Journal of Innovative and Creativity
Journal Homepage: https://joecy.org/index.php/joecy
e-mail: journaljoecy@gmail.com

Faculty of Education
University of Pahlawan Tuanku Tambusai
ISSN 2775-771X (Online)
ISSN 2962-570X **(Printed)**
6 (1) 2026, Page: 8868-8874

"Analisis Nilai Kadar Aspal Optimum (KAO) Dengan Subtitusi Filler Abu Kulit Kacang Tanah Terhadap Campuran HRS-WC"

Nurul Hidayah Adam[1], Juliet G. Metekohy[2], Amaheka[3]
[1,]Program Studi Teknik Sipil Jurusan Teknik Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Pattimura
Email: nurulhidayh88@gmail.com

Published: Januari, 2026

ABSTRACT

This study aims to analyze the value of optimal asphalt content (KAO) in a mixture of Hot Rolled Sheet – Wearing Course (HRS – WC) with peanut shell ash filler substitution. HRS – WC is a type of hot paved mixture that is often used on road surface layers, and its structural performance is greatly influenced by the level of asphalt as well as the quality of the filler. The limited availability of conventional fillers and environmental issues related to agricultural waste prompted this study to utilize peanut shell ash as an alternative filler. Peanut shell ash is a biomass waste that has the potential as a filler because of its fine particle characteristics and certain mineral content. The research method involves laboratory testing of the physical and mechanical properties of HRS – WC with variations in the percentage of peanut shell ash filler substitution. Testing includes asphalt level analysis, marshall testing to determine stability, flow, void in mixture (VIM), void filled with asphalt (VFA), and void in mineral aggregate (VMA). The data obtained from this test will be analyzed to determine the optimal asphalt level value in accordance with the applicable specifications. The test results were carried out by making 3 variations, namely 2%: 1% with a KAO value of 7.12%, 1%: 2% with a value of.
***Keywords**: Optimum asphalt content (KAO), peanut husk ash, HRS – WC, Filler, Marshall test.*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis nilai kadar aspal optimum (KAO) pada campuran Hot Rolled Sheet – Wearing Course (HRS – WC) dengan subtitusi filler abu kulit kacang tanah. HRS – WC adalah jenis campuran beraspal panas yang sering digunakan pada lapis permukaan jalan, dan kinerja strukturalnya sangat dipengaruhi oleh kadar aspal serta kualitas filler. Ketesediaan filler konvesional yang terbatas dan isu lingkungan terkait limbah pertanian mendorong penelitian ini untuk memanfaatkan abu kulit kacang tanah sebagai alterntif filler. Abu kulit kacang tanah merupakan limbah biomassa yang memiliki potensi sebagai bahan pengisi karena karakteristik partikelnya yang halus dan kandungan mineral tetentu. Metode penelitian melibatkan pengujian Laboratorium terhadap sifat – sifat fisik dan mekanik cmpuran HRS – WC dengan variasi presentase subtitusi filler abu kulit kacang tanah. Pengujian meliputi analisis kadar aspal, pengujian marshall untuk menentukan stabilitas, flow, void in mixture (VIM), void filled with asphalt (VFA), dan void in mineral agregate (VMA). Data yang diperoleh dari pengujian ini akan dianalisis untuk menentukan nilai kadar aspal optimum sesuai dengan spesifikasi yang berlaku. Hasil pengujian dilakukan dengan membuat 3 variasi yaitu 2% : 1% dengan nilai KAO 7,12%, 1% : 2% dengan nilai KAO 8,09%, dan 1,5% : 1,5% dengan nilai KAO 7,59%.
Kata Kunci : Kadar aspal optimum (KAO), abu kulit kacang tanah, HRS – WC, Filler, Marshall test.

© The Author(s). 2021 Open Access This article is licensed under a Creative Commons Atibution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. To view a copy of this licence, visit http://creativecommons.org/licenses/by/4.0

PENDAHULUAN

Jalan merupakan infrastruktur transportasi darat yang terus mengalami peningkatan oleh laju pertumbuhan ekonomi di Indonesia yang menyebabkan meningkatnya volume kendaraan. Oleh sebab itu, untuk menunjang kelancaran Pembangunan perkerasan jalan harus menggunakan material yang berkualitas sebagaimana yang diatur dalam peraturan Dinas Bina Marga 2010 revisi 4 tahun 2018. Seiring terjadinya kerusakan maupun kegagalan pada lapisan perkerasan jalan disebabkan oleh beberapa factor diantaranya penggunaan material jalan yang tidak sesuai dengan spesifikasi. Oleh

karena itu, memerlukan penambahan material lain sehingga dapat memperbaiki kelemahan yang ada. (Zainal dkk, 2021).

Kerusakan struktur jalan raya banyak diakibatkan oleh beban lalu lintas yang berlebihan, umur rencana jalan yang telah dilewati, material penyusun lapis perkerasan yang kurang baik, serta curah hujan yang mengakibatkan genangan (Lasmaria,2011). Jalan yang menerima beban kendaraan akan disebarkan secara merata pada struktur lapis perkerasan pendukung dibawahnya. Apabila struktur lapis perkerasan tidak mampu menerima beban, jalan akan mudah mengalami pengupasan, pengausan, bleeding, retak-retak (cracking) bahkan deformasi tanah akibat beban overload. Sehingga, jalan mengalami kerusakan sebelum umur rencana. air akan membasahi campuran aspal, sehingga kekakuan dan kekuatan campuran berkurang. Akibatnya campuran menjadi lepas-lepas dan banyak pengelupasan aspal pada lapis permukaan.

Salah satu campuran yang paling sering digunakan di Indonesia yang beriklim tropis yakni Hot Rolled Sheet (HRS). HRS atau lapis tipis aspal beton (Lataston) merupakan salah satu lapis perkerasan jalan raya yang terdiri dari campuran aspal keras, agregat dengan gradasi timpang, dan bahan pengisi (filler) yang dicampurkan, dihamparkan, dan dipadatkan pada suhu dan kondisi tertentu dengan ketebalan 2,5 sampai 3 cm (Sukirman,1999:10). Perkerasan dengan HRS cocok diterapkan di Indonesia karena memiliki kelenturan yang tinggi dantahan terhadap pelelehan mengingat Indonesia adalah negara beriklim tropis dengan suhu panas yang cukup tinggi (Himawan,2012). Sebagai lapis non struktural yang mengandung lebih banyak agregat halus dan aspal (Ambarwati,2009) kekuatan struktur campuran HRS-WC mudah mengalami deformasi plastis dengan munculnya alur pada permukaan aspal.

Untuk meningkatkan kinerja campuran aspal beton dapat dilakukan dengan memodifikasi campuran aspal beton tersebut terutama dengan mengganti bahan pengisi (filler). Filler merupakan hasil alam seperti semen dan abu batu yang jumlahnya kian terbatas dan mempunyai nilai ekonomis yang tinggi. Untuk itu perlu adanya inovasi dengan menggunakan alternatif bahan pengganti berupa limbah seperti abu kulit kacang tanah dalam upaya mendapatkan bahan pengganti yang lebih ekonomis dan jumlahnya dilapangan masih banyak. Pemilihan bahan tersebut karena harganya lebih murah dari bahan filler yang lain. Selain itu abu kulit kacang tanah mudah ditemukan pada para petani kebun kacang, hal ini dikarenakan belum dimanfaatnya kulit kacang tanah dengan baik oleh para petani.

sebagai syarat utama material filler, Abu kulit kacang tanah lolos saringan No

200. Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan filler yang berasal dari bahan alami, termasuk abu kulit kacang, dapat berkontribusi pada perbaikan sifat mekanik dan fisik dari campuran aspal. Abu kulit kacang tanah memiliki karakteristik fisik yang unik, termasuk ukuran partikel yang halus dan kemampuan untuk meningkatkan daya ikat antara agregat dan aspal. Hal ini diharapkan dapat meningkatkan stabilitas dan daya tahan lapisan HRS-WC terhadap beban lalu lintas yang tinggi.

Dalam konteks ini, pentingnya untuk mengeksplor lebih lanjut pengaruh Abu kulit kacang tanah sebagai subtitusi filler terhadap campuran lapisan HRS-WC. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja campuran aspal menggunakan abu kulit kacang tanah dalam berbagai proporsi, serta menganalisis dampaknya terhadap sifat-sifat mekanik seperti stabilitas, daya lekat, dan ketahanan terhadap deformasi.

Melalui penelitian ini, diharapkan dapat memberikan kontribusi yang cukup besar dalam pengembangan material aspal yang lebih ramah lingkungan, serta membuka peluang bagi inovasi dalam pengelolaan limbah. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi praktisi dan akademisi dalam bidang teknik sipil, khususnya dalam pengembangan bahan bangunan yang berkelanjutan.

Pentingnya penelitian ini juga terletak pada dampaknya terhadap kebijakan Pembangunan berkelanjutan. Dengan memanfaatkan limbah pertanian, diharapkan dapat menciptakan model Pembangunan yang berkelanjutan dan mengurangi dampak lingkungan dari limbah-limbah pertanian.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental berbasis pengujian laboratorium untuk mengevaluasi pengaruh substitusi filler abu kulit kacang tanah terhadap karakteristik campuran Hot Rolled Sheet–Wearing Course (HRS-WC) serta untuk menentukan Kadar Aspal Optimum (KAO). Seluruh rangkaian kegiatan penelitian, mulai dari persiapan material, pembuatan benda uji, hingga pengujian Marshall, dilaksanakan di UPTD Laboratorium Pengujian Bahan dan Peralatan Berat Dinas PUPR Provinsi Maluku, Kota Ambon, pada periode Februari hingga Maret 2025. Prosedur penelitian mengacu pada standar nasional dan praktik internasional yang relevan, khususnya Standar Nasional Indonesia (SNI) dan Spesifikasi Umum Bina Marga, guna menjamin validitas, reprodusibilitas, dan kesesuaian hasil penelitian dengan ketentuan teknis perkerasan jalan.

Data penelitian diperoleh melalui dua sumber utama, yaitu studi pustaka dan pengujian laboratorium. Studi pustaka dilakukan untuk memperoleh dasar teoretis serta parameter teknis terkait campuran aspal HRS-WC, karakteristik material, dan metode Marshall. Sementara itu, pengujian laboratorium meliputi pemeriksaan sifat fisik aspal, agregat kasar, agregat halus, dan filler, termasuk uji penetrasi, titik lembek, daktilitas, berat jenis, abrasi Los Angeles, berat isi agregat, serta analisis gradasi saringan. Seluruh pengujian material dilakukan sebelum pembuatan benda uji untuk memastikan bahwa bahan yang digunakan memenuhi spesifikasi teknis yang dipersyaratkan.

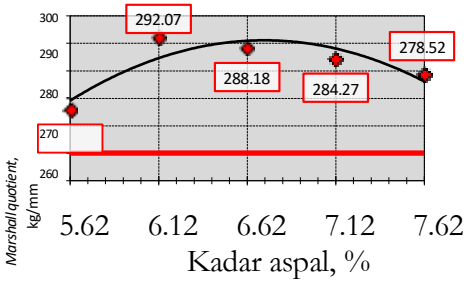
Pembuatan benda uji dilakukan melalui dua tahap utama, yaitu pembuatan benda uji tanpa substitusi filler untuk menentukan KAO dan pembuatan benda uji dengan variasi perbandingan filler semen Portland dan abu kulit kacang tanah. Proses pencampuran dan pemadatan mengikuti metode Marshall, dengan pemadatan sebanyak 75 tumbukan pada masing-masing sisi benda uji. Benda uji kemudian diuji stabilitas dan flow pada suhu standar 60°C untuk memperoleh parameter Marshall, seperti stabilitas, flow, rongga dalam campuran (VIM), dan rongga terisi aspal (VFA). Data hasil pengujian dianalisis secara kuantitatif menggunakan tabel dan grafik untuk menentukan hubungan antara variasi filler dan karakteristik Marshall, serta untuk menetapkan komposisi campuran dan kadar aspal yang paling memenuhi spesifikasi teknis. Hasil akhir penelitian berupa rancangan campuran laboratorium (job mix design) yang dapat dijadikan acuan dalam aplikasi perkerasan HRS-WC dengan pemanfaatan filler alternatif berbasis limbah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hubungan Kadar Aspal Dengan *Marshall Quotient* (MQ)

Marshall Quotient merupakan hasil bagi antara stabilitas dengan kelelehan dan merupakan pendekatan terhadap tingkat kekakuan dan fleksibilitas campuran. Semakin besar nilai *marshall quotient* berarti campuran semakin kaku dan juga sebaliknya, semakin kecil *marshall quotient* maka perkerasannya semakin lentur.

Hubungan Kadar Aspal Dengan *Marshall Quotient* (MQ) Pada Variasi 2 % : 1%

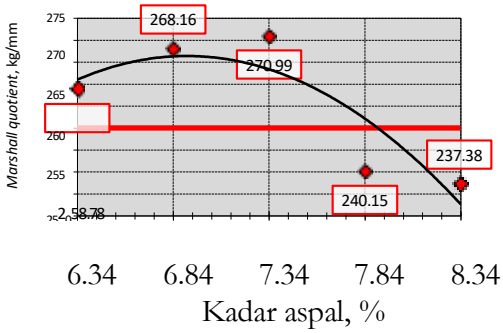


Gambar 1. Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan *Marshall quotient*

Sumber : Hasil Pengujian, 2025

Hubungan *Marshall Quotient* pada kadar aspal 5,62% sebesar 265,84 kg/mm, kadar aspal 6,12% sebesar 292,07 kg/mm, kadar aspal 6,62% sebesar 288,18 kg/mm, kadar aspal 7,12% sebesar 284,27 kg/mm dan kadar aspal 7,62% sebesar 278,52 kg/mm. Dimana nilai yang ditetapkan yaitu minimal 250 kg/mm

Hubungan Kadar Aspal Dengan *Marshall Quotient* (MQ) Pada Variasi 1% : 2 %

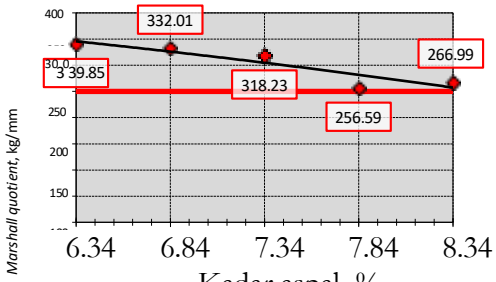


Gambar 2. Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Marshall quotient

Sumber : Hasil Pengujian, 2025

Hubungan *Marshall Quotient* pada kadar aspal 6,34% sebesar 258,78 kg/mm, kadar aspal 6,84% sebesar 268,16 kg/mm, kadar aspal 7,34% sebesar 270,99 kg/mm, kadar aspal 7,84% sebesar 240,15 kg/mm dan kadar aspal 8,34% sebesar 237,38 kg/mm. Dimana nilai yang ditetapkan yaitu minimal 250 kg/mm.

Hubungan Kadar Aspal Dengan *Marshall Quotient* (MQ) Pada Variasi 1,5 % : 1,5 %



Gambar 3. Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Marshall quotient

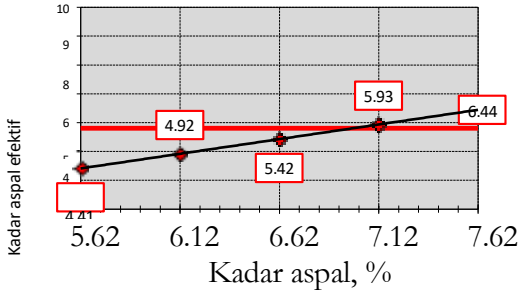
Sumber : Hasil Pengujian, 2025

Hubungan *Marshall Quotient* pada kadar aspal 6,34% sebesar 339,85 kg/mm, kadar aspal 6,84% sebesar 332,01 kg/mm, kadar aspal 7,34% sebesar 318,23 kg/mm, kadar aspal 7,84% sebesar 256,59 kg/mm dan kadar aspal 8,34% sebesar 266,99 kg/mm. Dimana nilai yang ditetapkan yaitu minimal 250 kg/mm.

Hubungan Kadar Aspal Dengan Kadar Aspal Efektif

Kadar aspal efektif merupakan kadar aspal total dikurangi jumlah yang terserap oleh partikel agregat. Kadar aspal efektif ini akan menyelimuti permukaan agregat bagian luar yang pada akhirnya akan menentukan kinerja perkerasan beraspal.

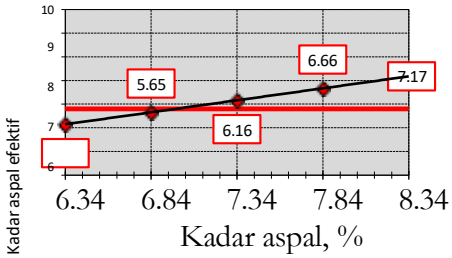
Hubungan Kadar aspal Dengan kadar Aspal Efektif Pada Variasi 2 % : 1 %



Gambar 4 Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Kadar aspal efektif Sumber : Hasil Pengujian, 2025

Hubungan Kadar Aspal Efektif pada kadar aspal 5,62% sebesar 4,41 %, kadar aspal 6,12% sebesar 4,92 %, kadar aspal 6,62% sebesar 5,42 %, kadar aspal 7,12% sebesar 5,93 % dan kadar aspal 7,62% sebesar 6,44 %. Dimana nilai yang ditetapkan yaitu minimal 5,8%

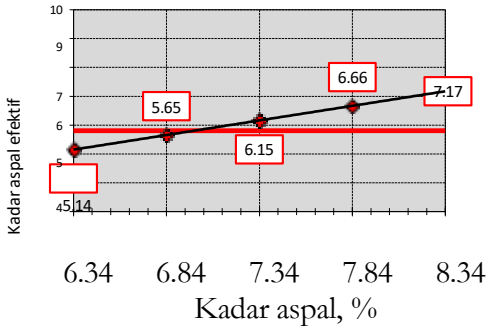
Hubungan Kadar aspal Dengan kadar Aspal Efektif Pada Variasi 1 % : 2 %



Gambar 5. Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Kadar aspal efektif Sumber : Hasil Pengujian, 2025

Hubungan Kadar Aspal Efektif pada kadar aspal 6,34% sebesar 5,14 %, kadar aspal 6,84% sebesar 5,65 %, kadar aspal 7,34% sebesar 6,16 %, kadar aspal 7,84% sebesar 6,66 % dan kadar aspal 8,34% sebesar 7,17 %. Dimana nilai yang ditetapkan yaitu minimal 5,8%.

Hubungan Kadar aspal Dengan kadar Aspal Efektif Pada Variasi 1,5 % : 1,5 %



Gambar 6. Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Kadar aspal efektif Sumber : Hasil Pengujian, 2025

Hubungan Kadar Aspal Efektif pada kadar aspal 6,34% sebesar 5,14 %, kadar aspal 6,84% sebesar 5,65 %, kadar aspal 7,34% sebesar 6,16 %, kadar aspal 7,84% sebesar 6,66 % dan kadar aspal 8,34% sebesar 7,17 %. Dimana nilai yang ditetapkan yaitu minimal 5,8%.

Penentuan Kadar Aspal Optimum Rencana

Kadar aspal optimum (KAO) adalah kadar aspal yang mengalami overlap dari selang yang memenuhi spesifikasi dari parameter – parameter yang ditentukan dengan menggunakan Standar Bina Marga, dimana ada 8 parameter yang harus dipenuhi, yaitu : Stabilitas, Kelelehan (*Flow*), kepadatan (*Density*), Rongga dalam campuran (VIM), Rongga dalam agregat (VMA), Rongga terisi aspal (VFB), *Marshall Quotient* dan Kadar aspal efektif. Perhitungan kadar aspal optimum yang digunakan sesuai dengan syarat spesifikasi umum Bina Marga 2018. dengan persamaan sebagai berikut :

1. Variasi 2 : 1

   Pb = 0,035 (% CA) + 0,045 (% FA) + 0,18 (% FF) + Konstanta
   = 0,035 (1,00) + 0,045 (3,08) + 0,18 (0,54) + 2
   = 6,62%

2. Variasi 1 : 2

   Pb = 0,035 (% CA) + 0,045 (% FA) + 0,18 (% FF) + Konstanta
   = 0,035 (1,00) + 0,045 (2,84) + 0,18 (1,50) + 2
   = 7,34%

3. Variasi 1,5 : 1,5

   Pb = 0,035 (% CA) + 0,045 (% FA) + 0,18 (% FF) + Konstanta
   = 0,035 (1,00) + 0,045 (2,84) + 0,18 (1,50) + 2
   = 7,34%

Dimana :

CA = Fraksi agregat kasar, yaitu persen berat material yang tertahan agregat No.4 terhadap berat total campuran.

FA = Fraksi agregat halus, yaitu persen berat material yang lolos saringan No.4 dan tertahan saringan No.200 terhaap total campuran.

FF = Fraksi bahan pengisi, yaitu persen berat material yang tertahan saringan No.200 terhadap berat total campuran.

Setelah mendapatkan nilai Pb (kadar aspal rencana) maka disimpulkan bahwa variasi kadar aspal yang akan digunakan pada penelitian ini yaitu :

1. Variasi 2 : 1 = 5,62%, 6,12%, 6,62%, 7,12%, 7,62%
2. Variasi 1 : 2 = 6,34%, 6,84%, 7,34%, 7,84%, 8,34%
3. Variasi 1,5 ; 1,5 = 6,34%, 6,84%, 7,34%, 7,84%, 8,34%

Pembahasan

Berdasarkan hasil pengujian Marshall dalam penelitian ini, diperoleh nilai Kadar Aspal Optimum (KAO) untuk tiga variasi komposisi, yaitu variasi 2% : 1% sebesar 7,12%, variasi 1,5% : 1,5% sebesar 7,59%, dan variasi 1% : 2% sebesar 8,09%. Penentuan nilai KAO tersebut dilakukan melalui analisis hubungan antara kadar aspal dengan berbagai parameter Marshall yang meliputi stabilitas, Void in Mix (VIM), Void in Mineral Aggregate (VMA), Void Filled with Asphalt (VFA), flow, Marshall Quotient (MQ), serta kadar aspal efektif.

Proses penentuan KAO dilakukan dengan memplot setiap parameter Marshall ke dalam grafik hubungan terhadap kadar aspal. Dari grafik tersebut kemudian ditentukan batas minimum dan maksimum pada batas tengah, batas atas, dan batas bawah yang masih memenuhi persyaratan spesifikasi Bina Marga 2010. Selanjutnya, nilai-nilai tersebut ditarik secara vertikal ke bawah untuk memperoleh rentang kadar aspal yang memenuhi seluruh kriteria teknis yang dipersyaratkan.

Setelah rentang kadar aspal yang memenuhi spesifikasi diperoleh, langkah berikutnya adalah menentukan nilai minimum dan maksimum kadar aspal pada masing-masing parameter. Nilai-nilai tersebut kemudian dirata-ratakan untuk mendapatkan satu nilai representatif yang ditetapkan sebagai Kadar Aspal Optimum (KAO) untuk setiap variasi komposisi campuran. Metode ini digunakan agar KAO yang diperoleh tidak hanya memenuhi satu parameter, tetapi mampu memenuhi seluruh persyaratan Marshall secara simultan.

Berdasarkan hasil analisis, variasi 1% : 2% menghasilkan nilai KAO sebesar 8,09%. Namun demikian, pada variasi ini terdapat beberapa parameter Marshall yang tidak memenuhi spesifikasi Bina Marga 2018, sebagaimana ditunjukkan pada grafik hasil pengujian. Oleh karena itu, meskipun nilai KAO dapat ditentukan, variasi 1% : 2% dinilai kurang layak untuk direkomendasikan sebagai campuran yang optimal.

Dari ketiga variasi yang diteliti, variasi 2% : 1% dengan KAO sebesar 7,12% dan variasi 1,5% : 1,5% dengan KAO sebesar 7,59% menunjukkan kinerja yang lebih baik. Kedua variasi tersebut memenuhi seluruh parameter Marshall sesuai dengan spesifikasi yang berlaku, sehingga dapat disimpulkan bahwa variasi 2% : 1% dan 1,5% : 1,5% merupakan variasi yang paling sesuai untuk digunakan sebagai campuran dengan kadar aspal optimum dalam penelitian ini.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis laboratorium mengenai Analisis Nilai Kadar Aspal Optimum (KAO) dengan Substitusi Filler Abu Kulit Kacang Tanah ter- hadap Campuran HRS-WC, maka dapat disimpulkan bahwa nilai Kadar Aspal Opti- mum (KAO) yang diperoleh dari hasil pengujian pada berbagai variasi komposisi filler adalah sebagai berikut:

1. Campuran dengan 2% Semen Portland : 1% Abu Kulit Kacang Tanah mem- iliki KAO sebesar 7,12%.
2. Campuran dengan 1,5% Semen Portland : 1,5% Abu Kulit Kacang Tanah memiliki KAO sebesar 7,59%.
3. Campuran dengan 1% Semen Portland : 2% Abu Kulit Kacang Tanah mem- iliki KAO sebesar 8,09%.

Peningkatan proporsi abu kulit kacang tanah pada campuran cenderung mening- katkan nilai kadar aspal optimum

REFERENSI

Alabadan, B. A., C. F. Njoku, and M. O. Yusuf. "The Potentitials of groundnut shell ash as concrete admixture." Agricultural Engineering Internasional: CIGR Journal (2006).

Azizah, N., & Rahardjo, B. (2017). Kinerja campuran hot rolled sheet-wearing course (hrs-wc) dengan filler abu ampas tebu. Jurnal Bangunan, 22 (2), 11-20.

Bina Marga Pekerjaan Umum, (2006) Spesifikasi Khusus Seksi 6.3.a. "Campuran Beraspal Panas Dengan Asbuton".

Buku Petunjuk Teknis, (2018). "Pengjian Karakteristik Aspal Keras". Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret.

Dewati, R., Ragilia, R. P., Kharisma, T., & Wahyusi, K.N. (2012). Briket arang kulit kacang tanah dengan proses karbonisasi. Jurnal Teknik Kimia, 6 (2), 70- 73.

Dinas Pekerjaan Umum Dan Penataan Ruang Kabupaten Grobogan, (2014) "Konstruksi Perkerasan Lentur (Flexible Pavement)". Edisi September, Jakarta

Gloria Fronika Berutu, (2023). "Pengaruh Variasi Suhu Pada Campuran HRS-Base Menggunakan Filler Tanah Putih Terhadap Pengujian Marshall" Fakultas Sains Dan Teknik, Universitas Nusa Cendana.

Heny Putri Laras, Murniati, Desriantomy, (2022). "Karakteristik Marshall Pada Campuran HRS – WC Dengan Penambahan Arang kayu Tumbuk Sebagai Bahan Pengisi Filler" Fakultas Teknik, Universitas Palangka Rata.

Herwin Widya Wardana, Purwo Mahardi, ST., M.Sc, Yogie Risdianto, S.T., M.T. "Penentuan Kadar Aspal Optimum (KAO) dalam campuran AC – WC dengan Limbah Beton sebagai pengganti Agregat". Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya.

Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Direktorat Jenderal Bina Marga, 2018, Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan Divisi 6 Perkerasan Aspal.

Manoppo, M. R. (2011). Pemanfaatan Tras Sebagai Filler Dalam Campuran Aspal Panas Hrs-Wc. Jurnal Ilmiah Media Engineering, 1 (2).

Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia Peraturan Meneteri Pekerjaan Umum Nomor : 28/ PRT/M/2007 Pedoman Pelaksanaan Lapis Campuran Beraspal Panas.

Nadila Sanaky, (2022). "Studi Pengunaan Abu Kulit Batang Sagu Sebagai Bahan Pengganti Semen Terhadap Karakteristik Marshall Pada Campuran asphalt Hot Rolled Sheet – Wearing Course (HRS-WC)". Fakultas Teknik Universitas Pattimura Ambon.

Rabiyatul Uzda, S.T., M.T 2024 Dasar-dasar Teknologi Beton.

Pratiwi, R. (2017). Perencanaan Campuran Aspal Beton Hot Rolled Sheet Waering Course Dengan Filler Batu Laterit Kalimantan. Jurnal Ilmiah Teknik Sipil TRANSUKMA 2, no. 2 (2017) : 128-140.

Sukron Guru Mangaloksa, (2024). "Pengaruh Penambahan Lateks Pada Campuran Aspal AC-WC Dengan Abu Vulkanik Sebagai Filler Terhadap Karakteristik Marshall". Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh.

Sulistiyani, Y., Andrianto, S., Indraswati, N., & Ayucitra, A. (2011). Ekstraksi senyawa fenolik dari limbah kulit kacang tanah (Arachis Hypogea L) sebagai antioksida alami. Jurnal Teknik Kimia Indonesia, 10 (3), 112-119.

Wibowo, Ponco, and Didik SS Mabui. "Karakteristik Marshall pada Campuran Aspal HRS-WC dengan Menggunakan Filler Batu Karang." In Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil (Vol. 1, No. 1, pp. 477-486).

Yanti, S., & Sandy, D. (2019). Pengujian Batu Apung Sebagai Filler Pada Campuran HRS-WC. Paulus Civil Engineering Journal, 1(2), 107-114.