

SKRIPSI

ANALISA PENGARUH PEMANFAATAN LIMBAH BETON SEBAGAI AGREGAT HALUS TERHADAP PARAMETER *MARSHALL* PADA CAMPURAN AC-WC

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Mencapai Derajat Sarjana S-1
Pada Program Studi Teknik Sipil



Disusun Oleh:

MUHAMMAD AMSHOFI ZIAUL HAQ

2020D1B099

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM

2024

ABSTRAK

Indonesia merupakan negara berkembang dengan pertumbuhan ekonomi pesat dan perubahan sosial signifikan. Pertumbuhan ini membawa dampak positif namun juga menimbulkan tantangan baru, terutama pada infrastruktur transportasi seperti jalan. Struktur perkerasan jalan mencakup beberapa komponen material, termasuk agregat, aspal, dan bahan pengisi lainnya. Penggunaan material ini, terutama agregat, menjadi kompleksitas dalam industri konstruksi karena tidak dapat diperbarui. Mengatasi tantangan tersebut, peneliti mencari solusi alternatif, seperti menggunakan bahan yang memiliki sifat serupa dengan agregat. Misalnya, pemanfaatan limbah beton sebagai pengganti agregat halus pada lapisan perkerasan jalan. Dengan memanfaatkan limbah beton yang tersedia melimpah, kita dapat secara mengurangi tekanan penggunaan sumber daya alam yang semakin terbatas, sambil memberikan solusi inovatif yang efektif dalam mengatasi tantangan kompleks dalam industri konstruksi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik *marshall* dan variasi penggunaan limbah beton yang optimum untuk campuran AC-WC.

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental penggunaan limbah beton dengan kadar variasi 0%, 30%, 45%, 60%, 80% dan 95%, dengan menggunakan Kadar Aspal Optimum (KAO) yang telah diuji sebelumnya sebesar 6,5%.

Berdasarkan hasil pengujian, diperoleh nilai VMA telah memenuhi syarat, dengan nilai tertinggi terdapat pada variasi 95% (24,75%) dan terendah pada variasi 30% (19,34%). Dari nilai VFA, terdapat 2 variasi yang tidak memenuhi yaitu variasi 80% (60,88%) dan variasi 95% (57,77%) karena melewati batas minimum yaitu 65%. Nilai VIM untuk variasi yang memenuhi syarat hanya pada variasi 0% (4,68%) dan variasi 30% (4,01%). Nilai stabilitas semua memenuhi syarat dengan nilai tertinggi pada variasi 30% (2343 Kg), dan terendah pada variasi 80% (1662 Kg). Untuk nilai *flow* hanya 2 variasi yang tidak memenuhi yaitu variasi 80% (4,03 mm) dan variasi 95% (5,16 mm). Dan untuk nilai *matshall quotient* nilai tertinggi pada variasi 30% (679 Kg/mm) dan terendah pada variasi 95% (337 Kg/mm).

Kata Kunci: *Limbah beton, Marshall, AC-WC, Kadar Aspal Optimum*

ABSTRACT

Indonesia is a developing nation experiencing substantial social change and accelerated economic growth. This growth has a positive influence but also presents new challenges, particularly in the context of transportation infrastructure, such as roads. Numerous material components, such as asphalt, aggregates, and other additives, comprise the pavement structure. Due to their non-renewable nature, the construction industry faces a complex challenge in utilizing these materials, particularly aggregates. Researchers are exploring alternative solutions to surmount these obstacles, including using materials with comparable properties to aggregates. For instance, concrete residue may be an alternative to fine aggregates in pavement layers. Innovative solutions that effectively address complex challenges in the construction industry can be provided by utilizing abundantly available concrete waste, thereby reducing the burden of using increasingly limited natural resources. This investigation aims to ascertain the marshall characteristics and the optimal variation of concrete refuse utilization for AC-WC mixtures.

This research uses the experimental method of using concrete waste with variation levels of 0%, 30%, 45%, 60%, 80%, and 95%, using the previously tested Optimum Asphalt Content (KAO) of 6.5%. Based on the test results, the VMA value has met the requirements, with the highest value found in the 95% variation (24.75%) and the lowest in the 30% variation (19.34%). From the VFA value, two variations do not meet the 80% variation (60.88%) and the 95% variation (57.77%) because they exceed the minimum limit of 65%. The VIM value for eligible variations is only 0% variation (4.68%) and 30% variation (4.01%). Stability values meet the requirements, with the highest value at 30% variation (2343 Kg) and the lowest at 80% (1662 Kg). For flow values, only two variations do not meet the 80% variation (4.03 mm) and 95% variation (5.16 mm). And for the Matshall quotient value, the highest value is in the 30% variation (679 Kg/mm) and the lowest in the 95% variation (337 Kg/mm).

Keywords: Waste concrete, Marshall, AC-WC, Optimum Asphalt Content



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sebagai negara berkembang yang memiliki jumlah penduduk yang sangat banyak, serta sumber daya alam yang melimpah. Indonesia mengalami pertumbuhan ekonomi yang pesat dan perubahan sosial yang signifikan. Pertumbuhan ini membawa dampak positif dalam meningkatkan kesejahteraan masyarakat, namun juga menimbulkan tantangan baru, terutama terkait dengan infrastruktur yang harus mendukung perubahan tersebut. Infrastruktur yang memadai, terutama dalam hal transportasi seperti jalan, merupakan aspek penting dalam pembangunan yang berkelanjutan dan meningkatkan konektivitas antarwilayah serta memfasilitasi pertumbuhan ekonomi yang inklusif. Oleh karena itu, pemenuhan kebutuhan akan pembangunan dan infrastruktur khususnya jalan yang memadai menjadi prioritas utama bagi pemerintah Indonesia.

Dalam tahapan pembangunan jalan raya, aspek perencanaan memegang peranan penting, khususnya dalam proses seleksi dan penerapan material perkerasan jalan. Keberhasilan sebuah proyek jalan sangat tergantung pada kualitas perkerasan yang diterapkan. Peningkatan kualitas perkerasan dapat dicapai melalui perencanaan yang cermat dan efektif, serta penggunaan optimal dari semua elemen utama dalam sistem perkerasan. Oleh karena itu, pemilihan bahan campuran aspal memiliki peran besar dalam menjamin kualitas serta kinerja keseluruhan campuran, sekaligus kemampuannya untuk menghadapi potensi kerusakan jalan.

Aspal beton merupakan jenis campuran yang sangat umum digunakan di Indonesia dalam pembangunan infrastruktur jalan. Sebagai elemen yang penting dalam konstruksi jalan, aspal beton terdiri dari campuran aspal yang diperkuat dengan agregat yang memiliki daya tahan yang tinggi. Proses pembuatannya melibatkan serangkaian tahapan, termasuk agregasi kontinu, pencampuran menyeluruh, penghamparan, dan pemadatan pada suhu yang tertentu (Bina Marga, 2018). Penggunaan aspal beton ini biasanya ditujukan untuk aplikasi permukaan jalan, serta untuk tujuan meratakan dan mengikat agregat.

Lapisan perkerasan jalan terdiri dari tiga lapisan utama yang masing-masing memiliki peran dan fungsi tersendiri. Lapisan-lapisan tersebut adalah lapisan pondasi atas, lapisan tengah yang dikenal dengan AC-BC (*Asphalt Concrete-Binder Coarse*), dan lapisan permukaan atau AC-WC (*Asphalt Concrete-Wearing Course*). Lapisan permukaan AC-WC memegang peranan penting dalam menangani berbagai aspek seperti ketahanan terhadap keausan, kemampuan menahan beban lalu lintas, serta memberikan tekstur permukaan yang aman bagi pengguna jalan. Karena berada di lapisan paling luar, lapisan AC-WC langsung berinteraksi dengan kendaraan dan lingkungan sekitarnya. Oleh karena itu, kualitas dari lapisan ini sangat berpengaruh terhadap kinerja keseluruhan dari jalan tersebut.

Struktur perkerasan jalan mencakup beberapa komponen material, termasuk agregat, aspal, dan bahan pengisi lainnya. Namun, penggunaan material-material ini menjadi kompleksitas tersendiri dalam industri konstruksi, terutama karena agregat merupakan salah satu bahan konstruksi utama yang digunakan secara luas di seluruh dunia. Lonjakan pembangunan infrastruktur memperlihatkan peningkatan signifikan dalam penggunaan sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui seperti agregat. Sementara kebutuhan akan material konstruksi terus meningkat, keterbatasan sumber daya alam semakin terasa, menimbulkan kekhawatiran akan kelangkaan dan peningkatan harga material tersebut.

Berangkat dari kompleksitas tantangan yang dihadapi dalam industri konstruksi terkait dengan ketersediaan Sumber Daya Alam terutama agregat, peneliti memutuskan untuk mencari solusi alternatif yang dapat mengatasi masalah tersebut. Salah satu langkah yang diambil adalah menggunakan bahan alternatif yang memiliki sifat serupa dengan agregat, namun lebih berkelanjutan. Sebagai contoh, peneliti menggagas pemanfaatan limbah beton sebagai pengganti agregat halus pada campuran lapisan perkerasan jalan. Dengan memanfaatkan limbah beton yang tersedia melimpah, dapat mengurangi tekanan terhadap sumber daya alam yang terbatas sambil memberikan solusi inovatif untuk mengatasi tantangan dalam industri konstruksi.

untuk meningkatkan kualitas perkerasan jalan serta memberikan nilai tambah pada limbah beton, dilakukan beberapa upaya salah satunya yaitu praktik

penggantian agregat halus. Penelitian ini mengadopsi abu limbah beton sebagai pengganti agregat halus, menjadikannya sebagai bahan alternatif yang menarik. Limbah beton, berasal dari sisa-sisa pembangunan, renovasi, atau pemecahan struktur beton yang sudah tidak terpakai lagi serta dari proyek-proyek konstruksi yaitu termasuk hasil sisa sampel pengujian beton. Latar belakang penggunaan abu limbah beton dalam penelitian ini didasari oleh keberadaan jumlah limbah beton yang cukup signifikan dari proyek pembangunan bendungan di Desa Bukit Tinggi, Kecamatan Gunung sari, yang belum dimanfaatkan secara optimal.

Penjelasan sebelumnya menguraikan pertanyaan yang ada, yang berkaitan dengan dampak potensial dari penambahan limbah beton sebagai pengganti agregat halus pada parameter Marshall dalam campuran aspal AC-WC. Oleh karena itu penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul skripsi: “ANALISA PENGARUH PEMANFAATAN LIMBAH BETON SEBAGAI AGREGAT HALUS TERHADAP PARAMETER *MARSHALL* PADA CAMPURAN AC-WC”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang dipaparkan di atas, adapun rumusan masalah yaitu:

- 1) Bagaimana nilai karakteristik *Marshall* pada campuran aspal AC-WC menggunakan abu limbah beton dengan variasi 0%, 30%, 45%, 60%, 80% dan 95% sebagai pengganti agregat halus?
- 2) Bagaimana variasi campuran optimum dalam penggunaan abu limbah beton sebagai pengganti agregat halus terhadap parameter *Marshall* pada campuran AC-WC?

1.3 Tujuan Penelitian

Rumusan masalah yang disajikan di atas memerlukan identifikasi tujuan penelitian yang ingin dicapai oleh penulis melalui penelitian. Tujuan dari penelitian ini mencakup tujuan berikut:

- 1) Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui berapa nilai karakteristik *Marshall* pada campuran aspal AC-WC menggunakan abu limbah beton dengan variasi 0%, 30%, 45%, 60%, 80% dan 95% sebagai pengganti agregat halus.
- 2) Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui variasi campuran optimum dalam penggunaan abu limbah beton sebagai pengganti agregat halus terhadap parameter *Marshall* pada campuran AC-WC.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang terdapat dalam penelitian ini antara lain sebagai berikut:

- 1) Penelitian ini menggunakan limbah beton hasil pengujian kekuatan sampel beton yang berasal dari Proyek Pembangunan Bendungan Meninting.
- 2) Penelitian ini dilakukan untuk meninjau seberapa besar pengaruh limbah beton sebagai pengganti agregat halus terhadap nilai karakteristik campuran dalam aspal AC-WC.
- 3) Spesifikasi campuran aspal AC-WC mengacu pada spesifikasi Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga 2018.
- 4) Aspal penetrasi 60/70.
- 5) Penelitian ini hanya mengukur nilai parameter-parameter *Marshall* pada campuran AC-WC.
- 6) Mutu limbah beton yang digunakan dalam campuran AC-WC adalah K 250.
- 7) Penelitian ini tidak membahas tentang reaksi kimia maupun ikatan kimia.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang didapatkan dari melakukan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengeksplorasi kemungkinan memanfaatkan limbah beton sebagai substitusi agregat halus dalam pembangunan perkerasan jalan, dengan tujuan untuk

menciptakan alternatif yang efektif dalam mengatasi tantangan industri konstruksi.

2. Mencari solusi yang berkelanjutan dalam pengelolaan limbah beton, sambil menghasilkan campuran aspal beton yang berkualitas tinggi dan ramah lingkungan.
3. Memberikan kontribusi yang positif terhadap perkembangan teknologi konstruksi yang berkelanjutan di masa mendatang.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan mengenai pengaruh penggunaan abu limbah beton sebagai pengganti agregat halus terhadap karakteristik *Marshall* pada campuran AC-WC, didapat beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Nilai karakteristik *Marshall* pada campuran AC-WC menggunakan limbah beton dengan variasi 0%, 30%, 45%, 60%, 80% dan 95% sebagai pengganti agregat halus adalah sebagai berikut:
 - 1) Nilai VMA dari keseluruhan variasi pencampuran telah memenuhi persyaratan yang disyaratkan yaitu minimal 14%. Nilai VMA terendah diperoleh dari variasi 30% dengan nilai 19,34% dan tertinggi diperoleh dari variasi 95% dengan nilai 24,75%. Hal ini disebabkan oleh tingginya nilai penyerapan dari abu limbah beton dibanding dengan abu batu. aspal lebih banyak diserap oleh abu limbah beton, sehingga jumlah aspal yang tersedia untuk mengisi rongga antar agregat jadi berkurang dan menyebabkan campuran menjadi kering. Akibatnya volume rongga antar agregat meningkat.
 - 2) Dari hasil perhitungan VFA, variasi yang tidak memenuhi spesifikasi yaitu pada variasi 80% dengan nilai 60,88% dan 95% dengan nilai 57,77% dikarenakan nilainya berada di bawah batas minimum yang disyaratkan yaitu 65%. Sementara untuk variasi 0%, 30%, 45% dan 60% memenuhi spesifikasi karena nilainya berada di atas nilai 65%. Hal ini disebabkan oleh tingginya nilai penyerapan dari abu limbah beton dibanding dengan abu batu. aspal lebih banyak diserap oleh abu limbah beton, sehingga aspal yang tersedia untuk mengisi rongga antar agregat berkurang. Ini menunjukkan bahwa campuran tersebut tidak memiliki cukup aspal untuk mengisi rongga secara memadai.
 - 3) Dari hasil perhitungan VIM, variasi yang memenuhi syarat yaitu variasi 0% dengan nilai 4,68% dan 30% dengan nilai 4,01%. Sementara untuk

variasi 45%, 60%, 80% dan 95% tidak memenuhi karena melewati ambang batas maksimum yang disyaratkan yaitu 3% sampai 5% sesuai dengan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018. Hal ini disebabkan oleh tingginya nilai penyerapan dari abu limbah beton dibanding dengan abu batu. aspal lebih banyak diserap oleh abu limbah beton, sehingga aspal yang tersedia untuk mengisi rongga antar agregat berkurang dan mengakibatkan banyak volume rongga dalam campuran.

- 4) Nilai stabilitas dari keseluruhan variasi pencampuran telah memenuhi persyaratan yang disyaratkan yaitu minimal 800 Kg. Nilai stabilitas tertinggi diperoleh dari variasi 30% dengan nilai stabilitas 2343 Kg dan terendah berada pada variasi 80% dengan nilai 1662 Kg. Hal ini disebabkan terutama karena penyerapan aspal yang lebih tinggi oleh limbah beton, yang mengurangi jumlah aspal yang tersedia untuk mengikat agregat dengan baik. Akibatnya, pengikatan agregat menjadi kurang efektif, dan stabilitas campuran cenderung menurun.
- 5) Nilai *flow* dari beberapa variasi telah memenuhi syarat minimal 2 mm dan maksimal 4 mm, yaitu variasi 0%, 30%, 45% dan 60%. Sementara untuk variasi 80% dengan nilai 4,03 mm dan 95% dengan nilai 5,16 mm tidak memenuhi karena nilainya melewati ambang batas maksimum. Hal ini terutama disebabkan oleh penyerapan aspal yang lebih tinggi oleh limbah beton, yang mengurangi jumlah aspal yang tersedia untuk mengikat agregat dengan baik. Akibatnya, campuran menjadi lebih mudah berubah bentuk di bawah tekanan
- 6) Nilai *Marshall Quotient* dari keseluruhan variasi pencampuran didapat nilai terendah berada pada variasi 95% dengan nilai 337 Kg/mm, kemudian nilai tertinggi berada pada variasi 30% dengan nilai 679 Kg/mm. Nilai MQ sempat mengalami kenaikan yang signifikan yang terjadi dari variasi 0% ke variasi 30%, tapi seiring bertambahnya persentase kadar limbah beton, nilai *marshall quotient* cenderung menurun hingga mencapai nilai terendah di variasi 95%. Hal ini terjadi karena nilai *marshall quotient* mengacu pada perbandingan nilai stabilitas dan *flow*.

Nilai stabilitas campuran menurun dan *flow* meningkat, sehingga menyebabkan penurunan nilai MQ

2. Hasil analisa pengaruh pemanfaatan limbah beton sebagai pengganti agregat halus terhadap parameter *Marshall* pada campuran AC-WC dapat disimpulkan kurang efektif, dikarenakan dari 6 variasi pencampuran hanya ada 1 variasi yang memenuhi semua nilai parameter *Marshall* yakni pada variasi 30%. Kemudian untuk variasi 45% dan 60% tidak memenuhi hanya pada satu parameter *marshall* yaitu nilai VIM. Lalu untuk variasi 80% dan 95% tidak memenuhi pada beberapa parameter *marshall* yaitu nilai *flow*, VIM dan VFA. Jadi variasi yang paling optimum untuk penggunaan limbah beton sebagai pengganti agregat halus yaitu variasi 30% dengan nilai VMA 19,34%, VFA 79,24%, VIM 4,01 %, Stabilitas 2343 Kg, *flow* 3,45 mm dan *marshall quotient* 679 Kg/mm..

5.2. SARAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, secara umum penelitian ini berjalan dengan baik. Meskipun demikian, peneliti merasa perlu menyampaikan beberapa saran yang diharapkan dapat memberikan manfaat bagi peneliti selanjutnya. Berikut adalah saran-saran dari peneliti:

1. Dikarenakan penelitian ini merupakan pengujian di laboratorium, sangat penting untuk memastikan ketelitian dalam berbagai aspek, mulai dari pengukuran bahan dan data yang dihasilkan, penimbangan bahan serta material yang digunakan, serta dalam pengujian bahan uji hingga pembacaan alat-alat pengujian.
2. Untuk peneliti selanjutnya, diharapkan untuk mengembangkan penelitian ini menggunakan kadar limbah beton yang lebih kecil dengan tingkat ketelitian yang tinggi.