

## **ANALISIS KARAKTERISTIK MARSHALL CAMPURAN AC-BC MENGUNAKAN FILLER ABU TANDAN SAWIT DAN ABU BATU**

**Winayati**

Program Studi Teknik Sipil Universitas Lancang Kuning  
Jalan Yos Sudarso Km. 8 Rumbai Pekanbaru  
E-mail : winayatimt@gmail.com

**Fadrizal Lubis**

Program Studi Teknik Sipil Universitas Lancang Kuning  
Jalan Yos Sudarso Km. 8 Rumbai Pekanbaru  
E-mail : fadrizal@unilak.ac.id

### **Abstrak**

Lapis aspal beton atau *AC (Asphalt Concrete)* merupakan salah satu campuran beraspal dengan kekuatan campuran ditentukan oleh daya ikat (*interlocking*) antar agregat, bahan pengisi (*filler*) dan bahan pengikat (*asphalt*). Daya ikat antar agregat merupakan penyokong utama bagi kekuatan dan performa material pada struktur perkerasan. Oleh karena itu, permukaan jalan dapat menahan beban dengan baik ketika kendaraan melewatinya (Ahmad, 2010). *AC-BC (Asphalt Concrete-Binder Course)* adalah salah satu dari tiga macam campuran *Asphalt Concrete*, yaitu *AC-BC (Asphalt Concrete-Binder Course)*, *AC-WC (Asphalt Concrete-Wearing Course)*, *AC-Base*, perbedaan ketiga campuran ini terletak pada perbedaan ukuran bahan agregat yang digunakan sesuai dengan Spesifikasi Umum Bina Marga 2010. Pemilihan jenis material sebagai *filler* sangat penting karena *filler* merupakan bahan pengisi yang sifatnya halus dan dapat mengisi rongga atau pori yang mempunyai diameter lebih kecil atau kurang dari 0,002 mm. Salah satu limbah yang dihasilkan oleh industri perkebunan kelapa sawit memberikan peluang alternatif material penyusun campuran aspal (*filler*). Sebagai gambaran umum bahwa pabrik yang mengolah kelapa sawit dengan kapasitas 200 ton TBS/hari akan menghasilkan abu tandan sawit sebesar 10,8 %/ hari (Fauzi dkk, 2002). Berdasarkan pengujian awal terhadap abu tandan sawit, dari analisis saringan diperoleh hasil bahwa abu tandan sawit 65% lolos saringan No.200, pada pengujian saringan basah dan penentuan indeks plastisitas *filler* abu tandan sawit telah memenuhi gradasai yang ditentukan. Selain aspal agregat kasar dan agregat halus, bahan pengisi (*filler*) adalah salah satu komponen dalam campuran yang mempunyai peranan besar pada sifat-sifat *Marshall*. Rekomendasi penelitian Afrian (2016), campuran *AC-BC* yang memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2010, yakni 25% *filler* abu tandan sawit dicampur dengan 75% abu batu dari berat total *filler* dalam campuran. Berdasarkan rekomendasi tersebut, penelitian dilanjutkan dengan analisis karakteristik *Marshall* campuran *AC-BC* yang menggunakan komposisi campuran 50% *filler* abu tandan sawit dicampur dengan 50% abu batu, dengan menganalisis karakteristik *Marshall*, antara lain: stabilitas 920.118, *flow* didapat 3.7, *VIM* 4.006, *VMA* 15.930, *MQ* 240.722 juga masih memenuhi Standar Binamarga 2010.

**Kata Kunci :** *Flow*, IRS, Karakteristik *Marshall*, MQ, VFA, VIM, VMA

### **Abstract**

*Concrete asphalt concrete is one of a mixture of asphalt with mixed strength determined by interlocking between the aggregate, filler and the asphalt. The aggregate bonding strength is a major contributor to the strength and performance of the material on pavement structures. Therefore, the road surface can withstand loads well when the vehicle passes by (Ahmad, 2010). AC-BC (Asphalt Concrete-Binder Course) is one of three AC mixes, AC-BC (Asphalt Concrete-Binder Course), AC-WC (Asphalt Concrete-Wearing Course), AC-Base, the third difference of this mixture lies in the difference in the size of the aggregate material used in accordance with the General Specification of Bina Marga 2010. The choice of material type as filler is very important because the filler is a filler that is smooth and can fill the cavity / pore that has a diameter smaller or less than 0,002 mm. One of the wastes generated by the oil palm plantation industry provides an alternative opportunity for asphalt material mixer (filler). As a general illustration, a palm oil processing plant with a capacity of 200 tonnes of FFB/day will produce ash of palm bunches of 10,8%/day (Fauzi et al., 2002). Based on preliminary testing of palm bunch ash, from the filter analysis, it was found that the ash of palm oil bunch 65% passed sieve No.200, in wet filter test and the determination of plasticity index of filler ash of palm bunches has fulfilled the specified gradation. In addition to the coarse aggregate asphalt and fine aggregate, the filler is one component in the mix that has a major role in Marshall properties. The Afrian research recommendation (2016), an AC-BC mix that meets the General Specification of DGH 2010, ie 25% Filler ash of palm bunches mixed with 75% Ash Stone from the total weight of filler in mixture. Based on these recommendations, the study continued with analysis of Marshall characteristics of AC-BC mixture using mixture composition of 50% filler ash palm bunch mixed with 50% Ash Stone, by analyzing Marshall characteristics, among others: stability 920.118, flow obtained 3.7, VIM 4.006, VMA 15.930, MQ 240.722 also still meet the Standard of Binamarga.*

**Keywords :** *Flow, IRS, Marshall Characteristics, MQ, VFA, VIM, VMA*

#### **A. PENDAHULUAN**

Hasil penelitian Afriyan, karakteristik *Marshall* yang didapat dari penggunaan abu tandan sawit sebagai *filler* nilainya cenderung mengalami peningkatan dan memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2010, pada campuran dengan komposisi 25% *filler* abu tandan sawit dicampur 75% abu batu dari berat total *filler* dalam campuran. Variasi tersebut dalam campuran AC-BC memenuhi standar karakteristik *Marshall*, dari rekomendasi ini, dilakukan penelitian

lanjutan dengan menganalisis karakteristik *Marshall* campuran AC-BC yang menggunakan komposisi campuran 50% *filler* abu tandan sawit dicampur dengan 50% abu batu, antara lain : stabilitas, *flow*, melanjutkan penelitian dengan analisis karakteristik *Marshall* campuran AC-BC yang menggunakan komposisi campuran 50% *filler* abu tandan sawit dicampur dengan 50% abu batu, dengan menganalisis karakteristik *Marshall*, antara lain : stabilitas, *flow*, VIM (Void in the Compacted Mixture), VMA, VFA, MQ (*Marshall Quotient*), IRS (*Index Retained Strength*).

## B. TINJAUAN PUSTAKA

### 1. Lapis Aspal Beton

*AC-BC (Asphalt Concrete-Binder Course)* adalah salah satu dari tiga macam campuran AC, yaitu *AC-BC (Asphalt Concrete-Binder Course)*, *AC-WC (Asphalt Concrete-Wearing Course)*, *AC-Base*. Perbedaan ketiga campuran terletak pada perbedaan ukuran bahan agregat yang digunakan sesuai dengan Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 (Bina Marga, 2010). Penggunaan *AC-BC* yaitu untuk lapis pondasi atas dalam perkerasan dan mempunyai tekstur yang agak kasar.

### 2. Filler

Bahan pengisi (*filler*) adalah bahan yang lolos ukuran saringan No.30 (0,59 mm) dan paling sedikit 65 % lolos saringan No.200 (0,075 mm) berdasarkan SNI 03-6723 (Standar Nasional Indonesia Spesifikasi Bahan Pengisi untuk Campuran Beraspal, 2002).

### 3. Abu Tandan Sawit (ATS)

Tandan sawit sebagai sisa pengolahan pabrik kelapa sawit dalam bentuk padat dibakar dan akan menghasilkan Abu Tandan Sawit. Adapun komposisi kimia abu tandan sawit ditunjukkan Tabel 1.

**Tabel 1.** Komposisi Kimia Abu Tandan Sawit (ATS)

Parameter	Hasil analisis (%)
Kalium (K)	25,8
Silika (Si)	19,1
Calcium (Ca)	2,7
Magnesium (Mg)	2,8
Natrium (Na)	0.03
Posfat	0,2
Klor (Cl)	4,9
CO <sub>3</sub>	9,2

(sumber : Zahrina, 2007)

### 4. Karakteristik Beton Aspal

Suatu perkerasan harus memiliki karakteristik tertentu sehingga kuat menahan beban serta aman dan nyaman ketika dilalui kendaraan, (Putrowijoyo, 2006), yaitu :

#### a. Stabilitas (*Stability*)

*The Asphalt Institute* menyatakan bahwa stabilitas adalah kemampuan campuran aspal untuk menahan deformasi akibat beban yang bekerja, tanpa mengalami deformasi permanen seperti gelombang, alur ataupun *bleeding* dinyatakan dalam satuan kg atau lb.

Nilai stabilitas diperoleh dari hasil pembacaan langsung pada alat *Marshall Test* sewaktu melakukan pengujian *Marshall*.

#### b. Kelelahan (*flow*)

*Flow* adalah besarnya deformasi vertikal benda uji yang terjadi mulai saat awal pembebanan sampai kondisi kestabilan maksimum sehingga sampel sampai batas runtuh dinyatakan dalam satuan mm. Nilai *flow* yang tinggi mengindikasikan campuran bersifat plastis dan lebih mampu mengikuti

deformasi akibat beban, sedangkan nilai *flow* yang rendah mengindikasikan campuran tersebut memiliki banyak rongga yang tidak terisi aspal sehingga campuran berpotensi untuk mudah retak. Pengukuran *flow* bersamaan dengan pengukuran nilai stabilitas *Marshall*. Nilai *flow* juga diperoleh dari hasil pembacaan langsung pada alat *Marshall Test* sewaktu melakukan pengujian *Marshall*.

c. Durabilitas (*Durability*)

Durabilitas yaitu kemampuan suatu lapis perkerasan jalan untuk mempertahankan diri dari kerusakan atau mencegah keausan karena pengaruh lalu lintas, pengaruh cuaca dan perubahan suhu yang terjadi selama umur rencana. Faktor yang mempengaruhi durabilitas aspal beton adalah :

- 1). Selimut aspal yang tebal sehingga dapat menghasilkan perkerasan yang berdurabilitas tinggi, tetapi kemungkinan terjadi *bleeding* tinggi.
- 2). *VIM* (*Void In Mix*) kecil, sehingga lapis kedap air dan udara tidak masuk ke dalam campuran yang menyebabkan terjadinya oksidasi dan aspal menjadi rapuh.
- 3). *VMA* (*Void in Material*) besar, sehingga selimut aspal dibuat tebal. Jika *VMA* dan *VIM* kecil serta kadar aspal tinggi kemungkinan terjadi *bleeding* besar. Untuk mencapai *VMA* yang besar ini dipergunakan agregat bergradasi senjang.

d. Tahanan geser (*Skid Resistance*)

*Skid resistance* menunjukkan kekesatan permukaan perkerasan

untuk mengurangi selip pada kendaraan saat perkerasan dalam keadaan basah atau kering. Hal ini terjadi karena pada saat terjadi hujan kekesatan pada lapis permukaan akan berkurang walaupun tidak sampai terjadi *aquaplaning*. Kekesatan dinyatakan dengan koefisien gesek antara permukaan jalan dan ban kendaraan. Faktor yang mempengaruhi tahanan geser adalah :

- 1). Penggunaan kadar aspal yang tepat sehingga tidak terjadi *bleeding*
- 2). Penggunaan agregat dengan permukaan kasar
- 3). Penggunaan agregat yang cukup
- 4). Penggunaan agregat berbentuk kubus

e. Fleksibilitas

Fleksibilitas pada lapisan perkerasan adalah kemampuan lapisan untuk mengikuti deformasi yang terjadi akibat beban lalu lintas berulang tanpa timbulnya retak dan perubahan volume. Fleksibilitas yang tinggi dapat diperoleh dengan:

- 1). Penggunaan agregat bergradasi senjang sehingga diperoleh *VMA* yang besar.
- 2). Penggunaan aspal lunak (aspal dengan penetrasi tinggi).
- 3). Penggunaan aspal yang cukup banyak sehingga diperoleh *VIM* yang kecil.

*MQ* (*Marshall Quotient*) merupakan parameter untuk mengukur tingkat fleksibilitas campuran. Semakin tinggi *MQ*, maka campuran lebih kaku berarti fleksibilitasnya rendah. Namun, jika *MQ* semakin kecil, campuran memiliki nilai fleksibilitas tinggi.

- 1). Porositas

Porositas adalah kandungan udara yang terdapat pada campuran perkerasan. Porositas berfungsi untuk mengalirkan air permukaan secara sempurna bersamaan dengan kemiringan perkerasan sehingga dapat mengurangi beban drainase yang terjadi di permukaan.

## 2). *Workability*

*Workability* adalah kemudahan suatu campuran untuk dihampar dan dipadatkan sehingga memenuhi hasil yang diharapkan. Faktor yang mempengaruhi kemudahan dalam pelaksanaan adalah gradasi agregat, temperatur campuran dan kandungan bahan pengisi. Ketujuh sifat campuran beton aspal ini tidak mungkin dapat dipenuhi sekaligus oleh satu campuran. Hal ini sangat perlu diperhatikan ketika merancang tebal perkerasan jalan. Jalan yang melayani lalu lintas ringan seperti mobil penumpang sepantasnya lebih memilih jenis beton aspal yang mempunyai sifat durabilitas dan fleksibilitas yang tinggi daripada memilih jenis beton aspal dengan stabilitas tinggi.

## C. DATA DAN ANALISA DATA

### 1. Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Dinas Pekerjaan Umum Provinsi Riau Bidang Unit Pelaksana Teknis (UPT) Pengujian yang beralamat di Jalan Sudirman No.197 Pekanbaru. Dengan dasar menggunakan sistem pencampuran aspal panas *AC-BC* dengan panduan Spesifikasi Umum

Bina Marga 2010 yang merupakan dasar dari pembangunan jalan raya. Sedangkan standar-standar pengujian yang digunakan sebagian menggunakan standar dari metode-metode yang disahkan atau distandarkan oleh Bina Marga bahkan ada yang telah menjadi Standar Nasional Indonesia (SNI). Pengujian dalam penelitian ini dilakukan secara bertahap, yaitu terdiri atas pengujian agregat (kasar, halus dan *filler*), aspal dan pengujian terhadap campuran (uji *Marshall*).

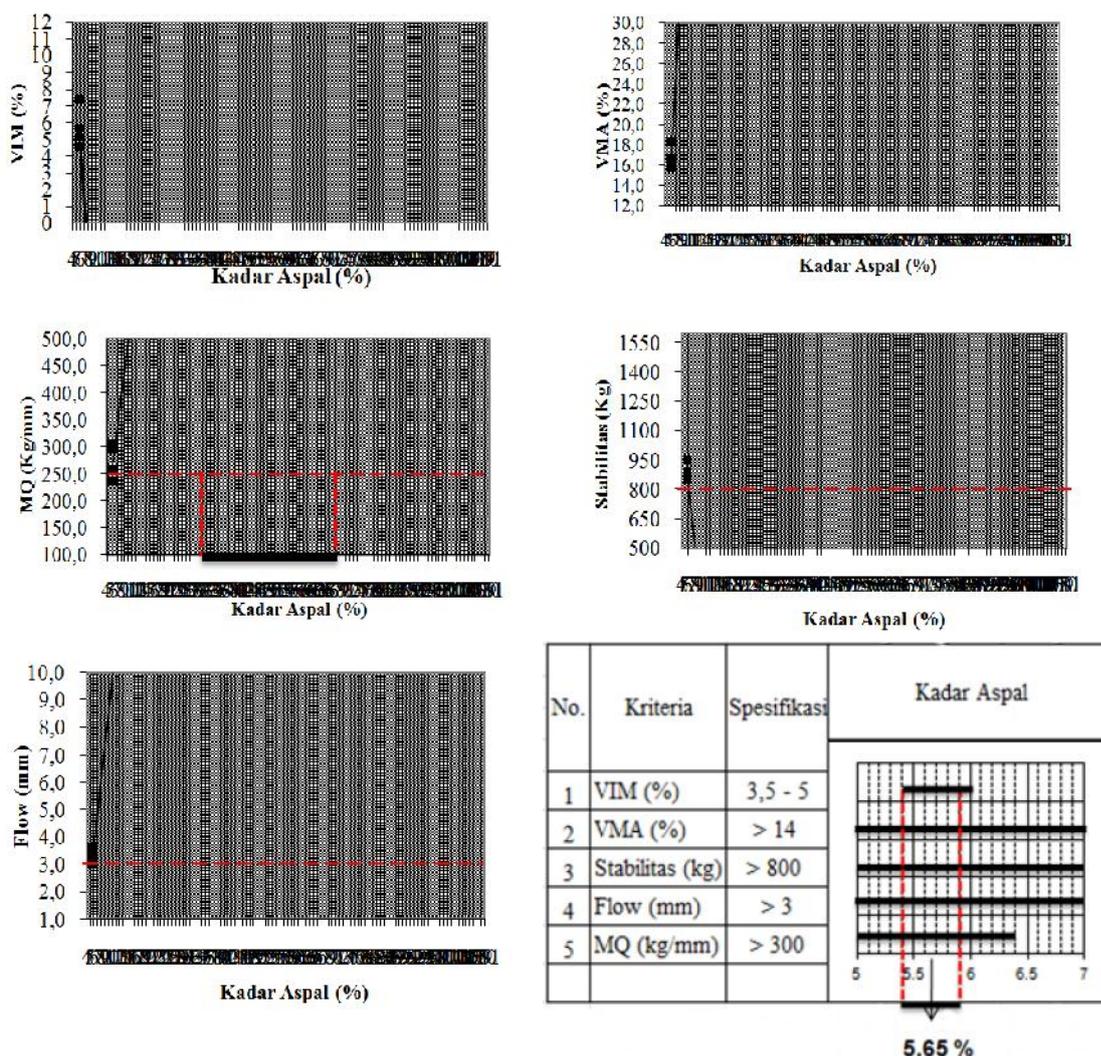
## 2. Metode Analisis Data

Dalam melakukan penelitian ini dibutuhkan juga bahan dan alat bantu untuk pengolahan data sebagai berikut :

- a. Perangkat Lunak (*software*)  
Microsoft Excel digunakan sebagai alat bantu untuk menampilkan hasil analisa dari data yang ditampilkan dalam bentuk grafik dan pengkodean data.
- b. Perangkat Keras (*hardware*)  
Perangkat keras yang digunakan adalah timbangan, alat tulis, *hand counter*, material sample perkerasan AC-WC dengan 50% ATS dan 50% ATB sebanyak 15 sample digunakan untuk mendapatkan data-data karakteristik *Marshall* di laboratorium.

## D. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kinerja campuran *AC-BC* menggunakan *filler* abu batu dan abu tandan sawit dengan persentasi 50% - 50% menghasilkan karakteristik *marshall* antara lain memiliki stabilitas, VIM, VMA, MQ, dan IRS menunjukkan nilai diatas nilai yang disyaratkan dalam Spesifikasi Umum Bina Marga 2010.



Gambar 2. Kadar Aspal Optimum

Hasil analisis karakteristik kadar aspal optimum untuk variasi filler 50% abu batu : 50% abu tandan sawit adalah berikut :

- a. Rongga dalam Campuran (*Void In Mix - VIM*)  
Rongga dalam campuran (*Void In Mix - VIM*) merupakan ruang udara yang ada di antara partikel agregat yang telah diselubungi oleh aspal di dalam campuran yang telah dipadatkan dan dinyatakan dalam persen dari volume total. Nilai VIM merupakan ukuran yang umum dikaitkan dengan durabilitas dan kekuatan dari campuran. Nilai VIM yang lebih kecil akan menyebabkan

terjadinya *bleeding* yaitu keluarnya aspal kepermukaan perkerasan AC-BC saat pemadatan oleh beban lalu lintas, sedangkan nilai VIM yang lebih besar menyebabkan campuran perkerasan AC-BC kurang kedap air sehingga mengakibatkan campuran cepat mengalami kerusakan.

Pertambahh kadar aspal akan menyebabkan semakin kecil nilai VIM, hal ini disebabkan aspal lebih banyak mengisi rongga-rongga dalam campuran sehingga rongga-rongga didalam campuran perkerasan AC-BC semakin kecil.

- Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 memberi batasan untuk VIM 3,5 mm dan maksimum 5 mm, sedangkan hasil yang didapat VIM = 4,006 memenuhi standar.
- b. Rongga dalam material VMA (*Void in Material*) besar, sehingga selimut aspal dibuat tebal. Jika VMA dan VIM kecil serta kadar aspal tinggi kemungkinan terjadi *bleeding* besar. Untuk mencapai VMA yang besar ini dipergunakan agregat bergradasi senjang. Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 memberi batasan untuk VMA lebih besar dari 14, sedangkan hasil yang didapat VAM 15,930 memenuhi standar.
- c. Stabilitas (*Stability*), *The Asphalt Institute* menyatakan bahwa stabilitas adalah kemampuan campuran aspal untuk menahan deformasi akibat beban yang bekerja, tanpa mengalami deformasi permanen seperti gelombang, alur ataupun *bleeding* dinyatakan dalam satuan kg atau lb. Nilai stabilitas diperoleh dari hasil pembacaan langsung pada alat *Marshall Test* sewaktu melakukan pengujian *Marshall*. 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 penggunaan agregat dengan gradasi yang rapat, agregat dengan permukaan kasar dan aspal dalam jumlah yang cukup, yang diperoleh 920.110 lb.
- d. Kelelahan (*flow*), *flow* adalah besarnya deformasi vertikal benda uji yang terjadi mulai saat awal pembebanan sampai kondisi kestabilan maksimum sehingga sampel sampai batas runtuh dinyatakan dalam satuan mm. Nilai *flow* yang tinggi mengindikasikan campuran bersifat plastis dan lebih mampu mengikuti deformasi akibat beban, sedangkan nilai *flow* yang rendah mengindikasikan campuran tersebut memiliki banyak rongga yang tidak terisi aspal sehingga campuran berpotensi untuk mudah retak. Pengukuran *flow* bersamaan dengan pengukuran nilai stabilitas *Marshall*. Nilai *flow* juga diperoleh dari hasil pembacaan langsung pada alat *Marshall Test* sewaktu melakukan pengujian *Marshall*, didapat nilai *flow* 3.7.
- e. MQ (*Marshall Quotient*) merupakan parameter untuk mengukur tingkat fleksibilitas campuran. Semakin tinggi MQ, maka campuran lebih kaku berarti fleksibilitasnya rendah. Namun, jika MQ semakin kecil, campuran memiliki nilai fleksibilitas tinggi, 240.77 kurang dari standar.

## E. KESIMPULAN

Dari penelitian campuran AC-BC yang memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2010, dengan persentasi campuran 50% *filler* abu tandan sawit dicampur dengan 50% abu batu dari berat total *filler* dalam campuran AC-BC yang mempunyai karakteristik *Marshall* dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Hasil Penelitian

No.	Persentase AB-ABT	VIM	VMA	Stabilitas	Flow	MQ	VFA
1	5	6,440	16,051	837,523	3,3	254,67	59,875
2	5,5	4,256	15,140	890,703	3,4	262,831	71,955
3	6	3,586	15,608	959,765	3,6	266,333	77,047
4	6,5	2,914	16,064	955,327	3,97	242,184	81,186
5	7	3,035	17,197	797,275	4,5	177,595	82,363
<b>Rata-rata</b>		<b>4,001</b>	<b>15,930</b>	<b>920,118</b>	<b>3,74</b>	<b>240,722</b>	<b>74,485</b>

**DAFTAR PUSTAKA**

- Ahmad M., 2010, *Kajian Karakter Indirect Tensile Strength Asphalt Concrete Recycle dengan Campuran Aspal Penetrasi 60/70 dan Residu Oli pada Campuran Hangat*, Skripsi Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Bina Marga, 2010, *Spesifikasi Campuran Beraspal Panas pada Spesifikasi Umum Jalan dan Jembatan Edisi 2010*, Direktorat Jendral Bina Marga, Jakarta.
- Bina Marga, 2003, *RSNI-M-01 Metode Pengujian Campuran Beraspal Panas dengan Alat Marshall*, Pustran Balitbang Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Bina Marga, 2002, *SNI-03-6723 Spesifikasi Bahan Pengisi xxuntuk Campuran Beraspal*, Pustran Balitbang Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Bina Marga, 1991, *SNI-06-6441 Metode Pengujian Kehilangan Berat Minyak dan Aspal dengan Cara A*, Pustran Balitbang Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Fauzi Y., dkk, 2008, *Kelapa Sawit*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Hatherly LW., Leaver PC, 1967, *Asphaltic Road Materials*, Edward Arnold Ltd, London.
- Kerbs RD., Walker RD., 1971, *Highway Materials*, McGraw Hill, New York.
- Sentosa L., 2006, *Penggunaan Abu Gambut Sebagai Filler pada Campuran Lapis Aspal Beton dengan Pengujian Marshall*, Jurnal Media Teknik Sipil, Universitas Riau, Pekanbaru.
- Standar Nasional Indonesia, 2008, *SNI 1969 Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar*, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- Sukirman S., 2003, *Perkerasan Lentur Jalan Raya*, Nova, Bandung.
- Sukirman S., 2003, *Beton Aspal Campuran Panas*, Granit, Jakarta.
- Mutohar Y., 2002, *Evaluasi pengaruh Bahan Filler Fly Ash Terhadap Karakteristik Campuran Emulsi Bergradasi Rapat (CEBR)*, Tesis Magister, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Putrowijoyo R., 2006, *Kajian Laboratorium Sifat Marshall dan Durabilitas Asphalt Concrete-Wearing Course (AC-WC) dengan Membandingkan Penggunaan antara Semen Portland dan Batu sebagai Filler*, Tesis Magister, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Zahrina I., 2007, *Pemanfaatan Abu Sawit dan Cangkang Sawit Sebagai Sumber Silika pada Sintesis ZSM-5 dari Zeolit Alam*, Jurnal Sains dan Teknologi, Universitas Riau, Pekanbaru.