

ASPAL PANAS JENIS AC – WC DENGAN CAMPURAN LIMBAH KARBIT SEBAGAI FILLTER

ABSTRAK

1. Drs. Djaka Suhirkam,ST.MT
2. Drs. Raja Marpaung,ST.,MT
3. Lina Flaviana,ST.,MT

Abstract

Aspal merupakan bahan pokok yang digunakan untuk pelapisan permukaan pada jalan raya yang berfungsi untuk pelapisan aus pada jalan yang berhubungan langsung dengan roda kendaraan yang melaluinya. Akan tetapi bila hanya digunakan aspal saja sebagai lapisan aus akan menimbulkan biaya mahal, sehingga perlu adanya campuran didalam penggunaan dalam lapisan ausnya. Campuran yang biasa digunakan adalah pasir, abu batu, limbah karbit dan beberapa bahan yang lainnya digunakan untuk filter. Kita mengetahui bahwa limbah karbit mempunyai kandungan kapur yang cukup besar sehingga baik sekali digunakan untuk mendapatkan Kadar Aspal Optimum (KAO).

Salah satu jenis lapisan permukaan pada jalan raya adalah aspal panas jenis AC – WC untuk permukaan lentur dengan menggunakan campuran agregat menerus (*Continous grades*). Disini dicoba dengan limbah karbit sebagai campuran aspal panas untuk konstruksi perkerasan jalan sehingga mendapatkan KAO yang diinginkan. Dalam penelitian ini dilakukan di laboratorium dengan menggunakan alat *Marshall*.

Percobaan dengan alat ini digunakan untuk mengetahui tentan nilai kadar aspal optimum, stabilitas. Keleleha, VIM, VMA, VFA dan MQ pada campuran aspat panas jenis AC – WC yang mengandung limbah karbit atau yang tidak mengandung limbah karbit. Dari hasil pengujian didapat bahwa nilai KAO dengan campuran limbah karbit 0% sebesar 5,47% , 25% sebesar 5,7% , 50% sebesar 5,9% , 75% sebesar 5,61% dan 100% sebesar 5,55% . Sehingga dari hasil tersebut bahwa penggunaan limbah karbit sebesar 50% pada campuran aspal jenis AC – WC yang terbaik.

Kata kunci: limbah karbit, KAO, campuran aspal panas jenis AC-WC

A. PENDAHULUAN

Jalan raya merupakan salah satu sarana dan prasarana yang sangat penting dalam melakukan pergerakan atau mobilisasi baik orang maupun barang, selain itu jalan raya berperan strategis dalam perkembangan dibidang ekonomi, sosial, budaya, dan pertahanan keamanan. Karena jalan raya mempunyai peranan yang sangat penting dalam suatu pergerakan itulah maka pembangunan jalan raya diutamakan.

Seiring dengan semakin pesatnya pembangunan jalan raya, maka dibutuhkan bahan-bahan untuk pembangunan jalan raya yang semakin komplek. Bahan-bahan yang digunakan dalam pembangunan jalan raya antara lain split/koral (agregat kasar), pasir (agregat halus) dan semen/abu batu sebagai filler/bahan pengisi. Keberadaan semen sebagai filler membuat banyak orang berfikir untuk mencari alternatif lain sebagai penggantinya. Salah satunya adalah dengan

penggunaan limbah karbit. Dimana semen dan limbah karbit memiliki kandungan kapur (CaO) dan silika yang cukup tinggi.

Dalam penulisan penulis melakukan percobaan kekuatan beton aspal dengan menggunakan limbah karbit sebagai filler dalam campuran beton aspal jenis AC-WC. Percobaan ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh limbah karbit terhadap kekuatan campuran beton aspal. Limbah karbit yang mengandung CaO yang cukup tinggi dapat dijumpai atau didapat pada bengkel-bengkel las. Pemanfaatan limbah karbit ini juga telah digunakan pada penelitian sebelumnya yaitu pada campuran aspal beton jenis AC-BC, pada stabilisasi tanah lempung, juga pada bahan tambah dalam pembuatan batako.

B. TINJAUAN PUSTAKA

Perkerasan Jalan

Dalam bukunya Silvia Sukirman, 2007, membedakan jenis – jenis perkerasan jalan raya berdasarkan bahan pengikatnya terbagi menjadi :

1. Konstruksi perkerasan lentur (*flexible pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikatnya.
2. Konstruksi perkerasan kaku (*rigid pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan semen portland sebagai bahan pengikatnya.
3. Konstruksi perkerasan komposit (*composite pavement*), yaitu perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur.

Aspal

Aspal merupakan salah satu material yang berwarna hitam . Pada temperatur ruang aspal berbentuk agak padat sampai padat, jika aspal dipanaskan sampai temperature tertentu aspal akan mencair sehingga dapat melapisi partikel –

partikel atau agregat pada waktu pencampuran aspal beton bahkan aspal dapat masuk kedalam pori-pori pada waktu penyemprotan/penyiraman pada perkerasan macadam atau pelaburan.

Banyaknya aspal dalam campuran perkerasan berkisar antara 4-10% berdasarkan berat campuran, atau 10-15% berdasarkan volume campuran (Silvia Sukirman, 2003).

Aspal pada perkerasan jalan raya mempunyai fungsi sebagai berikut :

1. Aspal sebagai bahan pengikat antara agregat - agregat
2. Aspal sebagai bahan pengisi rongga-rongga antara butir-butir agregat dan pori-pori yang ada dari agregat itu sendiri.

Jenis-jenis aspal

Berdasarkan proses pembentukan dan asal dari aspal dapat diklasifikasikan berdasarkan :

- a. Aspal alam, dibedakan menjadi:
 - Aspal gunung (*rock asphalt*), contohnya aspal dari Pulau Buton.
 - Aspal danau (*lake asphalt*), contohnya aspal dari Bermudez, Trinidad.
- b. Aspal buatan, dibedakan menjadi:
 - Aspal minyak, merupakan hasil penyulingan minyak bumi.
 - Ter, merupakan hasil penyulingan batu bara.

Aspal minyak dapat dibedakan lagi menjadi:

1. Aspal keras/panas (*asphalt cement*), adalah aspal yang digunakan dalam keadaan cair dan panas. Aspal ini berbentuk padat pada keadaan penyimpanan (*temperature ruang*).
2. Aspal dingin/cair (*cut back asphalt*), adalah aspal yang digunakan dalam keadaan cair dan dingin. Aspal cair dihasilkan dengan melarutkan aspal

keras dengan bahan pelarut berbasis minyak.

- Aspal emulsi (*emulsion asphalt*), adalah aspal yang disediakan dalam bentuk emulsi. Berdasarkan ketiga bentuk aspal tersebut, semen aspal atau aspal padat yang paling banyak digunakan terutama untuk perkerasan jalan (Silvia Sukirman, 2007). Aspal yang digunakan untuk perkerasan jalan yang dicampurkan dengan agregat atau tanpa bahan tambahan disebut dengan aspal beton. Dan yang paling umum digunakan yaitu aspal beton campuran panas yang dikenal dengan *Hot Mix* sedangkan jenis lainnya seperti aspal beton campuran hangat, aspal beton campuran dingin, dan aspal mastis (Asiyanto, 2008).

Limbah Karbit

Karbit yang bereaksi dengan air akan menghasilkan asitilin yang mudah terbakar dan sisa dari reaksi tersebut akan menghasilkan / menyisakan limbah yang biasa disebut limbah karbit. Limbah karbit digolongkan kedalam jenis kapur padam . Menurut Zainal Abidin (1984) limbah karbit memiliki sifat-sifat kapur untuk bahan bangunan sesuai dengan SII 0024-80 dengan adanya dua parameter yang menyimpang yaitu kadar CaO + MgO lebih rendah dan CO₂ yang cukup tinggi. Berdasarkan pengujian mengandung kalsium yang cukup tinggi, yaitu 73,22 %.

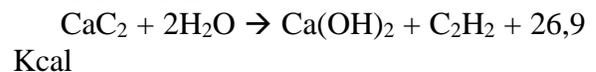
Gas Calcium Dicarbide atau lebih dikenal dengan gas karbit adalah suatu senyawa tak bewarna CaC₂. Di Negara yang mempunyai tenaga listrik kuat dibuat dengan memanaskan Kalsium Oksida (CaO) atau batu gamping dengan kokas atau etuna pada suhu diatas 2000° C didalam tungku busur elektrik. Kristal hasil pembakaran terdiri dari ion Ca²⁺ dan Ca²⁻ dengan susunan Natrium Klorida. Jhon Daith yang dikutip oleh

M.Istiwarni (1999 : 20) menjelaskan bila air ditambahkan pada kalsium karbida dihasilkan bahan dasar etuna organik yang berupa gas dan endapan.

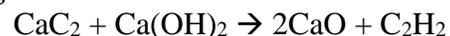
Menurut Kirk dan Othmer yang dikutip P. Sumardi (1991 : 38) menyatakan bahwa karbit yang diperdagangkan bukan senyawa murni tetapi merupakan campuran yang terdiri dari CaC₂ kelebihan CaO dan sedikit zat pengotor.

Kalsium karbit yang merupakan hasil sampingan pembuatan gas asitelin adalah berupa zat padat berwarna putih kehitaman atau keabu-abuan dengan berat jenis sebesar 2,22. Awal dihasilkannya limbah karbit berupa koloid (semi cair) karena gas ini mengandung gas dan air. Setelah 3-7 hari, gas yang terkandung menguap perlahan seiring dengan penguapan gas dan air kapur limbah mulai mengering, berubah menjadi gumpalan-gumpalan yang rapuh dan mudah di hancurkan serta dapat menjadi serbuk.

Reaksi yang terjadi pada pembuatan gas asetilen adalah :



Apabila kekurangan air maka yang terjadi adalah:



Komposisi limbah karbit berdasarkan pengujian oleh PT. IGA Murni Sejahtera

Komposisi Kimia Limbah Karbit

Komposisi Kimia	Kandungan (%)
SiO ₂ , Silika	2,7
Fe ₂ O ₃ , Besi Oksida	0,41
CaO, Kalsium	61,95
Al ₂ O ₃ , Aluminium Oksida	1,19
MgO, Magnesium	0,75
Hilang pijar termasuk	33,55

CO ₂	
SO ₃ Sulfat	0
Ca(OH) ₂	42,75

(Sumber : PT. IGA MURNI SEJAHTERA)

Dari analisa kapur limbah karbit yang diperiksa sebagai kapur padam oleh Zainal Abidin (1984 : 2) sebagai berikut :

Parameter	Kapur untuk bahan bangunan		Hasil analisa kapur buangan Industri Gas
	Kelas I	Kelas II	
CaO+MgO (setelah dikoreksi dengan SO ₃)	65%	65%	61,75%
CO ₂	6%	6%	22,14%
Kadar Air	1,5%	1,5%	2,59%
Bagian yang tidak larut	1%	3%	1%

(Sumber : Zainal Abidin, 1984 : 2)

Melihat data diatas Zainal Abidin menyatakan bahwa ada dua parameter menyimpang dari standar yaitu :

1. CaO dan MgO aktif (setelah dikoreksi dengan SO₃)
2. Gas CO₂

Untuk a dan b kelihatannya ada hubungan, yaitu rendahnya CaO disebabkan tingginya kadar CO₂. Hal ini dapat diperhatikan bahwa bagian yang tidak terlarut dalam kapur limbah karbit adalah kandungan SiO₂, sehingga dengan melihat parameter tersebut kapur limbah karbit ini dapat digolongkan ke dalam jenis kapur bahan bangunan kelas II.

Menurut Yus yudyiantoro (1998 : 33) dibaca dari Proyek Akhir Analisis Kuat Tekan Batako dengan Limbah Karbit Sebagai Bahan Tambah, Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta, 2010,

menyatakan bahwa kandungan yang cukup tinggi membuat limbah karbit memiliki sifat-sifat fisis menyerupai kalsium hidroksida dalam hal:

1. Senyawa kimia terbesar adalah Ca dan Ca(OH)₂
2. Daya ikat terhadap air cukup tinggi Sifat non plastis karena merupakan bahan berbutir

Semen

Semen portland dibuat dari bahan yang mengandung kalsium oksida (CaO) , lempung yang mengandung silika dioksida (SiO₃) dan aluminium oksida (Al₂O₃) .

Fungsi semen secara umum adalah untuk merekatkan butiran-butiran agregat agar menjadi suatu massa yang padat. Kandungan silika dan alumina pada semen merupakan unsur utama pembentuk semen yang apabila bereaksi dengan air akan menjadi media perekat.

Agregat

Agregat yang akan digunakan dalam pembuatan campuran ini dibedakan menjadi agregat yaitu agregat kasar dan agregat halus dan digunakan sebagai bahan pengisi (filler).

a. Agregat kasar

Agregat kasar yaitu agregat yang tertahan pada saringan no.8 (2,36 mm), agregat kasar untuk campuran aspal harus terdiri dari batu pecah yang bersih, kuat, kering, bebas dari kotoran lempung serta mempunyai terkstur permukaan yang kasar dan tidak bulat agar dapat memberikan sifat interlocking yang baik dengan material yang lain.

b. Agregat halus

Agregat halus adalah agregat dengan ukuran butir lebih kecil dari saringan no.8 (2,36 mm). Agregat dapat meningkatkan stabilitas campuran dengan penguncian

antara butiran, agregat halus juga mengisi ruang antar butir. Bahan ini dapat terdiri dari butir-butiran batu pecah atau pasir alam atau campuran dari keduanya.

Beton Aspal

Beton aspal adalah salah satu tipe campuran pada lapisan penutup konstruksi perkerasan jalan yang mempunyai nilai struktural dengan kualitas yang tinggi, terdiri atas agregat yang berkualitas yang dicampur dengan aspal sebagai bahan pengikatnya. Material-material pembentuk beton aspal dicampur di instalansi pencampur pada suhu tertentu,

Jenis beton aspal

- Beton aspal campuran panas (*hot mix*) adalah beton aspal yang material pembentuknya dicampur pada suhu pencampuran sekitar 140°C.
- Beton aspal campuran sedang (*warm mix*) adalah beton aspal yang material pembentuknya dicampur pada suhu pencampuran sekitar 60°C.
- Beton aspal campuran dingin (*cold mix*) adalah beton aspal yang material pembentuknya dicampur pada suhu pencampuran sekitar 25°C.

Berdasarkan fungsinya beton aspal dibedakan menjadi :

- Beton aspal untuk lapisan aus/*wearing course* (WC).
- Beton aspal untuk lapisan pondasi/*binder course* (BC).
- Beton aspal untuk pembentuk dan perata lapisan beton aspal yang sudah lama, yang pada umumnya sudah aus dan seringkali tidak lagi berbentuk *crown*. (Silvia Sukirman, 2003).

C. METODOLOGI PENELITIAN

Bahan Penelitian

Dalam Penelitian ini menggunakan bahan – bahan sebagai berikut :

- Limbah karbit didapat dari pengelasan bengkel mobil didaerah kalidoni Palembang.
- Agregat kasar (*split*) diambil dari daerah Lahat
- Agregat halus (pasir) diambil dari daerah Tanjung Raja
- Semen *Portland* Type I produksi Baturaja
- Aspal didapat dari AMP Soekarno Hatta dengan penetrasi 60/70

Pengujian Bahan .

- Analisa Ayak Agregat

Untuk mengetahui presentase gradasi butiran yang diinginkan.

$$a = \frac{\text{Berat benda tertahan}}{\text{Berat benda uji total}} \times 100\%$$

- Berat jenis agregat

$$BJ \text{ Kering} = \frac{Bk}{w2 + BJ - W1}$$

$$SSD = \frac{BJ}{W2 + BJ - W1}$$

- Penyerapan

$$\frac{(BJ - Bk)}{Bk} \times 100\%$$

- Keausan Agregat

$$\text{Pers. kekerasan} = \frac{\text{Berat tertahan di diameter 2 mm}}{\text{Berat mula-mula}} \times 100\%$$

- Pengujian Aspal.

- Penetrasi Aspal
- Titik lembek
- Berat jenis
- Daktilitas
- Titik nyala dan titik bakar

- Berat jenis semen dan Limbah karbit

$$\text{Berat jenis} = \frac{\text{Berat benda uji}}{(V2 - V1)}$$

Benda Uji

Pada penelitian ini digunakan benda uji sebanyak 45 benda uji dengan kombinasi limbah karbit 0% ; 25% ; 50% ; 75% ; 100% dengan masing-masing kombinasi dibuat 3

benda uji, dengan persentase perbandingan agregat kasar 54% , agregat halus 39% dan filler 7%. Pencampuran agregat dan kadar aspal dengan suhu $\pm 152^{\circ}\text{C}$ dan dimasukkan kedalam mold dan dipadatkan 2 x 75 tumbukan setelah dingin dikeluarkan.

Jumlah sampel dalam pengujian

Benda Uji	Variasi Aspal (%)	Variasi Limbah Karbit (%)	Jumlah benda uji
Aspal + Split + Pasir + Semen	5	-	3
	6	-	3
	7	-	3
Aspal + Split + Pasir + Semen + Limbah Karbit	5	25	3
		50	3
		75	3
		100	3
Aspal + Split + Pasir + Semen + Limbah Karbit	6	25	3
		50	3
		75	3
		100	3
Aspal + Split + Pasir + Semen + Limbah Karbit	7	25	3
		50	3
		75	3
		100	3
Jumlah seluruh benda uji		45 sampel	

D. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Agregat

Agregat yang digunakan dalam penelitian adalah agregat kasar dan halus. Gradasi agregat menggunakan gradasi agregat menerus untuk campuran AC-WC. Dalam penelitian ini, pengujian analisa saringan menggunakan saringan 19 mm; 12,5 mm; 9,5 mm; 4,75 mm; 2,36 mm; 1,18 mm; 0,6 mm; 0,3 mm; 0,15 mm; 0,075 mm. Pengujian agregat menggunakan Standar Nasional Indonesia (SNI). Pengujian yang

dilakukan pada material dapat dilihat pada tabel berikut

Hasil Pengujian Sifat Fisik Agregat

Pengujian	Satuan	Hasil	Spesifikasi	Keterangan
Agregat Kasar (Split)				
Berat Jenis Bulk	-	2,520	>2,5	Memenuhi
Berat Jenis SSD	-	2,580	>2,5	Memenuhi
Berat Jenis Semu	-	2,696	>2,5	Memenuhi
Penyerapan	%	2,600	<3,0	Memenuhi
Agregat Halus (Pasir)				
Berat Jenis Bulk	-	2,510	>2,5	Memenuhi
Berat Jenis SSD	-	2,550	>2,5	Memenuhi
Berat Jenis Semu	-	2,608	>2,5	Memenuhi
Penyerapan	%	1,390	<3,0	Memenuhi
Abrasi Agregat dengan <i>Los Angeles</i>				
Keausan Agregat	%	21,30	Maks. 40	Memenuhi

Pengujian Filler

Dari pengujian semen dan filler didapatkan berat jenis sebagai berikut

Hasil Pengujian Berat Jenis semen dan Filler

Berat Jenis	Berat awal	V1	V2	BJ
Semen	64 gram	0	21,3	2,77
Limbah karbit	54,7 gram	0	26	2,10

Dari tabel didapat berat jenis (BJ)

- Semen adalah 2,77
- Limbah karbit adalah 2,10.

Pengujian Aspal

Disini aspal yang digunakan adalah jenis aspal dengan pen 60/70. Yang diuji adalah penetrasi aspal, berat jenis aspal, titik leleh aspal, titik nyala aspal dan daktilitas.

Hasil Pengujian aspal sebagai berikut :

No	Jenis Pengujian	Metode Pengujian	Tipe Aspal pen 60/70	Hasil Pengujian
1.	Penetrasi pada 25°C (mm)	SNI 06-2434-1991	60-79	78,96 mm
2.	Berat Jenis	SNI 06-2441-1991	1,0	1,012
3.	Titik Lembek (°C)	SNI 06-2434-1991	48	46,5°C
4.	Daktalitas (cm)	SNI 06-2432-1991	100	134 cm
5.	Titik Nyala (°C)	SNI 06-2433-1991	232	386°C

Dari hasil yang didapatkan sesuai dengan persyaratan yang ditetapkan oleh SNI 03-1737-1989, sehingga aspal telah memenuhi syarat – syarat yang telah ditentukan.

Rancangan Campuran Asphalt Concrete - Wearing Course (AC-WC) :

Dalam pembuatan rancangan disini menggunakan campuran aspal panas (*hotmix*) diuji dengan menggunakan marshall. Dari pengujian diketahui nilai dari stabilitas dan kelelahan (*flow*) sehingga didapat nilai Kadar Asal Optimum (KAO). Hasil pengujian Marshall

No.	Sifat-Sifat Marshall	Persentase Limbah Karbit				
		0%	25%	50%	75%	100%
1	KAO (%)	5,47	5,7	5,9	5,81	5,79
2	VMA (%)	17,572	17,096	16,928	16,681	16,516
3	VIM (%)	5,432	6,503	6,367	6,25	6,014
4	VFA (%)	84,686	87,643	97,606	96,642	96,485
5	Stabilitas (kg)	1,536,333	2,077,667	1,918,667	1674	1635
6	Flow (mm)	5,040	9,508	9,655	9,316	7,208

7	Marshall Quotient (kg/mm)	435,331	881,038	1647,4	1056,2	431,755
---	---------------------------	---------	---------	--------	--------	---------

Analisa dan Pembahasan Campuran

Dari hasil pembahasan pengujian Marshall dimuka dapat diambil garis besarnya yaitu :

1. Kadar aspal Optimum
Penambahan limbah karbit meningkatkan nilai kadar aspal optimum (KAO).
2. Rongga Antara Mineral Agregat (VMA)
Kadar limbah karbit semakin bertambah nilai VMA nya semakin turun . Dari hasil didapat VMA terkecil pada limbah karbit 100% sebesar 16,52% dan masih memenuhi persyaratan yaitu 15% .
3. Rongga Dalam Campuran (VIM)
Semakin besar penambahan limbah karbit nilai VIM mengalami kenaikan disbanding dengan keadaan normal. Nilai VIM yang paling rendah didapat pada limbah karbit 0% sebesar 5,432% .
4. Rongga Terisi Aspal (VFA)
Pada penambahan limbah karbit didapat nilai VFA cenderung naik dan pada penambahan tertentu akan turun. Penambahan limbah karbit terbesar nilai VFA nya pada penambahan 75% sebesar 97% hal ini sesuai yang disyaratkan.
5. Kelelahan (*Flow*)
Dari hasil didapat nilai flow terbesar pada penambahan limbah karbit 50% sebesar 10 mm dan terkecil pada 0% sebesar 5.04 mm. Hasil ini telah m,emenuhi syarat .

6. Stabilitas Campuran (kg)

Stabilitas terbesar didapat dari campuran limbah karbit 50% dapat menahan beban sebesar 1950 kg dan terendah pada 0% sebesar 1536,33 kg.

7. Marshall Quotient (kg/mm)

Dari hasil didapat nilai terbesar pada limbah karbit 75% sebesar 1400 kg/mm dan terkecil pada 0% sebesar 435,33 kg/mm.

Parameter Marshall selengkapnya dapat dilihat pada table berikut

Hasil Parameter Marshall dengan KAO

Limbah Karbit (%)	KA O (%)	VM A (%)	VI M (%)	VF A (%)	Stabilitas (kg)	Flow (mm)	Marshall Quotient (kg/mm)
0	5.47	17.572	5.432	84.686	1536.33	5.04	435.331
25	5.7	17.096	6.4	87.643	1900	8.9	881.038
50	5.89	16.928	6.42	95	1950	10	1300
75	5.81	16.681	6.25	97	1674	9.316	1400
100	5.79	16.516	6.014	96.485	1635	7.208	431.755

E. KESIMPULAN

Dari uraian diatas dapat disimpulkan, sebagai berikut :

- Pada penambahan limbah karbit 50% dapat meningkatkan nilai KAO sebesar 5,89%.
- Pada penambahan limbah karbit Nilai VMA mengalami penurunan .
- Pada penambahan limbah karbit 50% Nilai VIM mencapai nilai yang terbesar sebesar 6,42%.
- Pada penambahan limbah karbit 75% Nilai VFA mencapai 97%.
- Pada penambahan limbah karbit 50% Nilai Stabilitas mengalami peningkatan sebesar 1950 kg.

➤ Pada penambahan limbah karbit 50% Nilai flow mengalami peningkatan sebesar 10 mm.

➤ Pada penambahan limbah karbit 50% nilai Marshall Quotient mengalami peningkatan sebesar 1400 kg/mm.

DAFTAR PUSTAKA

Al-Huda, Nafisah dan Hendra Gunawan, 2013, *Pemanfaatan Limbah Karbit Untuk Meningkatkan Nilai CBR Tanah Lempung Desa Cot Seunong (172 G)*. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.

Aryansyah, 2013, *Pengaruh Penggunaan Limbah Karbit Sebagai Filler Terhadap Karakteristik Mekanis Asphalt Concrete-Binder Course (AC-BC)*. Universitas Haluoleo Kampus Hijau Bumi Tridharma. Kendari.

Ngudiyono, 2006, Jurnal Sipil, Vol.2, *The Influence Addition of Pumice and Acetylene Waste on Strength Concrete*.

Santoso, Singgih, 2010. *Statistik Parametrik*. PT. Elex Media Komputindo, Jakarta.

Spesifikasi Umum Divisi 6. 2010. *Perkerasan Aspal*. Bina Marga.

Sukirman, Silvia, 1995. *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Nova Bandung.

Sukirman, Silvia. 2003. *Beton Aspal Campuran Panas*. Yayasan Obor Jakarta . Indonesia.

Utomo, Hendratmo Muji. 2013. *Analisis Kuat Tekan Beton Batako Dengan Limbah Karbit Sebagai Bahan Tambah*. Universitas Negeri Yogyakarta. Yogyakarta.

<http://Aspal - Wikipedia bahasa Indonesia, ensiklopedia bebas.htm>

<http://Las karbit - Wikipedia bahasa Indonesia, ensiklopedia bebas.htm>