

# JURNAL GRADASI TEKNIK SIPIL

P-ISSN NO. 2598-9758 E-ISSN NO. 2598-8581

VOL. 5, NO. 2, DESEMBER 2021



Diterbitkan oleh  
Pusat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat  
Politeknik Negeri Banjarmasin  
bekerjasama dengan  
Jurusan Teknik Sipil - Politeknik Negeri Banjarmasin

# **JURNAL GRADASI TEKNIK SIPIL POLITEKNIK NEGERI BANJARMASIN**

Jurnal Gradasi Teknik Sipil diterbitkan oleh Pusat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Politeknik Negeri Banjarmasin. Ruang lingkup makalah meliputi Bidang Teknik dan Manajemen dengan konsentrasi Bidang Transportasi, Geoteknik, Struktur, Keairan dan Manajemen Konstruksi. Isi makalah dapat berupa penyajian isu aktual di bidang Teknik Sipil, review terhadap perkembangan penelitian, pemaparan hasil penelitian, dan pengembangan metode, aplikasi, dan prosedur di bidang Teknik Sipil. Makalah ditulis mengikuti panduan penulisan.

## **Penanggung Jawab**

Nurmahaludin, ST, MT.

## **Dewan Redaksi**

Ketua : Dr. Fitriani Hayati, ST, M.Si.  
Anggota : Riska Hawinuti, ST, MT.  
Nurfitriah, S.Pd, MA.  
Kartini, S.T, M.T  
Mitra Yadiannur, M.Pd

## **Reviewer**

Dr. Ir. Yanuar Jarwadi Purwanto, MS. (Institut Pertanian Bogor)  
Dr. Ir. M. Azhar, M. Sc. (Institut Sains dan Teknologi Nasional)  
Dr. Ir. Endang Widjajanti, MT. (Institut Sains dan Teknologi Nasional)  
Joni Irawan, ST, MT. (Politeknik Negeri Banjarmasin)  
Yusti Yudiawati, ST, MT. (Politeknik Negeri Banjarmasin)  
Dr. Astuti Masdar, ST, MT. (Sekolah Tinggi Teknologi Payukumbuh)

## **Editing dan Tata Bahasa**

Nurfitriah, S.Pd., MA.

## **Desain dan Tata Letak**

Abdul Hafizh Ihsani

## **Alamat Redaksi**

Jurusan Gradasi Teknik Sipil Politeknik Negeri Banjarmasin, Jl. Brigjen H. Hasan Basri 70123  
Banjarmasin Telp/Fax 0511-3307757; Email: gradasi.tekniksipil@poliban.ac.id

## JURNAL GRADASI TEKNIK SIPIL

### DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<p>POTENSI KEMBANG SUSUT LAPISAN TANAH DASAR DI BANJARMASIN <i>Ahmad Norhadi, Akhmad Marzuki, Surat</i></p>	<b>53-59</b>
<p>ANALYSIS OF LATERITE SOIL WITH PORTLAND CEMENT MIXED VARIATIONS AND THE EFFECT ON THE CBR UNSOAKED <i>Ahmad Ravi, Hurul 'Ain, Betti Ses Eka Polonia, M Hanif Faisal</i></p>	<b>60-73</b>
<p>RECYCLE GLASS WASTE AS A REPLACEMENT OF FINE AGGREGATE IN CONCRETE MIX STANDARD COMPARISON <i>Syf. Umi Kalsum, Betti Ses Eka Polonia, Hurul 'Ain</i></p>	<b>74-84</b>
<p>ANALISIS PENGGUNAAN BLOK PENYEKAT (BAFFLE BLOCK) UNTUK MEREDUKSI GERUSAN PADA ABUTMENT PILAR JEMBATAN <i>Lutfi Hair Djunur, Kasmawati</i></p>	<b>85-95</b>
<p>VARIASI PERSENTASE ABU BATU TERHADAP KARAKTERISTIK MARSHALL DALAM CAMPURAN HRS BASE <i>Muchtar Salim, Hadi Gunawan</i></p>	<b>96-102</b>
<p>PENGARUH GROUTING TERHADAP NILAI LUGEON PADA BATUAN DASAR PONDASI BENDUNGAN TAPIN <i>Muhammad Amril Asy'ari , Rachmat Hidayatullah , Dessy Lestari.S Selo Bhuwono Kahar, Maharto Kristiyono</i></p>	<b>103-116</b>
<p>KEHILANGAN AIR AKIBAT PIPA PENYADAPAN LANGSUNG DI SALURAN IRIGASI RIAM KANAN RUAS BRK 0 – 7 <i>Adriani Muhlis, Siti Rahmalia, Herliyani Farial Agoes, Fitriani Hayati</i></p>	<b>117-128</b>

# VARIASI PERSENTASE ABU BATU TERHADAP KARAKTERISTIK MARSHALL DALAM CAMPURAN HRS BASE

Muchtar Salim<sup>1</sup>, Hadi Gunawan<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Jurusan Teknik Sipil dan Kebumihan, Politeknik Negeri Banjarmasin, Indonesia  
<sup>1</sup>[muchtarsalim1982@gmail.com](mailto:muchtarsalim1982@gmail.com) (corresponding author), <sup>2</sup>[hadigunawan09@gmail.com](mailto:hadigunawan09@gmail.com)

## Abstrak

Abu batu terdiri dari butiran-butiran halus dan gradasi yang memenuhi persyaratan gradasi untuk agregat halus dan *filler*. fungsi *filler* adalah untuk mengisi rongga dalam campuran, dan meningkatkan stabilitas dari campuran aspal. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi penggunaan abu batu sebagai *filler* dalam campuran HRS-Base terhadap properties *Marshall*. Penelitian dilakukan dengan membuat *Design mix formula* (DMF) untuk mendapatkan Kasar Aspal Optimum (KOA). Menggunakan KOA yang telah didapat, kemudian persentase bahan *filler* abu batu divariasi sebanyak 1%, 1,5% dan 2%, 2,5% dan 3%. Penambahan *filler* abu batu dari 1% sampai 3% meningkatkan nilai stabilitas, rongga terisi apal, dan *Marshall Qoutient* yaitu masing-masing dari 883,45 kg menjadi 1121,66 kg, 69,66% menjadi 72,68%, dan 266,10 kg/mm menjadi 299,91 kg/mm dan nilai rongga dalam campuran dan nilai rongga dalam agregat (VMA) mengalami penurunan masing-masing yaitu dari 5,57% menjadi 4,79% dan dari 18,36% menjadi 17,53%. Hasil penelitian menunjukkan nilai stabilitas, nilai rongga terisi aspal dan nilai *Marshall Qoutient* meningkat bersamaan meningkatnya kandungan *filler* abu batu dalam campuran HRS – Base. Sedangkan nilai rongga dalam campuran dan rongga dalam agregat (VMA) menurun saat kandungan *filler* abu batu meningkat.

Kata kunci: Abu Batu, , Filler, HRS-Base, Properti *Marshall*

## Abstract

Stone dust consists of small particles, its gradation meets the specification of gradation for fine aggregates and filler. The use of filler is to fill voids in asphalt mixture, and increase the stability. This research aims to determine the impact of stone dust variation as filler on Marshall properties of HRS-Base mixture. Design mix formula (DMF) was made to determine the optimum bitumen content (OBC). Having obtained the optimum bitumen content values, a variation of filler content 1%, 1,5%, 2%, 2,5%, and 3% were made. The increase of stone dust filler from 1% to 3% resulted in an increase in stability, void filled bitumen, Marshall Quotient with score from 883,45 kg to 1121,66 kg, from 69,66% to 72,68%, and from 266,10 kg/mm to 299,91 kg/mm respectively, and a decrease in void in mix and void in mineral aggregate (VMA) with score from 5,57% to 4,79% and from 18,36% to 17,53% respectively. The result showed that stability, void filled bitumen, and Marshall Quotient, increased with the increasing stone dust filler content in HRS-Base mixture. However, void in mix and void in mineral aggregate (VMA) decreased when stone dust filler content was increased.

Keywords— Filler, HRS-Base, Marshall Properties, Stone dust.

## I. PENDAHULUAN

Jalan sebagai salah satu prasarana transportasi darat, perannya saat ini masih dipandang sebagai prasarana yang paling efisien dibandingkan dengan yang lainnya, karena jalan masih mempunyai keunggulan dalam faktor aksesibilitas dan mobilitas. Sejalan dengan hal

tersebut, menuntut adanya kualitas jalan yang baik, yang memiliki kemampuan dalam menahan beban lalu lintas dan juga memiliki ketahanan terhadap pengaruh lingkungan. Selain dari pengaruh beban dan lingkungan, bahan perkerasan jalan juga merupakan merupakan salah satu faktor utama dari banyak faktor yang ikut

History of article:

Received: 28 April 2021 Revised: 15 Oktober 2021 , Published: Desember 2021

menentukan kualitas perkerasan jalan secara keseluruhan.

Jalan dapat dibangun menggunakan beberapa jenis struktur perkerasan jalan, salah satunya adalah struktur perkerasan lentur. SMA (*Stone matrix Asphalt*), AC (*Asphalt Concrete*), dan HRS (*Hot Rolled Sheet*) adalah jenis-jenis campuran aspal panas yang digunakan pada lapis permukaan struktur perkerasan lentur. HRS merupakan jenis campuran beraspal panas dengan gradasi senjang, yang dari segi komposisi, agregat halus lebih banyak dibanding agregat kasar. Agregat dengan ukuran butir tertahan pada saringan No.4 disebut sebagai Agregat kasar dan yang lolos dari saringan tersebut disebut sebagai Agregat halus. Pengisi (*filler*), adalah bagian dari agregat halus yang lolos saringan No. 200.

Kinerja campuran beraspal panas dapat dilihat dari properties *Marshall* campuran tersebut. Properties *Marshall* didapat melalui uji *Marshall* yang bertujuan untuk menentukan ketahanan (stabilitas) terhadap kelelahan plastis (*flow*), serta turunannya yang merupakan perbandingan diantara keduanya yang disebut dengan *Marshall Quotient* (MQ) dari campuran aspal. Stabilitas marshall dihubungkan kepada ketahanan campuran aspal terhadap *distortion* atau perubahan bentuk, *displacement* atau perpindahan akibat beban lalu lintas, dan rutting atau alur akibat dari deformasi permanen pada struktur jalan. *Marshall Quotient* merupakan hasil bagi dari stabilitas terhadap kelelahan yang digunakan untuk pendekatan terhadap tingkat kekakuan atau fleksibilitas campuran. Nilai *Marshall Quotient* yang tinggi menunjukkan nilai kekakuan lapis keras yang tinggi.

Ator dkk (2015) dalam penelitiannya yang berjudul “Pengaruh Variasi Kandungan Bahan Pengisi Terhadap Kriteria *Marshall* Pada Campuran Lapis Aspal Beton-Lapis Antara Bergradasi Halus”, menyimpulkan bahwa Kadar filler yang terbaik memenuhi seluruh kriteria *Marshall* ada pada range tertentu dan dalam penelitian ini dibatasi oleh persyaratan nilai ratio filler-bitumen efektif, maka range kadar filler terbaik berada antara 5% sampai dengan 7%.

Hamzah dkk (2016) dalam penelitiannya yang berjudul “Pengaruh Variasi Kandungan Bahan Pengisi Terhadap Kriteria *Marshall* Pada Campuran Beraspal Panas Jenis Lapis Tipis Aspal Beton-Lapis Aus Gradasi Senjang” menyatakan bahwa variasi kandungan pahan pengisi sangat berpengaruh terhadap besaran kriteria *Marshall* campuran. Dalam penelitiannya Hamzah dkk menggunakan filler dengan rentang yang cukup jauh yaitu antara 4 % sampai dengan 12% sehingga perubahan nilai properties *Marshall* cukup besar. Spesifikasi teknis tahun 2018 membatasi penggunaan bahan pengisi (*filler added*) untuk semen harus dalam rentang 1 % sampai dengan 2 % terhadap berat total agregat, dan selain semen harus dalam rentang 1% sampai dengan 3% terhadap berat total agregat. Kandungan bahan pengisi (*filler*) harus cukup, tetapi tidak melampaui batas maksimum atau minimum. Jadi kandungan *filler* harus dalam batas antara maksimum dan minimum dimaksudkan agar letak butir-butir kokoh atau stabil. Penggunaan *filler* pada campuran beraspal adalah untuk mengisi rongga dalam campuran, dan diharapkan dapat meningkatkan stabilitas dari campuran aspal. Dengan hal tersebut, diharapkan campuran beraspal akan kuat terhadap pengaruh cuaca, deformasi plastis, dan retak lelah.

Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan abu batu merupakan salah satu material yang dapat digunakan sebagai *filler* dalam campuran beraspal panas. Jonizar dkk (2015) dalam penelitiannya “Pengaruh Penggunaan Abu Batu dan Semen Portland sebagai Filler Tambahan Terhadap Sifat Campuran *Asphalt Concrete - Binder Course* (AC-BC)” menyimpulkan bahwa campuran aspal dengan 100% *filler* semen portland lebih kaku dari pada campuran AC-BC menggunakan 100% filler abu batu. Putra dkk (2015) dengan judul penelitian “Perbandingan *Filler* Pasir Laut dengan Abu Batu Pada Campuran Panas *Asphalt Trade Binder* untuk Perkerasan Lentur dengan Lalu Lintas Tinggi” menyatakan Penggunaan Filler pasir laut dan abu batu pada campuran panas *asphalt trade binder* untuk perkerasan lentur jalan lalu lintas tinggi

nilai stabilitasnya memenuhi spesifikasi yang ditentukan. Winayati dan Lubis (2018) dalam penelitian berjudul “Analisis Karakteristik *Marshall* Campuran AC-BC Menggunakan Filler Abu Tandan Sawit dan Abu Batu” menyatakan bahwa 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 memenuhi Standar Bina Marga 2010.

Abu batu adalah agregat buatan, dan merupakan bahan hasil sampingan proses pemecahan batu oleh industri pemecahan batu (*stone crusher*). Jumlah abu batu cukup banyak, abu batu kurang laku untuk dijual sebab dalam industri konstruksi pemakaiannya sudah sangat jarang. Abu batu memiliki butiran halus, tajam, berwarna abu-abu, keras dan unsur mengandung *pozzolan* (mengandung senyawa silika serta alumina yang tidak bersifat semen, namun bentuk halusanya jika tercampur air dapat berubah menjadi *massa* padat). Abu batu terdiri dari butiran-butiran halus, umumnya mempunyai ukuran 0-5 mm dan gradasi abu batu memenuhi persyaratan gradasi untuk digunakan sebagai *aggregate* halus dan juga dapat digunakan sebagai *filler* atau pengisi (partikel dengan ukuran < 0,075 mm).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi penggunaan abu batu sebagai *filler* dalam campuran HRS-Base terhadap properties *Marshall*. Material yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari sumber quari kabupaten Tanah Bumbu Propinsi Kalimantan Selatan. Aspal, *aggregate* kasar, *aggregate* halus yang digunakan dalam campuran HRS-Base dan gradasi gabungan campuran HRS-Base harus memenuhi Spesifikasi Umum 2018 Untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan Dan Jembatan. Tabel 1 merupakan nilai spesifikasi sifat-sifat campuran HRS-Base yang harus dipenuhi dalam pembuatan *Design Mix Formula* (DMF).

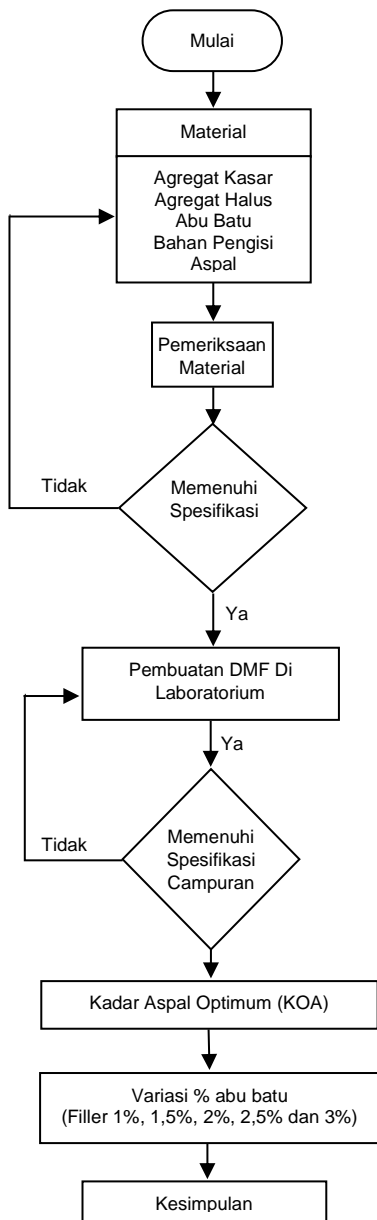
Tabel 1. Ketentuan Sifat-sifat Campuran Lataston Lapis fondasi (HRS-BASE)

Sifat-sifat Campuran		HRS-Base
Kadar Aspal Efektif (%)	Min	5,5
Jumlah Tumbukan Perbidang		50
Rongga Dalam Campuran (%)	Min.	4,0
	Mak.	6,0
Rongga Dalam Agregat (VMA) (%)	Min.	17
Rongga Terisi Aspal (%)	Min.	68
Stabilitas Marshall (%)	Min.	600
Marshall Qoutient (kg/mm)	Min.	250
Stabilitas Marshall Sisa (%), setelah perendaman selama 24 jam, 60°C	Min.	90

## II. METODE PENELITIAN

Bahan agregat yang digunakan dalam penelitian ini diuji melalui pengujian Keausan agregat, Analisa saringan, pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar dan halus, serta pengujian berat jenis abu batu sebagai *filler*. Gradasi gabungan campuran HRS-Base yang digunakan merupakan gradasi gabungan yang memenuhi amplop gradasi agregat gabungan untuk campuran beraspal sesuai dengan Spesifikasi Umum 2018 Untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan Dan Jembatan. Aspal yang digunakan merupakan aspal penetrasi 60/70. *Design mix formula* (DMF) dibuat guna mendapatkan nilai Kasar Aspal Optimum (KOA). Menggunakan KOA yang telah didapat, dibuat kembali benda uji dengan persentase bahan *filler* abu batu yang divariasi sebanyak 1%, 1,5%, 2%, 2,5% dan 3%.

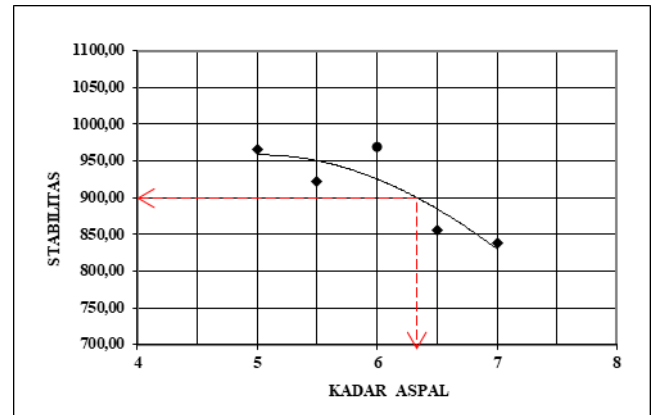
Pengujian Marshall dilakukan pada masing-masing benda uji dengan tujuan untuk mendapatkan nilai stabilitas *Marshall*, rongga dalam campuran, rongga dalam agregat (VMA), rongga terisi aspal dan *Marshall Qoutient* sehingga dapat diketahui pengaruh bahan *filler* abu batu terhadap sifat-sifat campuran HRS-Base. Bagan penelitan untuk pembuatan campuran HRS-Base dapat dilihat pada Gambar 1 berikut.



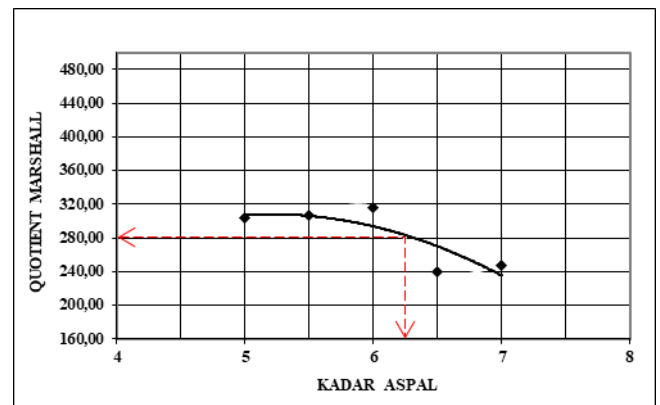
Gambar 1. Bagan Alir Pembuatan Campuran HRS-Base

### III. HASIL DAN PEBAHASAN

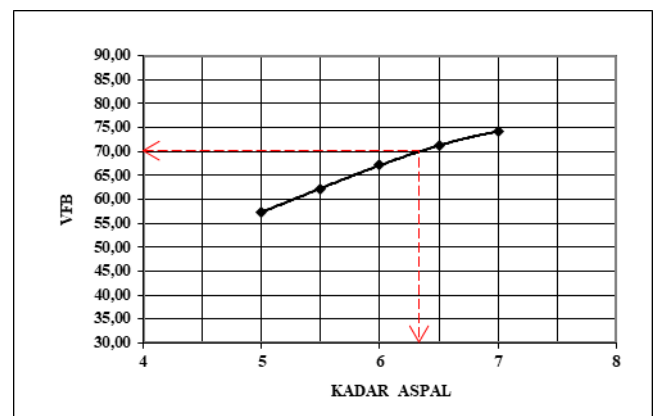
Dari hasil pengujian Marshall didapatkan Kadar Aspal Optimum (KOA) sebesar 6,30 % dengan nilai hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 2 sampai Gambar 6 berikut.



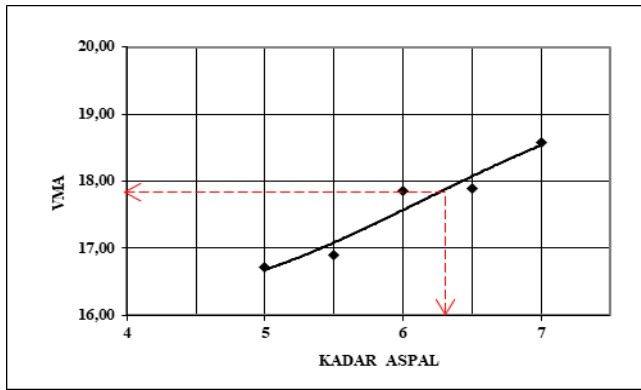
Gambar 2. Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan stabilitas



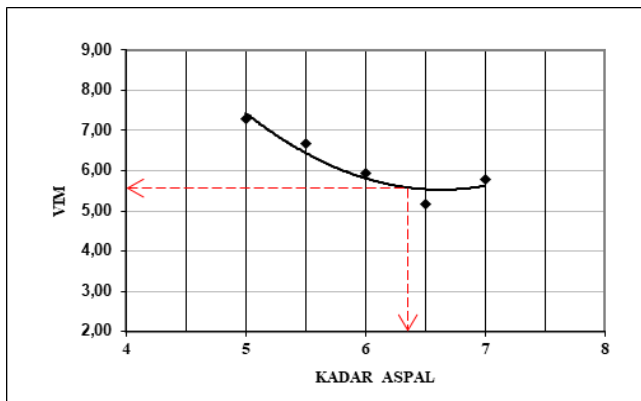
Gambar 3. Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Marshall Quotient



Gambar 4. Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan rongga terisi aspal (VFB)



Gambar 5. Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan rongga dalam agregat (VMA)



Gambar 6. Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan rongga dalam campuran (VIM)

NO	SIFAT - SIFAT CAMPURAN	RANGKAIAN KADAR ASPAL			
		5,0	5,5	6,0	7,0
1	Stabilitas Marshall	883,45	953,23	1003,80	1076,84
2	Marshall Quotient	266,10	273,92	275,77	291,83
3	Rongga Terisi Aspal (VFB)	69,66	70,67	71,31	72,00
4	Rongga Dalam Agregat (VMA)	18,36	18,14	17,95	17,64
5	Rongga Dalam Campuran (VIM)	5,57	5,32	5,15	4,94
Kadar Aspal Optimum		6,30 %			

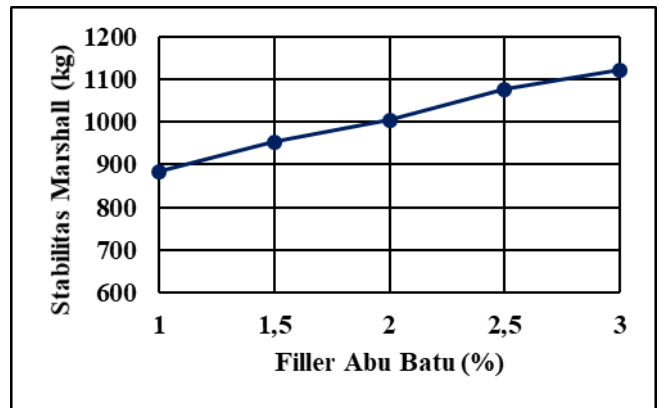
Gambar 7. Penentuan Kadar Aspal Optimum (KOA)

Menggunakan kadar aspal 6,30 % filler abu batu divariasikan untuk mengetahui pengaruhnya terhadap kinerja campuran HRS-Base. Hasil pengujian variasi campuran dapat dilihat pada Tabel 2 dan Gambar 8 Sampai dengan Gambar 12.

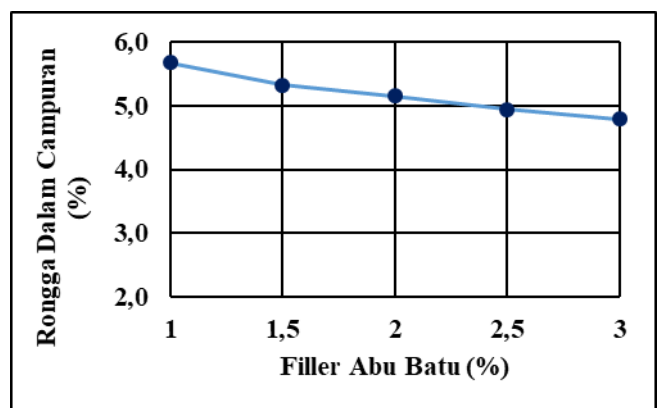
Tabel 2. Nilai Properties *Marshall* HRS-Base Dengan Variasi Filler Abu Batu

Filler Abu Batu (%)	Stabilitas Marshall (Kg)	Rongga Dalam Campuran (%)	Rongga dalam agregat (VMA) (%)	Rongga Terisi Aspal (%)	Marshall Quotient (kg/mm)
-	Min. 600	Min. 4 Max. 6	Min. 17	Min. 68	Min. 250
1	883,45	5,57	18,36	69,66	266,10
1,5	953,23	5,32	18,14	70,67	273,92
2	1003,80	5,15	17,95	71,31	275,77
2,5	1076,84	4,94	17,64	72,00	291,83
3	1121,66	4,79	17,53	72,68	299,91

Ket: Nilai stabilitas *Marshall*, rongga dalam campuran, rongga dalam agregat (VMA), rongga terisi aspal, *Marshall Quotient* memenuhi spesifikasi

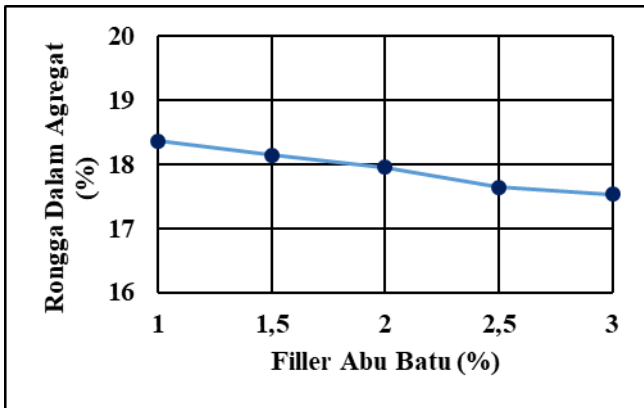


Gambar 8. Nilai Stabilitas *Marshall* dengan Variasi Filler Abu Batu

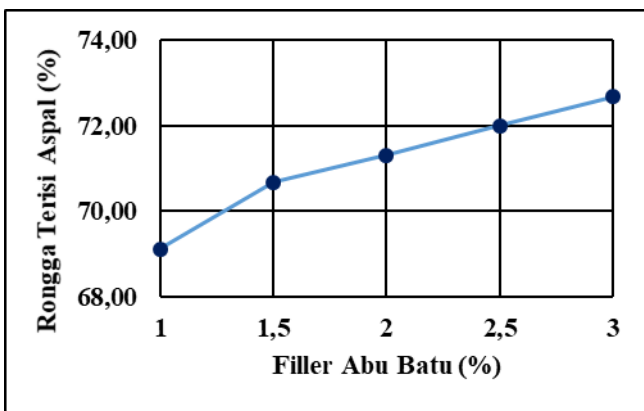


Gambar 9. Nilai Rongga Dalam Campuran dengan Variasi Filler Abu Batu

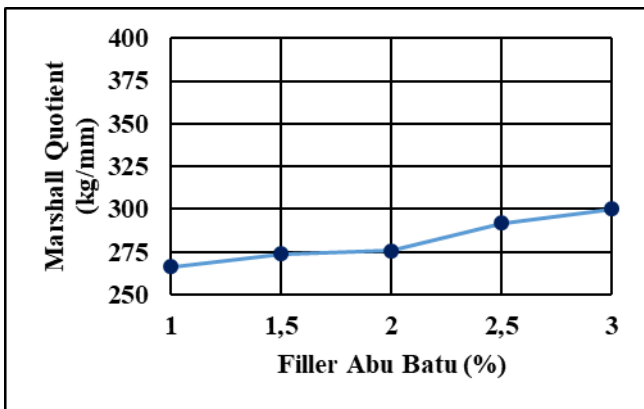




Gambar 10. Nilai Rongga Dalam Agregat dengan Variasi Filler Abu Batu



Gambar 11. Nilai Rongga Terisi Aspal dengan Variasi Filler Semen



Gambar 12. Nilai Marshall Quotient dengan Variasi Filler Abu Batu

Pada Tabel 2 dapat dilihat penambahan kandungan filler abu batu dari 1% sampai dengan 3% menghasilkan peningkatan pada nilai

stabilitas, yaitu rata-rata 59,55 kg. nilai stabilitas tertinggi didapat pada kandungan filler abu batu 3% yaitu 1121,66 kg dan yang terendah pada kandungan filler 1% yaitu 883,45 kg. Peningkatan juga terjadi pada nilai rongga terisi aspal dan nilai *Marshall Qoutient*, dimana rata-rata peningkatan masing-masing adalah 0,89% dan 8,45 kg/mm. Nilai tertinggi untuk rongga terisi aspal terdapat pada kandungan filler 3% yaitu 72,68% dan terendah pada kandungan filler 1% yaitu 69,66%. nilai tertinggi untuk *Marshall Qoutient* terdapat pada kandungan filler 3% yaitu 299,91 kg/mm dan terendah pada kandungan filler 1% yaitu 266,10 kg/mm. Penambahan kandungan filler abu batu dari 1% sampai dengan 3% menunjukkan penurunan pada nilai rongga dalam campuran dan nilai rongga dalam agregat (VMA). Penurunan rata-rata pada nilai rongga dalam campuran dan nilai rongga dalam agregat (VMA) adalah masing-masing 0,22 % dan 0,21 %. Nilai tertinggi untuk rongga dalam campuran terdapat pada kandungan filler 1% yaitu 5,57% dan terendah pada kandungan filler 3% yaitu 4,79%. Nilai tertinggi untuk rongga dalam agregat (VMA) terdapat pada kandungan filler 1% yaitu 18,36% dan terendah pada kandungan filler 1% yaitu 17,53%. Secara keseluruhan variasi abu batu sebagai filler dalam rentang 1% sampai dengan 3% pada campuran HRS-Base menghasilkan nilai properties marshall yang memenuhi spesifikasi.

**IV. KESIMPULAN**

Penggunaan abu batu sebagai filler dalam rentang 1% sampai dengan 3% pada campuran HRS- Base menghasilkan nilai properties *Marshall* yang memenuhi spesifikasi. Penambahan kandungan *filler* abu batu pada campuran HRS-Base meningkatkan nilai stabilitas, rongga terisi aspal dan nilai *Marshall Qoutient*, sedangkan nilai rongga dalam campuran dan rongga dalam agregat mengalami penurunan.

**V. DAFTAR PUSTAKA**

Ator, Praesillia Christien, J. E. Waani, dan O. H. Kaseke (2015), “*Pengaruh Variasi Kandungan Bahan Pengisi Terhadap Kriteria Marshall Pada Campuran Lapis Aspal Beton-Lapis Antara*

*Bergradasi Halus*". Jurnal Sipil Statik, Vol.3 No.12

Departemen Permukiman Dan Prasarana Wilayah (2004), *Pekerjaan Campuran Beraspal Panas*, Direktorat Jenderal Prasarana Wilayah, Jakarta.

Hamzah, Risky Aynin, Oscar H. Kaseke, dan Mecky M. Manoppo (2016), "*Pengaruh Variasi Kandungan Bahan Pengisi Terhadap Kriteria Marshall Pada Campuran Beraspal Panas Jenis Lapis Tipis Aspal Beton – Lapis Aus Gradasi Senjang*". Jurnal Sipil Statik, Vol.4 No.7

Handayani, Fitria, (2019), *Manfaat Limbah Abu Batu Sebagai Tambahan Material Bahan Bangunan*, Seminar Nasional Tahunan VI Program Studi Magister Teknik Sipil ULM, Banjarmasin.

Jonizar, Nadia Khaira Ardi dan Dian Hastari Agustina (2015), *Pengaruh Penggunaan Abu Batu Dan Semen Portland Sebagai Filler Tambahan Terhadap Sifat Campuran Asphalt Concrete - Binder Course (AC-BC)*, Prosiding 2<sup>nd</sup> Andalas Civil Engineering National Conference; Padang.

Jaelani, Akhmad, Eding Iskak Imananto dan Agus Prajitno (2019), *Studi Penelitian Pemanfaatan Lumpur Lapindo sebagai Filler Kombinasi Abu Batu Pada Beton Aspal (AC-WC)*, jurnal sondir, 2019, volume 1.

Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (2018), *Spesifikasi Umum 2018 Untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan Dan Jembatan*, Direktorat Jenderal Bina Marga, Jakarta.

Papagiannakis, A., T. and E. A. Masad (2008), *Pavement design and Materials*, John Wiley & Sons, Inc., New Jersey.

Putra, Aidil, Rika Sylviana, dan Anita Setyowati Srie Gunarti (2015), "*Perbandingan Filler Pasir Laut dengan Abu Batu Pada Campuran Panas*

*Asphalt Trade Binder untuk Perkerasan Lentur dengan Lalu Lintas Tinggi*". Jurnal BENTANG Vol.3 No. 2

Read, John., and David Whiteoak (2003), *The Shell Bitumen Handbook*, Thomas Telford Publishing, London.

Sukirman, Silvia (2003), *Beton Aspal Campuran Panas*, Granit, Jakarta

Suprpto, Tm. (2004), *Bahan Dan Struktur Jalan Raya*, KMTS FT UGM, Yogyakarta.

Winayati dan Fadrizal Lubis (2018), "*Analisis Karakteristik Marshall Campuran AC-BC Menggunakan Filler Abu Tandan Sawit dan Abu Batu*". Jurnal Teknik Sipil Siklus, Vol. 4, No. 1