

EFEK PENGGUNAAN BAHAN PENGIKAT CAMPURAN (ASPAL PEN. 60/70)
YANG DICAMPUR DENGAN SERBUK KARET DAN LUAR BEKAS KADAR
7,5 % DAN 19 % TERHADAP CAMPURAN ASPAL MELALUI PENGUJIAN
MARSHALL DAN PENGUJIAN CANTABRO SCATTERING LOSS



Laporan Tugas Akhir

Dibuat untuk memenuhi syarat untuk mendapatkan gelar
Sarjana Teknik Pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya

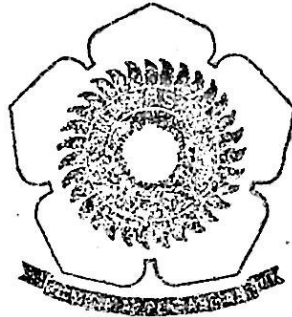
Oleh

ECCA URBITA KANEDI SAIKHU'
03003110085

FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2005

S
E25.8407
Sai
e
C-050869
2005

**EFEK PENGGUNAAN BAHAN PENGIKAT CAMPURAN (ASPAL PEN. 60/70)
YANG DICAMPUR DENGAN SERBUK KARET BAN LUAR BEKAS KADAR
7,5 % DAN 19 % TERHADAP CAMPURAN ASPAL MELALUI PENGUJIAN
MARSHALL DAN PENGUJIAN CANTABRO SCATTERING LOSS**



2927/
13009

Laporan Tugas Akhir

**Dibuat untuk memenuhi syarat untuk mendapatkan gelar
Sarjana Teknik Pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya**

Oleh

**ECCA URBITA KANEDI SAIKHU
03003110085**

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



UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL

TANDA PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR

Nama : ECCA URBITA KANEDI SAIKHU
NIM : 03003110085
Jurusan : Teknik Sipil
Judul Tugas Akhir : EFEK PENGGUNAAN BAHAN PENGIKAT CAMPURAN
(ASPAL PEN. 60/70) YANG DICAMPUR DENGAN
SERBUK KARET BAN LUAR BEKAS KADAR 7.5 % DAN
19 % TERHADAP CAMPURAN ASPAL MELALUI
PENGUJIAN MARSHALL DAN PENGUJIAN CANTABRO
SCATTERING LOSS

Palembang, Februari 2005
Pembimbing Tugas Akhir

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



UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL

TANDA PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR

Nama : ECCA URBITA KANEDI SAIKHU
NIM : 03003110085
Jurusan : Teknik Sipil
Judul Tugas Akhir : EFEK PENGGUNAAN BAHAN PENGIKAT CAMPURAN
(ASPAL PEN. 60/70) YANG DICAMPUR DENGAN
SERBUK KARET BAN LUAR BEKAS KADAR 7,5 % DAN
19 % TERHADAP CAMPURAN ASPAL MELALUI
PENGUJIAN MARSHALL DAN PENGUJIAN CANTABRO
SCATTERING LOSS

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya

Ir. Hj. Ika Yuliantina, MS.
NIP. 131754952

MOTTO:

*Bahwa kekayaan yang termahal adalah kecerdasan
kehancuran terbesar adalah ketololan
keliaran yang paling liar adalah kesombongan, dan
prestasi yang terbaik ialah kebaikan akhlak*

Imam Ali bin Abi Tholib As

*Kupersembahkan skripsi ini Untuk:
Papa dan Mama Tercinta
Agama, Bangsa Dan Negara
Saudaraku Tersayang (Andan and yu' UUS)
Keluarga Besar ku
Seseorang yang mendampingi ku
Almamater*

**EFEK PENGGUNAAN BAHAN PENGIKAT CAMPURAN (ASPAL PEN. 60/70)
YANG DICAMPUR DENGAN SERBUK KARET BAN LUAR BEKAS KADAR
7,5 % DAN 19 % TERHADAP CAMPURAN ASPAL MELALUI PENGUJIAN
MARSHALL DAN PENGUJIAN CANTABRO SCATTERING LOSS**

ABSTRAK

Suatu hasil studi atau pengkajian mengenai campuran aspal menunjukkan bahwa salah satu cara untuk meningkatkan kinerja dari campuran aspal untuk konstruksi perkerasan jalan yakni dengan cara menambahkan suatu bahan additif untuk memodifikasi bahan pengikat campuran (aspal) secara fisik. Secara umum bahan additif yang ada dipasaran seperti *arhocel*, *Cellulose Fibres CF-31500*, *Roadcel-50*, dll merupakan bahan additif import yang harganya relatif mahal sehingga secara keseluruhan menjadi kurang praktis dan ekonomis.

Penelitian ini mencoba mencari suatu bahan additif alternatif baru bagi pengikat campuran (aspal) yang berasal dari bahan lokal yakni dengan menggunakan serbuk karet ban luar bekas (*scraped rubber tire powder*) kadar 7,5% dan 19% serta mengetahui efek perubahan dari campuran aspal tersebut melalui perbandingan dari hasil pengujian marshall dan Pengujian Cantabro Scatering Loss antara campuran aspal normal dengan campuran aspal yang menggunakan bahan pengikat (aspal penetrasi 60/70) yang dicampur dengan serbuk karet ban luar bekas kadar 7,5% dan 19% melalui prosedur pengujian dari Bina Marga.

Penggunaan serbuk karet ban luar bekas pada campuran aspal dalam penelitian ini menunjukkan perubahan terhadap beberapa parameter pada pengujian marshall yaitu terjadinya peningkatan terhadap nilai Stabilitas, Marshall Quotient, VMA serta nilai dari Void In Mix (VIM), sedangkan untuk nilai Kelelehan, dan VFA terjadi penurunan apabila dibandingkan dengan campuran aspal normal.

Untuk pengujian Cantabro Scatering Loss didapati bahwa nilai stabilitas untuk campuran aspal yang menggunakan aspal penetrasi 60/70 yang dicampur dengan serbuk karet ban luar bekas lebih tinggi dari pada campuran aspal normal dengan stabilitas tertinggi berada pada campuran aspal dengan serbuk karet 19% yang berada pada kadar aspal dalam campuran 7,5% dengan nilai abrasi sebesar 0,130% terhadap total benda uji.

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan Puji dan Syukur atas kehadiran Allah SWT karena berkat rahmat dan hidayah-NYA jualah maka penulisan tugas akhir ini dapat diselesaikan pada waktu yang telah ditentukan. Salawat dan salam atas junjungan Rassullullah SAWW dan Ahlull Baitnya. Tugas akhir ini berjudul **“Efek Penggunaan Bahan Pengikat Campuran (Aspal Pen. 60/70) Yang Dicampur Dengan Serbuk Karet Ban Luar Bekas Dengan Kadar 7,5% dan 19% Terhadap Campuran Aspal Melalui Pengujian Marshall dan Pengujian Cantabro Scatering Loss”**.

Selama penulisan tugas akhir ini, penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan, Hal ini dikarenakan keterbatasan pengetahuan yang penulis miliki. Oleh karena itu dengan segala kerendahan hati penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi perbaikan dimasa yang akan datang.

Selain itu penulis menyadari, bahwa dalam penulisan tugas akhir ini banyak menemui kesulitan, akan tetapi karena bantuan, dorongan, dan bimbingan baik secara moril maupun spirituil serta doa dari berbagai pihak akhirnya penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Hasan Basri, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya
2. Ibu Hj. Ir. Ika Yuliantina, MS, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya.
3. Ibu Ir. Erika Buchari, MSc, selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya.

4. Yth. Bapak Ir. H. Bakrie Oemar, MSc, MIHT. , selaku Dosen Pembimbing pada penulisan tugas akhir ini.
5. Seluruh Dosen dan Staf Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya
6. Staf Laboratorium P.U atas segala bimbingan dan kesabarannya.
7. Rekan-rekan satu team penelitian
8. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu dalam membantu pelaksanaan penelitian dan penyusunan laporan tugas akhir ini.

Semoga kebaikan serta kemudahan yang telah diberikan kepada penulis, akan menjadi suatu amalan kebajikan sehingga akan dapat balasan yang lebih baik dari Allah SWT. Akhirnya penulis berharap agar penulisan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Palembang, Februari 2005

Penulis

DAFTAR ISI

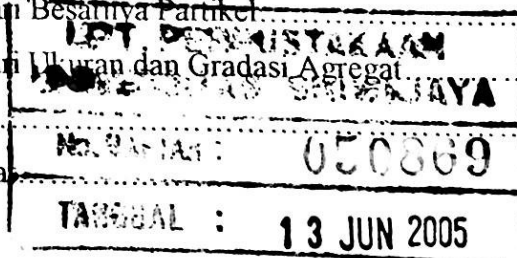
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii

Bab I Pendahuluan

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	1
1.3 Ruang Lingkup Pembahasan	2
1.4 Sistematika Penulisan	2

Bab II Tinjauan Pustaka

2.1 Penelitian Penambahan Serbuk Karet Terdahulu.....	4
2.1.1 Aspal Ditambah Karet Murni.....	4
2.1.2 Aspal ditambah Karet Ban Dalam.....	5
2.2 Agregat	6
2.2.1 Definisi Agrerat.....	6
2.2.2 Klasifikasi Agregat.....	7
2.2.2.1 Berdasarkan dari Asal Kejadian.....	7
2.2.2.2 Berdasarkan dari Proses Pengolahan.....	8
2.2.2.3 Berdasarkan dari Besarnya Partikel.....	9
2.2.2.4 Berdasarkan dari Ukuran dan Gradasi Agregat.....	9
2.2.3 Sifat Agregat.....	11
2.2.3.1 Gradasi Agregat.....	11



2.2.3.2 Keausan / Kekuatan.....	11
2.2.3.3 Kebersihan dan Kemurnian.....	12
2.2.3.4 Daya Lekat Terhadap Aspal.....	12
2.2.3.5 Bentuk Butiran.....	13
2.2.3.6 Porositas (penyerapan terhadap aspal).....	14
2.2.3.7 Kekesatan Permukaan.....	15
2.3 Aspal	15
2.3.1 Definisi Aspal	15
2.3.2 Komposisi Aspal	15
2.3.3 Jenis-Jenis Aspal	16
2.3.3.1 Aspal Alam.....	16
2.3.3.2 Aspal Buatan.....	17
2.3.4 Sifat Aspal	19
2.3.5 Penggunaan Aspal.....	21
2.4 Karet Ban Luar	23
2.4.1 Jenis Limbah Karet Ban Luar.....	23
2.4.2 Komposisi Serbuk Karet Ban Luar	24
2.4.3 Pembuatan Serbuk Karet Ban Luar.....	24
2.5 Perencanaan Campuran Aspal	25
2.5.1 Jenis Campuran Aspal Concrete.....	25
2.5.2 Karakteristik Campuran.....	26
2.6 Pengujian Dengan Alat Marshall	29
2.7 Pengujian Cantabro Scattering Loss.....	35

Bab III Metodologi Penelitian

3.1 Rencana Kerja Penelitian.....	36
3.2 Persiapan Bahan dan Material Penelitian	38
3.2.1 Aspal dan Agregat	38
3.2.2 Serbuk Karet Ban Luar Bekas.....	38
3.3 Pengujian Bahan dan Material.....	38

3.3.1 Pengujian Agregat.....	38
3.4 Pembuatan Benda Uji.....	51
3.4.1 Jumlah Benda Uji.....	51
3.4.2 Prosedur Pembuatan Benda Uji.....	52
3.5 Pengujian Marshall.....	53
3.6 Pengujian Cantabro Scatering Loss.....	53

Bab IV Hasil dan Pembahasan

4.1 Hasil Pengujian Material	56
4.1.1 Pengujian Karakteristik Agregat.....	56
4.1.2 Pengujian Karakteristik Aspal	59
4.2 Hasil dan Pembahasan Pengujian Terhadap Campuran Aspal	61
4.2.1 Hasil Pengujian Marshall	61
4.2.2 Pembahasan Hasil Pengujian Marshall	70
4.2.3 Hasil Pengujian Cantabro Scattering Loss	74
4.3 Pengujian keseluruhan.....	78
4.3.1. Pengujian Agregat Keseluruhan.....	78
4.3.2 Pengujian Aspal Keseluruhan.....	78

Bab V Penutup

5.1 Kesimpulan	79
5.2 Saran	79

DAFTAR PUSTAKA	80
LAMPIRAN A : Data Hasil Pengujian Agregat	82
LAMPIRAN B : Data Hasil Pengujian Aspal	93
LAMPIRAN C : Foto-Foto Penelitian	115
LAMPIRAN D : Rekapitulasi Pengujian Marshall dan Cantabro.....	121
LAMPIRAN E : Surat-surat Kelengkapan Penelitian	130

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Hasil Pengujian Aspal PBCO 4%,5%,6%,7% Dicampur Karet Ban Dalam.....	5
2.2 Hasil Pengujian Marshall PBCO 4%,5%,6%,7% Dicampur Karet Ban Dalam Pada Kadar Aspal Optimum.....	6
2.3 Spesifikasi Analisa Saringan Untuk Campuran Aspal Beton.....	10
2.4 Hasil Pemisahan Fraksi Minyak Bumi.....	17
2.5 Spesifikasi Aspal Penetrasi 60/70.....	19
2.6 Komposisi Kimia Karet Ban Luar.....	24
2.7 Persyaratan Sifat Campuran.....	25
2.8 Kriteria Desain Marshall.....	28
2.9 Spesifikasi Pengujian Marshall.....	32
2.10 Spesifikasi Pengujian Cantabro Scatering Loss.....	35
3.1 Jumlah Benda Uji Pengujian Marshall.....	51
3.2 Jumlah Benda Uji Pengujian Cantabro Scatering Loss.....	52
4.1 Hasil Pengujian Agregat	56
4.2 Hasil Pengujian Gradasi % Lolos Masiing-masing Ukuran Agregat	57
4.3 Hasil Pengujian Analisa Saringan Gabungan	58
4.4 Hasil Pengujian Aspal	59
4.5 Hasil Pengujian Marshall Untuk Campuran Normal.....	62
4.6 Hasil Pengujian Marshall Untuk Campuran Serbuk Karet Kadar 7,5%.....	63
4.7 Hasil Pengujian Marshall Untuk Campuran Serbuk Karet Kadar 19%.....	64
4.8 Hasil dan Spesifikasi Pengujian Marshall Dari Kadar Aspal Optimum.....	70
4.9 Hasil Pengujian Cantabro Scattering Loss tanpa Penambahan Karet Ban Luar (Normal)	74
4.10 Hasil Pengujian Cantabro Scattering Loss dengan Penambahan 7,5 % Karet Ban Luar	75

4.11 Hasil Pengujian Cantabro Scattering Loss dengan Penambahan 19 % Karet Ban Luar	76
4.13 Rekapitulasi Hasil Pengujian Cantabro Scatering Loss.....	78

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Gambar Alat Pembuat Serbuk Karet pada Pabrik Vulkanisir.....	24
2.2 Representasi Volume dalam Campuran Padat.....	34
3.1 Diagram Alir Rencana Kerja Penelitian.....	37
4.1 Grafik Hasil Pengujian Gradasi % Lolos Masing-masing Ukuran Agregat...	57
4.2 Grafik Hasil Pengujian Analisa Saringan Gabungan.....	58
4.3 Grafik Perbandingan Nilai Penetrasi Aspal Murni dan Campuran.....	60
4.4 Grafik Perbandingan Nilai Titik Lembek Aspal Murni dan Campuran.....	60
4.5 Grafik Perbandingan Titik Nyala dan Bakar Aspal Murni dan Campuran.....	61
4.6 Grafik Perbandingan Nilai Berat Jenis Aspal Murni dan Campuran.....	61
4.7 Grafik Rata-Rata Pengujian Marshall Dengan Penambahan Serbuk Karet Ban Bekas Kadar 7,5% dan 19%	65
4.8 Grafik Rata-Rata Pengujian Marshall Untuk Campuran Normal.....	67
4.9 Grafik Penentuan Kadar Aspal Optimum Untuk Campuran Normal.....	68
4.10 Grafik Penentuan Kadar Aspal Optimum Untuk Campuran Kadar 7,5%.....	69
4.11 Grafik Penentuan Kadar Aspal Optimum Untuk Campuran Kadar 19 %.....	69
4.12 Grafik Perbandingan Nilai Stabilitas Antara Campuran Aspal Normal dan Campuran Serbuk Karet Ban bekas.....	71
4.13 Grafik Perbandingan Nilai Kelelahan Antara Campuran Aspal Normal dan Campuran Serbuk Karet Ban bekas.....	72
4.14 Grafik Perbandingan Nilai Quotien Marshall Antara Campuran Aspal Normal dan Campuran Serbuk Karet Ban bekas.....	72
4.15 Grafik Perbandingan Nilai Berat Isi Antara Campuran Aspal Normal dan Campuran Serbuk Karet Ban bekas.....	73
4.16 Grafik Perbandingan Nilai Rongga Campuran Antara Campuran Aspal Normal dan Campuran Serbuk Karet Ban bekas.....	74

4.17 Grafik Hasil Pengujian Cantabro tanpa Penambahan Karet	
Ban Luar (Normal)	75
4.18 Grafik Hasil Pengujian Cantabro dengan Penambahan 7,5 %	
Karet Ban Luar	76
4.19 Grafik Hasil Pengujian Cantabro dengan Penambahan 19 %	
Karet Ban Luar	77

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Suatu hasil studi atau pengkajian mengenai campuran aspal menunjukkan bahwa salah satu cara untuk meningkatkan kinerja aspal beton untuk konstruksi perkerasan yakni dengan jalan menambahkan suatu bahan additif untuk memodifikasi bahan pengikat campuran (aspal) secara fisik. Secara umum bahan additif yang ada dipasaran seperti *arbocel*, *Cellulose Fibres CF-31500*, *Roadcel-50*, dll merupakan bahan additif import yang harganya relatif mahal sehingga secara keseluruhan menjadi kurang praktis dan ekonomis.

Penelitian ini mencoba mencari bahan additif alternatif lokal dengan cara menggunakan karet ban luar yang merupakan salah satu sampah sintetis padat yang diolah menjadi serbuk karet ban bekas (*Scraped Rubber Tire Powder = STRP*).

Penelitian terhadap campuran aspal dengan bahan tambah karet pernah dilakukan oleh Fahrizal dan Sulaiman Saidi (2000) tetapi dengan menggunakan serbuk karet ban dalam dan hanya melakukan pengujian Marshall, sedangkan pada penelitian ini, penulis menggunakan karet ban luar dan pengujian yang dilakukan selain pengujian Marshall juga dilakukan pengujian Cantabro Scattering Loss.

Dari hasil penelitian ini diharapkan didapat suatu material additif alternatif yang lebih murah dan mudah didapat serta dapat membantu memecahkan masalah-masalah yang terjadi di perkerasan jalan khususnya serta lingkungan pada umumnya.

1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui efek perubahan dari kinerja campuran aspal bila menggunakan bahan pengikat (aspal pen 60/70) yang dicampur dengan serbuk karet ban luar bekas dengan kadar 7,5% dan 19% melalui perbandingan dari campuran aspal

normal dan campuran aspal karet dari hasil pengujian Marshall dan pengujian Cantabro Scattering Loss.

2. mengetahui apakah campuran aspal tersebut bisa memenuhi spesifikasi dari Bina Marga untuk digunakan sebagai campuran perkerasan jalan raya.

1.3 Ruang Lingkup Pembahasan

Dalam penelitian ini, dilakukan analisa hasil pengujian dari aspal normal dengan aspal yang dicampur dengan serbuk karet ban bekas kadar 7,5 % dan 19 % melalui pengujian dengan prosedur mengikuti Bina Marga serta analisa perbandingan dari hasil pengujian Marshall dan pengujian Cantabro Scattering Loss terhadap campuran aspal normal dan campuran aspal yang menggunakan bahan pengikat (aspal pen. 60/70) yang dicampur dengan serbuk karet ban luar bekas kadar 7,5% dan 19%.

1.4 Sistematika Penulisan

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

BAB I PENDAHULUAN

Membahas latar belakang materi penelitian, ruang lingkup pembahasan, tujuan penelitian dan teknik analisa serta sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Membahas tentang informasi-informasi yang bersifat umum dari literatur-literatur dan penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya tentang pokok permasalahan yang hendak dibahas.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Menguraikan prosedur pengujian yang dilakukan di laboratorium meliputi pengujian material dan pengujian terhadap campuran aspal yang meliputi pengujian Marshall serta pengujian Cantabro Scattering Loss.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Memaparkan hasil-hasil yang telah didapat dari penelitian, berupa data-data hasil pengujian Marshall dan Cantabro Scattering Loss untuk dilihat

apakah sesuai dengan spesifikasi campuran yang ditetapkan oleh Bina Marga sebagai bahan perkerasan lentur jalan raya, serta melakukan analisa hasil pengujian melalui perbandingan antara campuran yang menggunakan bahan pengikat (aspal pen 60/70) dengan campuran yang menggunakan bahan pengikat (aspal pen 60/70) yang dicampur dengan serbuk karet ban luar bekas.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Membahas tentang kesimpulan dari analisa penelitian yang telah dilakukan dan saran-saran yang bermanfaat unuk penyempurnaan penelitian berikutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Alberola, R., Aurelio Ruiz, Bartolome Sanchez dan Felix Perez, (1990), *Porous Asphalt Mixtures In Spain*. Transportation Research Board, Washington D.C.
- Dep. Permukiman dan Prasarana Wilayah, (2004), Direktorat Jendral Tata Perkotaan dan Tata Pedesaan, Palembang.
- Dept. Permukiman dan Pengembangan Wilayah, (2000), *Pengantar Perencanaan Campuran Perkerasan Aspal*. Jakarta.
- Direktorat Jenderal Bina Marga, (1976), *Manual Pemeriksaan Bahan Jalan*. Penerbit Yayasan Penerbit PU, Jakarta.
- Direktorat Jenderal Bina Marga, (1977), *Tanah dan Batuan*. Cetakan ke-2. Penerbit Yayasan Penerbit PU, Jakarta.
- Fahrizal. (2000), *Penelitian Laboratorium Campuran Aspal Paraffin Base Crude Oils (PBCO) dengan 6% dan 7% Karet Ban Dalam*. Skripsi, Universitas Sriwijaya.
- Kerbs. Robert D.. (1971), *Higway Material*. New York.
- Khanna, S. K and C.E.G Justo, (1976), *Higway Engineering*. NEM CHAND & BROS ROORKEE (U.P)
- Kusumawati, Aine.D (2001)., *Kinerja Campuran Aspal Beton Menggunakan Serbuk Karet Ban Luar Bekas*, Simposium ITB.
- Oemar, Bakrie, (2001), *Bahan Perkerasan Jalan*. Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sriwijaya.

Saidi, Sulaiman, (2000), *Penelitian Laboratorium Campuran Aspal Paraffin Base Crude Oils (PBCO) dengan 4% dan 5% Karet Ban Dalam*. Skripsi, Universitas Sriwijaya.

Sukirman, Silvia, (1999), *Perkerasan Lentir Jalan Raya*. Nova, Bandung