

# STUDI EKSPERIMENTAL SIFAT MARSHALL AC-WC MENGUNAKAN TEGEL SEBAGAI PENGGANTI SEBAGIAN AGREGAT HALUS

**Abdul Widayat Abzarih**  
(Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Unidayan)  
Email : [Widayat.Abzarih@gmail.com](mailto:Widayat.Abzarih@gmail.com)

---

## ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik marshall AC-WC menggunakan limbah tegel sebagai pengganti sebagian agregat halus.

Dalam penelitian ini, perencanaan benda uji dilakukan dengan menentukan komposisi campuran baik penentuan komposisi agregat maupun penentuan kadar aspal rencana. Penentuan komposisi agregat dilakukan dengan cara mengkombinasi ke tiga fraksi (Agregat Kasar, Agregat Halus, Abu Batu) dengan komposisi tertentu, sedangkan penentuan kadar Aspal rencana dalam campuran yaitu : 6% serta penggunaan tegel sebagai pengganti sebagian agregat halus dalam campuran sebesar 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20% terhadap berat total agregat halus. Dengan rincian tiap kadar aspal terdiri dari 5 sampel pada campuran aspal panas. Kemudian dilakukan penyiapan benda uji untuk tes *Marshall*.

**Kata Kunci :** *AC-WC, Agregat Halus, Limbah Tegel, Marshall test.*

---

## A. PENDAHULUAN

Tegel merupakan salah satu material bahan bangunan yang dipergunakan sebagai bahan pembuat penutup lantai. Pengolahan Tegel meninggalkan banyak limbah yang berupa pecahan dengan ukuran yang bervariasi dan beberapa partikel halus. Oleh sebab itu, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah limbah partikel halus Tegel dapat dipergunakan sebagai *Penganti Sebagian Agregat Halus* dalam campuran aspal. Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimental murni dan hanya membahas skala penelitian laboratorium. Studi eksperimental sifat Marshall adalah percobaan atau suatu pengamatan yang dilakukan untuk mengetahui akibat yang ditimbulkan dari marshall.

Berdasarkan uraian diatas peneliti tertarik untuk mempelajari dan meneliti, dengan judul skripsi “Studi Eksperimental Sifat Marshall AC-WC Menggunakan Tegel Sebagai Pengganti Sebagian Agregat Halus.”

## B. TINJAUAN PUSTAKA

### 1. Aspal

Aspal adalah material kental berwarna cokelat gelap atau hitam dengan kelekatan tinggi yang komponen penyusun terbesarnya adalah bitumen yang berbentuk secara alami maupun dari hasil olahan minyak bumi. Penggunaan aspal biasanya berdasarkan pada kondisi lalu lintas dan iklim pada wilayah tersebut. semakin tinggi penetrasi aspal maka semakin tinggi kekerasan aspal begitu pula sebaliknya.

Aspal dibuat dari minyak mentah (*crude oil*) dan secara umum berasal dari sisa organisme laut dan sisa tumbuhan laut dari masa lampau yang tertimbun oleh pecahan batu batuan. Setelah berjuta juta tahun material organik dan lumpur terakumulasi dalam lapisan lapisan setelah ratusan meter, beban dari beban teratas menekan lapisan yang terbawah menjadi batuan sedimen. Sedimen tersebut yang lama kelamaan terproses menjadi minyak mentah senyawa dasar

*hydrocarbon*. Aspal biasanya berasal dari destilasi minyak mentah, namun aspal ditemukan sebagai bahan alam misalnya asbuton, dimana sering juga disebut mineral.

Aspal sering juga disebut bitumen merupakan bahan pengikat pada campuran beraspal yang dimanfaatkan sebagai lapis permukaan lapis perkerasan lentur. Aspal berasal dari aspal alam atau aspal minyak (Aspal yang berasal dari minyak bumi).

## 2. Tegel

Tegel adalah ubin yang terbuat dari tanah liat dan dilapisi dengan glazur. Menurut blog *Serba Serbi Teknik Sipil* ada dua jenis Tegel yang tersedia di pasaran saat ini yaitu Tegel berglazur dan ubin porselin (*homogeneous tile*). Proses pembuatan Tegel berglazur dimulai dengan mencampur bahan tanah liat dengan kaolin kemudian dibakar hingga 1000 derajat Celcius di mana Tegel yang dihasilkan tidak hancur bila direndam dalam air. Setelah itu baru dilakukan pelapisan dengan proses pencetakan di atas ubin.

## 3. Gradasi

Seluruh spesifikasi perkerasan mensyaratkan bahwa partikel agregat harus berada dalam rentang ukuran tertentu dan untuk masing-masing ukuran partikel harus dalam proporsi tertentu. Distribusi dari variasi ukuran butir agregat ini disebut gradasi agregat.

Gradasi atau distribusi partikel-partikel berdasarkan ukuran agregat merupakan hal yang penting dalam menentukan stabilitas perkerasan. Gradasi agregat mempengaruhi besarnya rongga antar butir yang akan menentukan stabilitas dan kemudahan dalam pelaksanaan. Gradasi agregat diperoleh dari hasil analisa saringan dengan menggunakan 1 set saringan.

## C. METODE PENELITIAN

### 1. Tinjauan Umum Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan untuk campuran aspal panas seperti agregat kasar,

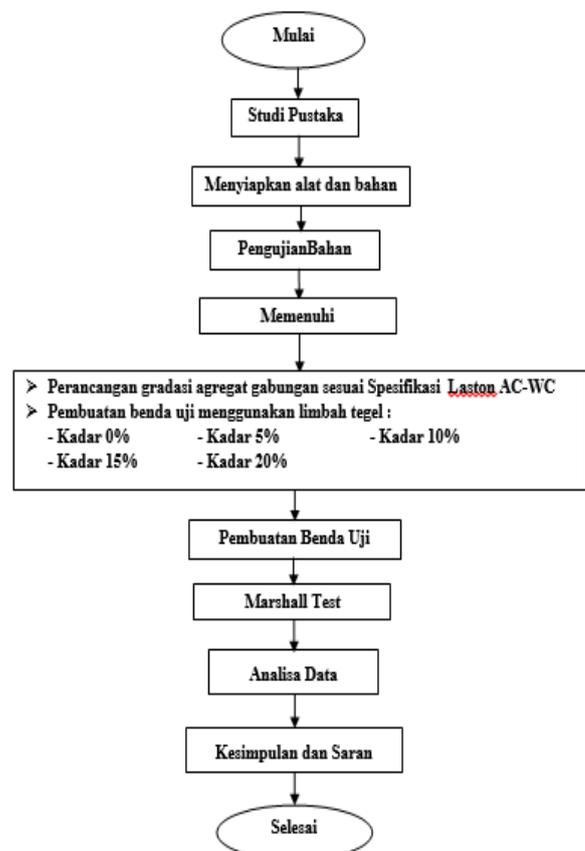
agregat halus, dan aspal sebagai bahan pengikat harus sesuai dengan spesifikasi dan beragam pengujian yang dilakukan untuk menjamin bahan yang digunakan memiliki sifat-sifat seperti yang diharapkan. Dalam penelitian ini, pengujian bahan dilakukan dengan mengacu pada standar Departemen Pekerjaan umum, Spesifikasi Umum Bina Marga Divisi 6 Perkerasan Aspal, 2018 dan metode pengujian karakteristik bahan penyusun campuran aspal panas di laboratorium mengacu sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI).

### 2. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan dilaboratorium Teknik Sipil Universitas Dayanu Ikhsanuddin Baubau yang beralamat di Jalan Dayanu Ikhsanuddin Kelurahan Lipu Kec. Betoambari Kota Baubau.

### 3. Kerangka Kerja Penelitian

Program kerja yang akan dilakukan dalam menyelesaikan penelitian ini,



**Gambar 1.** Bagan Alir Metodologi Penelitian

## D. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

### 1. Hasil Pengujian Marshall

Hasil pengujian ini untuk menentukan nilai karakteristik *Marshall* yaitu: *Density*, *VMA*, *VIM*, *VFB*, *Stabilitas*, *Flow*, dan *MQ*, yang memenuhi syarat campuran *Laston Lapis Aus (AC-WC)*.

Persyaratan yang digunakan sesuai dengan Spesifikasi Umum Direktorat Jendral Bina Marga Devisi 6.3 Tahun 2018 Rekapitulasi hasil pengujian *Marshall* campuran *Laston Lapis Aus (AC-WC)* dapat dilihat pada Tabel 1 sebagai berikut :

**Tabel 1.** Hasil Pengujian Karakteristik *Marshall*

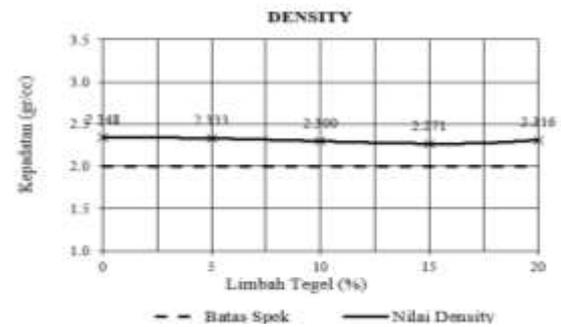
No	Karakteristik	Variasi Kadar Limbah Tegel (%)					Spesifikasi Bina Marga 2018
		0%	5%	10%	15%	20%	
1	Density ( $t/m^3$ )	2.35	2.33	2.30	2.27	2.32	Min. 2
2	VMA (%)	16.18	16.72	17.90	18.92	17.34	Min. 15
3	VIM (%)	4.27	4.89	6.24	7.41	5.60	3-5
4	VFB (%)	73.59	70.73	65.13	60.86	67.75	Min. 65
5	Stabilitas (Kg)	1269.18	1284.60	1116.17	1056.51	1316.00	Min. 800
6	Flow (mm)	2.14	2.25	1.96	1.88	2.31	2-4
7	MQ (Kg/mm)	593.77	570.93	570.93	563.32	570.93	Min. 250

Sumber : Hasil Analisa Data

### 2. Tinjauan Terhadap Nilai Kepadatan (*Density*)

Nilai *Density* menunjukkan besarnya kerapatan suatu campuran yang sudah dipadatkan. Faktor yang mempengaruhi *density* adalah temperatur pemadatan, gradasi, kadar *filler*, energi pematat, kadar aspal, dan *VMA*.

Rekapitulasi hasil pengujian Kepadatan (*Density*) campuran dapat dilihat pada Gambar 2 di bawah ini.

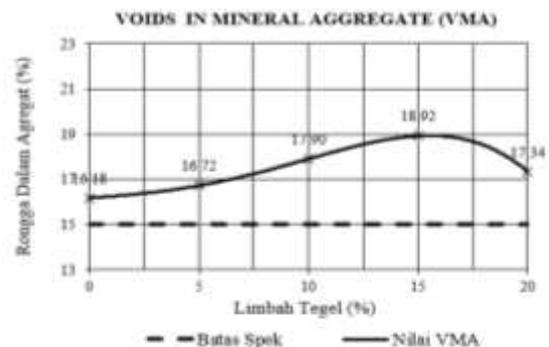


**Gambar 2.** Pengaruh penggunaan *limbah tegel* terhadap campuran aspal panas pada nilai kepadatan (*Density*)

Dari Gambar 2 menunjukkan bahwa nilai *Density* terendah diperoleh 2,27 gr/cc yaitu pada kadar *limbah tegel* 15%, dan nilai *Density* tertinggi diperoleh 2,35 gr/cc yaitu pada kadar *limbah tegel* 0%. Nilai *Density* yang telah ditentukan oleh direktorat jendral bina marga dalam spesifikasi umum tahun 2018 yaitu 2 t/m<sup>3</sup>.

### 3. Tinjauan Terhadap Nilai *Voids In Mineral Aggregate (VMA)*

Rongga diantara mineral agregat (*VMA*) adalah volume rongga yang terdapat diantara agregat suatu campuran yang telah di padatkan, nilai *VMA* minimum 15 %. Rekapitulasi hasil dari pengujian *VMA* dapat dilihat pada Gambar 3 di bawah ini.



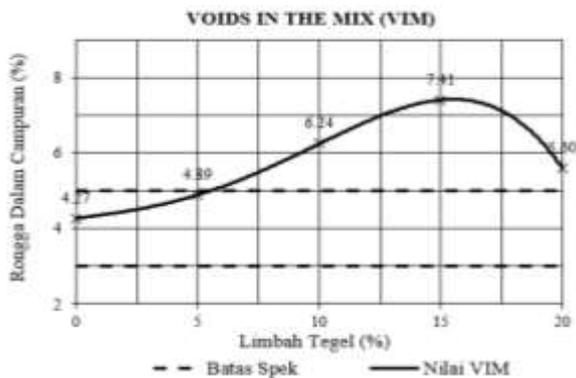
**Gambar 3.** Pengaruh Penggunaan *limbah tegel* terhadap campuran aspal panas pada nilai *VMA*

Dari Gambar 3 menunjukkan bahwa nilai *VMA* terendah diperoleh 16,18% yaitu pada kadar *limbah tegel* 0%, dan nilai *VMA* tertinggi diperoleh 18,92% yaitu pada kadar *limbah tegel* 15%. Nilai *VMA* yang telah ditentukan oleh direktorat jendral bina marga dalam spesifikasi umum tahun 2018 yaitu 15%

dan untuk semua variasi *limbah tegel* telah memenuhi persyaratan spesifikasi teknis  $\geq 15\%$ .

#### 4. Tinjauan Terhadap Nilai *Voids In The Mix (VIM)*

Rongga dalam campuran (*VIM*) adalah volume total udara yang berada diantara partikel agregat yang terselimuti aspal dalam suatu campuran yang telah dipadatkan, nilai *VIM* minimal 3% dan maksimal 5%. Rekapitulasi hasil pengujian *VIM* dapat dilihat pada Gambar 4 di bawah ini.

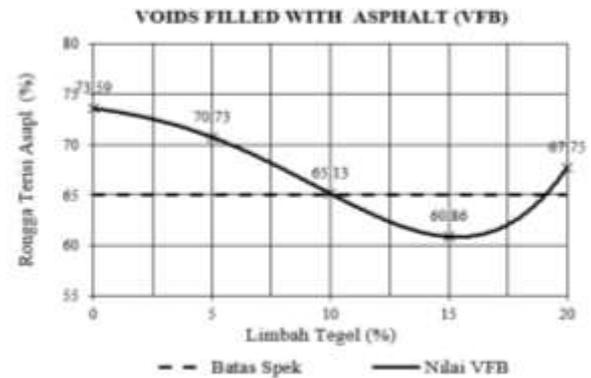


**Gambar 4.** Pengaruh Penggunaan *limbah tegel* terhadap campuran aspal panas pada nilai *VIM*.

Dari Gambar 4 menunjukkan bahwa nilai *VIM* terendah diperoleh 4,27% yaitu pada kadar *limbah tegel* 0%, dan nilai *VIM* tertinggi diperoleh 7,41% yaitu pada kadar *limbah tegel* 15%. Nilai *VIM* yang telah ditentukan oleh direktorat jendral bina marga dalam spesifikasi umum tahun 2018 yaitu antara 3% - 5%.

#### 5. Tinjauan Terhadap Nilai *Voids Filled With Asphalt (VFB)*

*Rongga terisi aspal (VFB)* adalah bagian dari rongga yang berada diantara mineral agregat (*VMA*) yang terisi aspal efektif. *VFB* bertujuan untuk menjaga keawetan campuran beraspal dengan memberi batasan yang cukup. Nilai *VFB* minimal 65% dan erat kaitannya dengan kekuatan ikatan campuran, kedekatan campuran terhadap air dan udara, maupun sifat elastic campuran. Rekapitulasi hasil pengujian *VFB* dapat dilihat pada Gambar 5 di bawah ini.



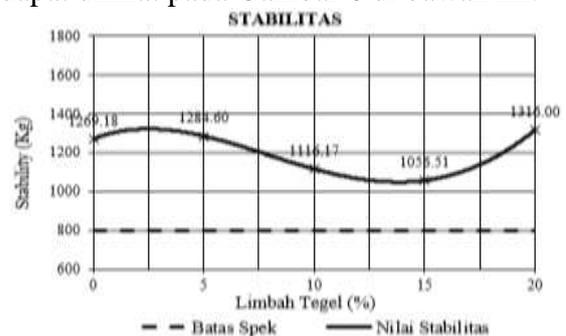
**Gambar 5.** Pengaruh Penggunaan *limbah tegel* terhadap campuran aspal panas pada nilai *VFB*

Dari Gambar 5 menunjukkan bahwa nilai *VFB* terendah diperoleh 60,86% yaitu pada kadar *limbah tegel* 15%, dan nilai *VFB* tertinggi diperoleh 73,59% yaitu pada kadar *limbah tegel* 0%. Nilai *VFB* yang telah ditentukan oleh direktorat jendral bina marga dalam spesifikasi umum tahun 2018 yaitu 65%.

#### 6. Tinjauan Terhadap Nilai Stabilitas

Nilai stabilitas menggambarkan kemampuan dari lapis perkerasan jalan menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk tetap seperti gelombang, alur dan bleeding. Kebutuhan stabilitas sebanding dengan jumlah lalu lintas dan beban kendaraan yang akan memakai jalan tersebut. Stabilitas terjadi dari geseran antar butir, penguncian antar partikel agregat, dan daya ikat dari lapisan aspal. Nilai stabilitas minimal 800 kg.

Rekapitulasi hasil pengujian Stabilitas dapat dilihat pada Gambar 6 di bawah ini.



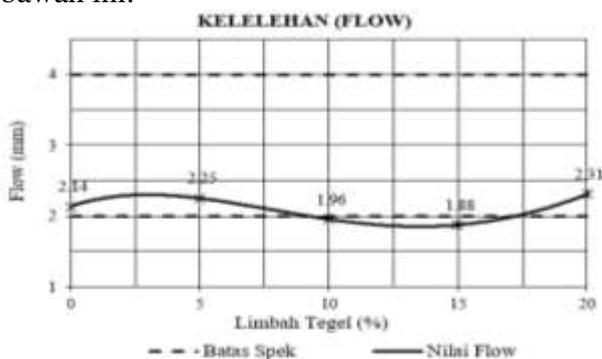
**Gambar 6.** Pengaruh Penggunaan *limbah tegel* terhadap campuran aspal panas pada nilai stabilitas

Dari Gambar 6 menunjukkan bahwa nilai stabilitas terendah diperoleh 1056,51 kg yaitu pada kadar *limbah tegel* 15% dan nilai stabilitas tertinggi diperoleh 1316 kg yaitu pada kadar *limbah tegel* 20%. Nilai stabilitas yang telah ditentukan oleh direktorat jendral bina marga dalam spesifikasi umum tahun 2018 yaitu 800 kg dan untuk semua variasi *limbah tegel* telah memenuhi persyaratan spesifikasi teknis  $\geq 800$  kg.

### 7. Tinjauan Terhadap Nilai Kelelahan Plastis (*flow*)

Kelelahan plastis menunjukkan tingkat kelenturan lapis perkerasan. Untuk nilai *Flow* disyaratkan minimum 2 mm dan maksimum 4 mm. Berikut Grafik Hubungan Kadar Aspal dan Kelelahan Plastis (*Flow*) dengan Variasi *limbah tegel* Terhadap Campuran Aspal Panas.

Rekapitulasi hasil pengujian Kelelahan Plastis (*Flow*) dapat dilihat pada Gambar 7 di bawah ini.

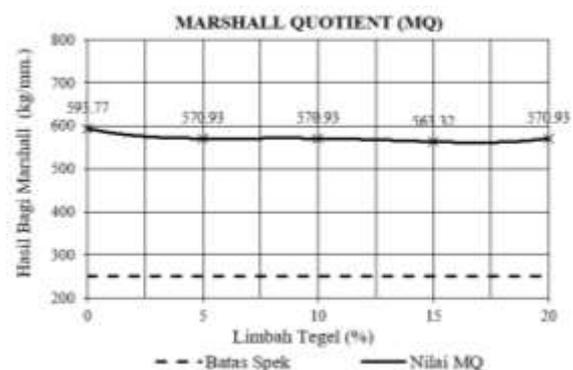


**Gambar 7.** Pengaruh Penggunaan *limbah tegel* terhadap campuran aspal panas pada nilai kelehan (*flow*).

Dari Gambar 7 menunjukkan bahwa nilai *flow* terendah diperoleh 1,88 mm yaitu pada kadar *limbah tegel* 15% dan nilai *Flow* tertinggi diperoleh 2,31 mm. Nilai *flow* yang telah ditentukan oleh direktorat jendral bina marga dalam spesifikasi umum tahun 2018 yaitu antara 2 mm – 4 mm.

### 8. Tinjauan Terhadap Nilai Marshall Quotient (*MQ*)

*Marshall Quotient (MQ)* merupakan hasil bagi *marshall* dengan *Flow* yang merupakan kekakuan campuran.. Rekapitulasi hasil pengujian *Marshall Quotient (MQ)* dapat dilihat pada Gambar 8 di bawah ini.



**Gambar 8.** Pengaruh Penggunaan *limbah tegel* terhadap campuran aspal panas pada nilai *marshall quotient*.

Dari Gambar 8 menunjukkan bahwa nilai *Marshall Quotient (MQ)* terendah diperoleh 563,32 kg/mm yaitu pada kadar *limbah tegel* 15% dan nilai *Marshall Quotient (MQ)* tertinggi diperoleh 593,77 kg/mm yaitu pada kadar *limbah tegel* 0%. Nilai *Marshall Quotient (MQ)* yang telah ditentukan oleh direktorat jendral bina marga dalam spesifikasi umum tahun 2018 yaitu 250 kg/mm dan telah memenuhi persyaratan spesifikasi teknis  $\geq 250$  kg/mm.

## E. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian “*studi eksperimental sifat marshall AC-WC menggunakan tegel sebagai pengganti sebagian agregat halus*” diperoleh hasil pengujian karakteristik *Marshall* dengan menggunakan limbah tegel sebagai pengganti sebagian agregat halus sebagai berikut :

1. Pada kadar limbah tegel 0% di peroleh nilai *density* sebesar 2,35 gr/cc, VMA sebesar 16,18 %, VIM sebesar 4,27 %, VFB sebesar 73,59 %, *Stability* sebesar 1269,18 kg, *Flow* sebesar 2,14 mm, MQ sebesar 593,77 Kg/mm.
2. Pada kadar limbah tegel 5% di peroleh nilai *density* sebesar 2,33 gr/cc, VMA sebesar 16,72 %, VIM sebesar 4,89 %, VFB sebesar 70,73 %, *Stability* sebesar 1284,60 kg, *Flow* sebesar 2,25 mm, MQ sebesar 570,93 Kg/mm.
3. Pada kadar limbah tegel 10% di peroleh nilai *density* sebesar 2,30 gr/cc, VMA sebesar 17,90 %, VIM sebesar 6,24 %, *Stability* sebesar 1269,18 kg, *Flow* sebesar 1,96 mm, MQ sebesar 570,93 Kg/mm.

VFB sebesar 65,13 %, *Stability* sebesar 1116,17 kg, *Flow* sebesar 1,96 mm, MQ sebesar 570,93 Kg/mm.

4. Pada kadar limbah tegel 15% di peroleh nilai *density* sebesar 2,27 gr/cc, VMA sebesar 18,92 %, VIM sebesar 7,41 %, VFB sebesar 60,86 %, *Stability* sebesar 1056,51 kg, *Flow* sebesar 1,88 mm, MQ sebesar 563,32 Kg/mm.
5. Pada kadar limbah tegel 20% di peroleh nilai *density* sebesar 2,32 gr/cc, VMA sebesar 17,34 %, VIM sebesar 5,60 %, VFB sebesar 67,75 %, *Stability* sebesar 1316,00 kg, *Flow* sebesar 2,31 mm, MQ sebesar 570,93 Kg/mm.

Dari hasil pengujian karakteristik marshall diatas dapat disimpulkan bahwa penggunaan *limbah tegel* dapat dimanfaatkan sebagai *agregat halus* pada campuran beraspal dan berpengaruh terhadap nilai karakteristik Marshall. Berdasarkan variasi kadar *limbah tegel* 0%, 5%, 10%, 15% dan 20%, yang memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Devisi 6.3 dari pengujian Marshall adalah pada variasi kadar *limbah tegel* 5% dengan nilai *Density* sebesar 2,33 gr/cc, nilai VMA sebesar 16,72%, nilai VIM sebesar 4,89%, nilai VFB sebesar 70,73%, nilai *Stabilitas* sebesar 1284,60 kg, nilai *Flow* sebesar 2,25 mm dan nilai MQ sebesar 570,93 kg/mm.

## DAFTAR PUSTAKA

- Azis, (2018), Analisa Kinerja Campuran Aspal Panas Dengan Menggunakan Variasi Komposisi Bram (Buton Rock Asphalt Macadam), *Skripsi*, Fakultas Teknik, Universitas Dayanu Ikhsanuddin, Baubau.
- Benedictus Purnomo D (2005), Pengaruh Penambahan Serbuk Keramik sebagai Filler pada Campuran Hot Rolled Asphalt (HRA), *Skripsi*, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- Direktorat Jederal Bina Marga, September 2018, *Spesifikasi Umum, Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan*, Jakarta.

- Erta Hermawan (2017), Karakteristik Campuran Aspal Dengan Additif Limbah Serbuk Karet Ban Pada Lapis Permukaan, *Skripsi*, Fakultas Teknik, Universitas Dayanu Ikhsanuddin, Baubau.
- Hermadi, M., (2000), *Kronologi Teknologi Pemanfaatan Asbuton untuk Perkerasan Jalan*, Bandung.
- Kementerian Pekerjaan Umum (2010), *Manual Pekerjaan Campuran Beraspal Panas*. Bandung.
- Muhamad syaiful arif (2013), Pengaruh Penggunaan Serbuk Keramik Tegel Sebagai Agregat Halus pada Campuran Aspal Beton, *Skripsi*, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Malang.
- Standar Nasional Indonesia (2008), *Cara Uji Keausan Agregat dengan Mesin Abrasi Los Angeles*, SNI 2417:2008.
- Standar Nasional Indonesia (2016), *Cara uji berat jenis dan penyerapan air agregat kasar*, SNI 1969:2016.
- Standar Nasional Indonesia (2016), *Cara uji berat jenis dan penyerapan air agregat halus*, SNI 1970:2016.
- Standar Nasional Indonesia (2012), *Metode Untuk Analisis Saringan Agregat Halus dan Agregat Kasar*, ASTM C 136-06, IDT.
- Standar Nasional Indonesia (2012), *Metode uji bahan yang lebih halus dari saringan no 200 dalam agregat mineral dengan pencucian*, ASTM C 117-2004, IDT.
- Standar Nasional Indonesia (1991), *Pengujian Campuran Beraspal Dengan Alat Marshall*, SNI-06-2489-1991.
- Standar Nasional Indonesia (2002), *Spesifikasi bahan pengisi untuk campuran beraspal*, SNI 03-6723:2002.
- Standar Nasional Indonesia (2002), *Spesifikasi agregat halus untuk campuran perkerasan beraspal*, SNI 03-6819:2002.
- Sukirman Silvia (1992), *Perkerasan Lentur Jalan Raya*, Bandung.