PENGARUH PENGGUNAAN TANAH MERAH SEBAGAI FILLER PADA CAMPURAN ASPAL AC-BC TERHADAP NILAI MARSHALL

EFFECT OF RED SOIL AS A FILLER IN ASPHALT AC- BC MIXTURE ON MARSHALL VALUES

Evie Dwi Labora Bancin, Kamaluddin Lubis, Nuril Mahda

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik

Universitas Medan Area, Indonesia

*Corresponding author: evielabora@gmail.com

Abstrak

Filler merupakan material pengisi dalam lapisan aspal. Pada penelitian ini Tanah merah digunakan sebagai Filler yang lolos saringan No.200 pengganti semen yang umum digunakan pada campuran lapisan aspal. Kekuatan campuran ini adalah pada agregat- agregatnya yang saling mengisi. Dalam penelitian ini jumlah Filler yang digunakan dua variasi yaitu 2% dan 4% untuk setiap kadar aspal yang digunakan yaitu 4,5%; 5%; 5,5%; 6%; 6,5%. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan Tanah Merah dalam campuran laston AC-BC terhadap sifat karakteristik parameter Marshall. Penelitian ini menggunakan metode Marshall berdasarkan SNI dan Spesifikasi Kementerian Umum Direktorat Jendral Bina Marga. Hasil pengujian Marshall menunjukkan nilai stabilitas rata- rata penggunaan Filler Tanah Merah dengan variasi 2% sebesar 1325 kg dan kelelehan sebesar 3,40mm sedangkan pada penggunaan Filler Tanah Merah dengan variasi 4% memiliki nilai stabilitas rata- rata sebesar 1265kg dan kelelehan 3,55mm. setelah dilakukan pengujian Marshall didapatkan hasil yang menunjukkan bahwa penggunaan Tanah Merah pada campuran aspal dapat dijadikan sebagai sebagai bahan pengisi rongga (filler) campuran lapisan aspal AC- BC.

Kata Kunci: Filler, Tanah Merah, Aspal, Marshall

ABSTRACT

Filler is a filling material in the asphalt layer. In this study, Tanah Merah was used as a filler that passed the No.200 sieve replacement for cement which is commonly used in asphalt layer mixtures. The strength of this mixture is in its complementary aggregates. In this study the number of fillers used were two variations, namely 2% and 4% for each asphalt level used, which was 4.5%; 5%; 5.5%; 6%; 6.5%. The purpose of this study was to determine the effect of the use of Red Soil in laston AC-BC mixes on the characteristic characteristics of Marshall parameters. This research applied Marshall method based on SNI and The Spesification General Ministry of Direktorat Bina Marga. Marshall test results show the average stability value of the use of the Red Soil Filler with a variation of 2% by 1325 kg and a melt of 3.40mm while the use of the Red Soil Filler with a variation of 4% has an average stability value of 1265kg and a melt of 3.55mm. After the Marshall test, the results show that the use of Tanah Merah in the asphalt mixture can be used as a filler material for AC-BC asphalt layer mixture.

Keywords: Filler, Tanah Merah, Asphalt, Marshall

How to Cite: Evie Dwi, Kamaluddin Lubis, Nuril Mahda. Pengaruh Penggunaan Tanah Merah Sebagai Filler Pada Campuran Aspal AC-BC Terhadap Nilai Marshall. *JCEBT (Journal of Civil Engineering, Building and Transportation)*. 5 (1): 17-25

PENDAHULUAN

Air yang menggenangi atau masuk ke dalam pori perkerasan jalan merupakan salah satu faktor penyebab rusaknya jalan. Oleh sebab itu, bagian atas jalan diusahakan memiliki sifat kedap air. Sifat kedap air diperoleh dengan menggunakan bahan pengikat dan pengisi pori-pori antar agregat, seperti aspal atau semen Portland (Bethalia Adventi, 2018). Jalan raya terdiri dari beberapa lapisan, salah satunya adalah laston lapis aus. Laston lapis aus (AC-WC) merupakan lapisan paling atas dari struktur perkerasan yang berhubungan langsung dengan roda kendaraan, mempunyai tekstur yang lebih halus dibandingkan dengan laston lapis pondasi (Asphalt Concrete- Binder Course). Lapisan ini merupakan lapisan perkerasan yang terletak dibawah lapisan aus wearing course dan diatas lapisan pondasi base course. Karakteristik yang terpenting pada campuran ini adalah stabilitas. Untuk memenuhi karakteristik tersebut maka diperlukan campuran aspal yang tepat dan juga bahan pendukung/ pengisi (filler).

Persyaratan filler menurut Kementrian Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga tahun 2010 revisi 1 harus dalam kondisi kering, bebas dari gumpalan- gumpalan dan lolos ayakan 200. Pada penelitian ini kadar bahan

pengisi dibatasi antara 2% hingga 8% dari berat total campuran aspal beton dan bahan pengisi (filler) yang digunakan adalah abu tanah merah.

Maksud penelitian adalah mengetahui pengaruh penggunaan filler abu Tanah Merah dalam campuran Aspal AC-BC terhadap karakteristik Marshall.

Tujuan dari penelitian ini adalah Untuk menemukan alternatif baru dari bahan filler aspal dan untuk mengetahui nilai parameter Marshall aspal akibat penggunaan filler abu tanah merah dengan variasi campuran 2% dan 4% pada kadar aspal 4,5%; 5%; 5,5%; 6%; dan 6,5%. Dan adapun masalah yang harus dibahas adalah apakah penggunaan filler Tanah Merah berpengaruh terhadap karakteristik Marshall dan dapat digunakan sebagai bahan campuran pada perkerasan jalan? Dan bagaimana pengaruh serta perbandingan nilai Marshall antara filler tanah merah 2% dan 4% pada kadar aspal 4,5%; 5%; 5,5%; 6%; dan 6,5%.

Pengumpulan data dilakukan melalui pemeriksaan terhadap sifat- sifat fisik agregat kasar, agregat halus, *filler* (tanah merah) dan pengujian aspal. Pengujian ini meliputi pengujian gradasi saringan, berat jenis, dan penyerapan agregat kelekatan agregat terhadap aspal dan keausan agregat dengan menggunakan mesin abrasi los angeles. Pengujian aspal

meliputi pengujian berat jenis, penetrasi. Pengujian tersebut merujuk pada beberapa SNI dan Modul buku yang digunakan sebagai referensi.

Metode Perencanaan Campuran

Perencanaan campuran pada campuran beraspal terdiri dari perencanaan komposisi agregat, kadar aspal optimum, variasi kadar campuran aspal, serta variasi kadar tanah merah sebagai pengganti filler. Agregat yang digunakan merupakan agregat yang sudah diuji dan memenuhi spesifikasi yang telah disesuaikan. Beberapa tahap yang dilakukan dalam penelitian ini adalah seperti persiapan dan pengujian bahan, mix design atau job mix formula, pembuatan benda uji dan pengujian aspal.

Metode Marshall test

Pengujian dengan metode dan alat Marshall pertama kali diperkenalkan oleh Bruce Marshall, Mississippi State Highway Departement pada tahun 1948 dan selanjutnya dikembangkan oleh U.S Corps of Engineer. Alat Marshall merupakan alat tekan yang dilengkapi dengan proving ring (cincin penguji) berkapasitas 22,2 kN (5000 lbf) dan flowmeter. Proving ring digunakan untuk mengukur nilai stabilitas dan flowmeter untuk mengukur kelelahan plastis atau flow. Benda uji Marshall berbentuk silinder berdiameter 4 inci (10,16 cm) dan tinggi 2,5 inci (6,35 cm).

Dengan pemeriksaan menggunakan alat Marshall diperoleh data-data stabilitas, kelelahan plastis (flow), persen rongga dalam agregat, berat volume. Untuk memastikan suatu campuran aspal panas sudah memenuhi persyaratan-persyaratan yang sudah ditetapkan oleh Direktorat Jendral Bina Marga atau Departemen Pekerjaan Umum, maka perlu dilakukan test dengan alat Marshall.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Agregat

Pada tahap ini peneliti melakukan pemeriksaan pada agregat baik itu agregat kasar (*coarse aggregate*) dan agregat halus (*fine aggregate*), tahapan penelitian ini untuk mendapatkan hasil gradasi agregat yang sesuai dengan Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 Divisi 6 Revisi III, maka kombinasi agregat untuk masing-masing campuran ditentukan berdasarkan fraksi-fraksi agregat yang penggabungannya menggunakan cara analitis. Data dalam penelitian ini adalah data yang langsung diperoleh dari pengujian laboratorium yang meliputi proses pengolahan data.

Gambar 1. Kurva Gradasi Agregat Campuran

Pemeriksaan Berat Jenis Campuran

Agregat Kasar

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan berat jenis (*bulk specific gravity*), berat jenis kering permukaan jenuh (*saturated Surface Dry = SSD*), berat jenis semu (*Apparent Specific gravity*), dan penyerapan agregat dari agregat kasar.

Tabel 1. Hasil Pengujian Agregat Kasar

Jenis Pemeriksaan	Percobaan
Berat benda uji kering oven (BK)	5000 gram
Berat benda uji kering permukaan jenuh (BJ)	5053,4 gram
Berat benda uji dalam air (BA)	3151,7 gram
Berat jenis (<i>bulk</i>) BK/ BJ-BA	2,63
BJ kering permukaan jenuh BJ/BJ-BA	2,67
BJ semu (<i>apparent</i>) BK/BK-BA	2,705
Penyerapan (<i>absorption</i>) BJ-BK/BK X100	1,068 %

Agregat Halus

Tabel 2. Persiapan dan Hasil Berat Jenis Agregat Halus

Jenis Pemeriksaan	Percobaan
Berat benda uji kering permukaan jenuh (SSD)	500 gram
Berat benda uji kering oven (BK)	437 gram
Berat piknometer dan air pada suhu 25°C (B)	507 gram
Berat piknometer + benda uji (SSD) + air (BT)	816 gram
Berat jenis (<i>Bulk</i>)	2,28
Berat kering permukaan jenuh	2,62
BJ semu (<i>apparent</i>)	3,41
Penyerapan (<i>absorption</i>)	14,42

Dari percobaan diperoleh nilai berat jenis agregat kasar 2,63 dengan penyerapan 1,068 %. Sedangkan untuk agregat halus

didapatkan nilai berat jenis sebesar 2,28 dengan penyerapan 14,42%.

Pemeriksaan Filler

Bahan pengisi harus bebas dijaga kebersihannya dari semua bahan yang tidak dikehendaki atau campur aduk dari bahan lain. Bahan pengisi agregat halus harus kering dan lolos saringan No. 200. Filler diyakini dapat memperbaiki adhesi antara agregat dan aspal. Standar pengujian yang digunakan adalah AASHTO T- 85-81 dan SNI M-0201994-03 spesifikasi tertahan 70%.

Pemeriksaan Aspal

Hasil dari pengujian yang dilakukan didapatkan berat jenis aspal sebesar 1.027. dan untuk hasil penetrasi dari aspal dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3. Pemeriksaan penetrasi

Pemeriksaan penetrasi aspal	
Pemeriksaan sampel 1	101.2
Pemeriksaan sampel 2	101
Pemeriksaan sampel 3	99.4
Rata-rata	100.53

Hasil Perencanaan Campuran

Perencanaan campuran (Job Mix Formula) dimaksudkan untuk menentukan proporsi campuran baik agregat kasar, agregat halus dan filler yang sesuai dengan persyaratan/spesifikasi gradasi. Pada penelitian ini digunakan tanah merah sebagai bahan pengganti *filler* pada aspal

untuk mengetahui apakah tanah merah yang dicampur dengan aspal dapat digunakan persyaratan mutu campuran yang diperlukan dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Table 4. Persyaratan Mutu Campuran

Kadar aspal terhadap berat campuran (%)	5-7
Density (gr/ml)	Min 2.228
Stability (kg)	Min 800
Flow (mm)	2-4
% Rongga terhadap campuran (VIM)	3-5
% Rongga dalam agregat (VMA)	Min 15
% Rongga terisi aspal (VFA)	Min 65

Sumber: Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 Divisi 6

Revisi III

Pada penelitian ini cetakan (mould) yang digunakan memiliki spesifikasi sebagai berikut:

-Diameter : 10,1cm -Tinggi:7,5cm -Total

Campuran : 1200gr -Kadar aspal : 4,5%. 5%. 5,5%. 6%. 6,5%

Filler Tanah Merah 2%

- a. Kadar Aspal 4,5% = 54gr (berat total campuran agregat =1200 gr, kadar aspal 4,5% maka untuk mendapatkan berat aspalnya : $1200 \times 4,5\% = 54\text{gr}$).

$$\begin{aligned} \text{CA} &= 15\% \times 1146 = 171,9 \text{ gr} \\ \text{MA} &= 40\% \times 1146 = 458,4 \text{ gr} \\ \text{FA} &= 35\% \times 1146 = 401,1 \text{ gr} \\ \text{Sand} &= 8\% \times 1146 = 91,68 \text{ gr} \\ \text{Filler} &= 2\% \times 1146 = \underline{22,92 \text{ gr}} \\ &\quad \mathbf{1146 \text{ gr}} \end{aligned}$$

- b. Kadar Aspal 5% = 60 gr
CA = $15\% \times 1140 = 171 \text{ gr}$

$$\begin{aligned} \text{MA} &= 40\% \times 1140 = 456 \text{ gr} \\ \text{FA} &= 35\% \times 1140 = 399 \text{ gr} \\ \text{Sand} &= 8\% \times 1140 = 91,2 \text{ gr} \\ \text{Filler} &= 2\% \times 1140 = \underline{22,8 \text{ gr}} \\ &\quad \mathbf{1140 \text{ gr}} \end{aligned}$$

- c. Kadar Aspal 5,5% = 66 gr
CA = $15\% \times 1134 = 170,1 \text{ gr}$
MA = $40\% \times 1134 = 453,6 \text{ gr}$
FA = $35\% \times 1134 = 396,9 \text{ gr}$
Sand = $8\% \times 1134 = 90,72 \text{ gr}$
Filler = $2\% \times 1134 = \underline{22,68 \text{ gr}}$
1134 gr

- d. Kadar Aspal 6% = 72 gr
CA = $15\% \times 1128 = 169,2 \text{ gr}$
MA = $40\% \times 1128 = 451,2 \text{ gr}$
FA = $35\% \times 1128 = 394,8 \text{ gr}$
Sand = $8\% \times 1128 = 90,24 \text{ gr}$
Filler = $2\% \times 1128 = \underline{22,56 \text{ gr}}$
1128 gr

- e. Kadar Aspal 6,5% = 78 gr
CA = $15\% \times 1122 = 168,3 \text{ gr}$
MA = $40\% \times 1122 = 448,8 \text{ gr}$
FA = $35\% \times 1122 = 392,7 \text{ gr}$
Sand = $8\% \times 1122 = 89,76 \text{ gr}$
Filler = $2\% \times 1122 = \underline{22,44 \text{ gr}}$
1122 gr

Setelah mendapatkan hasil perencanaan campuran maka selanjutnya dilakukan pencetakan benda uji. Pengujian ini dilakukan menggunakan alat Marshall dengan 5 variasi kadar aspal tersebut. Dengan 3 buah benda uji untuk setiap masing- masing kadar aspal.

Filler Tanah Merah 4%

- a. Kadar Aspal 4,5% = 54gr (berat total campuran agregat =1200 gr, kadar aspal 4,5% maka untuk mendapatkan berat aspalnya : $1200 \times 4,5\% = 54\text{gr}$).

$$\begin{aligned} \text{CA} &= 15\% \times 1146 = 171,9 \text{ gr} \\ \text{MA} &= 33\% \times 1146 = 378,18 \text{ gr} \\ \text{FA} &= 36\% \times 1146 = 412,56 \text{ gr} \\ \text{Sand} &= 12\% \times 1146 = 137,52 \text{ gr} \\ \text{Filler} &= 4\% \times 1146 = \underline{45,84 \text{ gr}} \end{aligned}$$

- 1146 gr**
- b. Kadar Aspal 5% = 60 gr
 CA = 15% x 1140 = 171,9 gr
 MA = 33% x 1140 = 376,2 gr
 FA = 36% x 1140 = 410,4 gr
 Sand = 12% x 1140 = 136,8 gr
 Filler = 4% x 1140 = 45,6 gr

- 1140 gr**
- c. Kadar Aspal 5,5% = 66 gr
 CA = 15% x 1134 = 170,1 gr
 MA = 33% x 1134 = 374,22 gr
 FA = 36% x 1134 = 408,24 gr
 Sand = 12% x 1134 = 136,08 gr
 Filler = 4% x 1134 = 45,36 gr

- 1134 gr**
- d. Kadar Aspal 6% = 72 gr
 CA = 15% x 1128 = 169,2 gr
 MA = 33% x 1128 = 372,24 gr
 FA = 36% x 1128 = 406,08 gr
 Sand = 12% x 1128 = 135,36 gr
 Filler = 4% x 1128 = 45,12 gr

- 1128 gr**
- e. Kadar Aspal 6,5% = 78 gr
 CA = 15% x 1122 = 168,3 gr
 MA = 33% x 1122 = 370,26 gr
 FA = 36% x 1122 = 403,92 gr
 Sand = 12% x 1122 = 134,64 gr
 Filler = 4% x 1122 = 44,88 gr

1122 gr

Setelah mendapatkan hasil perencanaan campuran maka selanjutnya dilakukan pencetakan benda uji. Pengujian ini dilakukan menggunakan alat Marshall dengan 5 variasi kadar aspal tersebut. Dengan 3 buah benda uji untuk setiap masing-masing kadar aspal.

Hasil Parameter Marshall

Nilai Stabilitas

Tabel 5. Stabilitas Filler Tanah Merah 2%

Kadar Aspal	Stability
-------------	-----------

4,50	1003,84
5,00	1237,56
5,50	1398,76
6,00	1288,31
6,50	1093,19

Tabel 6. Stabilitas filler Tanah Merah 4%

% Bit By	Stability
4,50	1017,35
5,00	1201,16
5,50	1275,21
6,00	1297,13
6,50	1123,11

Stabilitas yang diperoleh dari kedua variasi Filler dapat dilihat pada kedua table diatas menunjukkan bahwa nilai memenuhi standar spesifikasi yang dikeluarkan Bina Marga yaitu sebesar 800 kg. Nilai stabilitas tertinggi yaitu menggunakan 2% filler tanah merah dengan nilai sebesar 1325kg sedangkan dengan menggunakan filler 4% mendapatkan nilai sebesar 1265kg.

Nilai Kelelehan (Flow)

Tabel 7. Kelelehan filler Tanah Merah 2%

% Bit By	Flow
4,50	2,533
5,00	3,367
5,50	3,500
6,00	4,600
6,50	5,200

Tabel 8. Kelelehan filler Tanah Merah 4%

% Bit By	Flow
4,50	2,533
5,00	3,367
5,50	3,500
6,00	4,600
6,50	5,200

Dari hasil pengujian pada edua table diatas nilai *flow/* pelelehan sudah memenuhi spesifikasi yang distandarkan oleh bina marga yaitu minimal 2 dan maksimum 4. Nilai kelelehan terbesar terjadi pada

variasi *filler* 4% dengan nilai sebesar 3,55mm. Penggunaan tanah merah sebagai *filler* pada campuran variasi 2% dan 4% mengalami kenaikan mulai dari awal hingga akhir.

Kepadatan (Density)

Tabel 9. Density filler T.Merah 2%

% Bit By	BULK DENSITY
4,50	2,273
5,00	2,296
5,50	2,302
6,00	2,313
6,50	2,311

Tabel 10. Density filler Tanah Merah 4%

% Bit By	BULK DEN
4,50	2,276
5,00	2,289
5,50	2,300
6,00	2,310
6,50	2,304

Nilai Rongga Udara Dalam Campuran/ VIM (Void In Mixed)

Tabel 11. VIM filler Tanah Merah 2%

% Bit By	AIR VOID
4,50	6,715
5,00	5,087
5,50	4,175
6,00	3,029
6,50	2,437

Tabel 12. VIM filler Tanah Merah 4%

% Bit By	AIR VOID
4,50	6,636

5,00	5,436
5,50	4,279
6,00	3,182
6,50	2,755

Nilai VMA (Void in the mineral agg.)

Tabel 13. VMA filler Tanah Merah 2%

% Bit By	V M A
4,50	15,074
5,00	14,663
5,50	14,910
6,00	14,956
6,50	15,493

Tabel 14. VMA filler Tanah Merah 4%

% Bit By	V M A
4,50	14,997
5,00	14,973
5,50	14,999
6,00	15,088
6,50	15,767

Nilai VMA atau rongga dalam agregat pada kedua variasi *Filler* mengalami kenaikan nilai yang hampir sama, kenaikan disebabkan oleh penambahan kadar aspal.

Nilai VFA (Void Filled Asphalt)

Tabel 15. VFA filler Tanah Merah 2%

% Bit By	V M A
4,50	15,074
5,00	14,663
5,50	14,910
6,00	14,956
6,50	15,493

Tabel 16. VFA filler Tanah Merah 4%

% Bit By	V M A
4,50	14,997
5,00	14,973
5,50	14,999
6,00	15,088
6,50	15,767

Nilai VFA dapat dilihat dari kedua grafik bahwa volume pori rongga cenderung naik dan mendapatkan nilai rata-rata sebesar 68% dan diketahui memenuhi syarat yang ditetapkan yaitu 65%.

Nilai *Marshall Quotient* (MQ)

Tabel 17. MQ filler Tanah Merah 2%

% Bit By	MQ
4,50	396,252
5,00	367,593
5,50	399,645
6,00	280,067
6,50	210,229

Tabel 18. MQ filler Tanah Merah 4%

% BIT BY	MQ
4,50	401,586
5,00	356,780
5,50	364,345
6,00	281,985
6,50	215,983

Dari hasil penelitian pada table 17 dan 18 diatas nilai *marshall quotient* (MQ) tertinggi terjadi pada *filler* dengan variasi 2% yaitu sebesar 385kg/mm. Nilai MQ yang didapat menunjukkan bahwa telah memenuhi spesifikasi bina marga

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa nilai hasil uji Marshall perbandingan antara 2% tanah merah dengan 4% tanah merah menghasilkan hasil yang bagus, baik nilai stabilitas flow, maupun hasil marshall quotient. Hasil pengujian Marshall dengan variasi campuran 2% *Filler* Tanah Merah didapatkan kadar

aspal optimum sebesar 5,2% dan memiliki nilai stabilitas rata-rata sebesar 1325 kg. Sedangkan untuk variasi campuran 4% *filler* Tanah Merah didapatkan hasil kadar optimum sebesar 5,3% dan memiliki nilai stabilitas rata-rata sebesar 1365 Kg. Berdasarkan hasil data tersebut diketahui bahwa semakin banyak menggunakan kadar filler maka semakin berpengaruh terhadap campuran aspal. Nilai Stabilitas yang didapatkan mencapai spesifikasi yang sudah ditetapkan yaitu Spesifikasi Bina Marga 2010 Divisi 6 Revisi III dengan nilai stabilitas minimal 800 kg. Penggunaan abu Tanah Merah yang lolos saringan 200 sebagai *filler* pengganti abu batu pada campuran aspal beton AC-BC yang menggunakan jenis aspal penetrasi 60/70 dapat memenuhi syarat spesifikasi Umum Bina Marga 2010.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah, M. Zainuddin. 2018. *Substitusi Filler Pada Campuran Aspal Dengan Fly Ash Dan Serbuk Batu Bata*. Fakultas Teknik Universitas Islam Lamongan
- Auditia, A Bethalia. 2018. *Pengaruh Penggunaan Bubuk Gypsum Sebagai Filler Dalam Campuran Aspal*. Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer. Universitas Kristen Krida Wacana
- Bina Marga, *Spesifikasi Umum 2010(revisi 3) Divisi 6 Perkerasan Aspal*.
- Esentia, Advanty. 2014. *Pengaruh Penggantian Sebagian Filler Semen Dengan Kombinasi 40% Serbuk Batu Bata Dan 60% Abu Cangkang Lokan Pada Campuran Asphalt Concrete*

Binder Course (AC-BC). Fakultas Teknik
Universitas Bengkulu.

Hardiyatmo, H. Christady. 2015. *Pemeliharaan Jalan Raya.* Gajah Mada University Press.
Yogyakarta.

Wesli,Zulfhazli. 2016. *Penggunaan Abu Batu Bara Sebagai Filler Pada Campuran Aspal Beton AC-BC.* Jurusan Teknik Sipil Universitas
Malikulssaleh.