



Analisis Kapur Padam sebagai Bahan Tambah (*Filler*) pada Campuran Asphalt Concrete – Wearing Course (AC-WC) (*The Effect of Hydrated Lime as An Additive Filler in Asphalt Concrete – Wearing Course AC-WC Mixtures*)

Rifanli Labaso¹, Fadly Achmad², Fricel L. Desei³

^{1,2,3}Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Gorontalo

fanlilabaso24062000@gmail.com¹, fadlyachmad@ung.ac.id², fricedesai@ung.ac.id³

| Article Info | Abstract |
|--|---|
| <p>Article history:</p> <p>Received: 4 Juli 2025 Revised: 24 Juli 2025 Accepted: 25 Juli 2025</p> <hr/> <p>Keywords:</p> <p>Hydrate Lime Additive AC-WC Mixture Marshall</p> <p>Kata Kunci:</p> <p>Kapur Padam Bahan Tambah Campuran AC-WC Marshall</p> | <p><i>Asphalt Concrete – Wearing Course (AC-WC) mixtures are widely used as surface layers due to their water resistance and high durability. This study aims to analyze the effect of adding hydrated lime as a filler on the Marshall properties of AC-WC mixtures. The hydrated lime was added in variations of 1.0%, 1.5%, 2.0%, 2.5%, and 3.0%. Additionally, this research produced a practical module for road pavement construction based on filler variations. The research method involved laboratory testing using the Marshall Test to determine the mixture characteristics. Materials used included coarse aggregate, fine aggregate, and asphalt from PT Petra Anugerah Sejahtera Pulubala, and hydrated lime from Tenilo Subdistrict, Hulonthalangi District. Testing was conducted at the Civil Engineering Laboratory of Universitas Negeri Gorontalo. Results showed that the mixture without hydrated lime had a density of 2.6 gr/cc, VIM of 3.88%, VMA of 15.99%, VFB of 75.74%, stability of 2305.04 kg, flow of 3.47 mm, and MQ of 678.78 kg/mm. The addition of hydrated lime increased density, VFB, Marshall stability, and MQ, while decreasing VIM, VMA, and flow. The mixture with 1.5% hydrated lime content produced the most optimal results, with stability reaching 2617.20 kg and MQ of 792.18 kg/mm. In conclusion, hydrated lime is effective as an alternative filler to improve the performance of AC-WC mixtures and support the utilization of local resources. The developed practical module can also assist in conducting field tests on AC-WC mixtures.</i></p> <p>Abstrak</p> <p>Campuran Asphalt Concrete – Wearing Course (AC-WC) banyak digunakan sebagai lapisan permukaan karena kedap air dan memiliki daya tahan tinggi. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh penambahan kapur padam sebagai bahan tambah (<i>filler</i>) terhadap sifat Marshall pada campuran AC-WC. Variasi kadar kapur padam yang digunakan adalah 1,0%, 1,5%, 2,0%, 2,5%, dan 3,0%. Selain itu, penelitian ini juga menghasilkan modul praktik pekerjaan perkerasan jalan raya berbasis variasi <i>filler</i>. Metode yang digunakan adalah pengujian laboratorium dengan <i>Marshall Test</i> untuk mengetahui karakteristik campuran. Material yang digunakan meliputi agregat kasar, agregat halus, dan aspal dari PT Petra Anugerah Sejahtera Pulubala, serta kapur padam dari Kelurahan Tenilo, Kecamatan Hulonthalangi. Pengujian dilaksanakan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Negeri Gorontalo. Hasil penelitian menunjukkan bahwa campuran tanpa kapur padam memiliki <i>density</i> 2,6 gr/cc, <i>VIM</i> 3,88%, <i>VMA</i> 15,99%, <i>VFB</i> 75,74%, stabilitas 2305,04 kg, <i>flow</i> 3,47 mm, dan <i>MQ</i> 678,78 kg/mm. Penambahan kapur padam meningkatkan <i>density</i>, <i>VFB</i>, stabilitas <i>Marshall</i>, dan <i>MQ</i>, serta menurunkan <i>VIM</i>, <i>VMA</i>, dan <i>flow</i>. Campuran dengan kadar kapur padam 1,5% memberikan hasil paling optimal, dengan stabilitas 2617,20 kg dan <i>MQ</i> 792,18 kg/mm. Kesimpulannya, kapur</p> |

padam efektif sebagai *filler* alternatif untuk meningkatkan kinerja campuran AC-WC serta mendukung pemanfaatan sumber daya lokal. Modul praktik yang disusun juga dapat membantu pelaksanaan pengujian campuran AC-WC di lapangan.

Corresponding Author:

Rifanli Labaso
Fakultas Teknik
Universitas Negeri Gorontalo
fanlilabaso24062000@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Perkerasan jalan merupakan struktur penting dalam sistem transportasi darat yang berfungsi untuk mendistribusikan beban kendaraan ke tanah dasar serta memberikan permukaan yang nyaman dan aman bagi pengguna jalan (Khamid et al., 2023). Salah satu komponen utama dari perkerasan jalan adalah campuran antara agregat dan bahan pengikat (Arthono & Permama, 2022; Sukarman, 2025). Agregat yang digunakan umumnya terdiri atas batu dan pasir (Akbar & Mukhlis, 2015), sedangkan bahan pengikat yang paling umum adalah aspal (Nisumanti & Yusuf, 2019). Terdapat beberapa jenis campuran dalam konstruksi perkerasan jalan, antara lain Laston (lapisan aspal beton), Lataston, dan Latasir (Erlina, 2019). Laston terdiri dari campuran AC-WC (Asphalt Concrete – Wearing Course), AC-BC (Asphalt Concrete – Binder Course), dan AC-Base. Lataston terdiri dari campuran HRS-WC (Hot Rolled Sheet – Wearing Course) dan HRS-Base, sedangkan Latasir terdiri dari campuran Latasir Kelas A dan Kelas B (Maranatha et al., 2021).

AC-WC merupakan lapisan teratas pada struktur perkerasan jalan yang berfungsi sebagai lapisan aus dan pelindung dari kerusakan akibat beban lalu lintas dan pengaruh cuaca (Heriyana et al., 2024). Meskipun lapisan ini bersifat non-struktural, peranannya sangat penting dalam menjaga kualitas dan umur teknis perkerasan. Kinerja dari AC-WC sangat dipengaruhi oleh kualitas campuran aspal yang digunakan (Gomies et al., 2024). Untuk memperoleh campuran aspal dengan performa optimal, diperlukan kombinasi yang baik antara gradasi agregat, kadar aspal, serta pemanfaatan bahan tambah atau filler. Komponen utama dalam campuran AC-WC meliputi agregat kasar, agregat halus, filler, dan aspal sebagai bahan pengikat (Wirananta et al., 2022).

Salah satu bahan tambah yang mulai banyak diteliti sebagai alternatif filler dalam campuran aspal adalah kapur padam (*hydrated lime*) (Pratama, 2021). Kapur padam memiliki potensi besar untuk meningkatkan sifat mekanis campuran aspal beton karena kandungan kimianya yang reaktif dan kemampuannya dalam memperbaiki adhesi antara aspal dan agregat. Selain itu, kapur padam relatif mudah diperoleh (Tribowo et al., 2020), terutama di daerah seperti Gorontalo yang memiliki sumber daya batu kapur lokal yang melimpah. Kapur padam dihasilkan melalui proses pembakaran batu kapur (CaCO_3) pada suhu tinggi antara 900°C hingga 1500°C , kemudian disiram dengan air untuk menghasilkan senyawa *Calcium Hydroxide* ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) dalam bentuk serbuk halus (Telap & Hutabarat, 2020). Dengan karakteristik tersebut, kapur padam menjadi alternatif bahan lokal yang ekonomis dan ramah lingkungan untuk dimanfaatkan sebagai filler dalam campuran AC-WC.

Urgensi dari penelitian ini terletak pada kebutuhan untuk meningkatkan kualitas perkerasan jalan melalui inovasi material lokal yang murah dan mudah diakses, sekaligus memenuhi spesifikasi teknis nasional. Kinerja perkerasan yang buruk, seperti mudah retak atau deformasi permanen, seringkali disebabkan oleh buruknya kualitas campuran atau tidak optimalnya kombinasi bahan penyusun. Oleh karena itu, diperlukan penelitian eksperimental untuk mengevaluasi sejauh mana pengaruh penambahan kapur padam terhadap sifat-sifat fisik dan mekanis campuran AC-WC, khususnya terhadap parameter-parameter Marshall seperti stabilitas, flow, VIM (Void in the Mix), VMA (Void in Mineral Aggregate), VFA (Void Filled with Asphalt), dan MQ (Marshall Quotient).

Penelitian sebelumnya oleh Atirah dan Nashir (2024) menunjukkan bahwa penggunaan serbuk batu kapur sebagai substitusi filler dalam campuran AC-WC dengan kadar 1% dan 1,5% mampu memengaruhi sifat fisik dan parameter Marshall, terutama pada kadar aspal 5%–6%. Nilai VIM, VFA, dan flow pada kadar aspal 5,5%–6% telah memenuhi standar spesifikasi Bina Marga 2018 Revisi 2. Selain itu, stabilitas dan VMA meningkat seiring dengan penambahan filler (Cahyono et al., 2021), sementara flow juga menunjukkan peningkatan (Chasanah & Sukmo, 2023). Hasil ini menunjukkan bahwa pemilihan kadar filler yang tepat sangat berpengaruh terhadap kualitas campuran.

Penelitian serupa oleh Wirananta et al. (2022) mengenai penggunaan kapur kalsit sebagai pengganti filler juga membuktikan adanya peningkatan performa campuran AC-WC. Pada kadar filler 1%, diperoleh nilai stabilitas sebesar 1290,52 kg, flow sebesar 3,71 mm, VFB sebesar 74,52%, VMA sebesar 15,22%, VIM sebesar 3,88%, dan MQ sebesar 347,74 kg/mm. Seluruh nilai tersebut sesuai dengan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2. Peningkatan kadar filler dari 0% hingga 1,5% menunjukkan penurunan nilai rongga dalam campuran, dengan nilai tertinggi pada filler 0% sebesar 4,82% dan terendah pada 1,5% sebesar 3,51%.

Berdasarkan latar belakang dan studi terdahulu tersebut, maka penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk menganalisis pengaruh penambahan kapur padam sebagai bahan tambah (filler) terhadap sifat-sifat campuran Asphalt Concrete – Wearing Course (AC-WC). Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata dalam pengembangan material perkerasan jalan, khususnya dengan memanfaatkan sumber daya lokal, serta menjadi referensi bagi pihak pelaksana konstruksi dalam memilih kombinasi bahan yang optimal.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode *Marshall Test* dan eksperimen untuk memperoleh data empiris yang diperlukan dalam proses pengujian material campuran beraspal. Pendekatan ini dipilih karena mampu memberikan gambaran objektif dan terukur terkait kinerja material berdasarkan parameter teknis yang ditentukan. Penelitian dilakukan secara laboratorium dengan mengikuti tahapan-tahapan standar pengujian, sehingga hasilnya dapat dianalisis dan dibandingkan dengan spesifikasi teknis yang berlaku.

Tahapan pertama adalah persiapan material, yang meliputi pengumpulan bahan-bahan seperti agregat kasar, agregat halus, filler, dan aspal sebagai bahan pengikat. Seluruh bahan diperiksa terlebih dahulu kualitas dan karakteristiknya, seperti gradasi agregat, kadar air, dan berat jenis, untuk memastikan kesesuaiannya dengan spesifikasi teknis. Setelah itu, dilakukan penentuan campuran berdasarkan desain campuran (mix design) dengan variasi kadar aspal tertentu sesuai pedoman *Marshall Mix Design*.

Setelah campuran dirancang, tahap berikutnya adalah pembuatan benda uji. Campuran agregat dan aspal dipanaskan terlebih dahulu agar homogen, kemudian dicetak menggunakan *Marshall Compactor* menjadi benda uji silinder sesuai dimensi standar. Tiap variasi kadar aspal dicetak dalam beberapa sampel untuk mendapatkan data yang representatif. Proses pencetakan ini dilakukan secara hati-hati agar campuran terdistribusi merata dan tidak terdapat rongga udara berlebih yang dapat mempengaruhi hasil uji.

Tahap inti dalam penelitian ini adalah pengujian menggunakan *Marshall Test*. Pengujian dilakukan untuk memperoleh parameter-parameter penting seperti *Stability*, *Flow*, *Void in the Mix (VIM)*, *Void Filled with Asphalt (VFA)*, *Void in Mineral Aggregate (VMA)*, dan densitas. Setiap sampel diuji dengan alat *Marshall Stability Testing Machine* setelah didiamkan dalam air bersuhu 60°C selama 30 menit. Hasil pengujian dicatat dan dianalisis untuk menentukan kadar aspal optimum dan performa campuran.

Data yang diperoleh kemudian diolah dan dianalisis secara kuantitatif. Analisis dilakukan dengan membandingkan hasil pengujian terhadap ketentuan teknis yang tercantum dalam *Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2*. Hasil perbandingan tersebut digunakan untuk menilai kelayakan campuran, serta mengetahui apakah campuran memenuhi kriteria mutu yang dipersyaratkan dalam pekerjaan konstruksi jalan.

Melalui metode ini, diharapkan penelitian mampu memberikan gambaran yang akurat mengenai performa campuran aspal yang diuji, serta menjadi dasar pengambilan keputusan dalam perencanaan atau modifikasi campuran agar sesuai standar dan kebutuhan lapangan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Pengujian Agregat

Material agregat yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari P.T Petra Anugerah Sejahtera Pulubala untuk agregat kasar dan sedang, sedangkan kapur diambil dari tempat produksi di Kelurahan Tenilo, Kota Gorontalo. Pengujian agregat yang dilakukan mencakup uji analisis saringan, berat jenis, kadar air (absorption), keausan, persentase butiran pecah, partikel pipih dan lonjong, serta kadar material lolos saringan nomor 200 (#200). Metode pengujian yang digunakan merujuk pada standar SNI dan ASTM.

Tabel 1. Hasil Pengujian Agregat Kasar

| Pengujian | Metode Pengujian | Satuan | Hasil | Spesifikasi |
|----------------------------------|------------------|--------|-------|-------------|
| <i>Bulk Specific Gravity</i> | SNI 1969:2008 | - | 2,57 | - |
| <i>SSD</i> | SNI 1969:2008 | - | 2,61 | - |
| <i>Apparent Specific Gravity</i> | SNI 1969:2008 | - | 2,66 | - |
| <i>Absorption</i> | SNI 1969:2008 | % | 1,26 | Maks. 3% |
| Keausan | SNI 2417:2008 | % | 23,02 | Maks. 40% |

| | | | | |
|--------------------------------|----------------------|---|-------------|-----------|
| Butir Pecah pada Agregat Kasar | SNI 7619:2012 | % | 99,69/97,75 | 95/90 |
| Partikel Pipih | SNI 8287:2016 (1:5) | % | 0,22 | Maks. 10% |
| Partikel Lonjong | SNI 8287:2016 (1:5) | % | 0,00 | Maks. 10% |
| Material Lolos #200 | SNI ASTMC117:2012 | % | 0,53 | Maks. 1% |

Tabel 2. Hasil Pengujian Agregat Sedang

| Pengujian | Metode Pengujian | Satuan | Hasil | Spesifikasi |
|---------------------------|----------------------|--------|-------|-------------|
| Bulk Specific Gravity | SNI 1969:2008 | - | 2,54 | - |
| SSD | SNI 1969:2008 | - | 2,58 | - |
| Apparent Specific Gravity | SNI 1969:2008 | - | 2,65 | - |
| Absorption | SNI 1969:2008 | % | 1,65 | Maks. 3% |
| Keausan | SNI 2417:2008 | % | 30,11 | Maks. 40% |
| Material Lolos #200 | SNI ASTMC117:2012 | % | 0,81 | Maks. 1% |

Tabel 3. Hasil Pengujian Agregat Halus

| Pengujian | Metode Pengujian | Satuan | Hasil | Spesifikasi |
|---------------------------|----------------------|--------|-------|-------------|
| Bulk Specific Gravity | SNI 1969:2008 | - | 2,53 | - |
| SSD | SNI 1969:2008 | - | 2,59 | - |
| Apparent Specific Gravity | SNI 1969:2008 | - | 2,68 | - |
| Absorption | SNI 1969:2008 | % | 2,14 | Maks. 3% |
| Agregat Lolos #200 | SNI ASTMC117:2012 | % | 9,37 | Maks. 1% |

Hasil pengujian agregat kasar menunjukkan bahwa nilai bulk specific gravity adalah 2,57, nilai SSD (Saturated Surface Dry) sebesar 2,61, apparent specific gravity sebesar 2,66, dan daya serap (absorption) sebesar 1,26%, masih di bawah batas maksimum 3%. Uji keausan agregat kasar menghasilkan nilai 23,02% yang juga berada di bawah batas maksimum 40%. Selain itu, persentase butiran pecah mencapai 99,69% untuk satu muka pecah dan 97,75% untuk dua muka pecah, telah memenuhi syarat minimum 95% dan 90%. Partikel pipih dan lonjong masing-masing hanya sebesar 0,22% dan 0,00%, jauh di bawah batas maksimum 10%, serta kadar material lolos saringan #200 hanya sebesar 0,53%, masih sesuai dengan batas maksimum 1% (Tabel 1).

Pada agregat sedang, hasil pengujian menunjukkan nilai bulk specific gravity sebesar 2,54, SSD sebesar 2,58, dan apparent specific gravity sebesar 2,65. Nilai absorption adalah 1,65%, yang masih berada dalam batas toleransi. Uji keausan menunjukkan angka 30,11% yang masih di bawah batas maksimum 40%, dan kadar material lolos saringan #200 sebesar 0,81%, yang masih di bawah batas maksimum 1% (Tabel 2).

Untuk agregat halus, diperoleh bulk specific gravity sebesar 2,53, SSD sebesar 2,59, dan apparent specific gravity sebesar 2,68. Nilai absorption berada pada angka 2,14%, masih dalam batas spesifikasi. Namun, kadar agregat lolos saringan #200 sebesar 9,37%, melebihi batas maksimum yang disyaratkan yaitu 1% sehingga perlu dilakukan pencucian agregat halus sebelum digunakan agar sesuai dengan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2 (Tabel 3).

Secara umum, hasil pengujian agregat kasar dan sedang telah memenuhi semua persyaratan berdasarkan Spesifikasi Umum 2018 dari Direktorat Jenderal Bina Marga Revisi 2, sementara agregat halus memerlukan perlakuan tambahan berupa pencucian untuk mengurangi kadar lolos #200. Keseluruhan pengujian telah dilakukan sesuai dengan metode standar nasional (SNI) dan internasional (ASTM) guna menjamin keakuratan dan validitas data.

3.2. Hasil Pengujian Kapur

Pengujian kapur padam dilakukan dengan pemeriksaan berat jenis dan pengujian analisa saringan berdasarkan spesifikasi umum Bina Marga 2018 revisi 2. Penggunaan kapur sebagai *filler* dapat digunakan dengan maksimal 3% terhadap berat total agregat. Kapur dalam campuran aspal panas (*hotmix*) memiliki banyak keuntungan diantaranya adalah sebagai anti *stripping agent* yang dapat meningkatkan durabilitas atau keawetan kinerja campuran beton aspal dalam menerima repetisi beban lalu-lintas seperti berat kendaraan dan

gesekan antara roda kendaraan dan permukaan jalan, serta menahan keausan akibat pengaruh cuaca dan iklim seperti udara, air, atau perubahan temperatur.

Tabel 4. Hasil Pengujian Kapur Padam

| Pengujian | Metode Pengujian | Satuan | Hasil | Spesifikasi |
|----------------------------------|----------------------|--------|-------|-------------|
| <i>Bulk Specific Gravity</i> | SNI 1969:2008 | - | 2,11 | - |
| <i>SSD</i> | SNI 1969:2008 | - | 2,16 | - |
| <i>Apparent Specific Gravity</i> | SNI 1969:2008 | - | 2,22 | - |
| <i>Absorption</i> | SNI 1969:2008 | % | 2,47 | Maks. 3% |
| Agregat Lolos #200 | SNI ASTMC117:2012 | % | 8,72 | Maks. 1% |

3.3. Hasil Pengujian Aspal

Pengujian karakteristik aspal dalam penelitian ini dilakukan untuk memastikan bahwa aspal yang digunakan memenuhi persyaratan teknis sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan oleh Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2. Tiga jenis pengujian utama yang dilakukan meliputi uji berat jenis, uji penetrasi, dan uji titik lembek.

Tabel 5. Hasil Pengujian Pemeriksaan Aspal

| Jenis Pemeriksaan | Metode Pengujian | Satuan | Hasil | Spesifikasi |
|--------------------------|------------------|--------|-------|-------------|
| Berat jenis aspal | SNI 2441:2011 | - | 1,027 | $\geq 1,0$ |
| Penetrasi | SNI 2434:2011 | 0,1 mm | 67 | 60-70 |
| Titik lembek | SNI 2456:2011 | °C | 51,50 | ≥ 48 |

Berdasarkan hasil pengujian yang disajikan pada Tabel 5, nilai berat jenis aspal yang diperoleh adalah 1,027. Nilai ini memenuhi syarat spesifikasi minimum yaitu $\geq 1,0$ (SNI 2441:2011), yang menunjukkan bahwa aspal memiliki massa jenis yang cukup untuk menjamin kestabilan dan daya rekat material terhadap agregat dalam campuran.

Selanjutnya, uji penetrasi yang dilakukan berdasarkan metode SNI 2434:2011 menunjukkan nilai sebesar 67 (dalam satuan 0,1 mm). Nilai ini berada dalam rentang spesifikasi standar yaitu antara 60 hingga 70, yang mengindikasikan bahwa aspal memiliki konsistensi yang baik, tidak terlalu lunak atau terlalu keras, sehingga sesuai digunakan untuk kondisi iklim tropis seperti di Gorontalo.

Terakhir, hasil pengujian titik lembek aspal menunjukkan nilai sebesar 51,50°C, yang telah melampaui batas minimum spesifikasi sebesar 48°C sesuai SNI 2456:2011. Nilai ini mengindikasikan bahwa aspal memiliki ketahanan yang cukup terhadap suhu tinggi dan tidak mudah mengalami deformasi plastis (lembek) pada suhu lingkungan yang panas.

Secara keseluruhan, hasil ketiga parameter pengujian tersebut menunjukkan bahwa aspal yang digunakan dalam penelitian ini memenuhi standar kualitas dan kelayakan penggunaan untuk konstruksi perkerasan jalan. Hal ini penting untuk menjamin daya tahan dan stabilitas struktur lapisan jalan selama masa layan teknisnya.

3.4. Penentuan Gradasi Agregat Gabungan

Proporsi agregat gabungan didapatkan dari hasil gradasi agregat yang sesuai dengan spesifikasi gradasi yang terdiri dari hasil gradasi agregat kasar, agregat sedang, dan agregat halus. Penentuan proporsi agregat gabungan menggunakan metode grafis. Nilai yang didapatkan dari metode grafis apabila tidak memenuhi rentang yang ditetapkan pada amplop gradasi gabungan, maka penentuan proporsi campuran agregat gabungan dilakukan dengan menggunakan metode *trials and error*.

Tabel 6. Proporsi Campuran Agregat

| Spesifikasi Umum 2018 Direktorat Jenderal Bina Marga Revisi 2 | | | | | | | | | | |
|---|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Inch | ¾" | ½" | ¾" | #4 | #8 | #16 | #30 | #50 | #100 | #200 |
| Mm | 19,00 | 12,70 | 9,50 | 4,75 | 2,36 | 1,18 | 0,60 | 0,30 | 0,15 | 0,07 |
| Spesifikasi | | | | | | | | | | |
| Max | 100 | 100 | 90 | 69 | 53 | 40 | 30 | 22 | 15 | 9 |
| Min | 100 | 90 | 77 | 53 | 33 | 21 | 14 | 9 | 6 | 4 |

| Data Gradasi | | | | | | | | | | |
|-------------------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| CA | 100 | 61,45 | 32,68 | 1,47 | 0,68 | 0,66 | 0,63 | 0,61 | 0,58 | 0,53 |
| MA | 100 | 100 | 100 | 67,93 | 22,06 | 11,00 | 6,32 | 3,53 | 2,21 | 0,81 |
| FA | 100 | 100 | 95,04 | 85,64 | 68,60 | 53,16 | 39,11 | 27,01 | 17,67 | 9,37 |
| Kombinasi Agregat | | | | | | | | | | |
| CA 25% | 25 | 15,36 | 8,17 | 0,37 | 0,17 | 0,16 | 0,16 | 0,15 | 0,14 | 0,13 |
| MA 25% | 25 | 25,00 | 25,00 | 16,98 | 5,52 | 2,75 | 1,58 | 0,88 | 0,55 | 0,20 |
| FA 50% | 50 | 50,00 | 47,52 | 42,82 | 34,30 | 26,58 | 19,55 | 13,51 | 8,84 | 4,69 |
| Total Campuran | 100 | 90,36 | 80,69 | 60,17 | 39,99 | 29,49 | 21,29 | 14,54 | 9,53 | 5,02 |

3.5. Penentuan Kadar Aspal Rencana

Berdasarkan perhitungan kadar aspal rencana, dibuat benda uji untuk mendapatkan kadar aspal optimum dengan kadar aspal 4,5%, 5,0%, 5,5%, 6,0%, dan 6,5%. Jumlah sampel yang dibutuhkan untuk mencari kadar aspal optimum yaitu sebanyak 25 buah.

Tabel 7. Komposisi Campuran Aspal

| Kadar Aspal (%) | Berat Aspal (gr) | Berat Total Agregat (gr) | Berat Total Campuran (gr) | Berat Agregat | | |
|-----------------|------------------|--------------------------|---------------------------|---------------|--------|--------|
| | | | | CA | MA | FA |
| 4,5 | 54 | 1146 | 1200 | 286,50 | 286,50 | 573,00 |
| 5,0 | 60 | 1140 | 1200 | 285,00 | 285,00 | 570,00 |
| 5,5 | 66 | 1134 | 1200 | 283,50 | 283,50 | 567,00 |
| 6,0 | 72 | 1128 | 1200 | 282,00 | 282,00 | 564,00 |
| 6,5 | 78 | 1122 | 1200 | 280,50 | 280,50 | 561,00 |

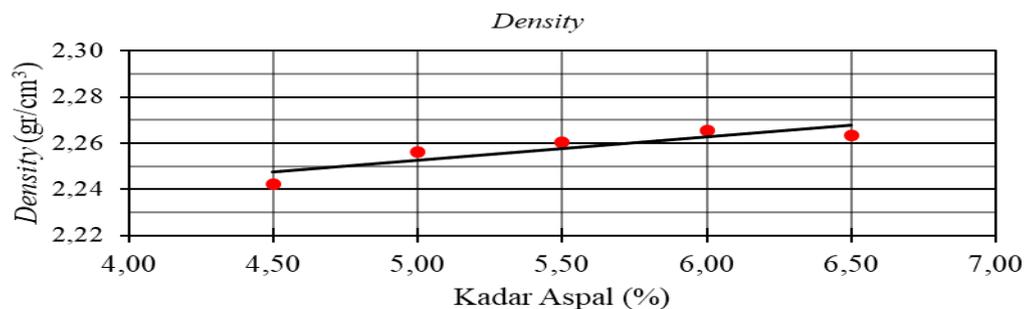
3.6. Parameter Marshall Kadar Aspal Rencana

Pengujian *marshall* bertujuan untuk mengukur ketahanan campuran agregat dan aspal terhadap kelelahan plastis. Angka korelasi dan angka kalibrasi pada alat uji tekan *marshall* disesuaikan dari *lbf* menjadi kilogram dalam perhitungan stabilitas *marshall*.

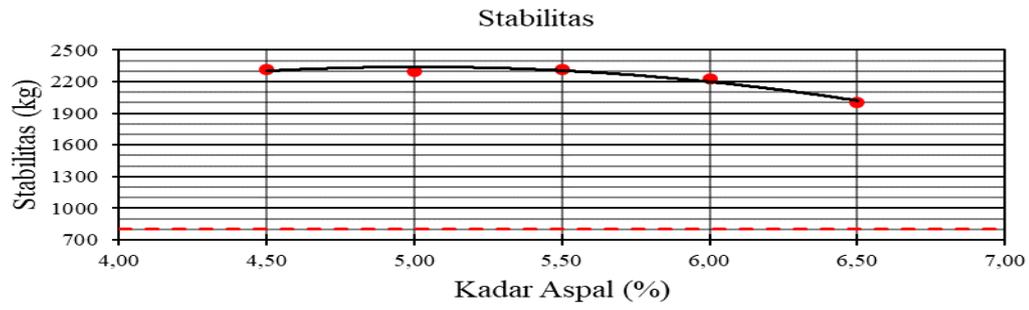
Tabel 8. Hasil Pengujian Marshall Kadar Aspal Rencana

| Parameter Marshall | Spesifikasi | Kadar Aspal (%) | | | | |
|--------------------|-------------|-----------------|---------|---------|---------|---------|
| | | 4,5 | 5,0 | 5,5 | 6,0 | 6,5 |
| Stabilitas (kg) | Min. 800 | 2301,34 | 2339,30 | 2305,04 | 2198,54 | 2019,82 |
| Flow (mm) | 2-4 | 2,99 | 3,23 | 3,47 | 3,72 | 3,96 |
| VIM (%) | 3-5 | 5,99 | 4,84 | 3,88 | 3,10 | 2,51 |
| VMA (%) | Min. 15 | 15,82 | 15,82 | 15,99 | 16,33 | 16,84 |
| VFB (%) | Min. 65 | 62,11 | 69,46 | 75,74 | 80,96 | 85,13 |
| Kepadatan (gr/cc) | - | 2,25 | 2,25 | 2,26 | 2,26 | 2,27 |
| Marshall Quotient | - | 752,49 | 728,83 | 678,78 | 602,33 | 499,48 |

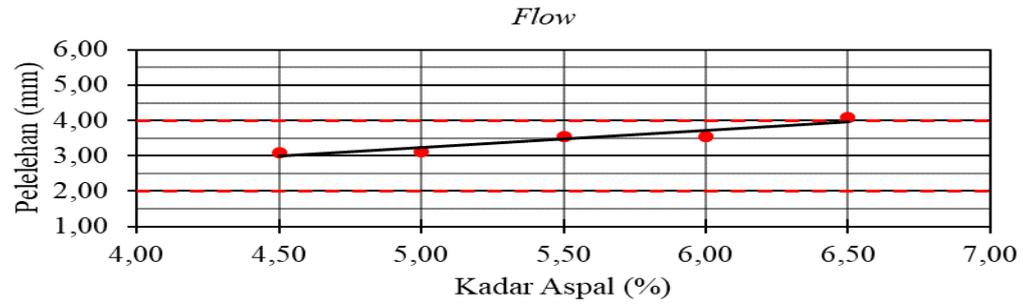
3.7. Hasil Pemeriksaan dan Pengujian Marshall



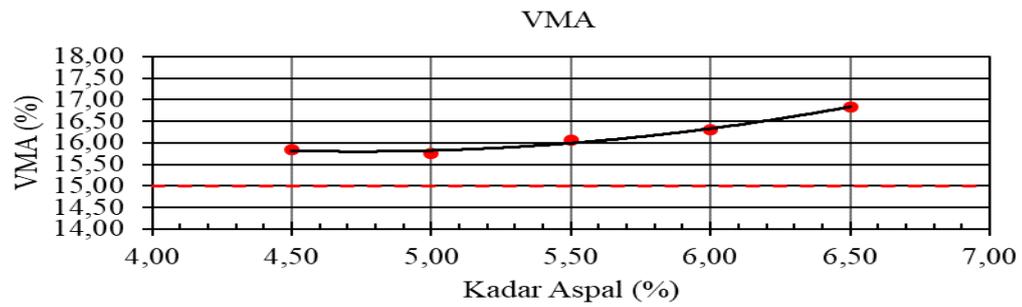
Gambar 1. Hubungan Kadar Aspal dengan Density



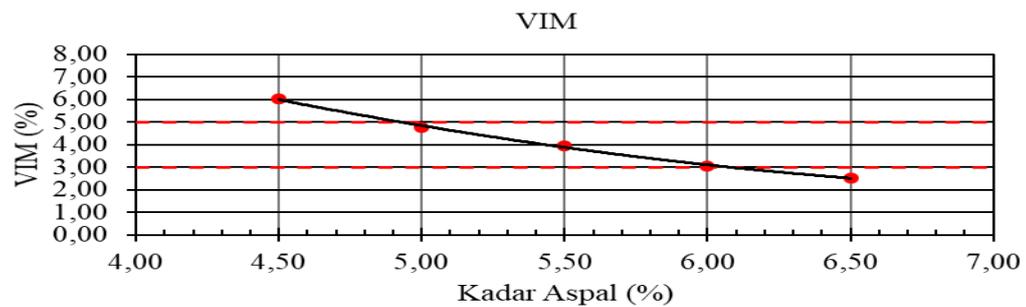
Gambar 2. Hubungan Kadar Aspal dengan Stabilitas



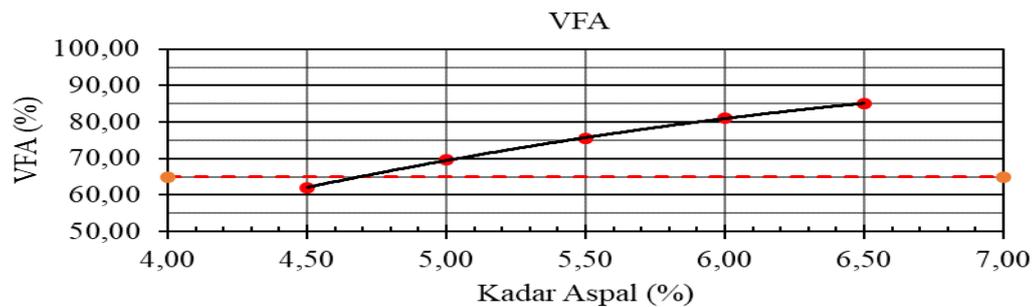
Gambar 3. Hubungan Kadar Aspal dengan Flow



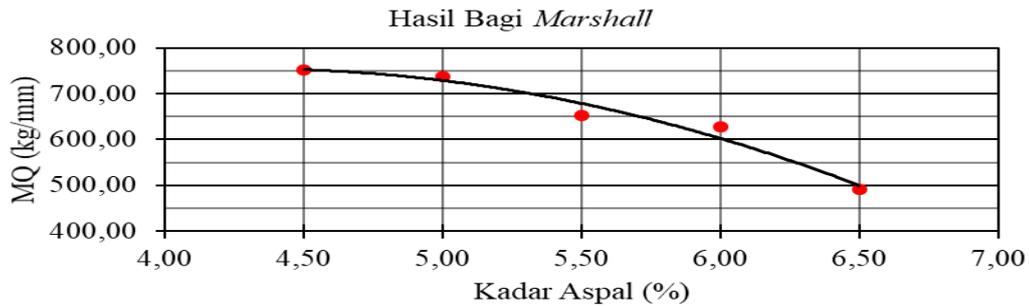
Gambar 4. Hubungan Kadar aspal dengan VMA



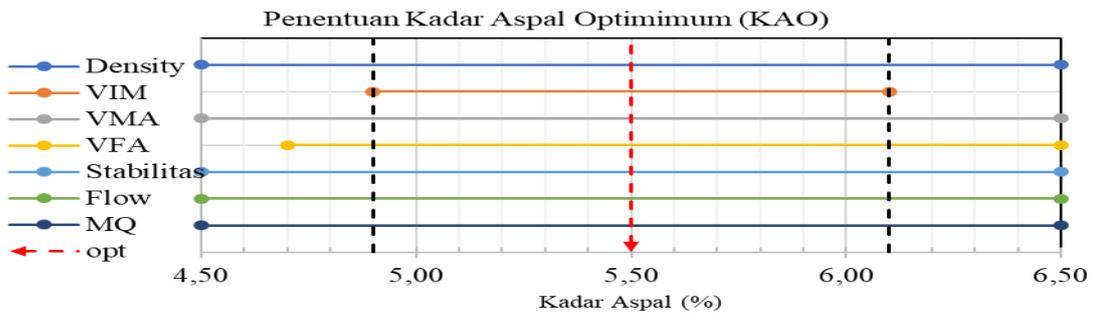
Gambar 5. Hubungan Kadar Aspal dengan VIM



Gambar 6. Hubungan Kadar Aspal dengan VFA



Gambar 7. Hubungan Kadar Aspal dengan Hasil Bagi Marshall



Gambar 8. Penentuan Kadar Aspal Optimum

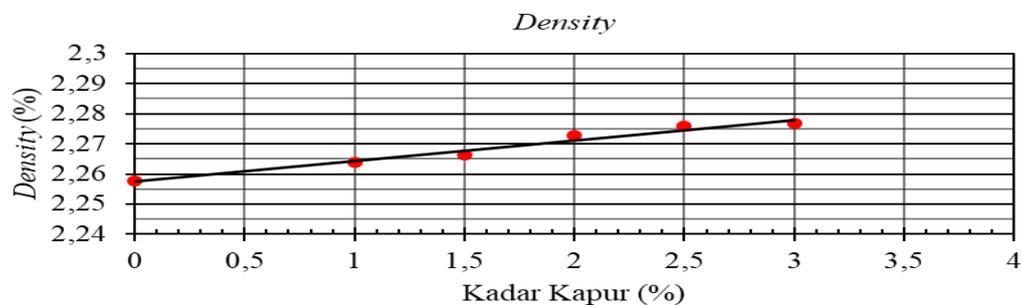
3.8. Campuran Aspal dengan Bahan Substitusi Kapur Padam

Setelah kadar aspal optimum didapat, dibuat rancangan komposisi campuran untuk variasi kapur pada filler dengan variasi sebesar 1%, 1.5%, 2.0%, 2.5%, dan 3.0% dari berat total agregat.

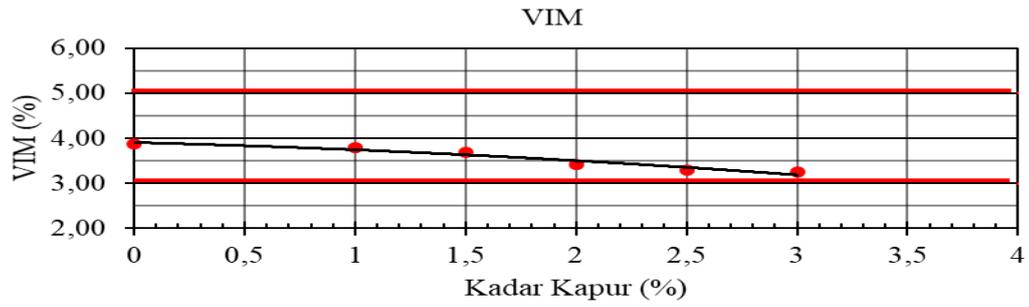
Tabel 9. Rancangan Komposisi Campuran Untuk Variasi Kapur Padam

| Parameter Marshall | Spesifikasi | Kadar Kapur Padam (%) | | | | |
|---------------------------------|-------------|-----------------------|---------|---------|---------|---------|
| | | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 3,0 |
| Stabilitas (kg) | Min. 800 | 2420,43 | 2617,20 | 2906,04 | 3286,95 | 3759,93 |
| Flow (mm) | 2-4 | 3,33 | 3,20 | 3,08 | 2,96 | 2,84 |
| VIM (%) | 3-5 | 3,74 | 3,63 | 3,50 | 3,35 | 3,18 |
| VMA (%) | Min. 15 | 16,03 | 15,79 | 15,61 | 15,49 | 15,43 |
| VFB (%) | Min. 65 | 76,42 | 76,99 | 77,65 | 78,42 | 79,29 |
| Kepadatan (gr/cc ³) | - | 2,26 | 2,27 | 2,27 | 2,27 | 2,28 |
| Marshall Quotient | - | 691,46 | 792,18 | 938,02 | 1128,98 | 1365,05 |

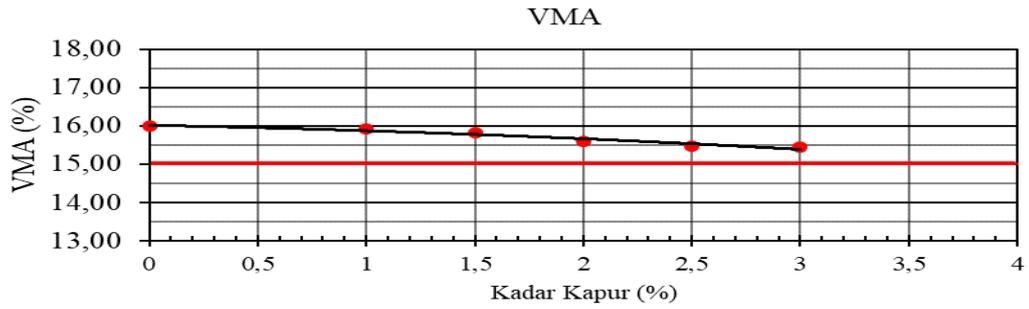
3.9. Hasil Pemeriksaan dan Pengujian Marshall Campuran Kapur Padam



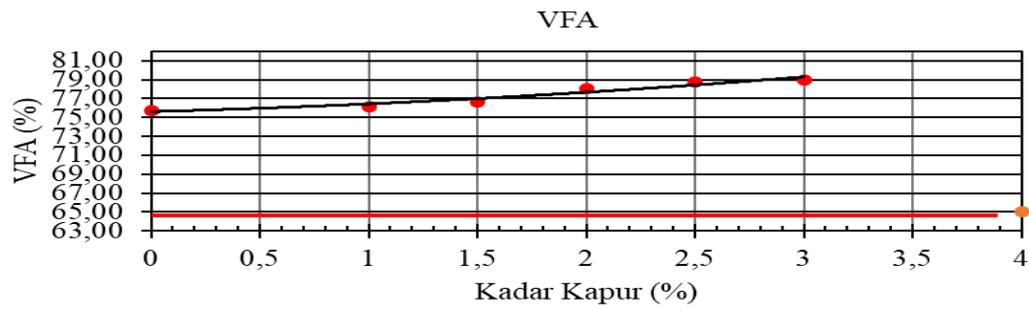
Gambar 9. Hubungan Variasi Kapur Terhadap Density



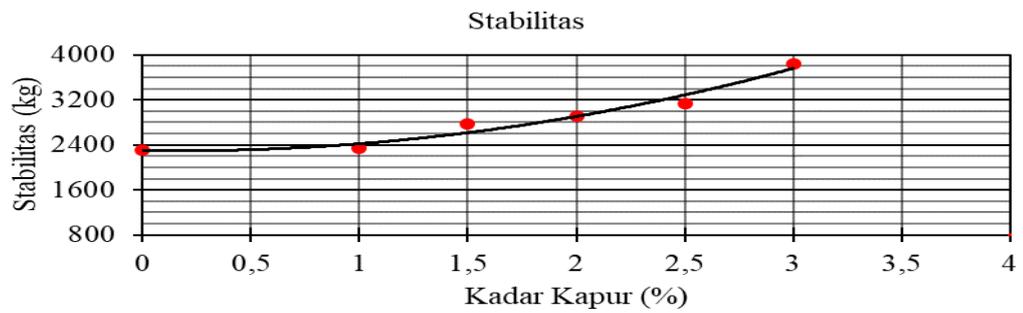
Gambar 10. Hubungan Variasi Kapur Terhadap *VIM*



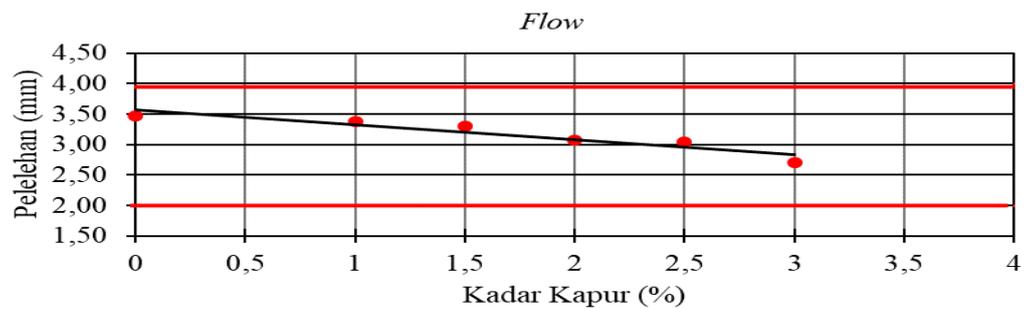
Gambar 11. Hubungan Variasi Kapur Terhadap *VMA*



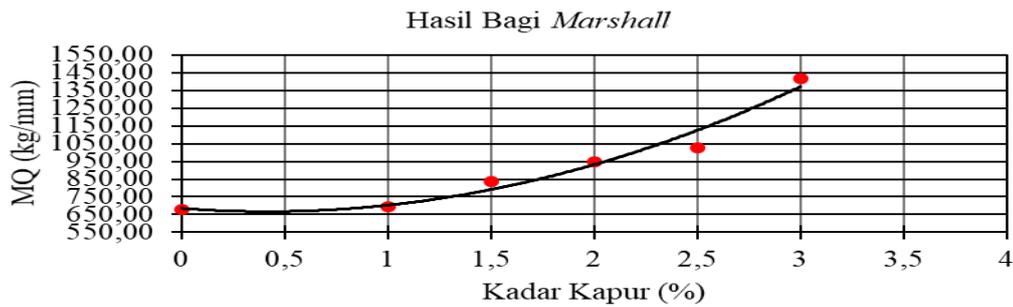
Gambar 12. Grafik Hubungan Variasi Kapur Terhadap *VFA*



Gambar 13. Hubungan Variasi Kapur Terhadap Stabilitas



Gambar 14. Hubungan Variasi Kapur Terhadap *Flow*



Gambar 15. Hubungan Variasi Kapur Terhadap Hasil Bagi Marshall

3.10. Perbandingan Parameter Marshall

Parameter *marshall* dijadikan tolak ukur baik atau tidaknya suatu campuran aspal. Campuran aspal yang telah dimodifikasi memiliki parameter *marshall* yang berbeda dengan campuran aspal yang tidak dimodifikasi, sehingga perlu dibandingkan parameter *marshall* dari kedua campuran aspal tersebut.

Tabel 10. Perbandingan Parameter Marshall Campuran Aspal Konvensional dan Campuran Aspal Modifikasi Kapur Padam

| Parameter Marshall | Spesifikasi Campuran Aspal Konvensional | Campuran Aspal Konvensional (5,5%) | Spesifikasi Campuran Aspal Modifikasi | Campuran Aspal Modifikasi Kapur Padam (1,5%) |
|---------------------------------|---|------------------------------------|---------------------------------------|--|
| Stabilitas (kg) | Min. 800 | 2305,04 | Min. 1000 | 2617,20 |
| Flow (mm) | 2-4 | 3,47 | 2-4 | 3,20 |
| VIM (%) | 3-5 | 3,88 | 3-5 | 3,63 |
| VMA (%) | Min. 15 | 15,99 | Min. 15 | 15,79 |
| VFB (%) | Min. 65 | 75,74 | Min. 65 | 76,99 |
| Kepadatan (gr/cc ³) | - | 2,26 | - | 2,27 |
| MQ (kg/mm) | | 678,78 | | 792,18 |

4. KESIMPULAN DAN SARAN/REKOMENDASI

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan terhadap campuran Asphalt Concrete-Wearing Course (AC-WC) tanpa dan dengan bahan tambah berupa kapur sebagai filler, diperoleh beberapa temuan penting. Pada campuran AC-WC tanpa modifikasi, diperoleh nilai kepadatan (density) sebesar 2,26 gr/cc, kadar rongga dalam campuran (Void in the Mix/VIM) sebesar 3,88%, kadar rongga dalam agregat terisi aspal (Void Filled with Bitumen/VFB) sebesar 75,74%, kadar rongga dalam agregat mineral (Void in Mineral Aggregate/VMA) sebesar 15,99%, nilai stabilitas sebesar 2305,04 kg, flow sebesar 3,47 mm, Marshall Quotient (MQ) sebesar 678,78 kg/mm, serta kadar aspal optimum (KAO) sebesar 5,5%.

Sementara itu, pada campuran dengan penambahan kapur sebagai bahan tambah (filler) pada kadar 1,0%, 1,5%, 2,0%, 2,5%, dan 3,0%, serta menggunakan kadar aspal optimum yang sama yaitu 5,5%, diperoleh nilai kinerja campuran yang lebih baik. Nilai kepadatan meningkat menjadi 2,27 gr/cc, VIM menurun menjadi 3,63%, VMA sedikit menurun menjadi 15,79%, dan VFA meningkat menjadi 76,99%. Nilai stabilitas mengalami peningkatan signifikan menjadi 2617,20 kg, flow menurun menjadi 3,20 mm, dan nilai MQ meningkat menjadi 792,18 kg/mm. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan kapur sebagai filler memberikan pengaruh positif terhadap kinerja campuran AC-WC, khususnya dalam meningkatkan stabilitas dan Marshall Quotient.

Dengan demikian, penggunaan kapur sebagai bahan tambah pada campuran AC-WC terbukti dapat memperbaiki sifat-sifat mekanis campuran. Penelitian ini juga memberikan manfaat praktis bagi pelaksanaan pekerjaan perkerasan jalan raya, karena memberikan gambaran perbandingan yang jelas antara campuran yang tidak dimodifikasi dan yang menggunakan bahan tambah. Hasil ini dapat dijadikan acuan untuk pengambilan keputusan dalam perencanaan perkerasan jalan agar memenuhi standar mutu yang dipersyaratkan.

4.2 Saran/Rekomendasi

Berdasarkan hasil penelitian yang telah diperoleh, terdapat beberapa saran yang dapat disampaikan untuk pengembangan lebih lanjut. Pertama, penelitian ini diharapkan dapat dikembangkan lebih lanjut agar penggunaan kapur sebagai bahan tambah (filler) dalam campuran AC-WC dapat dioptimalkan, khususnya

dengan memanfaatkan potensi kapur lokal yang tersedia di wilayah Gorontalo. Hal ini penting untuk mendorong pemanfaatan sumber daya lokal secara lebih efisien dan ekonomis.

Kedua, perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan mengacu pada Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2025 apabila spesifikasi tersebut telah resmi disahkan dan diberlakukan. Penggunaan standar yang terbaru akan memberikan relevansi dan akurasi yang lebih tinggi terhadap kebutuhan teknis infrastruktur jalan saat ini.

Ketiga, disarankan agar semua material yang digunakan dalam campuran, baik agregat kasar maupun halus, dicuci terlebih dahulu sebelum digunakan. Proses pencucian ini bertujuan untuk menghilangkan kotoran dan partikel halus yang menempel pada material, sehingga dapat meningkatkan kualitas dan konsistensi campuran perkerasan jalan yang dihasilkan.

REFERENSI

- Akbar, S. J., & Mukhlis, M. (2015). Tinjauan Mutu Agregat Lapisan Pondasi Bawah Pada Perkerasan Jalan Batas Kota Lhokseumawe-Panton Labu. *Teras Jurnal: Jurnal Teknik Sipil*, 5(2).
- Arthono, A., & Permana, V. A. (2022). Perencanaan Perkerasan Lentur Jalan Raya Menggunakan Metode Analisa Komponen SNI 1732-1989-F Ruas Jalan Raya Mulya Sari Kecamatan Pamanukan Sampai Kecamatan Binong Kabupaten Subang Propinsi Jawa Barat. *Jurnal Komposit: Jurnal Ilmu-Ilmu Teknik Sipil*, 6(1), 41-51.
- Atirah, N., & Nashir, M. (2024). Pengaruh Penggunaan Serbuk Batu Kapur Sebagai Substitusi Filler Pada Campuran Aspal AC-WC. *Jurnal Konstruksi*, 1-13.
- Cahyono, T., Purwanto, H., Setiobudi, A., & Firdaus, M. (2021). Pengaruh Penambahan Bubuk Batu Bara Sebagai Filler pada Campuran Aspal AC WC. *Jurnal Deformasi*, 6(2), 87-93.
- Chasanah, F., & Sukmo, T. A. (2023). Pengaruh Bubuk Talk Sebagai Bahan Filler Pengganti Pada Campuran Ac-Wc: Indonesia. *AJIE (Asian Journal of Innovation and Entrepreneurship)*, 82-90.
- Erlina, E. (2019). Pengaruh Penggunaan Material Dari Kulon Progo Untuk Campuran Ladton (AC) Dan Lataston (HRS B). *Civil Engineering and Technology Journal*, 1(1), 1-12.
- Gomies, G. J., Purwanto, H., & Soumokil, M. D. (2024). Pengaruh Jarak Penghamparan Terhadap Perubahan Suhu Campuran AC-WC. *Jurnal Penelitian Multidisiplin Bangsa*, 1(7), 799-809.
- Heriyana, U., Prayitno, A., & Widagdo, D. (2024). Karakteristik Asphalt Concrete-Wearing Course (AC-WC) Dengan Menggunakan Aspal Penetrasi 60/70 Ditinjau Dari Durabilitas Campuran. *Jurnal Rekayasa/ Teknik Sipil STTC*, 2(02), 25-38.
- Khamid, A., Feriska, Y., & Taufiq, M. (2023). Pengaruh Volume Kendaraan terhadap Tingkat Kerusakan Jalan pada Perkerasan Rigid di Jatibarang-Brebes. *Era Sains: Jurnal Penelitian Sains, Keteknikan dan Informatika*, 1(3), 91-107.
- Maranatha, O., Widodo, S., & Azwansyah, H. (2021). Pemanfaatan Kapur Tohor, Kapur Padam dan Kapur Karbonat Sebagai Filler pada Perkerasan AC-WC Ditinjau dari Karakteristik Marshall. *Jurnal Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Tanjungpura*, 1-10.
- Nisumanti, S., & Yusuf, M. (2019). Pengaruh Arang Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Pengganti Filler Aspal Penetrasi 60/70. *Jurnal Tekno Global*, 8(2).
- Pratama, R. (2021). *TA: Studi Karakteristik Campuran Beraspal Menggunakan Bioaspal* (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Nasional).
- Sukarman, S. (2025). *Beton aspal campuran panas*. Yayasan Obor Indonesia.
- Telap, G. M., & Hutabarat, L. E. (2020). Optimasi Filler Kapur pada Aspal Beton Modifikasi Polivinil Asetat Menggunakan Metode Marshall. *e-Journal CENTECH*, 43-53.
- Tribowo, H., Tjaronge, M. W., & Harianto, T. (2020). Elastisitas dan Rasio Poisson Campuran Tanah Laterit dan Kapur Padam (Ca (OH) 2). *Jurnal Penelitian Enjiniring*, 24(1), 24-28.
- Wirananta, R. P., Rakhmawati, A., & Firmansyah, D. (2022). Pengaruh Kapur Kalsit Sebagai Pengganti Filler pada Asphalt Concrete Wearing Course. *Portal Jurnal Elektronik Universitas Tidar*, 2-8.