhi oleh *frictional resistance* dan *interlocking* yang terjadi antara partikel agregat dan kohesi campurannya.

Hubungan antara kadar limbah batu baterai dengan nilai stabilitas diilustrasikan pada gambar 7.9 dan tabel 6.5. Dapat dilihat pada kadar LBB 0% sampai 2% mengalami penurunan dan pada rentang penambahan 2% sampai 5% nilai stabilitas campuran beton aspal pada kadar aspal optimum meningkat yang disebabkan oleh rekatan (*interlocking*) antar agregat meningkat akibat Magan dari batu baterai yang dapat meningkatkan nilai kohesi. Pada rentang kadar limbah batu baterai 5% sampai 6% nilai stabilitas campuran beton aspal pada kadar aspal optimum menurun. Penurunan nilai stabilitas ini disebabkan karena penambahan limbah batu baterai yang berlebihan mengakibatkan volume aspal bertambah sehingga aspal yang menyelimuti agregat menjadi semakin tebal yang berakibat jarak antar agregat dalam campuran semakin besar, hal ini dibuktikan dengan kenaikan nilai VMA pada tiap penambahan kadar LBB seperti dapat dilihat pada gambar 7.12.





Gambar 7.9. Grafik hubungan antara Kadar Limbah Batu Baterai pada Kadar Aspal Optimum terhadap nilai stabilitas

Dari hasil penelitian dapat dilihat bahwa penambahan limbah batu baterai berakibat meningkatkan nilai stabilitas. Dengan nilai stabilitas yang lebih besar diharapkan campuran memiliki ketahanan terhadap *rutting* dan *shoving* lebih besar.

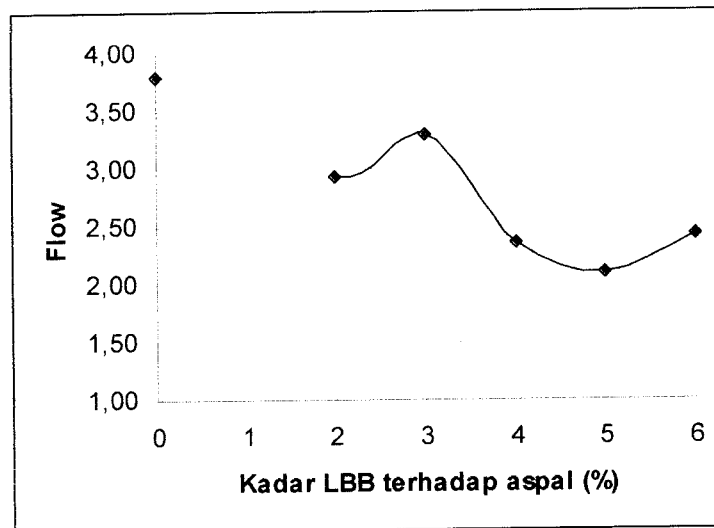
#### 7.4.4. Pengaruh limbah batu baterai terhadap nilai *flow* (kelelehan)

##### **campuran beton aspal pada kadar aspal optimum**

*Flow* atau kelelehan adalah besarnya deformasi yang terjadi pada awal pembebanan sampai stabilitas menurun yang menunjukkan besarnya deformasi dari campuran perkerasan akibat beban yang bekerja padanya. Nilai *flow* campuran dipengaruhi oleh kadar dan viskositas aspal, gradasi agregat serta jumlah dan temperatur pemadatan.

Hubungan antara kadar limbah batu baterai dengan nilai *flow* dapat dilihat pada Gambar 7.10. dan tabel 6.5. Dari gambar terlihat bahwa pada campuran

beton aspal pada kadar 0% sampai 2% cenderung mengalami penurunan. Hal ini disebabkan oleh viskositas aspal meningkat akibat penambahan kadar limbah batu baterai, sedangkan kenaikan nilai flow pada kadar LBB 3% dan 6% disebabkan karena kesalahan pada saat pembacaan alat.



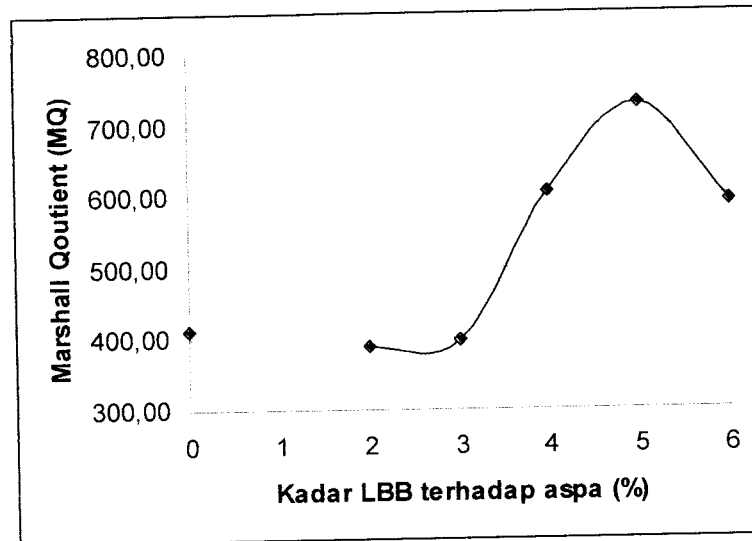
Gambar 7.10. Grafik hubungan antar Kadar Limbah Batu Baterai pada Kadar Aspal Optimum terhadap nilai *flow*

#### 7.4.5. Pengaruh limbah batu baterai terhadap nilai *Marshall Quotient* (MQ) campuran beton aspal pada kadar aspal optimum

*Marshall Quotient* merupakan hasil bagi antara stabilitas dengan *flow*. Nilai *Marshall Quotient* ini dapat mengindikasikan pendekatan terhadap kekakuan dan fleksibilitas dari suatu campuran.

Hubungan antara kadar limbah batu baterai dengan nilai *Marshall Quotient* dapat dilihat pada gambar 7.11. dan tabel 6.5. Dari gambar terlihat bahwa pada campuran beton aspal pada kadar 0% sampai 2% mengalami

penurunan. Pada kadar limbah batu baterai 3 % sampai 5 % cenderung mengalami peningkatan yang menunjukkan bahwa kekakuan campuran meningkat dengan penambahan limbah batu baterai, setelah mencapai keadaan optimum terjadi penurunan.

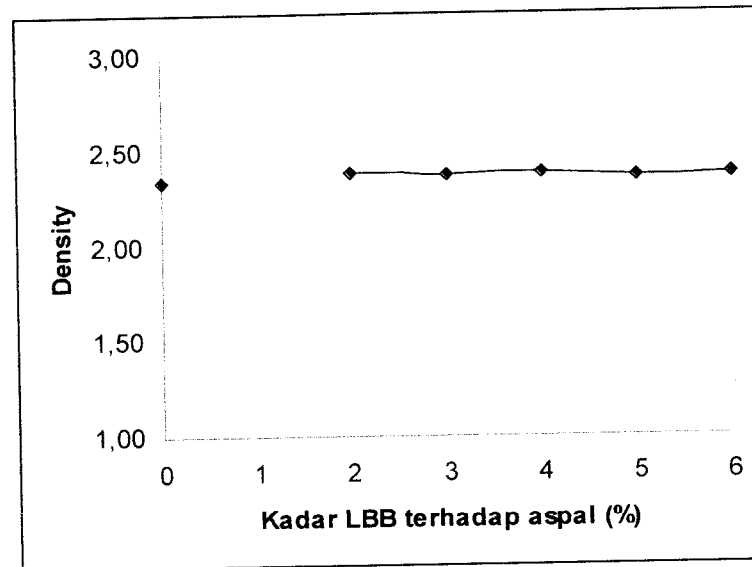


Gambar 7.11. Grafik hubungan antara Kadar Limbah Batu Baterai pada Kadar Aspal Optimum terhadap nilai *Marshall Quotient*.

#### 7.4.6 Pengaruh Limbah Batu Baterai terhadap nilai *Density* campuran beton aspal pada kadar aspal optimum

*Density* merupakan tingkat kerapatan setelah dipadatkan. Kepadatan (*density*) adalah berat campuran pada tiap satuan volume. *Density* campuran dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu gradasi agregat, pelaksanaan pemadatan, baik suhu pemadatan maupun jumlah tumbukannya, kualitas bahan penyusunnya, berat jenis agregat dalam kadar aspal. Campuran yang mempunyai nilai kepadatan

(*density*) tinggi akan mampu menahan beban yang lebih besar jika dibandingkan dengan campuran yang mempunyai nilai kepadatan rendah.

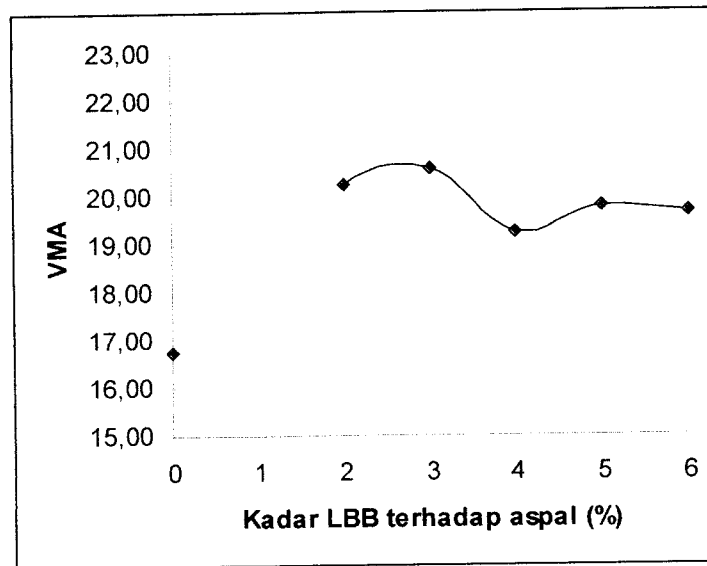


Gambar 7.12. Grafik hubungan antara Kadar Limbah Batu Baterai pada Kadar Aspal Optimum terhadap nilai *Density*.

Hubungan antara kadar limbah batu baterai dengan nilai *density* dapat dilihat pada Gambar 7.12. dan tabel 6.5. Dari gambar terlihat bahwa pada kadar limbah batu baterai 0% sampai 2% nilai *density* mengalami peningkatan yang relatif kecil, sedangkan pada rentang 2 % sampai 5 % cenderung konstan.

#### **7.4.7. Pengaruh Limbah Batu Baterai terhadap nilai VMA (*Void in Mineral Agregates*) campuran beton aspal pada kadar aspal optimum**

VMA (*Void in mineral Agregates*) adalah volume rongga yang terdapat diantara butir – butir agregat suatu campuran beraspal, termasuk rongga yang terisi aspal efektif.



Gambar 7.13. Grafik hubungan antara Kadar Limbah Batu Baterai pada Kadar Aspal Optimum terhadap nilai VMA.

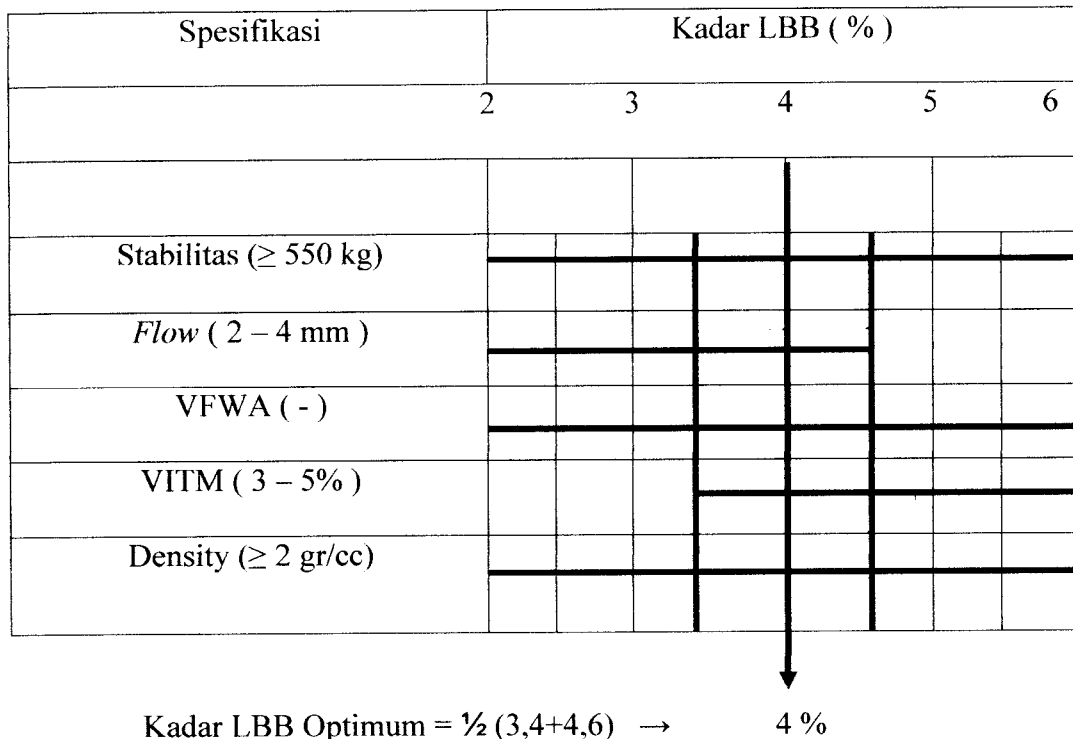
Hubungan antara nilai VMA dengan kadar limbah batu baterai dapat dilihat pada Gambar 7.13. Dari hasil penelitian terlihat bahwa hubungan kadar LBB pada kadar aspal optimum terdapat nilai VMA menunjukkan hasil yang berlawanan dan kemungkinan hal ini disebabkan penambahan kadar LBB mampu meningkatkan kohesi aspal sehingga ikatan antar aspal dan agregat semakin kuat yang mengakibatkan campuran semakin rapat, seiring penambahan kadar LBB sehingga nilai VMA semakin rendah.

#### **7.5. Penentuan Kadar Limbah Batu Baterai Optimum pada Kadar Aspal Optimum Campuran Beton Aspal**

Spesifikasi yang digunakan untuk menentukan kadar limbah batu baterai optimum pada kadar aspal optimum untuk campuran beton aspal grading IV adalah spesifikasi Bina Marga 1987. Kadar limbah batu baterai optimum

campuran beton aspal pada kadar aspal optimum ditentukan dengan cara grafis yang dapat dilihat pada Gambar 7.2.

Gambar 7.14 Kadar Limbah Batu Baterai pada Kadar Aspal Optimum Campuran Beton Aspal



### 7.6. Durabilitas Campuran Beton Aspal dengan dan tanpa Limbah Batu Baterai

Untuk mengetahui nilai durabilitas beton aspal, dilakukan pengujian *Immersion* antara campuran beton aspal yang menggunakan limbah batu baterai dan tanpa limbah batu baterai.

Durabilitas pada penelitian ini digunakan untuk mengetahui sejauh mana ketahanan campuran beton aspal dengan dan tanpa limbah batu baterai terhadap

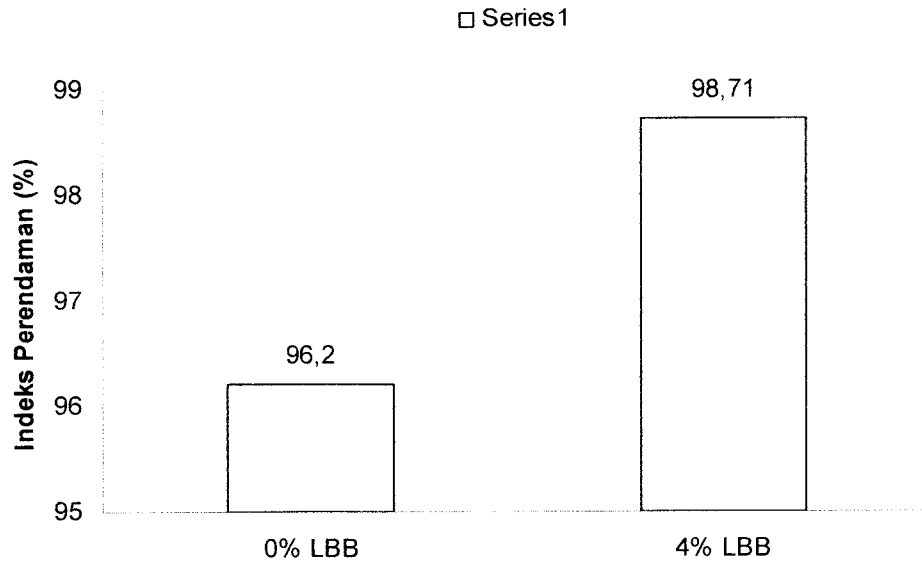
nilai stabilitas bila direndam dalam air pada suhu 60° C dengan lama perendaman 0,5 jam dan 24 jam.

Hubungan antara kadar limbah batu baterai dengan nilai stabilitas pada rendaman 0,5 jam dan 24 jam dapat dilihat pada Tabel 7.1. dan pada Gambar 7.14.

**Tabel 7.1. Hubungan antara Kadar Limbah Batu Baterai dengan nilai stabilitas pada perendaman selama 24 jam**

Kadar LBB %	Stabilitas pada berbagai perendaman		Indeks Perendaman (%)
	0,5 jam	24 jam	
0	1581.80	1521.74	96.20
4	1279.40	1262.96	98.71

Tabel 7.1. dan Gambar 7.15 mengilustrasikan bahwa nilai stabilitas campuran beton aspal tanpa limbah batu baterai (0 %) dan dengan limbah batu baterai (4 %) yang direndam pada suhu 60° C selama 24 jam dibandingkan dengan perendaman 0,5 mengalami kenaikan nilai stabilitas. Berdasarkan teori nilai stabilitas setelah direndam selama 24 jam lebih kecil dari nilai stabilitas yang direndam 0,5 jam. Hal ini disebabkan karena selama proses perendaman air masuk kedalam pori – pori campuran sehingga mengurangi kohesi dan penguncian antar agregat (*interlocking*).



Gambar 7.15 Grafik hubungan antara kadar limbah batu baterai dengan nilai Indeks Perendaman (IP)

Durabilitas campuran juga dapat ditunjukkan dari nilai indeks perendaman (IP). Pada Tabel 7.3 dan Gambar 7.15. dapat dilihat bahwa campuran dengan limbah batu baterai memiliki IP yang lebih tinggi dibandingkan dengan campuran aspal tanpa limbah batu baterai sehingga merupakan indikasi bahwa penambahan limbah batu baterai membuat campuran lebih awet. Campuran memiliki durabilitas yang baik apabila sulit dilewati oleh udara maupun air, sehingga campuran dengan kadar rongga (VITM) rendah cenderung lebih awet. Penelitian ini menunjukkan hasil sebaliknya. Campuran dengan LBB yang memiliki VITM lebih besar tetapi memiliki IP lebih tinggi.



## 7.7. Pengaruh Kadar Limbah Batu Baterai terhadap Sifat Fisik Aspal

### (penetrasi dan titik lembek)

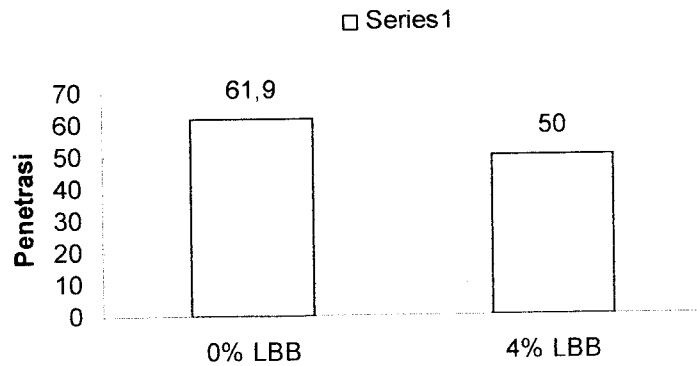
Pemeriksaan sifat fisik aspal dengan limbah batu baterai dilakukan setelah memperoleh kadar limbah batu baterai optimum. Perbandingan sifat fisik aspal dengan dan tanpa limbah batu baterai dapat dilihat pada Tabel 7.2 serta pada Gambar 7.16. dan Gambar 7.17.

**Tabel 7.2. Perbandingan sifat fisik aspal dengan dan tanpa limbah batu baterai.**

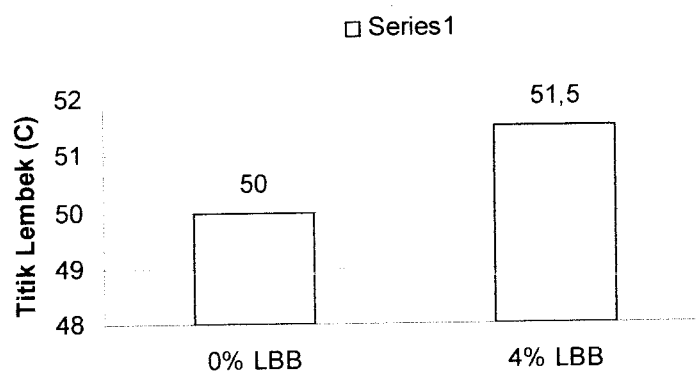
No.	Jenis pemeriksaan	Kadar LBB		Syarat *)		Satuan
		0%	4,0%	Min	Max	
1.	Penetrasi(25°C,5 detik)	61,9	50	60	79	0,1 mm
2.	Titik Lembek	50	51,5	48	58	°C

Sumber : Hasil Penelitian di Laboratorium Jalan Raya FTSP UII, 2006

Tabel 7.2 dan Gambar 7.16. menggambarkan kekerasan aspal meningkat dengan penambahan limbah batu baterai. Hal ini ditunjukkan dengan nilai penetrasi aspal dengan limbah batu baterai lebih rendah dibandingkan aspal tanpa limbah batu baterai. Nilai penetrasi yang lebih rendah ini dapat mengindikasikan bahwa viskositas atau kekentalannya lebih tinggi, sehingga apabila dipergunakan dalam campuran dapat berakibat nilai VFWA menurun, nilai VITM meningkat.



Gambar 7.16. Grafik hubungan antara kadar limbah batu baterai dengan nilai penetrasi aspal



Gambar 7.17. Grafik hubungan antara kadar limbah batu baterai dengan nilai Titik lembek aspal

Hasil titik lembek seperti pada Tabel 7.2 dan Gambar 7.17. menunjukkan aspal dengan limbah batu baterai memiliki nilai titik lembek yang lebih tinggi dibandingkan aspal tanpa limbah batu baterai. Hal ini mengindikasikan bahwa aspal dengan limbah batu baterai memiliki kepekaan temperatur yang lebih rendah dibandingkan dengan aspal tanpa limbah batu baterai, sehingga apabila dipergunakan dalam campuran beton aspal berakibat

nilai durabilitas lebih tinggi seiring dengan nilai IP (Indeks Perendaman) yang meningkat.

## BAB VIII

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 8.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah di uraikan pada bab sebelumnya maka dapat ditarik kesimpulan mengenai karakteristik campuran beton aspal dengan dan tanpa limbah batu baterai sebagai berikut :

1. Pengaruh penggunaan limbah batu baterai (LBB) terhadap nilai stabilitas campuran beton aspal menunjukkan bahwa pada interval 0% sampai 2% nilai stabilitas menurun, sedangkan pada interval 2% - 5% nilai stabilitas mengalami kenaikan. Nilai stabilitas tertinggi sebesar 1562,24 kg pada kadar LBB 0%, dan terendah sebesar 1083,68 kg pada kadar LBB 2%.
2. Penambahan kadar limbah batu baterai sebesar 4% mampu menaikkan nilai stabilitas campuran, yang mengindikasikan campuran dengan LBB relatif lebih tahan terhadap kemungkinan terjadinya *rutting* dan *shoving* karena memiliki stabilitas yang besar.
3. Penambahan kadar limbah batu baterai pada campuran beton aspal cenderung menurunkan nilai *flow*. Nilai *flow* tertinggi dicapai pada kadar LBB 0% sebesar 3,80 mm, sedangkan terendah dicapai pada kadar LBB 5% sebesar 2,10 mm.
4. Pengaruh penggunaan limbah batu baterai dalam campuran beton aspal terhadap jumlah void menunjukkan bahwa untuk interval 0%

sampai 3% nilai VFWA mengalami penurunan, sedangkan nilai VITM mengalami penurunan. Sebaliknya pada kadar 3% sampai 4% nilai VFWA mengalami peningkatan, sedangkan nilai VITM mengalami penurunan. Nilai VFWA tertinggi sebesar 77,80% pada kadar LBB 0%, dan terendah sebesar 62,35% pada kadar LBB 3%, sedangkan nilai VITM tertinggi sebesar 4,02% pada kadar LBB 0%, dan terendah sebesar 2,64% pada kadar LBB 2%.

5. Pengaruh penggunaan limbah batu baterai (LBB) terhadap nilai *Marshall Qoutient* (MQ) campuran beton aspal menunjukkan bahwa pada interval 0% sampai 2% nilai MQ menurun. Pada interval 2% sampai 5% mengalami kenaikan sedangkan pada interval 6% nilai MQ menurun. Nilai MQ tertinggi sebesar 729,09 kg/mm pada kadar 5%, dan terendah sebesar 389,00 kg/mm pada kadar LBB 2%.
6. Pengaruh penggunaan limbah batu baterai (LBB) terhadap nilai *Density* campuran beton aspal menunjukkan bahwa pada kadar limbah batu baterai 0% sampai 2% mengalami kenaikan density mengalami penurunan yang relatif kecil, sedangkan pada interval 2% sampai 6% nilai *density* cenderung konstan.
7. Campuran beton aspal dengan limbah batu baterai (LBB) memiliki nilai durabilitas lebih tinggi dibandingkan dengan campuran beton aspal tanpa LBB. Indeks Perendaman campuran beton aspal dengan LBB sebesar 98.71%, sedangkan campuran beton aspal tanpa LBB sebesar 96.20%.

8. Secara umum campuran beton aspal dengan kadar limbah batu baterai (LBB) 4% memiliki karakteristik *Marshall* yang lebih baik di banding campuran beton aspal tanpa LBB, yang ditunjukkan dengan nilai stabilitas, flow, VFWA dan Indeks Perendaman (IP) yang lebih tinggi dan nilai VITM dan MQ yang lebih rendah.

## **8.2. Saran - saran**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, penulis memberikan beberapa saran sebagai berikut :

1. Mengingat dalam penelitian ini tidak ditinjau pengaruh sifat kimiawi dari limbah batu baterai, maka perlu dilakukan penelitian lanjutan. Dengan meninjau sifat kimiawinya, agar dapat diketahui lebih cermat parameter yang mempengaruhi nilai durabilitas campuran beton aspal.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap limbah batu baterai sebagai *additive* pada campuran beton aspal terhadap nilai kohesi dan nilai modulus elastik.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Agus , R ,1977 dalam Majalah Teknik Jalan dan Transportasi No.090.
2. Atkins, H.N, 1997, HIGHWAY MATERIALS, SOILS, AND CONCRETES, Prentice Hall Inc, New Jersey.
3. Aji Setiawan dan Budy Kusnadi, 1988 : PENGARUH PENGGUNAAN LIMBAH KARBID SEBAGAI FILLER TERHADAP PERILAKU CAMPURAN BETON ASPAL, Tugas Akhir (Tidak Dipublikasikan), Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
4. Bina Marga, 1987, PETUNJUK PELAKSANAAN LAPIS ASPAL BETON (LASTON) UNTUK JALAN RAYA (SKBI-2.4.26.1987), Departemen Pekerjaan Umum, Yayasan Penerbit PU, Jakarta.
5. Bina Marga, 1988, ASPAL CAMPURAN PANAS DAN DURABILITAS TINGGI, Departemen Pekerjaan Umum, Buku I. Edisi Konsep, COCMU.
6. Crauss,J dan Ishai, 1997
7. Hendarsin, S.L, 2000, PERENCANAAN TEKNIS JALAN RAYA, Politeknis Negeri Bandung – Jurusan Teknik Sipil, Bandung.
8. Kerb, R.D, Walker, R.D, 1971, HIGHWAY MATERIAL, Mc Graw Hill Book Company, USA.
9. M. Bustanul Arifin dan M. Avif Maulana, 1997, PENGARUH LIMBAH BUSA LATEKS SEBAGAI ADDITIVE TERHADAP KARAKTIRISTIK MARSHALL DAN PERMEABILITAS BETON ASPAL (AC), Tugas Akhir (Tidak Dipublikasikan), Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

10. \_\_\_\_\_, 1994, PANDUAN PRAKTIKUM JALAN RAYA, Laboratorium Jalan Raya, Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
11. Rangkuman Pengetahuan Alam Lengkap, Penerbit APOLLO, Surabaya
12. Sukirman, S, 1992 dan 1999, PERKERASAN LENTUR JALAN RAYA, Nova, Bandung.
13. Wahyu Nuryata dan Doeva Rimbardi, 1997 : PENGGUNAAN LATEKS MURNI TERHADAP PENINGKATAN KUALITAS SPLIT MASTIC ASPHALT (SMA), Tugas Akhir (Tidak Dipublikasikan), Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.





**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jl. Kaliurang KM.14.4 TELP. 895042 - 895707 FAX. 895330

**PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AGREGAT**  
**HALUS**

Contoh dari : Celereng, kulon Progo      Diterima Tgl : 22 Mei 2006  
 Pekerjaan : Tugas Akhir                      Selesai Tgl : 23 Mei 2006  
 Jenis Contoh : -

KETERANGAN	BENDA UJI
Berat benda uji dalam keadaan basah jenuh (SSD)	500,0 Gram
Berat Vicnometer + air (B)	662,1 Gram
Berat Vicnometer + air + benda uji (BT)	976,7 Gram
Berat sample kering oven (BK)	489,9 Gram
Berat jenis = $\frac{BK}{(B + 500 - BT)}$	2,69
Berat SSD = $\frac{500}{(B + 500 - BT)}$	2,69
Berat jenis semu = $\frac{BK}{(B + BK - BT)}$	2,79
Penyerapan = $\frac{500 - BK}{BK} \times 100\%$	2,06

Yogyakarta, 29 Agustus 2006

Mengetahui :

Ka. Lab Jalan Raya UII

( Berlian Kushari, ST, M.Eng. )

Peneliti :

1. Ristian Yuliandra :

2. Ridho Kaban :



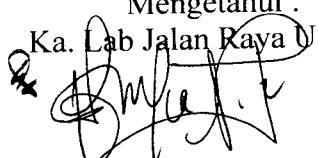
**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
 Jl. Kaliurang KM.14.4 TELP. 895042 - 895707 FAX. 895330

## PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AGREGAT KASAR

Contoh dari : Celereng, kulon Progo      Diterima Tgl : 22 Mei 2006  
 Pekerjaan : Tugas Akhir                      Selesai Tgl : 23 Mei 2006  
 Jenis Contoh : -

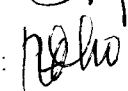
KETERANGAN	BENDA UJI
<b>Berat benda uji dalam keadaan basah jenuh (BJ)</b>	1.602 Gram
<b>Berat benda uji di dalam air (BA)</b>	1.000 Gram
<b>Berat sample kering oven (BK)</b>	1.574 Gram
<b>Berat jenis (bulk) = <math>\frac{BK}{(BJ - BA)}</math></b>	2,61
<b>Berat SSD = <math>\frac{BJ}{(BJ - BA)}</math></b>	2,67
<b>Berat jenis semu = <math>\frac{BK}{(BK - BA)}</math></b>	2,74
<b>Penyerapan = <math>\frac{BJ - BK}{BK} \times 100\%</math></b>	1,78

Yogyakarta, 29 Agustus 2006

Mengetahui :  
 Ka. Lab Jalan Raya UII  
  
 ( Berlian Kushari ,ST ,M.Eng. )

Peneliti :

1. Ristian Yuliandra : 

2. Ridho Kaban : 



**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

JL. Kaliurang KM.14.4 TELP. 895042 - 895707 FAX. 895330

**PEMERIKSAAN KEAUSAN AGREGAT DENGAN MESIN LOS**  
**ANGELES**

Contoh dari : Celereng, kulon Progo

Diterima Tgl : 19 Mei 2006

Pekerjaan : Tugas Akhir

Selesai Tgl : 19 Mei 2006

JENIS GRADASI				Benda uji
SARINGAN				(gram)
LOLOS		TERTAHAH		I
mm	Inch	mm	Inch	
72,2	3"	63,5	2,5"	
63,5	2,5"	50,8	2"	
50,8	2"	37,5	1,5"	
37,5	1,5"	25,4	1"	
25,4	1"	19,0	¾"	
19,0	¾"	12,5	½"	2.500
12,5	½"	09,5	3/8"	2.500
09,5	3/8"	06,3	¼"	
06,3	¼"	4,75	#4	
4,75	#4	2,36	#8	
<b>JUMLAH BENDA UJI (A)</b>				5.000,0
<b>JUMLAH TRTAHAN DI SIEVE 12 (B)</b>				3.805,0
<b>KEAUSAN = <math>\frac{(A - B)}{A} \times 100\%</math></b>				23,9 %

Yogyakarta, 29 Agustus 2006

Mengetahui :

Ka. Lab Jalan Raya UII

( Berlian Kushari, ST, M.Eng. )

Peneliti :

1. Ristian Yuliandra :

2. Ridho Kaban :



**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jl. Kaliurang KM.14.4 TELP. 895042 - 895707 FAX. 895330

**PEMERIKSAAN KELEKATAN**  
**AGGREGATE TERHADAP ASPAL**

Contoh dari : Celereng, kulon Progo      Diterima Tgl : 5 Juni 2006  
 Pekerjaan : Tugas Akhir                      Selesai Tgl : 6 Juni 2006  
 Jenis Contoh : -

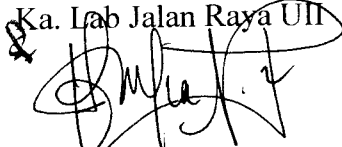
PEMANASAN SAMPEL	PEMBACAAN SUHU	PEMBACAAN WAKTU
Mulai pemanasan	26 <sup>0</sup> C	08.15 WIB
Selesai pemanasan	170 <sup>0</sup> C	08.30 WIB
<b>Didiamkan pada suhu ruang</b>		
Mulai	170 <sup>0</sup> C	08.30 WIB
Selesai		09.30 WIB
<b>Diperiksa</b>		
Mulai	26 <sup>0</sup> C	10.04 WIB
selesai	24 <sup>0</sup> C	11.48 WIB

HASIL PENGAMATAN

BENDA UJI	PERSEN YANG DISELIMUTI OLEH ASPAL
I	98 %

Yogyakarta, 29 Agustus 2006


Mengetahui :

Ka. Lab Jalan Raya UII  


( Berlian Kushari ,ST ,M.Eng. )

Peneliti :

1. Ristian Yuliandra : 

2. Ridho Kaban : 



**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
 JL. Kaliurang KM.14.4 TELP. 895042 - 895707 FAX. 895330

**PEMERIKSAAN PENETRASI ASPAL**

Contoh dari : Pertamina Cilacap                      Diterima Tgl : 6 Juni 2006  
 Pekerjaan : Tugas Akhir                                      Selesai Tgl : 7 Juni 2006  
 Jenis aspal : AC 60-70

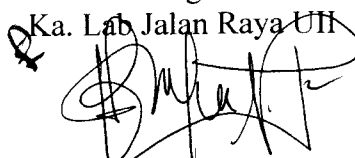
PEMANASAN SAMPEL	PEMBACAAN SUHU	PEMBACAAN WAKTU
Mulai pemanasan	25 <sup>0</sup> C	09.30 WIB
Selesai pemanasan	150 <sup>0</sup> C	10.30 WIB
<b>Didiamkan pada suhu ruang</b>		
Mulai	150 <sup>0</sup> C	10.30 WIB
Selesai	25 <sup>0</sup> C	11.30 WIB
<b>Direndam air dengan suhu 25<sup>0</sup> C</b>		
Mulai	25 <sup>0</sup> C	13.30 WIB
Selesai	25 <sup>0</sup> C	14.30 WIB
<b>Diperiksa</b>		
Mulai	25 <sup>0</sup> C	14.30 WIB
selesai	25 <sup>0</sup> C	14.45 WIB

**HASIL PENGAMATAN**

No	Cawan I	Cawan II	Sket hasil pemeriksaan
1	60 mm	61 mm	
2	62 mm	63 mm	
3	63 mm	62 mm	
4	64 mm	60 mm	
5	62 mm	62 mm	
	61,9 mm		


Yogyakarta, 29 Agustus 2006

Mengetahui :

Ka. Lab Jalan Raya UH  
  
 ( Berlian Kushari ,ST ,M.Eng. )

Peneliti :

1. Ristian Yuliandra : 

2. Ridho Kaban : 



**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jl. Kaliurang KM.14.4 TELP. 895042 - 895707 FAX. 895330

## PEMERIKSAAN TITIK NYALA DAN TITIK BAKAR

Contoh dari : Pertamina Cilacap

Pekerjaan : Tugas Akhir

Jenis aspal : AC 60-70

Diterima Tgl : 8 Juni 2006

Selesai Tgl : 8 Juni 2006

PEMANASAN SAMPEL	PEMBACAAN SUHU	PEMBACAAN WAKTU
Mulai pemanasan	26 <sup>0</sup> C	08.15 WIB
Selesai pemanasan	140 <sup>0</sup> C	08.30 WIB
<b>Didiamkan pada suhu ruang</b>		
Mulai	140 <sup>0</sup> C	08.30 WIB
Selesai	26 <sup>0</sup> C	09.30 WIB
<b>Diperiksa</b>		
Mulai	26 <sup>0</sup> C	10.04 WIB
selesai	339 <sup>0</sup> C	11.48 WIB

### HASIL PENGAMATAN

CAWAN	TITIK NYALA	TITIK BAKAR
I	335 <sup>0</sup> C	339 <sup>0</sup> C

Yogyakarta, 29 Agustus 2006

Mengetahui :

K. Lab. Jalan Raya UII

( Berlian Kushari, ST, M.Eng. )

Peneliti :

1. Ristian Yuliandra :

2. Ridho Kaban :



**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

JL. Kaliurang KM.14.4 TELP. 895042 - 895707 FAX. 895330

**PEMERIKSAAN TITIK LEMBEK ASPAL**

Contoh dari : Pertamina Cilacap

Pekerjaan : Tugas Akhir

Selesai Tgl : 9 Juni 2006

Jenis aspal : AC 60-70

PEMANASAN SAMPEL	PEMBACAAN SUHU	PEMBACAAN WAKTU
Mulai pemanasan	26 <sup>0</sup> C	08.15 WIB
Selesai pemanasan	140 <sup>0</sup> C	08.30 WIB
<b>Didiamkan pada suhu ruang</b>		
Mulai	140 <sup>0</sup> C	08.30 WIB
Selesai	26 <sup>0</sup> C	09.30 WIB
<b>Diperiksa</b>		
Mulai	26 <sup>0</sup> C	10.04 WIB
selesai	26 <sup>0</sup> C	11.48 WIB

**HASIL PENGAMATAN**

NO	SUHU YG DIAMATI	WAKTU (DETIK)		TITIK LEMBEK	
		I	II	I	II
1	5 <sup>0</sup> C	0	0	50 <sup>0</sup> C	50 <sup>0</sup> C
2	10 <sup>0</sup> C	1'51"	1'51"		
3	15 <sup>0</sup> C	4'34"	4'34"		
4	20 <sup>0</sup> C	5'59"	5'59"		
5	25 <sup>0</sup> C	6'59"	6'59"	Average 50 <sup>0</sup> C	
6	30 <sup>0</sup> C	7'41"	7'41"		
7	35 <sup>0</sup> C	8'31"	8'31"		
8	40 <sup>0</sup> C	9'40"	9'40"		
9	45 <sup>0</sup> C	10'49"	10'49"		
10	50 <sup>0</sup> C	12'30"	12'30"		
11	55 <sup>0</sup> C	0	0		

Yogyakarta, 29 Agustus 2006

Mengetahui :

Ka. Lab Jalan Raya UII

( Berlian Kushari ,ST ,M.Eng. )

Peneliti :

1. Ristian Yuliandra :

2. Ridho Kaban :



**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

JL. Kaliurang KM.14.4 TELP. 895042 - 895707 FAX. 895330

**PEMERIKSAAN DAKTILITAS ASPAL**

Contoh dari : Pertamina Cilacap

Pekerjaan : Tugas Akhir

Jenis aspal : AC 60-70

Diterima Tgl : 11 Juni 2006

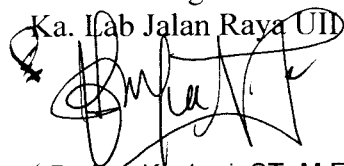
Selesai Tgl : 12 Juni 2006

<b>Persiapan benda uji</b>	<b>Contoh dipanaskan</b>	15 menit	<b>Pembacaan suhu oven <math>\pm 135^{\circ}\text{C}</math></b>
<b>Mendinginkan benda uji</b>	<b>Didiamkan pada suhu ruang</b>	60 menit	
<b>Perendaman benda uji</b>	<b>Direndam dalam water bath pada suhu <math>25^{\circ}\text{C}</math></b>	60 menit	<b>Pembacaan suhu water bath <math>\pm 25^{\circ}\text{C}</math></b>
<b>Pemeriksaan</b>	<b>Daktilitas pada suhu <math>25^{\circ}\text{C}</math> 5 cm permenit</b>	20 menit	<b>Pembacaan suhu oven <math>\pm 135^{\circ}\text{C}</math></b>

<b>Daktilitas pada suhu <math>25^{\circ}\text{C}</math> 5 cm permenit</b>	<b>Pembacaan pengukuran pada alat</b>
Pengamatan I	165 cm
Pengamatan II	165 cm
Rerata (I+II)	165 cm

Yogyakarta, 29 Agustus 2006

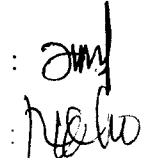
Mengetahui :

Ka. Lab Jalan Raya UII  


( Berlian Kushari ,ST ,M.Eng. )

Peneliti :

1. Ristian Yuliandra : 

2. Ridho Kaban : 





**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

JL. Kaliurang KM.14.4 TELP. 895042 - 895707 FAX. 895330

**PEMERIKSAAN KELARUTAN DALAM CCL4**

Contoh dari : Pertamina Cilacap

Pekerjaan : Tugas Akhir

Jenis aspal : AC 60-70

Diterima Tgl : 12 Juni 2006

Selesai Tgl : 12 Juni 2006

PEMERIKSAAN		Pembacaan waktu	Pembacaan suhu
Penimbangan	Mulai	13.47 WIB	26 <sup>0</sup> C
Pelarutan	Mulai	13.50 WIB	26 <sup>0</sup> C
Penyaringan	Mulai	14.00 WIB	26 <sup>0</sup> C
	Selesai	14.05 WIB	26 <sup>0</sup> C
Oven	Mulai	14.05 WIB	26 <sup>0</sup> C
Penimbangan	Selesai	14.15 WIB	26 <sup>0</sup> C

1 berat botol erlenmeyer kosong	74,3 gram
2 berat erlenmeyer + aspal	75,25 gram
3 berat aspal (2 - 1)	0,95 gram
4 berat kertas saring bersih	0,60 gram
5 berat kertas saring + endapan	0,61 gram
6 berat endapan saja (5 - 4)	0,01 gram
7 persentase endapan (6/3 x 100%)	1,05 %
8 bitumen yang terlarut (100% - 7)	99,081 %

Yogyakarta, 29 Agustus 2006

Mengetahui :

Ka. Lab Jalan Raya UN

( Berlian Kushari ,ST ,M.Eng. )

Peneliti :

1. Ristian Yuliandra :

2. Ridho Kaban :



**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

JL. Kaliurang KM.14.4 TELP. 895042 - 895707 FAX. 895330

**PEMERIKSAAN BERAT JENIS ASPAL**

Contoh dari : Pertamina Cilacap

Pekerjaan : Tugas Akhir

Jenis aspal : AC 60-70

Diterima Tgl : 13 Juni 2006

Selesai Tgl : 13 Juni 2006

NO	PEMERIKSAAN	BERAT
1	Berat vicnometer kosong	12,05 Gram
2	Berat vicnometer + aquadest	23,03 Gram
3	Berat air (2 - 1)	10,98 Gram
4	Berat vicnometer + aspal	14,06 Gram
5	Berat aspal (4 - 1)	2,01 Gram
6	Berat vicnometer + aspal + aquadest	23,05 Gram
7	Berat air (6 - 4)	8,99 Gram
8	Volume air (3 - 7)	1,99 Gram
9	Berat jenis aspal (5/8)	1,01

Yogyakarta, 29 Agustus 2006

Mengetahui :

Ka. Lab Jalan Raya UII

( Berlian Kushari ,ST ,M.Eng. )

Peneliti :

1. Ristian Yuliandra :

2. Ridho Kaban :



**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

JL. Kaliurang KM.14.4 TELP. 895042 - 895707 FAX. 895330

### PEMERIKSAAN SAND EQUIVALENT

Contoh dari : Celereng, kulon Progo

Pekerjaan : Tugas Akhir

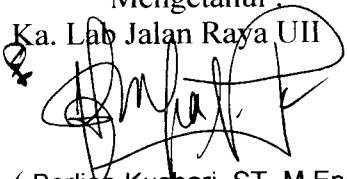
Diterima Tgl : 14 Juni 2006

Selesai Tgl : 14 Juni 2006

TRIAL NUMBER		I	II
<b>Seaking (10.1 min)</b>	<b>Start</b>	11.27 WIB	11.30 WIB
	<b>Stop</b>	11.37 WIB	11.40 WIB
<b>Sedimentation (20 min – 15 sec)</b>	<b>Start</b>	11.44 WIB	12.04 WIB
	<b>Stop</b>	11.45 WIB	12.05 WIB
<b>Clay reading</b>		4,42	4,80
<b>Sand reading</b>		3,28	3,40
$SE = \frac{\text{Sand Reading}}{\text{Clay Reading}} \times 100\%$		73,50%	70,80%
<b>Avarage Sand Equivalent</b>		72,15%	

Yogyakarta, 29 Agustus 2006

Peneliti :

Mengetahui :  
 Ka. Lab Jalan Raya UII  
  
 ( Berlian Kushari ,ST ,M.Eng. )

1. Ristian Yuliandra :

2. Ridho Kaban :







**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

JL. Kaliurang KM.14.4 TELP. 895042 - 895707 FAX. 895330

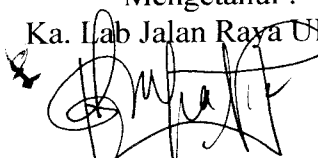
### ANALISA SARINGAN AGREGAT

Contoh dari : Celereng, kulon Progo      Diterima Tgl : 19 Mei 2006  
 Pekerjaan : Tugas Akhir                      Selesai Tgl : 19 Mei 2006  
 Jenis agregat : Batu pecah


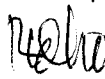
No saringan		Berat tertahan (gram)		Jumlah (%)		Spesifikasi (%)	
mm	Inch	Tertahan	Jumlah	Tertahan	Lolos	Min	max
	¾"	0,00	0,00	0,00	100,0	-	100
	½"	115,2	115,2	10,00	90,00	80	100
	3/8"	115,2	230,4	20,00	80,00	70	90
	#4	230,4	460,80	40,00	60,00	50	70
	#8	201,6	662,4	57,50	42,50	35	50
	#30	218,90	881,30	76,50	23,50	18	29
	#50	63,30	944,60	82,00	18,00	13	23
	#100	69,20	1013,80	88,00	12,00	8	16
	#200	57,60	1071,40	93,00	7,00	4	10
	PAN	80,60	1152	0	0	0	0

Keterangan : Kadar Aspal = 4,0%  
 Berat campuran = 1.200 gram  
 Berat aspal = 48 gram  
 Berat agregat = 1152 gram

Yogyakarta, 29 Agustus 2006

Mengetahui :  
 Ka. Lab Jalan Raya UII  
  
 ( Berlian Kushari, ST, M.Eng. )

Peneliti :

1. Ristian Yuliandra :   
 2. Ridho Kaban : 



**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

JL. Kaliurang KM.14.4 TELP. 895042 - 895707 FAX. 895330

### ANALISA SARINGAN AGREGAT

Contoh dari : Celereng, kulon Progo      Diterima Tgl : 19 Mei 2006

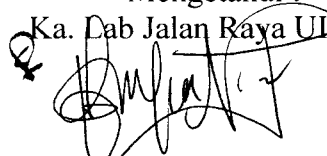
Pekerjaan : Tugas Akhir                      Selesai Tgl : 19 Mei 2006

Jenis agregat : Batu pecah



No saringan		Berat tertahan (gram)		Jumlah (%)		Spesifikasi (%)	
mm	Inch	Tertahan	Jumlah	Tertahan	Lolos	Min	max
	¾"	0,00	0,00	0,00	100,0	-	100
	½"	114,6	114,6	10,00	90,00	80	100
	3/8"	114,6	229,20	20,00	80,00	70	90
	#4	229,2	458,4	40,00	60,00	50	70
	#8	200,5	658,9	57,50	42,50	35	50
	#30	217,8	876,7	76,50	23,50	18	29
	#50	63,00	939,7	82,00	18,00	13	23
	#100	68,8	1008,5	88,00	12,00	8	16
	#200	57,30	1065,8	93,00	7,00	4	10
	PAN	80,20	1146	0	0	0	0

Keterangan : Kadar Aspal = 4,5%  
 Berat campuran = 1.200 gram  
 Berat aspal = 54 gram  
 Berat agregat = 1146 gram

Yogyakarta, 29 Agustus 2006

Mengetahui :  
 Ka. Lab Jalan Raya UII  
  
 ( Berlian Kushari ,ST ,M.Eng. )

Peneliti :

1. Ristian Yuliandra :   
 2. Ridho Kaban : 



**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
 JL. Kaliurang KM.14.4 TELP. 895042 - 895707 FAX. 895330

### ANALISA SARINGAN AGREGAT

Contoh dari : Celereng, kulon Progo      Diterima Tgl : 19 Mei 2006

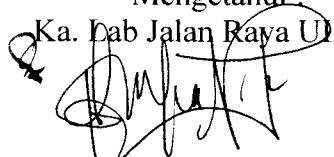
Pekerjaan : Tugas Akhir      Selesai Tgl : 19 Mei 2006

Jenis agregat : Batu pecah



No saringan		Berat tertahan (gram)		Jumlah (%)		Spesifikasi (%)	
mm	Inch	Tertahan	Jumlah	Tertahan	Lolos	Min	max
	¾"	0,00	0,00	0,00	100,0	-	100
	½"	114	114	10,00	90,00	80	100
	3/8"	114	228	20,00	80,00	70	90
	#4	228	456	40,00	60,00	50	70
	#8	199,5	655,5	57,50	42,50	35	50
	#30	216,6	872,1	76,50	23,50	18	29
	#50	62,7	934,8	82,00	18,00	13	23
	#100	68,4	1003,2	88,00	12,00	8	16
	#200	57	1060,2	93,00	7,00	4	10
	PAN	79,8	1140	0	0	0	0

Keterangan : Kadar Aspal = 5%  
 Berat campuran = 1.200 gram  
 Berat aspal = 60 gram  
 Berat agregat = 1140 gram

Yogyakarta, 29 Agustus 2006

Mengetahui :  
 Ka. Lab Jalan Raya UII  
  
 ( Berlian Kushari ,ST ,M.Eng. )

Peneliti :

1. Ristian Yuliandra :   
 2. Ridho Kaban : 



**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

JL. Kaliurang KM.14.4 TELP. 895042 - 895707 FAX. 895330

### ANALISA SARINGAN AGREGAT

Contoh dari : Celereng, kulon Progo      Diterima Tgl : 19 Mei 2006

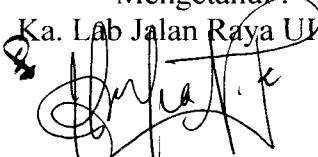
Pekerjaan : Tugas Akhir      Selesai Tgl : 19 Mei 2006

Jenis agregat : Batu pecah



No saringan		Berat tertahan (gram)		Jumlah (%)		Spesifikasi (%)	
mm	Inch	Tertahan	Jumlah	Tertahan	Lolos	Min	max
	3/4"	0,00	0,00	0,00	100,0	-	100
	1/2"	113,4	113,4	10,00	90,00	80	100
	3/8"	113,4	226,8	20,00	80,00	70	90
	#4	226,8	453,6	40,00	60,00	50	70
	#8	198,5	652,1	57,50	42,50	35	50
	#30	215,4	867,5	76,50	23,50	18	29
	#50	62,4	929,9	82,00	18,00	13	23
	#100	68	997,9	88,00	12,00	8	16
	#200	56,7	1054,6	93,00	7,00	4	10
	PAN	79,4	1134	0	0	0	0

Keterangan : Kadar Aspal = 5,5%  
 Berat campuran = 1.200 gram  
 Berat aspal = 66 gram  
 Berat agregat = 1134 gram

Yogyakarta, 29 Agustus 2006

Mengetahui :  
 Ka. Lab Jalan Raya UI  
  
 ( Berlian Kushari ,ST ,M.Eng. )

Peneliti :

1. Ristian Yuliandra :   
 2. Ridho Kaban : 





**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jl. Kaliurang KM.14.4 TELP. 895042 - 895707 FAX. 895330

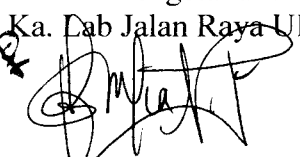
### ANALISA SARINGAN AGREGAT

Contoh dari : Celereng, kulon Progo      Diterima Tgl : 19 Mei 2006  
 Pekerjaan : Tugas Akhir                      Selesai Tgl : 19 Mei 2006  
 Jenis agregat : Batu pecah



No saringan		Berat tertahan (gram)		Jumlah (%)		Spesifikasi (%)	
mm	Inch	Tertahan	Jumlah	Tertahan	Lolos	Min	max
	¾"	0,00	0,00	0,00	100,0	-	100
	½"	112,8	112,8	10,00	90,00	80	100
	3/8"	112,8	225,6	20,00	80,00	70	90
	#4	225,6	451,2	40,00	60,00	50	70
	#8	197,4	648,6	57,50	42,50	35	50
	#30	214,3	862,9	76,50	23,50	18	29
	#50	62	924,9	82,00	18,00	13	23
	#100	67,7	992,6	88,00	12,00	8	16
	#200	56,44	1049,04	93,00	7,00	4	10
	PAN	78,9	1128	0	0	0	0

Keterangan : Kadar Aspal = 6%  
 Berat campuran = 1.200 gram  
 Berat aspal = 72 gram  
 Berat agregat = 1128 gram

Yogyakarta, 29 Agustus 2006

Mengetahui :  
 Ka. Lab Jalan Raya UII  
  
 ( Berhan Kushari ,ST ,M.Eng. )

Peneliti :

1. Ristian Yuliandra :   
 2. Ridho Kaban : 



**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

JL. Kaliurang KM.14.4 TELP. 895042 - 895707 FAX. 895330

**ANALISA SARINGAN AGREGAT PADA KADAR ASPAL OPTIMUM (5,5%)**

Contoh dari : Celereng, kulon Progo      Diterima Tgl : 19 Mei 2006

Pekerjaan : Tugas Akhir      Selesai Tgl : 19 Mei 2006

Jenis agregat : Batu pecah

No saringan		Berat tertahan (gram)		Jumlah (%)		Spesifikasi (%)	
mm	Inch	Tertahan	Jumlah	Tertahan	Lolos	Min	max
	¾"	0,00	0,00	0,00	100,0	-	100
	½"	113,4	113,4	10,00	90,00	80	100
	3/8"	113,4	226,8	20,00	80,00	70	90
	#4	226,8	453,6	40,00	60,00	50	70
	#8	198,5	652,1	57,50	42,50	35	50
	#30	215,4	867,5	76,50	23,50	18	29
	#50	62,4	929,9	82,00	18,00	13	23
	#100	68	997,9	88,00	12,00	8	16
	#200	56,7	1054,6	93,00	7,00	4	10
	PAN	79,4	1134	0	0	0	0

Keterangan : Kadar Aspal = 5,5%

Berat aspal = 66 gram

Yogyakarta, 29 Agustus 2006

Mengetahui :

Ka. Lab Jalan Raya UI

( Berlian Kushari, ST, M.Eng. )

Peneliti :

1. Ristian Yuliandra :

2. Ridho Kaban :



**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

JL. Kaliurang KM.14.4 TELP. 895042 - 895707 FAX. 895330

**PEMERIKSAAN BERAT JENIS ASPAL DENGAN LIMBAH BATU**  
**BATERAI**

Contoh dari : Pertamina Cilacap

Pekerjaan : Tugas Akhir

Jenis aspal : AC 60-70

Diterima Tgl : 9 Agustus 2006

Selesai Tgl : 9 Agustus 2006

NO	PEMERIKSAAN	BERAT
1	Berat vicnometer kosong	12,6 Gram
2	Berat vicnometer + aquadest	23,9 Gram
3	Berat air (2 - 1)	11,30 Gram
4	Berat vicnometer + aspal	13,80 Gram
5	Berat aspal (4 - 1)	1,20 Gram
6	Berat vicnometer + aspal + aquadest	23,88 Gram
7	Berat air (6 - 4)	10,08 Gram
8	Volume air (3 - 7)	1,22 Gram
9	Berat jenis aspal (5/8)	1

Yogyakarta, 29 Agustus 2006

Mengetahui :

Ka. Lab Jalan Raya UII

( Berlian Kushari ,ST ,M.Eng. )

Peneliti :

1. Ristian Yuliandra :

2. Ridho Kaban :

Tanggal : 29 Mei 2006 s/d 29 Juli 2006  
 Ditunggal Oleh : R. Yulindra dan Ridho Kaban  
 Diperiksa Oleh : Sukanto HM.

Asal material : Clereng Kulon Progo  
 Jenis Campuran : LASTON  
 Di kerjakan Oleh : Andra dan Ridho

HASIL PEMERIKSAAN MARSHAL TEST DENGAN LIMBAH BATU BATERAI  
 KAO (%)

Sample	t (mm)	DENSITY											VMA	VFWA	VTIM	stabilitas			QM	
		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k				l	m	n		o
1	61.6	5.820	5.5	1162.0	1178.0	686.0	492	2.36	2.44	12.74	84.03	3.23	20.45	62.27	3.23	42.00	945.924	1078.35	2.00	539.177
2	62.6	5.820	5.5	1187.0	1183.0	687.0	496	2.39	2.44	12.90	85.15	1.95	20.12	64.14	1.95	32.00	720.704	799.98	2.90	275.856
3	62.3	5.820	5.5	1185.0	1186.0	689.0	497	2.38	2.44	12.86	84.83	2.31	20.12	63.90	2.31	53.00	1193.67	1372.72	3.90	351.978
								<b>2.38</b>					<b>20.23</b>	<b>63.44</b>	<b>2.50</b>			<b>1083.68</b>	<b>2.93</b>	<b>389.00</b>
1	61.9	5.820	5.5	1178.0	1180.0	687.0	493	2.39	2.44	12.88	85.02	2.10	20.11	64.07	2.10	48.00	1081.06	1210.78	4.30	281.577
2	61.6	5.820	5.5	1181.0	1186.0	689.0	497	2.38	2.44	12.81	84.55	2.64	20.22	63.37	2.64	37.00	833.314	1008.31	2.80	360.111
3	62.1	5.820	5.5	1181.0	1186.0	686.0	500	2.36	2.44	12.74	84.04	3.22	21.36	59.63	3.22	58.00	1306.28	1541.41	2.80	550.502
								<b>2.38</b>					<b>20.56</b>	<b>62.35</b>	<b>2.65</b>			<b>1253.50</b>	<b>3.30</b>	<b>397.40</b>
1	61.1	5.820	5.5	1173.0	1178.0	686.0	492	2.38	2.44	12.86	84.83	2.32	15.17	84.73	2.32	53.00	1193.67	1372.72	2.40	571.965
2	61.9	5.820	5.5	1164.0	1168.0	679.0	489	2.38	2.44	12.84	84.69	2.47	21.76	58.99	2.47	58.00	1306.28	1508.75	2.20	685.795
3	61.3	5.820	5.5	1175.0	1179.0	684.0	495	2.37	2.44	12.80	84.46	2.74	20.86	61.36	2.74	54.00	1216.19	1398.62	2.50	559.446
								<b>2.38</b>					<b>19.26</b>	<b>68.36</b>	<b>2.51</b>			<b>1426.69</b>	<b>2.37</b>	<b>605.74</b>
1	61.8	5.820	5.5	1180.0	1182.0	685.0	497	2.37	2.44	12.80	84.48	2.72	21.23	60.30	2.72	69.00	1554.02	1787.12	2.00	893.560
2	62.3	5.820	5.5	1180.0	1185.0	685.0	500	2.36	2.44	12.73	83.97	3.31	21.76	58.48	3.31	54.00	1216.19	1422.94	2.20	646.791
3	61.8	5.820	5.5	1178.0	1179.0	678.0	501	2.35	2.44	12.68	83.66	3.66	16.34	77.59	3.66	52.00	1171.14	1358.53	2.10	646.918
								<b>2.36</b>					<b>19.78</b>	<b>65.46</b>	<b>3.23</b>			<b>1522.86</b>	<b>2.10</b>	<b>729.09</b>
1	62.3	5.820	5.5	1187.0	1188.0	684.0	504	2.36	2.44	12.70	83.80	3.50	20.69	61.38	3.50	59.00	1328.8	1554.69	2.10	740.330
2	62.2	5.820	5.5	1189.0	1190.0	686.0	504	2.36	2.44	12.72	83.94	3.34	16.06	79.19	3.34	48.00	1081.06	1275.65	2.80	455.588
3	62.5	5.820	5.5	1187.0	1188.0	693.0	495	2.40	2.44	12.93	85.32	1.75	22.24	58.14	1.75	53.00	1193.67	1396.59	2.40	581.912
								<b>2.37</b>					<b>19.66</b>	<b>66.24</b>	<b>2.87</b>			<b>1408.98</b>	<b>2.43</b>	<b>592.61</b>

t = Tebal Benda Uji  
 a = % Aspal terhadap batuan  
 b = % Aspal terhadap Campuran  
 c = Berat kering (sebelum direndam) (gr)  
 d = Berat basah jenuh (SSD) (gr)  
 e = Berat didalam air (gr)  
 f = Volume (isi) d-e  
 g = Berat isi c/f  
 h = B.J Maksimum {100 : (% Agr/Bj Agr + % Asp/Bj. Asp)

i = (b x g) : Bj Aspal  
 j = (100 - b) x g : Bj Agregat  
 k = Jumlah kandungan rongga (100-i-j)  
 l = Rongga terhadap agregat (100 - j)  
 m = Rongga yang terisi aspal (VFWA) 100 x (i/l) (%)  
 n = Rongga yang terisi campuran  
 o = Pembacaan arloji stabilitas  
 p = o x kalibrasi proving ring (kg)  
 q = p x koreksi tebal benda uji (stabilitas) (kg)

r = Flow (kelelahan plastis) (mm)  
 QM = Quotient Marshall (kg/mm)  
 Suhu pencampuran = ± 160°C  
 Suhu pemadatan = ± 140°C  
 Suhu waterbath = 60°C  
 B.J Aspal = 1,02  
 B.J Agregat = 2,656  
 Kalibrasi proving ring = 22,522 kg

Mengakhiri:  
 Kepala Lab Jalan Raya  
 Bertan Kusnari, ST, M.Eng.

Yogyakarta, 23 Juli 2006  
 Peneliti:

Asal material : Clereng Kulon Progo  
 Jenis Campuran : LASTON  
 Di kerjakan Oleh : Andra dan Ridho

Tanggal : 29 Mei 2006 s/d 29 Juli 2006  
 Dihitung Oleh : R. Yulindra dan Ridho Kaban  
 Diperiksa Oleh : Sukanto HM.

HASIL PEMERIKSAAN MARSHAL TEST  
 KAO (%)

Sample	t (mm)	DENSITY											VMA	VFWA	VITM	stabilitas		flow	QM	angka koreksi	
		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k				l	m				n
1	63.3	4.167	4.0	1170.0	1182.0	657.0	525	2.23	2.49	8.83	80.55	10.62	19.45	45.38	10.62	60.00	1351.32	1364.83	3.80	359.167	1.0.1
2	66.4	4.167	4.0	1182.1	1191.0	653.0	538	2.27	2.49	8.70	79.42	11.88	20.58	42.28	11.88	61.00	1373.84	1236.46	3.60	343.461	0.9
3	63.9	4.167	4.0	1187.8	1196.0	673.0	523	2.27	2.49	8.99	82.09	8.92	17.91	50.22	8.92	61.00	1373.84	1332.63	3.80	350.691	0.97
								2.23					19.31	45.96	10.47						
1	66.2	4.712	4.5	1146.4	1156.0	647.0	509	2.25	2.47	10.03	80.98	8.98	19.02	52.77	8.98	62.00	1396.36	1256.73	3.80	330.718	0.9
2	64.5	4.712	4.5	1178.9	1190.0	663.0	527	2.24	2.47	9.97	80.43	9.60	19.57	50.94	9.60	64.00	1441.41	1354.92	3.20	423.414	0.94
3	62.3	4.712	4.5	1119.0	1125.0	617.0	508	2.20	2.47	9.81	79.20	10.98	20.80	47.19	10.98	61.00	1373.84	1415.06	3.60	393.071	1.03
								2.23					19.79	50.30	9.85						
1	59.9	5.263	5.0	1134.0	1143.0	652.0	491	2.31	2.46	11.43	82.61	5.96	17.39	65.74	5.96	67.00	1508.97	1659.87	2.70	614.767	1.1
2	62.3	5.263	5.0	1165.0	1173.0	662.0	511	2.28	2.46	11.29	81.55	7.17	18.45	61.16	7.17	65.00	1463.93	1507.85	2.60	579.942	1.03
3	63.2	5.263	5.0	1211.5	1212.0	687.0	525	2.31	2.46	11.42	82.54	6.04	17.46	65.43	6.04	61.50	1385.1	1398.95	3.90	358.706	1.01
								2.30					17.77	64.11	6.39						
1	61.5	5.820	5.5	1155.0	1162.0	667.0	495	2.33	2.44	12.71	83.02	4.27	16.98	74.83	4.27	63.00	1418.89	1489.83	3.50	425.666	1.05
2	58.8	5.820	5.5	1172.0	1146.0	662.0	484	2.42	2.44	13.19	86.16	0.66	13.84	95.25	0.66	61.50	1385.1	1565.17	4.00	391.292	1.13
3	61.5	5.820	5.5	1145.3	1180.0	674.0	506	2.26	2.44	12.33	80.53	7.14	19.47	63.31	7.14	69.00	1554.02	1631.72	3.90	418.389	1.05
								2.34					16.76	77.80	4.02						
1	60	6.383	6.0	1149.0	1151.0	667.0	484	2.37	2.42	14.10	84.02	1.88	15.98	88.24	1.88	68.00	1531.5	1684.65	5.00	336.929	1.1
2	60.9	6.383	6.0	1166.8	1173.0	670.0	503	2.32	2.42	13.78	82.10	4.12	17.90	76.97	4.12	52.00	1171.14	1233.12	4.60	272.418	1.07
3	58.6	6.383	6.0	1136.4	1139.0	657.0	482	2.36	2.42	14.01	83.44	2.55	16.56	84.59	2.55	59.50	1340.06	1541.07	2.60	592.718	1.15
								2.35					16.81	83.27	2.85						

t = Tebal Benda Uji

a = % Aspal terhadap batuan

b = % Aspal terhadap Campuran

c = Berat kering (sebelum direndam) (gr)

d = Berat basah jenuh (SSD) (gr)

e = Berat didalam air (gr)

f = Volume (isi) d-e

g = Berat isi c/f

h = B.J Maksimum {100 : (% Agr/Bj Agr + % Asp/Bj. Asp)}

i = (b x g) : Bj Asp

j = (100 - b) x g : Bj Agregat

k = Jumlah kandungan rongga (100-i-j)

l = Rongga terhadap agregat (100 - j)

m = Rongga yang terisi aspal (VFWA) 100 x (i/l) (%)

n = Rongga yang terisi campuran 100 - {100 x (g/h)} (%)

o = Pembacaan arloji stabilitas

p = o x kalibrasi proving ring (kg)

q = p x koreksi tebal benda uji (stabilitas) (kg)

r = Flow (kelelahan plastis) (mm)

QM = Quotient Marshall (kg/mm)

Suhu pencampuran = ± 160°C

Suhu pematangan = ± 140°C

Suhu waterbath = 60°C

B.J Aspal = 1.01

B.J Agregat = 2.656

Kalibrasi proving ring = 22,522 kg

Mengstahui:

Kepala Lab. Jalan Raya

Berlibur Kasihari, S.T., M.Eng.

Yogyakarta, 23 juli 2006

Peneliti:



UNTUK DOSEN

**KARTU PRESENSI KONSULTASI**  
**TUGAS AKHIR MAHASISWA**

PERIODE KE	: II ( Des 05 - Mei 06 )
TAHUN	: 2005 - 2006
<b>Berlaku Sampai Akhir Mei 2006</b>	

NO	N A M A	NO.MHS.	BID.STUDI
1.	RIDHO KABAN	97 511 129	Teknik Sipil
2.	RISTIAN YULIANDRA	97 511 421	Teknik Sipil

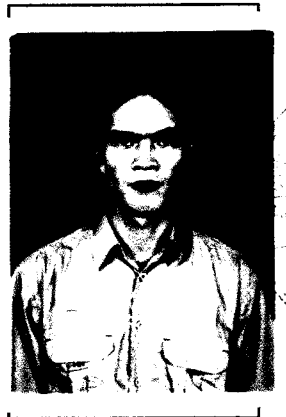
**JUDUL TUGAS AKHIR**

Pengaruh Limbah Batu Baterai ( Mangan/ Mn ) Terhadap Karakteristik Marshall Pada Beton Aspal

Josen Pembimbing I : Balya Umar,Ir,H,MSc

Josen Pembimbing II : Balya Umar,Ir,H,MSc

Foto  
4 x 6



Jogjakarta , 1-Mar-06  
a.n. Dekan

*(Signature)*  
Ir.H.Munadhir, MS

alamat	:	
alamat	:	
alamat	:	
alamat	:	

Karena ada hambatan di Lab  
 Il. Raya (kon Gempa), mhs tsb  
 di lab bisa kerja di lab, maka  
 pertimbangan saya diton  
 diperpanjang sampai  
 akhir Oktober '06  
 Balya Umar

Diperpanjang<sup>540</sup>  
 Alvin Agustus 06,  
 Hru 10/09/07

CATATAN KONSULTASI TUGAS AKHIR

NO	TANGGAL	KONSULTASI KE :	TAMBAHAN
	15/4-08	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Daftar Pustaka sdh lengkap &amp; tulis</li> <li>- Pada daftar pustaka tulislah hasil-hasil penelitian <del>yang</del> terdahulu yang sejenis.</li> <li>- Edit &amp; sampul rakam.</li> <li>- Konsultasi berikutnya ke sup &amp; stampir ke m lemban<sup>2</sup> yg say, koreksi</li> </ul>	
	27/4-08	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Edit &amp; sampul rakam.</li> <li>- Uda</li> </ul>	
	08/5-08	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Edit &amp; persiapan Seminar</li> </ul>	
	9/5-08	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Edit</li> <li>- Persiapan Seminar</li> </ul>	
	24/8-08	<ul style="list-style-type: none"> <li>- segera perbaikan<sup>2</sup> yg say, koreksi</li> <li>- Konsultasi berikutnya ke Supalia ke m lemban<sup>2</sup> yg say, koreksi</li> </ul>	





**KARTU PESERTA TUGAS AKHIR**

NO	N A M A	NO. MHS.	BID. STUDI
1.	RIDHO KABAN	97 511 129	Teknik Sipil
2.	RISTIAN YULIANDRA	97 511 421	Teknik Sipil

**JUDUL TUGAS AKHIR**

Pengaruh Limbah Batu Baterai ( Mangran/ Mn ) Terhadap Karakteristik Nershal Pada Beton Aspal

**PERIODE KE : II (Des 05 - Mei 06)**

**TAHUN : 2005 - 2006**

**Berlaku Sampai Akhir Mei 2006**

No.	Kegiatan	Bulan Ke :					
		Des.	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	Mei
1	Pendaftaran	■					
2	Penentuan Dosen Pembimbing	■					
3	Pembuatan Proposal		■				
4	Seminar Proposal		■				
5	Konsultasi Penyusunan TA			■	■	■	■
6	Sidang - Sidang					■	■
7	Pendadaran						■

Dosen Pembimbing I : Balya Umar, Ir, H, MSc

Dosen Pembimbing II : Balya Umar, Ir, H, MSc



Jogjakarta, 1-Mar-06  
 a.n. Dakan

Ir. H. Munadhir, MS

Catatan	
Seminar	
Sidang	
Pendadaran	