

PENGUJIAN MARSHALL DAN CANTABRO SCATTERING LOSS  
MENGUNAKAN 15% KAMET DAN LUAR BOKAS UNTUK LAPISAN ATB  
SEBAGAI BAHAN PERGANTIAN AGREGAT



LAPORAN TUGAS AKHIR

Dibuat Untuk memenuhi syarat mendapatkan gelar  
Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh :

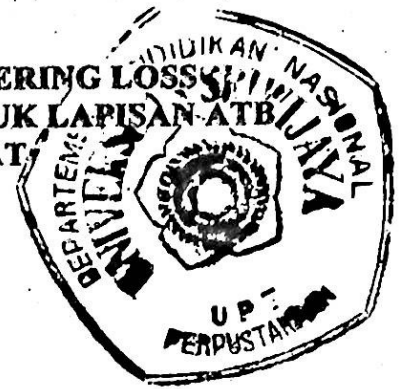
Erneli AH Mardoni  
03023910157

UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK EKSTENSION  
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
2005

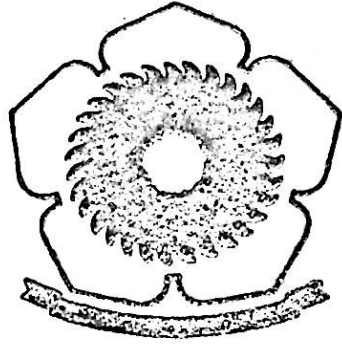


f: 17101  
i: 14462

**PENGUJIAN MARSHALL DAN CANTABRO SCATTERING LOSS  
MENGUNAKAN 15 % KARET BAN LUAR BEKAS UNTUK LAPISAN ATB  
SEBAGAI BAHAN PENGGANTI AGREGAT**



S  
691.9607  
Mar  
/s  
C 051945  
2003



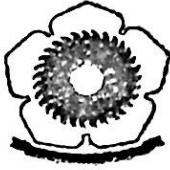
**LAPORAN TUGAS AKHIR**

Dibuat Untuk memenuhi syarat mendapatkan gelar  
Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik universitas Sriwijaya

Oleh :

**Frenci Ali Mardoni**  
03023110157

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK EKSTENSION  
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
2005**



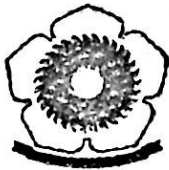
**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**

**TANDA PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR**

Nama : Frenci Ali Mardoni  
Nim : 03023110157  
Jurusan : Teknik Sipil  
Judul Tugas Akhir : PENGUJIAN MARSHALL DAN CANTABRO  
SCATTERING LOSS MENGGUNAKAN 15 % KARET  
BAN LUAR BEKAS UNTUK LAPISAN ATB SEBAGAI  
BAHAN PENGGANTI AGREGAT

Palembang, 2005  
Menyetujui  
Dosen Pembimbing Utama

**Ir. H. Bakrie Oemar, MSc, MIHT**  
**NIP 130365904**



**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**

**TANDA PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR**

Nama : Frenzi Ali Mardoni  
Nim : 03023110157  
Jurusan : Teknik Sipil  
Judul Tugas Akhir : **PENGUJIAN MARSHALL DAN CANTABRO  
SCATTERING LOSS MENGGUNAKAN 15 % KARET  
BAN LUAR BEKAS UNTUK LAPISAN ATB SEBAGAI  
BAHAN PENGGANTI AGREGAT**

Palembang, 2005  
Mengetahui  
Ketua Jurusan Teknik Sipil  
Universitas Sriwijaya



**Ir. H. Imron Fikri Astira, MS**  
**NIP 131472645**

## Mutiara Hidup :

- ☒ "Hidup ini ditentukan dengan bagaimana kita mengartikan hidup "
- ☒ " Jadikanlah Permasalahan hidup sebagai pengalaman menuju penempaan dan peningkatan kualitas diri "

### KUPERSEMBAHKAN UNTUK

☉ Kedua Orang tuaku yang telah memberikan cinta, kasih sayang, perhatian, doa dan dukungannya serta Saudara-saudaraku (Filly, Sely, Hendro)

☉ My Friends (Luthfi , Lengga, Mamat, Eka ) Thanks Atas Semuanya, Akhirnya Laporan kita Selesai juga, Amin

☉ Almamaterku angkatan 2002-2003

FT Sipil Ekstension UNSRI

## ABSTRAK

Salah satu masalah besar yang dihadapi negara berkembang pada saat ini yaitu kebutuhan akan jalan. Pembuatan ataupun peningkatan jalan tersebut tentunya membutuhkan bahan-bahan konstruksi perkerasan jalan raya yang tidak sedikit. Salah satu bahan yang sering dipakai pada konstruksi perkerasan jalan raya yaitu agregat. Agregat yang dipakai untuk konstruksi perkerasan jalan raya terdiri dari dua jenis, yaitu agregat kasar dan agregat halus. Masalah yang nantinya akan ditimbulkan dalam hal pengadaan agregat pada masa yang akan datang khususnya agregat kasar yaitu berkurangnya sumber-sumber penghasil agregat kasar tersebut, diakibatkan permintaan untuk pelaksanaan konstruksi perkerasan jalan raya dari tahun ke tahun semakin meningkat. Memperhatikan masalah yang dihadapi diatas, maka difokuskan mulai dari sekarang untuk mencari alternatif sumber-sumber lain yang dapat dipakai untuk menggantinya. Disini, penulis melakukan pengujian terhadap limbah dari potongan karet ban luar bekas yang akan digunakan sebagai bahan pengganti sebagian agregat dalam campuran aspal pada lapisan ATB.

Beberapa metode yang dipakai dari pengujian yang telah dilakukan yaitu dimulai dari studi literatur dan persiapan material serta alat-alat yang dipakai pada pengujian yang dilakukan. Kemudian dilanjutkan dengan pengujian terhadap material dasar campuran yaitu agregat normal baik halus maupun kasar, aspal, dan agregat dari potongan karet ban luar bekas. Sampel yang akan dibuat nantinya dibagi dalam 2 jenis yaitu sampel dengan campuran tanpa penambahan agregat kasar dari potongan karet ban luar bekas dan sampel dengan penambahan agregat kasar dari potongan karet ban luar bekas

Hasil yang telah didapat kemudian dianalisa dengan membandingkan antara campuran aspal tanpa agregat kasar dari potongan karet ban luar bekas dengan campuran aspal dengan agregat kasar dari potongan karet ban luar bekas.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena berkat rahmat dan hidayah-Nya jualah penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini tepat pada waktunya. Penulisan Tugas Akhir ini berjudul ” **PENGUJIAN MARSHALL DAN CANTABRO SCATTERING LOSS MENGGUNAKAN 15 % KARET BAN LUAR BEKAS UNTUK LAPISAN ATB SEBAGAI BAHAN PENGGANTI AGREGAT KASAR** “

Selama penulisan Tugas Akhir ini penulis banyak sekali mendapatkan bantuan, dorongan, dan bimbingan dari semua pihak. Oleh karena itu dengan segala kerendahan hati penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Allah SWT, yang telah memberikan tuntunan, hidayah dan kekuatan-Nya.
2. Kedua Orangtuaku yang telah bekeja keras dalam usaha mendukung tercapainya cita-cita anaknya ini.
3. Seluruh keluarga dan kerabat yang telah memberikan bantuan dan motivasi.
4. Bapak Ir. H. Imron Fikri Astira, MS, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
5. Bapak Taufik Arie Gunawan, ST, MT, selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya
6. Bapak Ir. H Bakrie Oemar S, MSc, MIHT selaku dosen pembimbing utama skripsi yang banyak memberikan nasehat, saran, bimbingan yang dirasakan sangat banyak manfaat dan berguna bagi saya.
7. Ibu Rosidawani, ST, MT, selaku dosen pembimbing akademik
8. Seluruh dosen dan staf pengajar pada jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya.
9. Semua pihak yang telah membantu penulis menyelesaikan tugas akhir ini.

Semoga Allah SWT memberikan hal yang terbaik bagi kita semua. Akhir kata penulis berharap agar penulisan Tugas Akhir ini dapat berguna bagi semua pihak yang membutuhkan. Atas perhatiannya penulis ucapkan terima kasih.

Palembang, Oktober 2005

**Penulis,**





## DAFTAR ISI

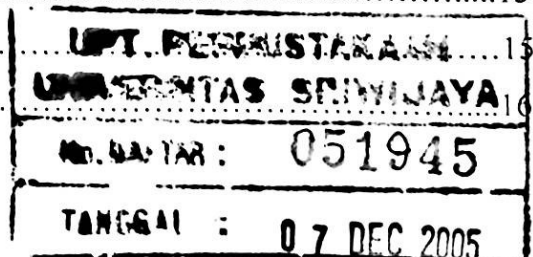
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN MOTO DAN PERSEMBAHAN.....	iv
ABSTRAK.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii

### BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Ruang Lingkup Pembahasan.....	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	4

### BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Aspal.....	5
2.1.1 Definisi Aspal.....	5
2.1.2 Sifat Aspal.....	5
2.1.3 Jenis Aspal.....	6
2.1.4 Aspal Beton Campuran Panas.....	9
2.2 Agregat.....	10
2.2.1 Spesifikasi Agregat.....	11
2.2.2 Filler.....	14
2.3 Limbah Karet Ban Luar.....	15
2.4 Proses Pencampuran (Mix Design).....	15
2.5 Proses Pengujian di Laboratorium.....	16



2.5.1	Pengujian Agregat.....	17
2.5.2	Pengujian Aspal.....	23
2.6	Proses Pembuatan Benda Uji.....	30
2.7	Pengujian Marshall.....	33
2.8	Cantabro Scatering Loss Test.....	40
2.9	Penelitian Terdahulu.....	41

### BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1	Rencana Kerja Penelitian.....	43
3.2	Tahapan Pelaksanaan Penelitian.....	45
3.2.1	Studi Literatur.....	45
3.2.2	Persiapan Laboratorium.....	45
3.2.3	Pengujian Material.....	45
3.2.4	Pengujian terhadap aspal concrete (AC 60/70).....	46
3.2.5	Pencampuran.....	46
3.2.6	Pembuatan Benda Uji .....	47
3.2.7	Pengujian Marshall.....	47

### BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	Hasil Pengujian Material.....	49
4.1.1	Hasil Pengujian Agregat.....	49
4.1.2	Hasil Pengujian Analisa Saringan.....	51
4.2	Hasil Pengujian Aspal.....	55
4.3	Hasil Pengujian Marshall.....	56
4.3.1	Pembahasan Hasil Pengujian Marshall.....	63
4.4	Hasil Pengujian Cantabro Scattering Loss .....	64
4.4.1	Pembahasan Hasil Pengujian Cantabro Scattering Loss .....	67
4.5	Analisa Hasil Pengujian Campuran.....	68
4.6	Analisa Hasil Pengujian Keseluruhan.....	76

## **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1 Kesimpulan.....	77
5.2 Saran.....	78

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

**LAMPIRAN A : Data Hasil Pengujian Agregat Normal**

**LAMPIRAN B : Data Hasil Pengujian Aspal**

**LAMPIRAN C : Data Hasil Pengujian Agregat Campuran**

**LAMPIRAN D : Penelitian Yeng Pernah Dilakukan**

**LAMPIRAN E : Rekapitulasi Hasil Marshall Keseluruhan**

**LAMPIRAN F : Foto Pelaksanaan Pengujian**

**LAMPIRAN G : Surat Kelengkapan Penelitian**

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi Aspal Pen. 60/70.....	7
Tabel 2.2 Agregat Kasar Untuk Campuran Aspal Panas.....	11
Tabel 2.3 Agregat Halus Untuk Campuran Aspal Panas.....	12
Tabel 2.4 Batas-batas spesifikasi untuk gabungan agregat AC.....	12
Tabel 2.5 Gradasi Lapis Pondasi Agregat .....	13
Tabel 2.6 Sifat-sifat Agregat Untuk Lapis Pondasi.....	13
Tabel 2.7 Persyaratan Sifat Campuran.....	14
Tabel 2.8 Gradasi Agregat, Berat dan Jumlah Bola yang digunakan .....	22
Tabel 2.9 Spesifikasi Aspal Pen. 60/70.....	23
Table 2.10 Kriteria Desain Marshall.....	39
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Agregat.....	51
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Analisa Saringan.....	52
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Analisa Saringan Gabungan.....	53
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Analisa Saringan Gabungan Agregat Karet 15% .....	54
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Aspal Pen. 60/70.....	55
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Marshall untuk Aspal Pen 60/70 dengan Penambahan 0% Karet Ban Luar (Normal).....	57
Tabel 4.7 Hasil Pengujian Marshall untuk Aspal Pen 60/70 dengan Penambahan 15 % Karet Ban Luar .....	60
Tabel 4.8 Rekapitulasi Hasil dan Spesifikasi Bina Marga.....	64



Tabel 4.9 Hasil Pengujian Cantabro Scaterring Loss Tanpa Karet Ban (Normal).....	65
Tabel 4.10 Hasil Pengujian Cantabro Scaterring Loss dengan 15% Karet Ban.....	66
Tabel 4.11 Perbandingan Hasil Pengujian Cantabro Scattering Loss.....	67
Tabel 4.12 Rekapitulasi Pengujian Marshall Keseluruhan Untuk Campuran aspal Pen 60/70 Dengan 13%, 15%, 16%, 18%, 19%, 20%, dan 22% Karet Ban Luar Bekas.....	70
Tabel 4.13 Rekapitulasi Pengujian Cantabro scattering Keseluruhan Untuk Campuran aspal Pen 60/70 Dengan 13%, 15%, 16%, 18%, 19%, 20%, dan 22%Karet Ban Luar Bekas.....	73

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Grafik Standar Marshall Test.....	37
Gambar 3.1 Diagram Alir Rencana Kerja Penelitian.....	44
Gambar 4.1 Grafik Analisa Saringan Agregat.....	52
Gambar 4.2 Grafik Analisa Saringan Agregat Gabungan.....	53
Gambar 4.3 Grafik Hasil Pengujian Analisa Saringan Gabungan Agregat Karet 15%.....	55
Gambar 4.4 Grafik Stabilitas, Flow, Berat Isi, VIM Pengujian Marshall (Normal!).....	58
Gambar 4.5 Grafik Marshall Quotient, VMA, VFA, Kadar Aspal Optimum (Normal).....	59
Gambar 4.6 Grafik Stabilitas, Flow, Marshall Quotient, Berat Isi dengan Pencampuran Karet Ban Luar Bekas 15%.....	61
Gambar 4.7 Grafik VIM, VMA, VFA, Kadar Aspal Optimum dengan Pencampuran Karet Ban Luar Bekas 15%.....	62
Gambar 4.8 Grafik Hasil Pengujian Cantabro Scaterring Loss 0% Karet Ban.....	65
Gambar 4.9 Grafik Hasil Pengujian Cantabro Scaterring Loss 15% Karet Ban.....	66
Gambar 4.10 Grafik Rekapitulasi Pengujian Marshall (Stabilitas, Flow, Marshall Quotient, dan VMA .....	71
Gambar 4.11 Grafik Rekapitulasi Marshall (VIM, VFA, Berat Isi, dan Kadar Aspal Optimum).....	72
Gambar 4.12 Grafik Rekapitulasi Hasil Pengujian Cantabro Scaterring Loss .....	75

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Meningkatnya kesejahteraan masyarakat mengakibatkan kebutuhan akan lalulintas menjadi meningkat pula. Salah satu sarana yang dapat menunjangnya adalah jalan raya, dimana jalan raya memegang peranan penting meningkatkan kemajuan baik dari segi ekonomi, sosial, budaya serta pertahanan keamanan. Pada pelaksanaan pekerjaan jalan raya, ketersediaan material yang berada disekitar lokasi proyek merupakan nilai tambah bagi proyek tersebut, karena dapat menghemat waktu dan biaya pengambilan material.

Pada saat ini penanganan limbah/sampah sudah menjadi masalah besar yang harus ditanggulangi dengan cermat. Salah satunya adalah karet ban luar bekas yang banyak terdapat pada tempat-tempat sampah disekitar bengkel-bengkel kendaraan karena ditinggal oleh pemiliknya yang sudah mengganti bannya dengan yang baru, yang akhirnya hanya dibuang atau dibakar sehingga mengakibatkan polusi udara. Untuk itu kita harus mencari cara untuk mengatasi limbah tersebut, yaitu dengan cara memanfaatkannya untuk kegiatan yang lain.

Berawal dari macula diatas, maka penulis mencoba melakukan penelitian tentang pengaruh penggunaan karet ban bekas kendaraan sebagai alternatif pengganti sebagian agregat dalam campuran aspal beton pada lapisan ATB.

ATB (Asphalt Treated Base) merupakan lapis pondasi perkerasan yang terdiri dari campuran agregat kasar yang berupa batu pecah, agregat halus yang berupa pasir alam dan abu batu yang berasal dari mesin pemecah, filler dan aspal keras dengan perbandingan tertentu, dicampur dan diproses di Asphalt Mixing Plant (AMP) dengan

suhu berkisar  $110^{\circ}\text{C}$  -  $150^{\circ}\text{C}$  dan dipadatkan dalam keadaan panas (minimal  $100^{\circ}\text{C}$  saat dihamparkan).

Fungsi ATB adalah merupakan bagian dari perkerasan jalan yang meneruskan dan menyebarkan beban ke bagian struktur jalan dibawahnya yang merupakan lapisan pondasi.

## 1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk :

1. Meningkatkan nilai guna limbah karet ban luar bekas kendaraan sebagai salah satu bahan alternatif untuk perkerasan jalan raya.
2. Mengetahui sejauh mana pengaruh penggunaan karet ban luar bekas kendaraan sebagai agregat pada lapisan ATB, bila dibandingkan dengan Standar Bina Marga sehingga nantinya dapat dijadikan sebagai bahan alternatif perkerasan jalan raya.

## 1.3 Perumusan Masalah

Analisa yang dilakukan dalam penelitian ini merupakan hasil campuran dengan agregat karet ban luar bekas 15 % dalam campuran agregat kasar, agregat halus dan aspal penetrasi 60/70, melalui pengujian-pengujian yang mengikuti prosedur Bina Marga.

Untuk mengetahui kekuatan campuran tersebut sehingga dapat digunakan sebagai bahan perkerasan jalan, maka dilakukan pengujian dengan *Marshall Test* dan *Cantabro Scatering Loss* yang dilaksanakan setelah pengujian-pengujian agregat dan aspal tersebut dilaksanakan.

## 1.4 Metodologi Penelitian

Beberapa metode atau pendekatan dari pembahasan yang digunakan adalah dimulai dari studi literatur dan persiapan material serta alat-alat yang dipakai dalam percobaan yang dilakukan, lalu dilanjutkan dengan pengujian bahan-bahan dasar



campuran untuk nantinya dibuat menjadi beberapa sampel. Sampel yang akan dibuat nantinya dibagi dalam 2 jenis yaitu sampel dengan campuran tanpa penambahan potongan karet ban luar bekas 0% sebagai pengganti agregat dan sampel dengan campuran penambahan potongan karet ban luar bekas sebanyak 15% sebagai pengganti agregat. Masing-masing sampel kemudian dilakukan pengujian campuran dengan Marshall Test dan cantabro scattering loss, untuk nantinya ditentukan kadar aspal optimum dari masing-masing campuran. Hasil dari pengujian campuran tersebut dianalisa dengan cara dibandingkan antara campuran tanpa penambahan agregat kasar dari potongan karet ban luar bekas dengan campuran yang disertai penambahan agregat kasar dari potongan karet ban luar bekas 15%.

Campuran yang disertai penambahan agregat kasar dari potongan karet ban luar bekas 15%, akan ditinjau apakah cukup efektif dan efisien untuk digunakan sebagai bahan alternatif pengganti sebagian agregat kasar pada lapisan ATB atau tidak. Hasil analisa tersebut akan didiskusikan dan dievaluasi untuk disusun dalam bentuk penulisan Tugas Akhir.

## **1.5 Ruang Lingkup Pembahasan**

Penulis menganalisa hasil penelitian yang diperoleh dari laboratorium tentang pengaruh penggunaan sebagian agregat yang terbuat dari karet ban luar bekas dengan agregat normal terhadap kekuatan dan ketahanan campuran aspal ( Pen 60/70 ).

Dalam penelitian ini, pengujian yang dilakukan yaitu pengujian agregat dan pengujian aspal. Sedangkan lingkup pengujian tidak meninjau Reaksi-reaksi kimia yang terjadi akibat penggunaan karet ban luar bekas.

## 1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan Tugas Akhir ini, terdiri dari lima bab yang secara berurutan dilampirkan sebagai berikut:

### **BAB I        PENDAHULUAN**

Pembahasan latar belakang penelitian, tujuan penelitian, perumusan masalah, ruang lingkup pembahasan, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan.

### **BAB II        TINJAUAN PUSTAKA**

Pembahasan tentang informasi-informasi yang bersifat umum dari literatur-literatur yang berkenaan dengan penelitian yang akan dilakukan.

### **BAB III        METODOLOGI PENELITIAN**

Penguraian prosedur pengujian yang akan dilaksanakan di laboratorium untuk menguji sampel dari campuran.

### **BAB IV        HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pemaparan hasil-hasil yang telah didapat dari penelitian, berupa data-data dari Marshall Test dan Cantabro Scattering Loss Test untuk dilihat apakah cukup efektif dan efisien penggunaan dari campuran agregat kasar dari potongan karet ban luar bekas 15% dengan campuran normal.

### **BAB V        KESIMPULAN DAN SARAN**

Menerangkan tentang kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan dan saran-saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan dari penelitian selanjutnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alberola, R, Aurelio Ruiz, Bartolome Sanchez dan Felix Perez, 1990, *Porous Asphalt Mixtures In Spain*. Transportation Research Board, Washington D.C.
- Direktorat Jenderal Bina Marga, 1976, *Manual Pemeriksaan Bahan Jalan*. Yayasan Penerbit PU, Jakarta.
- Dept. Permukiman dan Pengembangan Wilayah, 2000, *Pengantar Perencanaan Campuran Perkerasan Aspal*, Jakarta.
- Kirandha, Andhie, 2005, *Penggantian Agregat Kasar dengan Menggunakan Karet Ban Luar Bekas 12% Pada Lapisan ATB Melalui Marshall Test*.
- Modul, 2000, *Pelaksanaan Perkerasan Jalan*, Dept. Permukiman dan Pengembangan Wilayah, Jakarta.
- Modul, 2000, *Pengantar Perencanaan Campuran Perkerasan Aspal*, Dept. Permukiman dan Pengembangan Wilayah, Jakarta.
- Muhammad Yasir, 2005, *Pengujian Pada Campuran Aspal (AC 60/70) Dengan Serbuk Karet Ban Luar Bekas 6% dan 7% Melalui Pengujian Marshall dan Cantabro Scattering Loss*.
- Oemar, Bakrie, S., Ir., MSc., MIHT., 2003, *Bahan Perkerasan Jalan*, Palembang Bakrie Oemar S., Ir., MSc., MIHT., 1992, *Design and Construction Of Asphalt Paving Materials With Crumb Rubber Modifier*.
- Oemar, Bakrie, S., Ir., MSc., MIHT., 2003, *Prosedur Pengujian Bahan Perkerasan Jalan*, Laboratorium Transportasi Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya.
- Saidi, Sulaiman, 2000, *Penelitian Laboratorium Campuran Aspal AC 60/70 dengan 4% dan 5% Serbuk Karet Ban Dalam*.
- Saikhu, Ecca Urbita Kanedi, 2005, *Efek Penggunaan Bahan Pengikat Campuran Aspal (AC 60/70) yang dicampur dengan Serbuk Karet Ban Luar Bekas 7,5% dan 19% Terhadap Campuran Aspal Melalui Pengujian Marshall dan Centabro Scattering Loss*.