

Pengaruh Aspal Minyak Hasil Ekstraksi Recycling Aspal dengan Semen Sebagai Filler pada Lapisan AC-WC

Deliansyah Pasayu¹, Siti Muslika², Hermawati³, Yosieguspa⁴, Herawati⁵
^{1,2,3,4,5} Universitas Islam OKI, Indonesia

Email: deliansyahpasayu@gmail.com, muslikah.siti@gmail.com,
hermawatiema2024@gmail.com, yosieguspa2@gmail.com, zahrani814@gmail.com

Abstrak

Peningkatan volume dan beban kendaraan mengakibatkan kerusakan jalan yang signifikan, sehingga dibutuhkan solusi inovatif untuk memperbaiki struktur perkerasan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh kuat tekan aspal hasil ekstraksi recycling asphalt dengan penambahan semen Portland sebagai filler pada lapisan AC-WC serta menentukan kadar aspal optimum (KAO). Metode penelitian mencakup studi literatur dan eksperimen laboratorium terhadap material recycling asphalt yang diambil dari bongkaran aspal, serta pengujian karakteristik fisik dan mekanik material menggunakan metode Marshall. Hasil pengujian menunjukkan bahwa material recycling asphalt dengan tambahan semen Portland memiliki KAO sebesar 4,30%, lebih rendah dibandingkan dengan aspal konvensional yang mencapai 6,50%. Stabilitas material recycling asphalt sebesar 676 kg, lebih rendah dibandingkan stabilitas aspal konvensional sebesar 1005 kg. Penambahan semen Portland meningkatkan sifat mekanik namun tidak sepenuhnya memenuhi standar spesifikasi. Kesimpulan penelitian ini menunjukkan bahwa material recycling asphalt dengan tambahan semen Portland dapat digunakan kembali untuk perkerasan lentur, meskipun memiliki keterbatasan dalam ketahanan. Implikasi penelitian ini adalah memberikan solusi alternatif yang lebih ramah lingkungan untuk konstruksi jalan dengan memanfaatkan material daur ulang.

Kata Kunci: *recycling asphalt*, semen Portland, kadar aspal optimum, Marshall test, perkerasan lentur.

Abstract

The increase in vehicle volume and load results in significant road damage, so innovative solutions are needed to improve pavement structures. This study aims to evaluate the effect of asphalt compressive strength from asphalt recycling extraction with the addition of Portland cement as a filler on the AC-WC layer and determine the optimum asphalt content (KAO). The research method includes literature studies and laboratory experiments on asphalt recycling materials taken from asphalt unloading, as well as testing the physical and mechanical characteristics of materials using the Marshall method. The test results showed that the asphalt recycling material with the addition of Portland cement had a KAO of 4.30%, lower than conventional asphalt which reached 6.50%. The stability of asphalt recycling material is 676 kg, lower than the stability of conventional asphalt of 1005 kg. The addition of Portland cement improves mechanical properties but does not fully meet the specification standards. The conclusion of this study

shows that asphalt recycling materials with the addition of Portland cement can be reused for flexible pavement, although it has limitations in durability. The implication of this research is to provide an alternative solution that is more environmentally friendly for road construction by utilizing recycled materials.

Keywords: *recycling asphalt, semen Portland, kadar aspal optimum, Marshall test, perkerasan lentur.*

Pendahuluan

Setiap hari volume dan beban kendaraan terus meningkat sehingga kerusakan struktur perkerasan jalan juga meningkat (DAELI, 2024; Martina et al., 2018). Selama ini perbaikan jalan dengan menambahkan tebal lapisan aspal merupakan solusi perbaikan jalan. Ada salah satu penyelesaian masalah kerusakan jalan dengan memanfaatkan limbah sebagai bahan konstruksi perkerasan alternatif yang dapat dilakukan, dan juga salah satu cara untuk mengurangi dampak lingkungan dan usaha dalam perkembangan menggunakan bahan konstruksi, yaitu metode daur ulang atau recycling asphalt (Ahmad et al., 2021; Alia et al., 2019). Zangaji, (2023) menyebutkan bahwa berdasarkan sifat campuran dingin RAP dapat dimanfaatkan untuk perkerasan jalan yang bervolume lalu lintas rendah sampai dengan sedang. Namun demikian proporsi penggunaannya dapat diatur sehingga memiliki sifat yang sesuai dengan persyaratan.

Teknologi recycling asphalt merupakan upaya alternatif mengatasi permasalahan dan memiliki beberapa keuntungan seperti bisa mengembalikan kekuatan perkerasan dan mempertahankan geometrik jalan serta mengatasi ketergantungan akan material atau sumber daya alam (Krupa & Ashok, 2018; Saputra, 2019; SUDARNO et al., 2015; Widianty et al., 2020) Penambahan bahan material baru atau bahan tambahan pada material bekas garukan perkerasan lama merupakan salah satu upaya alternatif untuk meningkatkan daya dukung dari material bekas garukan (Alamsyah, 2015; Sulistyorini et al., 2018; Susilowati & Kesuma, 2019). Daur ulang yang diproses dan ditunjang dengan menggunakan peralatan yang memadai akan dapat menghasilkan bahan campuran material yang nilai strukturnya bisa mengimbangi campuran material yang baru (Alia et al., 2019; Sidi et al., 2020; Sulistyorini et al., 2018).

Meningkatnya volume kendaraan dan kerusakan infrastruktur jalan menjadi tantangan global. Dengan pertumbuhan kendaraan, kebutuhan bahan bakar dan aspal meningkat, memicu eksploitasi sumber daya alam yang tidak berkelanjutan. Metode alternatif, seperti penggunaan recycled asphalt, semakin relevan di tengah isu keberlanjutan lingkungan. Masalah kerusakan jalan dipengaruhi oleh peningkatan beban lalu lintas, perubahan cuaca ekstrem, dan kualitas aspal yang menurun karena penuaan. Di sisi lain, keterbatasan sumber daya untuk menghasilkan material baru menambah kompleksitas permasalahan.

Azis, (2020) melakukan penelitian “Pemanfaatan Material Daur Ulang (RAP) Perkerasan Beraspal Untuk Campuran Beraspal Dingin Bergradasi Menerus dengan Aspal Cair (Utilization Of Reclaimed Asphalt Pavement Materials (RAP) For Continuous Graded Cold Mix Using Cut-Back Asphalt)”. Standar pengujian campuran beraspal

dingin mengacu pada The Asphalt Institute (1989). Dengan metode Marshall maka KAO dapat diperoleh. Sehingga hasilnya penggunaan material recycling asphalt pada campuran aspal dingin maka bisa mengurangi penggunaan aspal cair yang baru, sehingga bisa lebih sedikit dipergunakan (Maniagasi, 2020). Pada penelitian yang dilakukan oleh Azis, (2020) menunjukkan pada umumnya campuran beraspal dingin dengan aspal cair MC-250 yang tanpa dan dengan menggunakan RAP memiliki sifat campuran memenuhi persyaratan, kecuali untuk campuran dengan menggunakan 100% RAP, baik untuk yang RAP Bogor maupun RAP Jateng memiliki nilai pelelehan > 4 mm. Membandingkan antara nilai stabilitas campuran dingin dengan 100% RAP dengan yang tanpa dan 40% RAP maka nilai stabilitas campuran dingin yang menggunakan 100% RAP lebih besar, sedangkan untuk penggunaan 40% RAP memiliki nilai stabilitas lebih rendah dibandingkan dengan nilai stabilitas campuran dingin tanpa RAP.

Dari penelitian Pasayu, Arliansyah, & Kadarsa, (2023) dengan judul “Pemanfaatan Recycling Asphalt untuk Lapisan AC-WC dengan penambahan material Bottom Ash pada Perkerasan Lentur”. Pada penelitian ini meliputi pengujian agregat tahap eksperimen meliputi pengujian sifat fisik agregat halus, agregat kasar dan abu dasar serta hasil percobaan penambangan bongkaran aspal. Berdasarkan hasil pengujian terhadap kadar aspal dan agregat diketahui bahwa Pengujian aspal menunjukkan pengaruh penambahan bottom ash terhadap material ekstraksi recycling asphalt, baik cairan aspal maupun material agregat yang terdapat pada recycling asphalt tidak dapat dipergunakan kembali. Hal ini disebabkan kondisi aspal tersebut mengalami penuaan, kekuatan material rendah dan tidak bertahan lama, sedangkan agregat yang diekstraksi dari aspal daur ulang dengan campuran abu dasar dan terlalu padat.

Wiyono & Susilowati, (2015) dengan judul penelitian “Pemanfaatan Hasil Pengupasan Aspal Untuk Daur Ulang Campuran Beton Aspal”. Pengujiannya meliputi ekstraksi, analisa saringan dan pengujian berat jenis perkerasan yang lama. Kemudian membuat variasi kadar aspal dengan campuran agregat daur ulang. Adapun Kadar Aspal Optimum campuran RAP dan campuran standar masing-masing sebesar 6,79% dan 6,9%, campuran lebih fleksibel, cenderung menjadi plastis dan lentur sehingga mudah mengalami perubahan bentuk pada saat menerima beban lalu lintas yang tinggi, dan campuran akan lebih awet.

Penelitian ini berfokus pada recycling asphalt, yaitu pemanfaatan material aspal bekas yang dikombinasikan dengan semen Portland sebagai pengisi (filler). Variabel utama meliputi kadar aspal optimum (KAO), stabilitas, dan daya dukung campuran aspal daur ulang. Penelitian ini menawarkan pendekatan baru dengan menambahkan semen Portland untuk meningkatkan kekuatan dan kelenturan material hasil daur ulang, memberikan solusi terhadap permasalahan ketahanan material yang sering kali tidak memenuhi spesifikasi standar. Mengingat dampak lingkungan dan ekonomi dari penggunaan material baru, penelitian ini mendesak untuk menyediakan alternatif material yang ramah lingkungan dan ekonomis. Dengan demikian, penggunaan kembali material daur ulang menjadi salah satu solusi strategis.

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh kuat tekan aspal minyak hasil recycling asphalt dengan penambahan semen Portland sebagai filler terhadap permukaan AC-WC dan menentukan kadar aspal optimum (KAO) dari campuran beraspal material daur ulang dan kombinasi dari material semen sebagai filler. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai referensi dalam pengembangan teknologi daur ulang material jalan, mengurangi dampak lingkungan akibat limbah konstruksi, dan menyediakan alternatif yang lebih ekonomis untuk perbaikan jalan.

Metode Penelitian

Metode penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah studi literature dan studi eksperimental. Studi literatur ditujukan untuk mendapatkan gambaran mengenai pokok bahasan yang dipergunakan dalam penelitian yaitu pada penguasaan mengenai pemanfaatan material recycling asphalt. Penelitian ini dimulai dari studi literatur dan pengurusan izin tempat penelitian. Dilanjutkan dengan pengambilan sampel benda uji material recycling asphalt di jalan Nurdin Pandji Kota Palembang. Langkah selanjutnya pengujian agregat di Laboratorium berdasarkan standar SNI yang berlaku.

Studi eksperimental merupakan serangkaian pengujian di laboratorium terhadap sifat-sifat fisik dan kimiawi recycling asphalt sehingga lebih dapat diidentifikasi ikatan antar unsur-unsur dalam material recycling asphalt. Penelitian ini meliputi tiga tahapan yaitu pengambilan sampel/bahan material, eksperimental dan tahap analisis. Pengujian agregat Tahapan studi eksperimental meliputi uji sifat fisik material agregat halus, agregat kasar, uji hasil ekstraksi recycling asphalt.

Persiapan Alat dan Bahan

Alat uji yang akan dipergunakan di laboratorium terlebih dahulu akan dipersiapkan dengan dibagi menjadi 4 bagian persiapan, sebagai berikut:

Peralatan dalam pengujian agregat yaitu:

1. Alat uji saringan
2. Alat uji berat jenis
3. Alat uji berat isi
4. Alat uji keausan agregat menggunakan mesin abrasi Los Angeles
5. Alat uji nilai setara pasir

Peralatan Pengujian Aspal Pen 60/70 yaitu:

1. Alat penetrasi aspal
2. Alat uji berat jenis & kehilangan berat
3. Alat uji daktilitas
4. Alat uji titik nyala dan titik bakar
5. Alat uji titik lembek

Alat pemisah aspal dengan agregat yaitu:

1. Hotplate
2. Tabung Refluk

Peralatan uji karakteristik fisik dan mekanis campuran antara lain:

1. Alat Uji Marshall Test
2. Mesin Pemas
3. Alat Pengeluar/pendorong benda uji
4. Timbangan
5. Piknometer
6. Waterbath
7. Alat Pengukur Suhu Termometer
8. Mould
9. Mesin Los Angeles

Pengujian Propertis Material

Material bahan perkerasan terlebih dahulu harus diuji propertiesnya, material bahan uji yang telah memenuhi kriteria, maka bahan bisa dipergunakan sebagai campuran beraspal. Pada penelitian ini, peneliti menggunakan dua jenis aspal uji yaitu benda uji aspal hasil ekstraksi recycling asphalt dan benda uji campuran beraspal sebagai perbandingan antara aspal baru dengan aspal hasil ekstraksi recycling. Campuran aspal dibuat menggunakan agregat halus dan agregat kasar, hasil ekstraksi recycling asphalt, bottom ash sebesar 10% dan 15% dan aspal minyak Penetrasi 60/70.

Hasil dan Pembahasan

Data Penelitian

Data penelitian perkerasan aspal menggunakan bahan bongkaran aspal (recycling asphalt) dengan campuran agregat bekas pembakaran batu bara berupa bottom ash yang dilakukan di laboratorium akan dibahas pada bab ini. Pengujian yang dilakukan di laboratorium bertujuan untuk mengetahui perbandingan antara aspal pen dengan agregat baru, aspal pen dengan cement portland, aspal pen dengan bongkaran aspal (recycling asphalt), serta kualitas dari aspal yang telah dicampurkan sehingga menghasilkan pengujian aspal mana yang menghasilkan ketahanan yang maksimal. Penelitian ini meliputi tiga tahapan yaitu pengambilan sampel/bahan material, eksperimental dan tahap analisis. Pengujian agregat tahapan studi eksperimental meliputi uji sifat fisik material agregat halus, agregat kasar, cement portland, uji hasil ekstraksi recycling asphalt. Selanjutnya pada tahap ketiga dilakukan uji fisik dan mekanik recycling asphalt campuran dengan mesin marshall test untuk mendapatkan kuat tekan aspal yang maksimal dengan variasi campuran cement Portland sebagai filler. Penelitian ini bersifat eksperimental dimana data yang dihasilkan akan berbentuk tabel angka dan grafik dari hasil pengujian.

Hasil Pengujian Material

Pemeriksaan karakteristik campuran yang dilakukan pada penelitian ini meliputi pemeriksaan aspal, agregat kasar, agregat halus, filler, dan recycling asphalt. Aspal penetrasi 60/70, material agregat halus dan agregat kasar, material hasil ekstraksi recycling asphalt, material cement portland merupakan material yang dipergunakan pada

penelitian ini Material sebelum dipergunakan dalam penelitian ini, aspal dan agregat diuji fisik terlebih dahulu untuk mengetahui karakteristik dengan mengacu berdasarkan syarat dalam spesifikasi umum Bina Marga tahun 2018. Cement portland yang dipergunakan tidak diuji sifat-sifatnya karena tidak disyaratkan pada spesifikasi yang dipergunakan tetapi dilakukan analisa saringan untuk mengetahui seberapa banyak cement portland yang lolos saringan no.200.

Hasil Pengujian Aspal Pen 60/70

Aspal yang peneliti gunakan ialah berupa aspal Pen 60/70. Karakteristik aspal Pen 60/70 ini nantinya akan dilakukan pemeriksaan dengan berlandaskan terhadap syarat dalam Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 Revisi 3, yakni uji penetrasi terhadap 25°C (0,1 mm), berat jenis, titik nyala (°C), daktilitas pada 25°C (cm) serta titik lembek (°C).

Hasil uji karakteristik aspal pen 60/70 ini dapat ditinjau dalam tabel 4.1 di bawah ini.

Tabel 1. Hasil Pengujian Karakteristik Aspal Pen.60/70

| No | Karakteristik | Standar Pengujian | Hasil | Syarat | Ket. |
|----|--|-------------------|-------|---------|--------|
| 1. | Penetrasi 25°C, 100gr, 5 detik, 0,1 mm | SNI 06-2456-2011 | 61,7 | 60 - 70 | Sesuai |
| 2. | Daktilitas pada 25°C (cm) | SNI 2432:2011 | >135 | ≥ 100 | Sesuai |
| 3. | Titik Lembek (°C) | SNI 2434 : 2011 | 48,5 | ≥ 48 | Sesuai |
| 4. | Titik Nyala (°C) | SNI 2433 : 2011 | 309 | ≥ 232 | Sesuai |
| 5. | Titik Bakar (°C) | SNI 2433 : 2011 | 314 | - | - |
| 6. | Berat Jenis | SNI 2441 : 2011 | 1,027 | ≥ 1,0 | Sesuai |

Hasil Pengujian Karakteristik Recycling Asphalt

Aspal yang digunakan pada penelitian ini adalah aspal penetrasi 60/70 hasil dari ekstraksi recycling asphalt. Aspal tersebut merupakan aspal yang akan digunakan kembali tetapi akan dilihat terlebih dahulu apakah cairan aspal tersebut masih bisa dipergunakan atau tidak. Dari pengujian karakteristik aspal ekstraksi recycling asphalt diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil Pengujian Karakteristik Recycling Asphalt (Aspal Pen.60/70)

| No | Karakteristik | Standar Pengujian | Hasil | Syarat | Ket. |
|----|--|-------------------|-------|---------|--------------|
| 1. | Penetrasi 25°C, 100gr, 5 detik, 0,1 mm | SNI 06-2456-2011 | 17 | 60 - 70 | Tidak Sesuai |
| 2. | Daktilitas pada 25°C (cm) | SNI 2432:2011 | 28 | ≥ 100 | Tidak Sesuai |

Hasil pengujian aspal recycling asphalt dapat dilihat dari tabel 4.2 semua nilai pengujian yang diperoleh tidak memenuhi standar spesifikasi. Nilai penetrasi yang diperoleh aspal ini yaitu 17 mm, dan nilai daktilitas didapatkan adalah 28 cm. Hasil properti aspal recycling asphalt yang dilakukan tidak memenuhi syarat yang mengacu pada spesifikasi umum Bina Marga tahun 2018. Sehingga, aspal tersebut telah berubah

menjadi getas atau kaku dan tidak dapat dipergunakan kembali sebagai bahan pengikat campuran pada perkerasan lentur.

Hasil Pengujian Agregat

Untuk penelitian yang dilakukan ini, peneliti mempergunakan agregat halus, agregat kasar dan filler. Untuk penelitian agregat ini asalnya dari PT. Wahyu Menara Mas yang lokasinya ialah pada kota Palembang Sumatera Selatan. Beberapa sifat agregat ini yang didapatkan atas hasil pengujian yang dilaksanakan pada laboratorium Balai Besar Perkerasan Jalan Nasional V. Hasil pengujian agregat yang dilampirkan dalam Tabel 4.3. hingga Tabel 4.6. berdasarkan gambar serta tabel ini didapatkan bahwasannya agregat yang peneliti gunakan akan mempunyai sifat yang sesuai dengan persyaratan spesifikasi umum Bina Marga 2018 dan kemudian akan dapat dipergunakan dalam membuat campuran beraspal berjenis AC-WC.

Tabel 3. Hasil Pengujian Karakteristik Batu Pecah 1-2

| No | Karakteristik | Standar Pengujian | Hasil | Syarat | Ket. |
|----|-----------------------------|-------------------|-------|----------|--------|
| 1. | Berat jenis (<i>bulk</i>) | SNI 1969:2016 | 2,583 | Min. 2,5 | Sesuai |
| 2. | Berat jenis (SSD) | SNI 1969:2016 | 2,520 | Min. 2,5 | Sesuai |
| 3. | Berat jenis <i>apparent</i> | SNI 1969:2016 | 2,554 | Min. 2,5 | Sesuai |
| 4. | Penyerapan air | SNI 1969:2016 | 0.72% | Maks. 2% | Sesuai |
| 5. | Berat isi | SNI 03-4804-1998 | 1,340 | - | - |

Mengacu pada hasil uji karakteristik batu pecah 1-2 dalam Tabel 4.3 dihasilkan bahwasannya hasil dari berat isi ialah 1,346, penyerapan air ialah 0,69%, berat jenis *apparent* ialah 2,541, berat jenis SSD ialah 2,515, dan sedangkan untuk berat jenis *bulk* ini ialah 2,479. Hasil uji ini telah sejalan dengan persyaratan yang ditetapkan pada spesifikasi umum Bina Marga Tahun 2018 Revisi 1.

Tabel 4. Hasil Pengujian Karakteristik Batu Pecah 1-1

| No | Karakteristik | Standar Pengujian | Hasil | Syarat | Ket. |
|----|-----------------------------|-------------------|-------|----------|--------|
| 1. | Berat jenis (<i>bulk</i>) | SNI 1969:2016 | 2,585 | Min. 2,5 | Sesuai |
| 2. | Berat jenis (SSD) | SNI 1969:2016 | 2,615 | Min. 2,5 | Sesuai |
| 3. | Berat jenis <i>apparent</i> | SNI 1969:2016 | 2,684 | Min. 2,5 | Sesuai |
| 4. | Penyerapan air | SNI 1969:2016 | 1,2% | Maks. 2% | Sesuai |
| 5. | Berat isi | SNI 03-4804-1998 | 1,328 | - | - |

Mengacu pada hasil uji karakteristik batu pecah 1-1 dalam tabel 4.4 dihasilkan bahwasannya hasil dari berat isi ialah 1,328, penyerapan air ialah 1,2%, berat jenis *apparent* ialah 2,684, berat jenis SSD ialah 2,615, dan sedangkan untuk berat jenis *bulk* ini ialah 2,585. Hasil uji ini telah sejalan dengan persyaratan yang ditetapkan pada spesifikasi umum Bina Marga tahun 2018 Revisi 1.

Tabel 5. Hasil Pengujian Karakteristik Abu Batu

| No | Karakteristik | Standar Pengujian | Hasil | Syarat | Ket. |
|----|-----------------------------|-------------------|-------|----------|--------|
| 1. | Berat jenis <i>bulk</i> | SNI 1970:2016 | 2,557 | Min. 2,5 | Sesuai |
| 2. | Berat jenis SSD | SNI 1970:2016 | 2,569 | Min. 2,5 | Sesuai |
| 3. | Berat jenis <i>apparent</i> | SNI 1970:2016 | 2,574 | Min. 2,5 | Sesuai |
| 4. | Penyerapan air | SNI 1970:2016 | 1,27% | Maks. 2% | Sesuai |
| 5. | Berat isi | SNI 03-4804-1998 | 0,363 | - | - |
| 6. | Nilai setara pasir | SNI 03-4428-1997 | 75% | Min. 50% | Sesuai |

Mengacu pada hasil uji karakteristik abu batu dalam tabel 4.5 bahwasannya hasil dari berat isi ialah 0,363, penyerapan air ialah 1,27%, berat jenis *apparent* ialah 2,574, berat jenis SSD ialah 2,569, nilai setara pasir ialah 75% dan sedangkan untuk berat jenis *bulk* ini ialah 2,557. Hasil uji ini telah sejalan dengan persyaratan yang ditetapkan pada spesifikasi umum Bina Marga tahun 2018 Revisi 1

Tabel 6. Hasil Pengujian Karakteristik Pasir

| No | Karakteristik | Standar Pengujian | Hasil | Syarat | Ket. |
|----|-----------------------------|-------------------|-------|----------|--------|
| 1. | Berat jenis <i>bulk</i> | SNI 1970:2016 | 2,526 | Min. 2,5 | Sesuai |
| 2. | Berat jenis SSD | SNI 1970:2016 | 2,542 | Min. 2,5 | Sesuai |
| 3. | Berat jenis <i>apparent</i> | SNI 1970:2016 | 2,563 | Min. 2,5 | Sesuai |
| 4. | Penyerapan air | SNI 1970:2016 | 1,64% | Maks. 2% | Sesuai |
| 5. | Berat isi | SNI 03-4804-1998 | 0,374 | - | - |
| 6. | Nilai setara pasir | SNI 03-4428-1997 | 62% | Min. 50% | Sesuai |

Mengacu pada hasil uji karakteristik pasir dalam tabel 4.6 dihasilkan bahwasannya hasil dari berat isi ialah 0,374, penyerapan air ialah 1,64%, berat jenis *apparent* ialah 2,563, berat jenis SSD ialah 2,542, nilai setara pasir ialah 62% dan sedangkan untuk berat jenis *bulk* ini ialah 2,526. Hasil uji ini telah sejalan dengan persyaratan yang ditetapkan pada spesifikasi umum Bina Marga tahun 2018 Revisi 1.

Tabel 7. Hasil pengujian karakteristik filler (semen portland)

| No | Karakteristik | Standar Pengujian | Hasil | Syarat | Ket. |
|----|---------------------------|-------------------|-------|----------|--------|
| 1. | Lolos Saringan No. 200 | SNI M-02-1994-03 | 100% | Min. 70% | Sesuai |
| 2. | Berat Jenis <i>Filler</i> | SNI 15-2531-1991 | 3,32 | - | - |

Komposisi Campuran

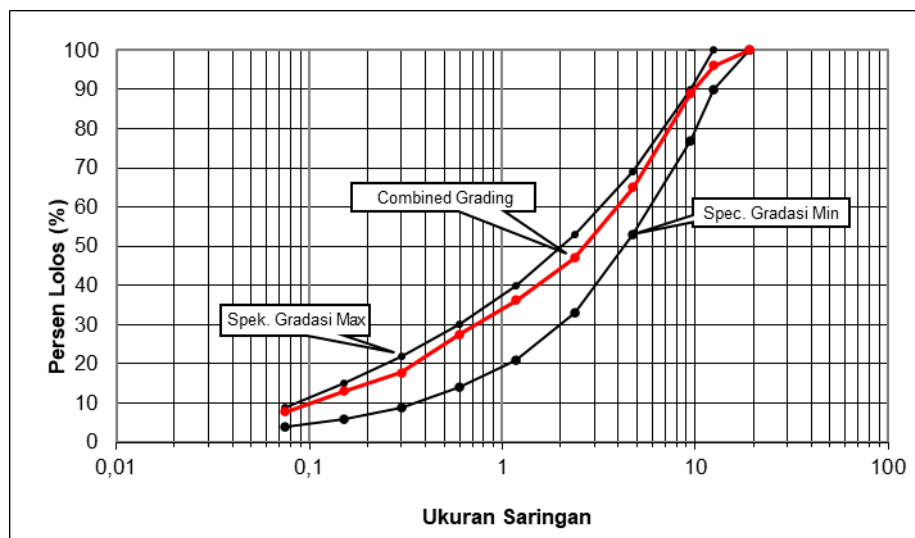
Untuk menentukan komposisi campuran lapis AC-WC pada penelitian ini dilakukan dengan metode grafis dan analisis yang berdasarkan Spesifikasi Umum Bina Marga tahun 2018 Puslitbang Jalan dan Jembatan. Metode analisis terbagi menjadi 2 cara yaitu analisis dengan “trial and error” dan analisis dengan pertidaksamaan linier. Data awal gradasi material yang didapat kemudian di masukkan dalam aplikasi job mix design yang

terdapat pada program aplikasi PU Bina Marga. Sehingga didapatkan hasil proporsi yang diinginkan.

Hasil Pengujian Campuran Beraspal

Penentuan komposisi campuran aspal pada lapisan AC-WC pada penelitian ini dilakukan dengan metode grafis dengan gradasi dan sifat-sifat mengacu ke spesifikasi PU Bina Marga Divisi 6 tahun 2018 seperti yang ditunjukkan pada tabel 4.9 dan Gambar 4.1. Data awal yang didapat adalah hasil dari analisa saringan dari 5 fraksi agregat yang menggunakan 5 variabel terdiri dari batu pecah ½, batu pecah 1/1, pasir, abu batu, dan filler. Kelima agregat tersebut merupakan material yang akan dicampur dengan aspal pen 60/70 kemudian dihampar pada lapisan paling atas dari struktur perkerasan jalan beraspal atau lapisan AC-WC. Akibat dari pengaruh cuaca, tentu campuran yang digunakan sebagai lapis aus ini rentan terhadap penuaan. Hal tersebut dijadikan alasan mengapa campuran AC-WC dipilih untuk dipergunakan dalam penelitian ini.

Berdasarkan hasil analisa saringan diatas, maka dilakukan penyesuaian grafik gradasi yang berdasarkan syarat spesifikasi PU Bina Marga. Dimana grafik tersebut untuk menentukan apakah gradasi tersebut layak atau tidak untuk dilakukan pembuatan benda uji.



Gambar 1. Gradasi Agregat Gabungan terhadap Batasan Gradasi yang disyaratkan pada Campuran Lapisan AC-WC

Berdasarkan gambar 4.1 diketahui gradasi agregat hasil ekstraksi recycling asphalt yang telah dilakukan masih memenuhi standar SNI yang telah ditetapkan. Selanjutnya dilakukan pencampuran agregat hasil ekstraksi recycling asphalt dengan aspal konvensional pen 60/70 dengan kadar aspal 5%, 5,5%, 6%, 6,5 % dan 7%. Pada grafik diatas untuk agregat hasil ekstraksi recycling asphalt menunjukkan bahwa untuk persentase lolos saringan memenuhi ambang batas yang telah ditentukan oleh spesifikasi umum Bina Marga 2018.

Pemeriksaan Hasil Analisa Saringan Material Hasil Ekstraksi Recycling Asphalt

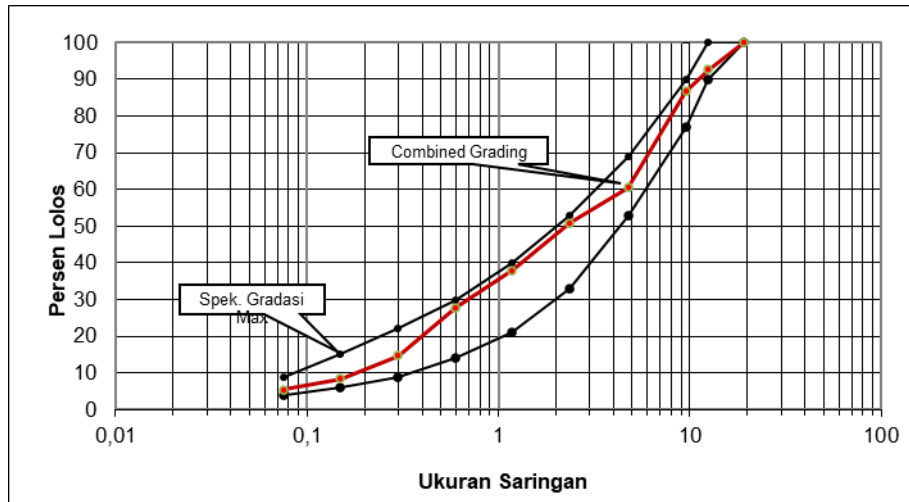
Setelah bahan bongkaran aspal di ekstraksi kemudian diuji dengan analisa saringan (SNI 03-6822-2002). Selanjutnya dari hasil uji saringan ini peneliti sesuaikan dengan persyaratan gradasi yang ada dalam spesifikasi, jika terdapat agregat yang tidak memenuhi syarat maka peneliti harus melakukan perubahan dengan cara pencampuran kembali agregat kemudian peneliti menganalisa kembali gradasinya.

Analisa saringan ini dilaksanakan sesudah seluruh uji karakteristik terhadap agregat kasar, agregat halus serta filler ini dilaksanakan. analisa saringan ini dimaksudkan agar dapat memahami pembagian butir agregat ataupun gradasi tersebut diselaraskan dengan ukuran saringan yang berlandaskan terhadap spesifikasi umum Bina Marga 2018. Adapun hasil saringan agregat recycling asphalt dapat dilihat pada tabel 4.10 dibawah ini:

Tabel 9. Pemeriksaan hasil analisa saringan agregat recycling asphalt

| No. Saringan in | Berat mm | Berat tertahan | Jml. Berat tertahan | Persen tertahan | Persen lolos |
|--------------------|--------------|-------------------|---------------------------|--------------------|-----------------|
| 1 1/2" | 37,5 | | | | |
| 1" | 25 | | | | |
| 3/4" | 19 | 0 | 0 | 100 | 100 |
| 1/2" | 12,5 | 137,2 | 137,2 | 7,2 | 92,8 |
| 3/8" | 9,5 | 111,2 | 248,4 | 13,0 | 87,0 |
| # 4 | 4,75 | 457,4 | 705,8 | 37,0 | 63,0 |
| # 8 | 2,36 | 181,5 | 887,3 | 46,5 | 53,5 |
| # 16 | 1,18 | 233,1 | 1120,4 | 58,7 | 41,3 |
| # 30 | 0,600 | 189,7 | 1310,1 | 68,7 | 31,3 |
| # 50 | 0,300 | 236 | 1546,1 | 81,0 | 19,0 |
| # 100 | 0,150 | 119,8 | 1665,9 | 87,3 | 12,69 |
| # 200 | 0,075 | 78,4 | 1744,3 | 91,4 | 8,58 |

Tabel diatas merupakan hasil dari saringan agregat recycling asphalt yang sudah di ekstrak menggunakan cairan TCE. Selanjutnya setelah gradasi campuran didapat, maka dilakukan kontrol dengan menggunakan grafik titik kontrol yang dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 2 Gradasi agregat recycling asphalt gabungan terhadap batasan gradasi yang diisyaratkan untuk campuran AC-WC

Dimana pada grafik tersebut untuk agregat hasil ekstraksi recycling asphalt menunjukkan bahwa persentase lolos saringan memenuhi ambang batas yang telah ditentukan oleh spesifikasi umum Bina Marga tahun 2018.

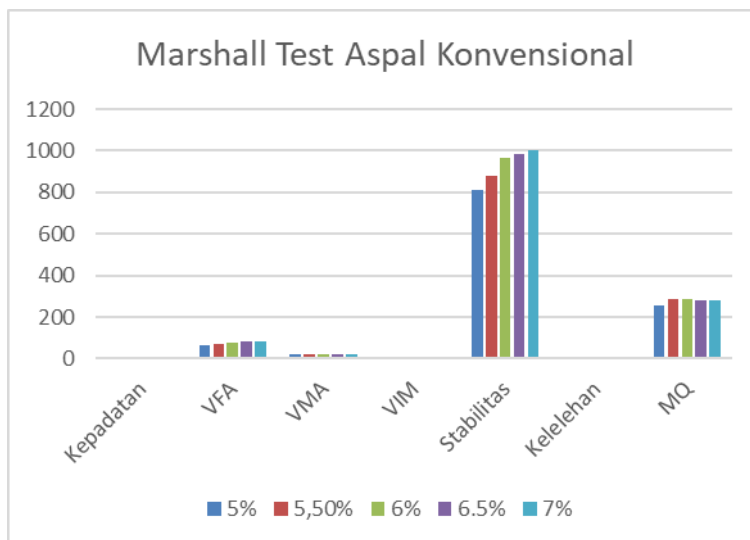
Hasil Pengujian Marshall

Pengujian marshall test bertujuan untuk mendapatkan suatu campuran aspal yang memenuhi ketentuan-ketentuan yang telah ditetapkan di dalam kriteria perencanaan. Pengujian ini meliputi void with mineral aggregate (VMA), void in mixture (VIM), stabilitas, kelelahan, void with filled aggregate (VFA), marshall quotient (MQ). Dimana pada percobaan pengujian dimulai dari kadar aspal 5%, 5,5%, 6%, 6,5%, 7% untuk mendapatkan nilai KAO (kadar aspal optimum), kemudian dicampur dengan sement Portland sebagai filler.

Hasil Pengujian Marshall Aspal Konvensional

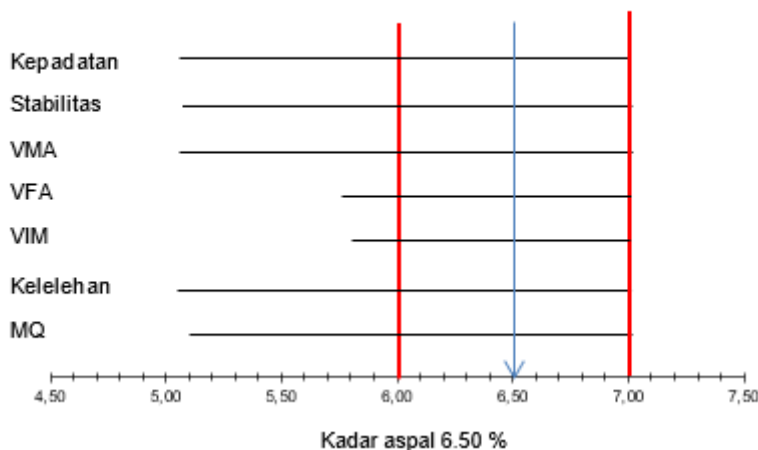
Berikut tabel hasil dari marshall test pada lapis AC-WC untuk kadar aspal optimum bisa dilihat pada tabel 4.10.

Berikut grafik hasil dari tabel Marshall Test dengan campuran Aspal Konvensional yang telah diuji dengan menggunakan alat marshall.



Gambar 3. Grafik parameter Marshall Test Aspal Konvensional

Pengujian marshall yang telah dilakukan didapat data-data batasan atau parameter dari marshall test yang berupa void with mineral aggregate (VMA), Void in mixture (VIM), stabilitas, kelelahan, void with filled aggregate (VFA), marshall quotient (MQ). Nilai rata-rata dari setiap parameter tersebut akan dibuat grafik diagram batang seperti pada gambar di bawah ini.



Gambar 4. Grafik analisa nilai optimum parameter marshall pada KAO 6.5%

Grafik diatas menunjukkan nilai rentang kadar aspal antara rentang kadar aspal 6% - 7%. Kemudian dari rentang kadar aspal tersebut diambil nilai tengahnya untuk mendapatkan nilai kadar aspal optimum (KAO) yaitu sebesar 6.50%. Berikut ini table hasil Analisa nilai maksimum setiap pengujian aspal dengan kadar aspal optimum (KAO) 6.50% seperti yang dijelaskan pada gambar yang dilampirkan.

Tabel 10. Rekapitulasi hasil marshall aspal konvensional lapis AC-WC

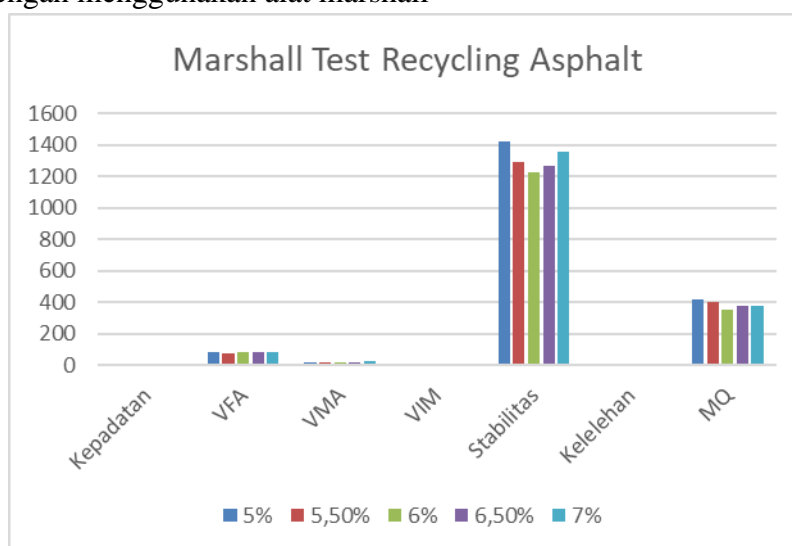
| No | Pengujian | Aspal Konvensional | | Standar pengujian |
|----|------------|--------------------|------------------|-------------------|
| 1 | KAO | 6,50 | % | - |
| 2 | Kepadatan | 2,259 | t/m ³ | - |
| 3 | VFA | 81,84 | % | Min. 60 |
| 4 | VIM | 3,07 | % | Min. 4 Maks. 10 |
| 5 | VMA | 16,99 | % | Min. 16 |
| 6 | Stabilitas | 1005 | kg | Min. 500 |
| 7 | Kelelahan | 3,59 | mm | Min. 2 Maks. 5 |
| 8 | MQ | 268,2 | kg/mm | Min. 80 |

Pengujian marshall untuk aspal konvensional dengan komposisi standar yang telah dilakukan didapat data-data untuk batasan atau parameter dari marshall test yaitu VIM sebesar 3,07 %, VMA sebesar 16,99 %, VFA 81,84 %, Stabilitas sebesar 1005 Kg, kelelahan sebesar 3,59 mm, MQ sebesar 268,2 %. Dapat disimpulkan bahwa nilai rentang kadar aspal yang memenuhi semua syarat parameter Marshall dan kondisi ini campuran dengan komposisi aspal menggunakan agregat baru sangat baik untuk dipergunakan dalam perkerasan.

Hasil Pengujian Marshall Recycling Asphalt

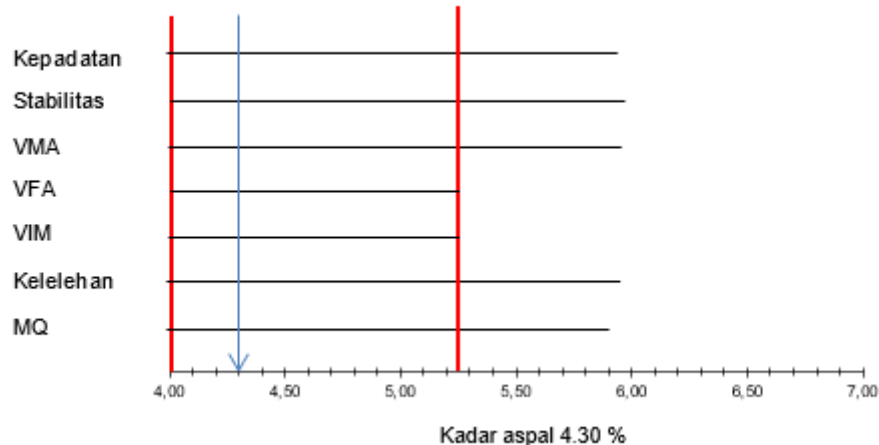
Hasil dari Marshall Test pada lapis AC-WC dengan material hasil ekstraksi recycling asphalt. Pengujian ini merupakan hasil dari pemisahan material bongkaran aspal atau recycling asphalt yang telah dipisahkan dengan menggunakan tabung refluk dan cairan TCE (Trichloroethylene). Sehingga hasil dari pemisahan tersebut kemudian di buat mix design dengan variasi kadar aspal mulai dari 5% sampai 7% untuk mengetahui nilai KAO dari material Recycling Asphalt.

Berikut grafik hasil dari tabel Marshall Test dengan campuran Aspal Konvensional yang telah diuji dengan menggunakan alat marshall



Gambar 4.5 Grafik parameter Marshall Test Recycling Asphalt

Pengujian marshall yang telah dilakukan didapat data-data batasan atau parameter dari marshall test yang berupa void with mineral aggregate (VMA), Void in mixture (VIM), stabilitas, kelelehan, void with filled aggregate (VFA), marshall quotient (MQ). Nilai rata-rata dari setiap parameter tersebut akan dibuat grafik diagram batang seperti pada gambar di bawah ini.



Gambar 4.6 Grafik analisa nilai optimum parameter marshall pada KAO 4.3%

Grafik diatas menunjukkan nilai rentang kadar aspal antara rentang kadar aspal 4% - 6,5%. Kemudian dari rentang kadar aspal tersebut diambil nilai tengahnya untuk mendapatkan nilai kadar aspal optimum (KAO) yaitu sebesar 4,3%. Berikut ini table hasil Analisa nilai maksimum setiap pengujian aspal dengan kadar aspal optimum (KAO) 4,3% seperti yang dijelaskan pada gambar yang dilampirkan. Ini menjelaskan bahwa KAO untuk campuran bongkaran aspal atau recycling asphalt tidak sesuai dengan standar KAO yang ditetapkan.

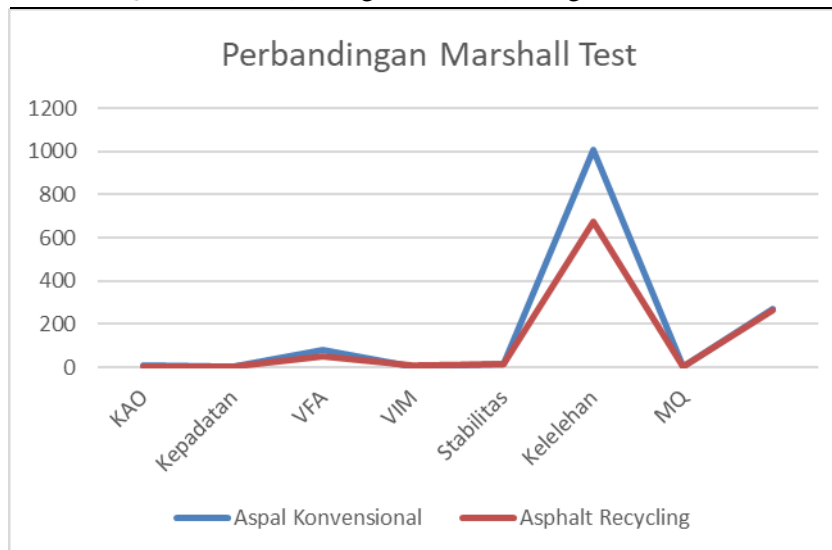
Tabel 4.11 Rekapitulasi hasil *marshall recycling asphalt* lapis AC-WC

| No | Pengujian | Aspal Konvensional | Standar pengujian |
|----|------------|------------------------|-------------------|
| 1 | KAO | 4,30 % | - |
| 2 | Kepadatan | 2,196 t/m ³ | - |
| 3 | VFA | 49,39 % | Min. 60 |
| 4 | VIM | 8,63 % | Min. 4 Maks. 10 |
| 5 | VMA | 17,43 % | Min. 16 |
| 6 | Stabilitas | 676 kg | Min. 500 |
| 7 | Kelelehan | 2,67 mm | Min. 2 Maks. 5 |
| 8 | MQ | 267,3 kg/mm | Min. 80 |

Pengujian marshall untuk aspal konvensional dengan komposisi standar yang telah dilakukan didapat data-data untuk batasan atau parameter dari marshall test yaitu VIM sebesar 8,63 %, VMA sebesar 17,43 %, VFA 49,39 %, stabilitas sebesar 676 Kg, kelelehan sebesar 2,67 mm, MQ sebesar 267,3 %. Dapat disimpulkan bahwa nilai rentang kadar aspal yang memenuhi semua syarat parameter Marshall dan kondisi ini campuran dengan komposisi aspal menggunakan agregat bongkaran aspal/recycling asphalt tidak baik untuk dipergunakan dalam perkerasan. Berikut ini merupakan tabel perbandingan aspal konvensional dengan aspal recycling yang telah di campur dengan cement portland.

Tabel 12. Perbandingan rekapitulasi hasil marshall test

| No | Pengujian | Nilai Uji Aspal dengan komposisi standar/baru | Nilai Uji Agregat Hasil <i>Recycling Asphalt</i> | Standar Spesifikasi Bina Marga Tahun 2018 |
|----|------------|---|--|---|
| 1 | KAO | 6,50 % | 4,30 % | - |
| 2 | Kepadatan | 2,259 t/m ³ | 2,196 t/m ³ | - |
| 3 | VFA | 81,84 % | 49,39 % | Min. 60 |
| 4 | VIM | 3,07 % | 8,63 % | Min. 4 Maks. 10 |
| 5 | VMA | 16,99 % | 17,43 % | Min. 16 |
| 6 | Stabilitas | 1005 kg | 676 kg | Min. 500 |
| 7 | Kelelehan | 3,59 mm | 2,67 mm | Min. 2 Maks. 5 |
| 8 | MQ | 268,2 kg/mm | 267,3 kg/mm | Min. 80 |



Gambar 7. Grafik Analisa Nilai Optimum Parameter Marshall

Tabel dan grafik di atas merupakan perbandingan rekapitulasi hasil marshall test dimana seluruh pengujian aspal dengan komposisi standar/baru, hasil ekstraksi recycling asphalt dengan penambahan material cement portland Dimana untuk nilai KAO yang

tertinggi berasal dari aspal konvensional dan KAO yang terendah berasal dari recycling asphalt.

Dapat diketahui bahwa perkerasan aspal dengan komposisi baru hasilnya sangat baik, sedangkan material hasil recycling asphalt memiliki nilai yang rendah sehingga tidak baik untuk dipergunakan kembali. Untuk material recycling asphalt yang telah dicampur dengan cement portland hasilnya baik untuk dipergunakan sebagai perkerasan lentur lapisan AC-WC. Tetapi sangat berpengaruh pada kelenturan campuran dimana campuran sangat padat sehingga keadaan permukaan aspal sangat mulus. Sedangkan aspal yang sudah diekstrak berasal dari recycling asphalt tidak bisa digunakan kembali dikarenakan aspal tersebut sudah mengalami kegetasan atau mati sehingga aspal mudah patah dan retak tetapi masih bisa digunakan kembali dengan adanya penambahan material lain cement portland. Sehingga pemanfaatan material ekstraksi recycling aspal bisa kembali dipergunakan untuk lapisan perkerasan aspal.

Kesimpulan

Dari hasil identifikasi, penelusuran masalah, kajian, pengujian laboratorium, maka dapat disimpulkan KAO yang diperoleh dari pengujian meliputi 4 pengujian material, antara lain a) KAO aspal konvensional telah memenuhi syarat parameter *Marshall* dengan hasil Pengujian aspal konvensional dengan komposisi standar mendapatkan KAO sebesar 6,50%. Dengan VIM sebesar 3,07 %. Sehingga benda uji tidak terlalu padat dikarenakan terdapat rongga pada benda uji. b) Pengujian Ekstraksi *recycling asphalt* yang telah di campur *cement Portland* diperoleh kadar aspal optimum diantara 3,5% - 4,5%. Kemudian dari rentang kadar aspal tersebut diambil nilai tengahnya untuk mendapatkan nilai KAO yaitu sebesar 4,30%. Dimana kondisi benda uji yang padat dikarenakan terisinya pori/rongga dengan nilai parameter VIM yang besar 8,63 %. Ketahanan aspal berdasarkan stabilitas dari campuran beraspal material daur ulang dan kombinasi dari material daur ulang dengan campuran *cement portland* didapatkan pengujian *marshall* antara lain: a) Nilai stabilitas aspal konvensional sebesar 1005 Kg. b) Nilai stabilitas Ekstraksi *recycling asphalt* sebesar 676 Kg.

BIBLIOGRAFI

- Ahmad, S. N., Hanafie, I. M., Sriwati, M., Kamba, C., Lapian, F. E. P., Risfawany, L. D., Syam, A., Mustika, W., Tumpu, M., & Suryamiharja, D. (2021). *Pemanfaatan Material Alternatif (Sebagai Bahan Penyusun Konstruksi)*. Tohar Media.
- Alamsyah, A. A. (2015). Korelasi Antara Temperatur Pematatan Pada Campuran Aspal Beton Hasil Daur Ulang Terhadap Stabilitas Marshall. *Media Teknik Sipil*, 13(1), 21–30.
- Alia, F., Al Amin, M. B., Aditya, B. B., & Indriyati, C. (2019). Evaluating The Technical Feasibility Of Retention Basins For Flood Control In Palembang City. *Science And Technology Indonesia*, 4(2), 40–51.
- Azis, Y. I. M. (2020). *Pemanfaatan Material Plastik Pp (Polypropilene) Dan Material Rap (Reclaimed Asphalt Pavement) Terhadap Campuran Laston Ac-Bc Dengan Parameter Marshall*. Univesitas Komputer Indonesia.
- Daeli, Y. (2024). *Pengaruh Beban Berlebih Terhadap Kerusakan Jalan Pada Ruas Jalan Kol. Yos Sudarso*.
- Krupa, S. S., & Ashok, P. (2018). Study On Reclaimed Asphalt Pavements. *International Journal Of Innovative Research In Technology, Jirt*, 4(10).
- Maniagasi, R. A. (2020). *Studi Kekuatan Tarik Tidak Langsung Campuran Ac-Wc Yang Mengandung Aspal Buton Dan Menggunakan Limbah Plastik Sebagai Bahan Tambah*. Universitas Hasanuddin.
- Martina, R., Saleh, S. M., & Isya, M. (2018). Kajian Beban Aktual Kendaraan Pada Konstruksi Jalan Menggunakan Weigh In Motion (Wim). *Jurnal Teknik Sipil*, 1(3), 701–714.
- Pasayu, D., Arliansyah, J., & Kadarsa, E. (2023). Pemanfaatan Recycling Asphalt Untuk Lapisan Ac-Wc Dengan Penambahan Material Bottom Ash Pada Perkerasan Lentur. *Cantilever: Jurnal Penelitian Dan Kajian Bidang Teknik Sipil*, 12(1), 29–40.
- Saputra, F. W. (2019). *Studi Eksperimental Waktu Pemeraman Penggunaan Asbuton Campuran Aspal Porus Yang Menggunakan Limbah Oli Sebagai Peremaja*. Universitas Fajar.
- Sidi, M. P., Wedyantadji, B., & Erfan, M. (2020). Pengaruh Penggunaan Limbah Beton Sebagai Pengganti Agregat Dalam Campuran Aspal Beton Lapis Aus (Ac-Wc). *Student Journal Gelagar*, 2(1), 36–45.
- Sudarno, S., Purwanto, P., & Pratikso, P. (2015). *Daur Ulang Material Lapis Perkerasan Jalan Sebagai Upaya Mengurangi Konsumsi Energi Dan Emisi*. Program Of Postgraduate.
- Sulistiyorini, D., Yasin, I., & Judu, B. E. (2018). Pemanfaatan Recycling Aspal Sebagai Campuran Beton Pada Plat Atap. *Science Tech: Jurnal Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi*, 4(1), 29–40.
- Susilowati, A., & Kesuma, A. (2019). Daur Ulang Reclaimed Asphalt Pavement Sebagai Bahan Utama Campuran Beton Aspal Emulsi Untuk Lapis Permukaan. *Jurnal Poli-Teknologi*, 18(1).
- Widianty, D., Yuniarti, R., Akmaluddin, A., Prabowo, A., & Rawiana, S. (2020). Analisis Karakteristik Marshall Pada Beton Aspal Lapis Pengikat (Asphalt Concrete-Binder Course) Menggunakan Aspal Modifikasi Serbuk Serat Pelepah Batang Pisang. *Jurnal Sains Teknologi Dan Lingkungan*, 6(1), 85–95.
- Wiyono, E., & Susilowati, A. (2015). Pemanfaatan Hasil Pengupasan Aspal Untuk Daur

Ulang Campuran Beton Aspal. *Jurnal Poli-Teknologi*, 14(1).
Zangaji, I. (2023). *Pengaruh Penambahan Oli Bekas Pada Aspal Cphma Dengan Variasi Perendaman*. Universitas Bosowa.

Copyright holder:

Deliansyah Pasayu, Siti Muslika, Hermawati, Yosieguspa, Herawati (2024)

First publication right:

Syntax Admiration

This article is licensed under:

