

## **ANALISIS PENGGUNAAN PASIR PANTAI KATAPIANG DAN PASIR SUNGAI BATANG KINALI SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT HALUS PADA CAMPURAN ASPAL AC-BC**

**Asep Saputra<sup>1)</sup>**

Universitas Bung Hatta

[Asep7putra@gmail.com](mailto:Asep7putra@gmail.com)

**Veronika<sup>2)</sup>**

Universitas Bung Hatta

[veronika@bunghatta.ac.id](mailto:veronika@bunghatta.ac.id)

### **ABSTRAK**

Pasir pantai dan pasir sungai merupakan material lokal yang mudah diperoleh dan berbiaya relatif rendah. Namun, kualitas teknisnya masih perlu diteliti lebih lanjut, khususnya sebagai bahan agregat halus pada campuran aspal AC-BC. Penelitian ini membandingkan tiga jenis agregat halus: abu batu Batang Kurangi (sebagai pembanding), pasir pantai Katapiang, dan pasir sungai Batang Kinali. Kadar aspal optimum menggunakan agregat halus abu batu batang kurangi yaitu 5,5%, Hasil uji Marshall menunjukkan bahwa abu batu menghasilkan kinerja terbaik dengan nilai Density 2,322 gr/cc, VMA 14,4%, VFA 70,1%, VIM 4,3%, Flow 3,50 mm, Stabilitas 914 kg, dan Marshall Quotient 261 kg/mm. Campuran dengan pasir pantai Katapiang dengan nilai KAO 5,7% memiliki Density 2,20 gr/cc, VMA 22,53%, VFA 48,70%, VIM 11,54%, Flow 2,10 mm, Stabilitas 549,93 kg, dan Marshall Quotient 261,16 kg/mm. Sedangkan campuran dengan pasir sungai Batang Kinali dengan nilai KAO 5,7% menunjukkan Density 2,19 gr/cc, VMA 22,84%, VFA 47,75%, VIM 11,91%, Flow 3,22 mm, Stabilitas 700,71 kg, dan Marshall Quotient 218,16 kg/mm. Meskipun nilai Marshall dari pasir pantai dan pasir sungai relatif mendekati satu sama lain, keduanya belum memenuhi seluruh parameter standar. Oleh karena itu, diperlukan modifikasi atau perlakuan tambahan agar dapat digunakan secara efektif dalam konstruksi perkerasan jalan.

**Kata Kunci:** Campuran AC-BC, pasir pantai, pasir sungai, abu batu, uji Marshall

### **ABSTRACT**

*Beach sand and river sand are local materials that are easy to obtain and relatively low-cost. However, their technical quality still requires further investigation, particularly as fine aggregate in Asphalt Concrete–Binder Course (AC-BC) mixtures. This study compares three types of fine aggregates: crushed stone dust from Batang Kurangi (as a reference), Katapiang beach sand, and Batang Kinali river sand. The optimum asphalt content using Batang Kurangi stone dust is 5.5%. The Marshall test results show that stone dust provides the best performance with Density 2.322 gr/cc, VMA 14.4%, VFA 70.1%, VIM 4.3%, Flow 3.50 mm, Stability 914 kg, and Marshall Quotient 261 kg/mm. The mixture with Katapiang beach sand at an optimum asphalt content of 5.7% has Density 2.20 gr/cc, VMA 22.53%, VFA 48.70%, VIM 11.54%,*

*Flow 2.10 mm, Stability 549.93 kg, and Marshall Quotient 261.16 kg/mm. Meanwhile, the mixture with Batang Kinali river sand at an optimum asphalt content of 5.7% shows Density 2.19 gr/cc, VMA 22.84%, VFA 47.75%, VIM 11.91%, Flow 3.22 mm, Stability 700.71 kg, and Marshall Quotient 218.16 kg/mm. Although the Marshall values of beach sand and river sand are relatively close to each other, both do not fully meet the standard parameters. Therefore, modifications or additional treatments are required to make them effective for use in pavement construction.*

**Keywords:** AC-BC mixture, beach sand, river sand, stone dust, Marshall test

## PENDAHULUAN

Aspal beton (*laston*) terdiri dari campuran agregat (agregat kasar, agregat halus, filler) dan bahan pengikat (*bitumen*). Agregat, terutama agregat halus, merupakan komponen dominan dalam campuran aspal. Seiring dengan pesatnya pembangunan jalan, permintaan terhadap bahan dasar ini semakin tinggi, disertai dengan kebutuhan akan kualitas yang memenuhi standar. Namun, di lapangan, ketersediaan bahan dasar untuk campuran aspal tidak merata. Di beberapa daerah, faktor ini menyebabkan harga agregat menjadi mahal, yang pada gilirannya berpengaruh pada tingginya biaya pembangunan jalan. Oleh karena itu, perlu dicari sumber alternatif sebagai bahan pengganti, serta memaksimalkan pemanfaatan sumber daya alam setempat sebagai upaya penghematan.

Pasir pantai merupakan bahan lokal yang relatif murah dan mudah ditemukan, terutama di daerah-daerah tertentu, karena ketersediaannya cukup melimpah. Namun, dari segi kualitas, pasir pantai masih perlu diteliti lebih lanjut, terutama terkait pengaruhnya terhadap struktur lapis perkerasan jalan raya, khususnya pada pondasi dan lapis pondasi bawah.

Pemanfaatan pasir sungai juga termasuk bahan yang relatif murah dan juga mudah untuk didapatkan. Pemanfaatan pasir sungai batang kinali sebagai pengganti sebagian agregat halus pada campuran aspal AC-BC menjadi penting untuk dieksplorasi. Analisis penggunaan pasir sungai ini bertujuan untuk mengetahui seberapa efektif pasir sungai batang kinali dalam menghasilkan campuran aspal yang memiliki kekuatan dan ketahanan yang baik, serta memenuhi standar konstruksi jalan yang berlaku.

Berdasarkan uraian pada latar belakang, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah mengetahui hasil pengujian Marshall dari penggunaan agregat halus pasir pantai Katapiang dan pasir sungai Batang Kinali terhadap campuran aspal AC-BC sesuai spesifikasi Bina Marga 2018, serta menentukan nilai Kadar Aspal Optimum (KAO) yang dihasilkan dan membandingkannya dengan campuran aspal yang menggunakan abu batu Batang Kurangi.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui hasil pengujian Marshall dari penggunaan agregat halus pasir pantai Katapiang dan pasir sungai Batang Kinali terhadap campuran aspal AC-BC sesuai spesifikasi Bina Marga 2018, serta mengetahui nilai Kadar Aspal Optimum (KAO) dari campuran tersebut dan membandingkannya dengan campuran aspal yang menggunakan abu batu Batang Kurangi.

Aspal merupakan material utama pada konstruksi lapis perkerasan lentur (*flexible pavement*) jalan raya, yang mana berfungsi sebagai campuran bahan pengikat agregat, disebabkan oleh daya lekat yang aktif. Aspal adalah material yang bersifat plastis, sehingga fleksibilitasnya memudahkan pengendalian saat dicampur dengan agregat. Selain itu, aspal memiliki ketahanan tinggi terhadap zat asam, alkali, dan garam (Hendarsin, Shirley L, 2000).

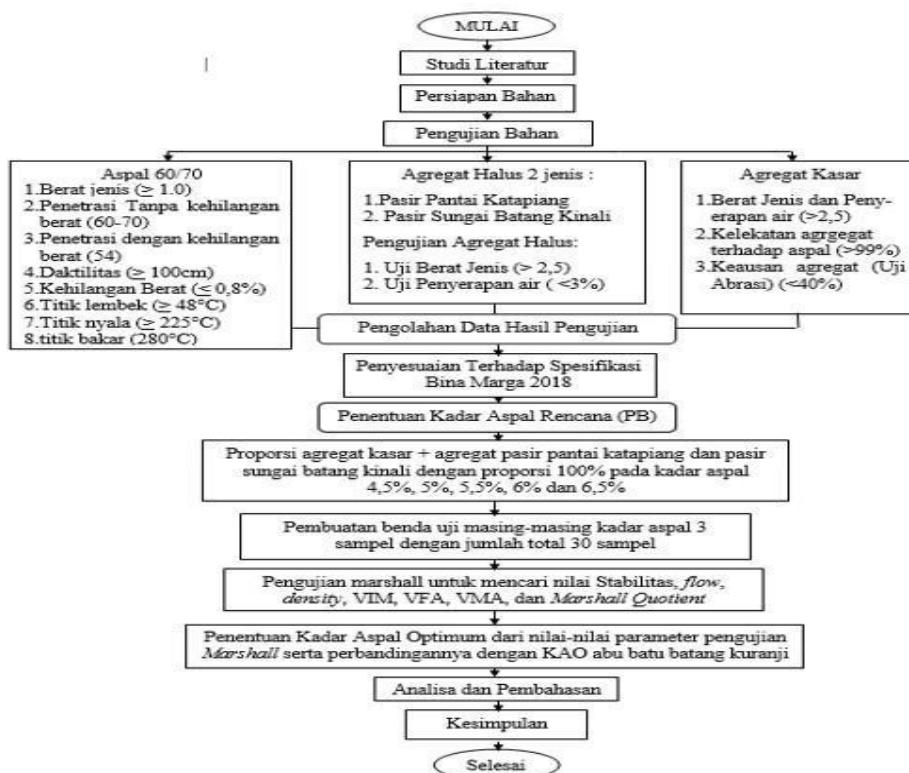
Asphalt Concrete–Binder Course (AC-BC) merupakan salah satu lapisan dalam campuran *laston* yang terdiri atas campuran aspal dan agregat bergradasi kasar. Lapisan ini berfungsi sebagai pengikat antara lapisan AC-WC di bagian atas dan lapisan AC-Base di bagian bawah pada struktur perkerasan jalan. Fungsi utama AC-BC meliputi peran sebagai lapisan pengikat yang memberikan kekuatan dan kestabilan struktur perkerasan, perbaikan dan pemeliharaan jalan dengan memperkuat ikatan antar lapisan, serta membantu sistem drainase dengan mengalirkan air permukaan ke saluran pembuangan untuk mencegah genangan. Selain itu, AC-BC memiliki ketahanan yang baik terhadap tekanan, gesekan, dan beban lalu lintas, serta mampu menahan kerusakan akibat suhu ekstrem, air, maupun beban kendaraan. Lapisan ini juga menjaga permukaan jalan agar tetap halus dan stabil, sehingga meningkatkan kenyamanan berkendara dan mengurangi gesekan berlebihan.

## METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini metode yang digunakan adalah metode penelitian kuantitatif, dimana cara (metode) pengumpulan data, analisa data, dan interpretasi hasil analisa untuk mengambil keputusan dan kesimpulan. Spesifikasi acuan dalam penelitian ini adalah menggunakan spesifikasi standar yang ditetapkan oleh Bina Marga 2018, sehingga data yang digunakan adalah data kuantitatif yang berbentuk angka atau data yang diangkakan.

Agregat yang digunakan pada penelitian ini, yaitu agregat kasar, agregat halus abu batu batang kuranji, agregat halus pengganti yaitu pasir pantai katapiang dan pasir sungai batang kinali. Aggregat halus pengganti berasar dari pantai katapiang Padang Pariaman, dan Sungai batang kinali, Pasaman Barat.

Pada penelitian ini akan direncanakan aspal beton Asphalt Concrete – Binder Course (AC-BC) menggunakan agregat halus abu batu batang kuranji dan kemudian mengganti agregat halus 100 % menggunakan pasir pantai katapiang dan pasir sungai batang kinali, dengan menggunakan spesifikasi Bina Marga 2018. Penelitian ini dilakukan di UPTD Bahan Konstruksi Laboratorium Dinas Bina Marga, Cipta Karya, dan Tata Ruang Sumatera Barat.



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

Secara umum tahapan-tahapan yang dilakukan dalam pelaksanaan penelitian ini sesuai Gambar diatas, dan dapat diuraikan sebagai berikut:

- a. Pengujian Aspal  
Pada penelitian yang dilakukan, aspal yang digunakan yaitu aspal pen 60/70 yang biasa digunakan dalam proyek kontruksi perkerasan jalan di Indonesia.
- b. Pengujian Agregat  
Pada pengujian agregat kasar dan halus ada beberapa pengujian yaitu, Pengujian keausan agregat dengan mesin abrasi Los Angeles, Pengujian berat jenis dan penyerapan agregat, dan Pengujian kelekanan agregat terhadap aspal.
- c. Penyesuaian terhadap spesifikasi Bina Marga 2018
- d. Membuat sampel dengan proporsi agregat kasar + abu batu batang kuranji dan juga kedua agregat halus pengganti dengan proporsi 100 % dan menggunakan kadar aspal dengan proporsi 4,5%, 5%, 5,5%, 6%, 6,5% dengan masing-masing kadar 3 buah sampel sehingga total sampel adalah 45 sampel.
- e. Pengujian *Marshall* bertujuan untuk mendapatkan stabilitas dan kelelehan (*flow*). Analisis kepadatan dan pori dari campuran padat yang terbentuk dilakukan dengan cara menimbang benda uji. Setelah proses pembuatan benda uji, maka benda uji didiamkan  $\pm$  24 jam, kemudian ditimbang untuk memperoleh berat kering udara. Benda uji tersebut kemudian direndam untuk mencari berat dalam air dan berat SSD. Pengujian marshall dilakukan dengan alat marshall, setelah benda uji terlebih dahulu direndam dalam Pengujian *Marshall* untuk mendapatkan nilai parameter seperti, Stabilitas, *flow*, VIM, VMA, VFA, MQ, dan *Density*.
- f. Setelah mendapatkan nilai parameter *marhsall* maka Kadar Aspal Optimum dapat ditentukan.
- g. Kemudian melakukan analisa dan pembahasan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Pengujian karakteristik aspal

Aspal yang digunakan dalam penelitian ini adalah aspal AC 60/70 yang tersedia di UPTD Bahan Konstruksi Laboratorium Dinas Bina Marga, Cipta Karya, dan Tata Ruang Sumatera Barat. Pengujian tersebut menghasilkan data-data yang telah memenuhi persyaratan spesifikasi Bina Marga 2018.

**Tabel 1. Pengujian Karakteristik Aspal**

| NO | Jenis Pengujian   | Nilai Persyaratan | Hasil  | Keterangan |
|----|-------------------|-------------------|--------|------------|
| 1  | Berat Jenis       | $\geq 1,0$        | 1,0434 | Memenuhi   |
| 2  | Daktilitas (cm)   | $\geq 100$        | 150    | Memenuhi   |
| 3  | Titik Nyala (°C)  | $\geq 232$        | 311    | Memenuhi   |
| 4  | Berat Yang Hilang | $\geq 0,8$        | 0,0649 | Memenuhi   |
| 5  | Titik Lembek (°C) | $\geq 48$         | 50,3   | Memenuhi   |
| 6  | Titik Bakar (°C)  | $\geq 280$        | 319,5  | Memenuhi   |

|   |                                    |       |       |          |
|---|------------------------------------|-------|-------|----------|
| 7 | Penetrasi Tanpa Kehilangan Berat   | 60/70 | 65,9  | Memenuhi |
| 8 | Penetrasi Setelah Kehilangan Berat | 54    | 56,95 | Memenuhi |

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium 2025

## 2. Pengujian Karakteristik Agregat Kasar dan Agregat Halus

Selanjutnya, pengujian karakteristik agregat kasar dan agregat halus yang telah memenuhi persyaratan spesifikasi Bina Marga 2018, seperti yang ada pada tabel berikut.

**Tabel 2. Pengujian Karakteristik Agregat Kasar**

| NO | Jenis Pengujian   | Nilai Persyaratan | Hasil                         | Keterangan |
|----|---|-------------------|-------------------------------|------------|
| 1  | Berat Jenis <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Berat jenis curah (Sd)</li> <li>b. Berat jenis curah kering permukaan (Ss)</li> <li>c. Berat jenis semu (Sa)</li> </ul> | > 2,5             | a. 2,66<br>b. 2,70<br>c. 2,75 | Memenuhi   |
| 2  | Penyerapan agregat terhadap air (%)   | < 3               | 1,18                          | Memenuhi   |
| 3  | Kelekatan agregat terhadap aspal (%)  | > 95              | 99                            | Memenuhi   |
| 4  | Keausan dengan mesin los angeles (%)  | < 40              | 22,86                         | Memenuhi   |

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium 2025

**Tabel 3. Pengujian Karakteristik Agregat Halus Pasir Pantai Katapiang**

| NO | Jenis Pengujian   | Nilai Persyaratan | Hasil                         | Keterangan |
|----|---|-------------------|-------------------------------|------------|
| 1  | Berat Jenis <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Berat jenis curah (Sd)</li> <li>b. Berat jenis curah kering permukaan (Ss)</li> <li>c. Berat jenis semu (Sa)</li> </ul> | > 2,5             | a. 2,73<br>b. 2,77<br>c. 2,85 | Memenuhi   |
| 2  | Penyerapan agregat terhadap air (%)   | < 3               | 1,65                          | Memenuhi   |

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium 2025

**Tabel 4. Pengujian Karakteristik Agregat Halus Pasir Sungai Batang Kinali**

| NO | Jenis Pengujian  | Nilai Persyaratan | Hasil                         | Keterangan |
|----|--|-------------------|-------------------------------|------------|
| 1  | Berat Jenis<br>a. Berat jenis curah (Sd)<br>b. Berat jenis curah kering permukaan (Ss)<br>c. Berat jenis semu (Sa) | > 2,5             | a. 2,62<br>b. 2,66<br>c. 2,73 | Memenuhi   |
| 2  | Penyerapan agregat terhadap air (%)  | < 3               | 1,57                          | Memenuhi   |

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium 2025

**3. Hasil Pengujian Marshall**

Hasil pengujian di UPTD Bahan Konstruksi Laboratorium Dinas Bina Marga, Cipta Karya, dan Tata Ruang Sumatera Barat didapatkan nilai-nilai stabilitas (*stability*), kelelahan (*flow*), VMA (*Void in Mineral Aggregate*), VFA (*Void Filled With Asphalt*), VIM (*Void in Mix*), MQ (*Marshall Quotient*), dan kepadatan (*density*) dari campuran AC-BC dengan variasi campuran agregat halus 100%. Nilai-nilai dari hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel berikut:

**Tabel 6. Resume Hasil Pengujian Marshall Menggunakan Agregat Halus Pasir Pantai Katapiang**

| Kadar Aspal (%)    | Stabilitas (kg) | Flow (mm)  | MQ (kg/mm)     | VIM (%)      | VFA (%)       | VMA (%)       | Density (gr/cc) |
|--------------------|-----------------|------------|----------------|--------------|---------------|---------------|-----------------|
| 4,5                | 411             | 2,25       | 182            | 14,7         | 36,0          | 23,0          | 2,156           |
| 5,0                | 506             | 2,09       | 242            | 13,0         | 42,1          | 22,4          | 2,183           |
| 5,5                | 541             | 2,17       | 250            | 12,0         | 46,7          | 22,5          | 2,190           |
| 6                  | 546             | 2,09       | 261            | 11,1         | 51,3          | 22,7          | 2,197           |
| 6,5                | 462             | 1,89       | 245            | 11,4         | 52,3          | 24,0          | 2,172           |
| <b>Spesifikasi</b> | <b>&gt;800</b>  | <b>2-4</b> | <b>&gt;250</b> | <b>3,5-5</b> | <b>&gt;65</b> | <b>&gt;14</b> | <b>&gt;2</b>    |

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium 2025

**Tabel 7. Resume Hasil Pengujian Marshall Menggunakan Agregat Halus Pasir Sungai Batang Kinali**

| Kadar Aspal (%)    | Stabilitas (kg) | Flow (mm)  | MQ (kg/mm)     | VIM (%)      | VFA (%)       | VMA (%)       | Density (gr/cc) |
|--------------------|-----------------|------------|----------------|--------------|---------------|---------------|-----------------|
| 4,5                | 554             | 2,89       | 192            | 16,2         | 33,4          | 24,3          | 2,118           |
| 5,0                | 645             | 3,03       | 213            | 13,7         | 40,5          | 23,1          | 2,164           |
| 5,5                | 702             | 3,12       | 225            | 12,4         | 45,9          | 22,8          | 2,182           |
| 6                  | 690             | 3,35       | 206            | 11,6         | 49,9          | 23,2          | 2,184           |
| 6,5                | 620             | 3,43       | 181            | 11,5         | 52,1          | 24,1          | 2,170           |
| <b>Spesifikasi</b> | <b>&gt;800</b>  | <b>2-4</b> | <b>&gt;250</b> | <b>3,5-5</b> | <b>&gt;65</b> | <b>&gt;14</b> | <b>&gt;2</b>    |

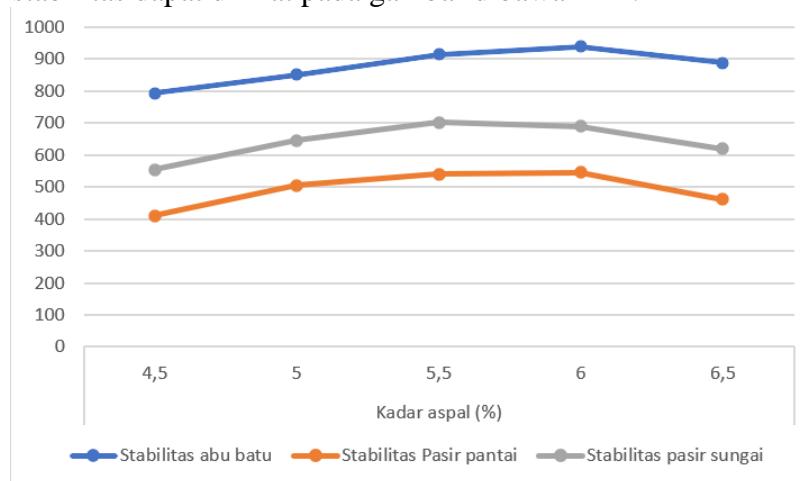
Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium 2025

#### 4. Grafik Parameter-parameter Pengujian Marshall Untuk Menentukan Nilai Kadar Aspal Optimum

Berdasarkan pada tabel resume hasil pengujian marshal, maka didapat grafik parameter-parameter pengujian *Marshall* Untuk menentukan nilai Kadar Aspal Optimum.

##### 1. Stabilitas

Stabilitas merupakan kemampuan lapis perkerasan menerima beban lalu lintas tanpa mengalami perubahan bentuk tetap seperti gelombang, alur (*rutting*), maupun mengalami bleeding, nilai stabilitas dipengaruhi oleh kohesi/penetrasi, kadar aspal, gesekan (*internal friction*), sifat saling mengunci (*interlocking*) dari partikel-partikel agregat, bentuk, tekstur permukaan serta gradasi agregat. Nilai stabilitas yang terlalu tinggi menyebabkan campuran menjadi terlalu kaku, hal ini berakibat perkerasan mudah menjadi retak bila menerima beban, tetapi apabila nilai stabilitas yang terlalu rendah, campuran aspal agregat akan mudah mengalami rutting oleh adanya beban lalu lintas. Nilai stabilitas dapat dilihat pada gambar dibawah ini :

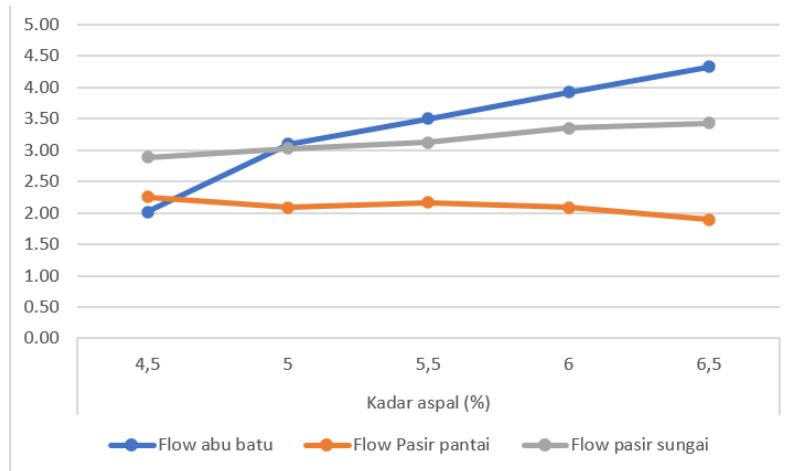


**Gambar 2. Grafik Nilai Stabilitas**

Hasil pemeriksaan memperlihatkan bahwa stabilitas tertinggi dicapai oleh campuran aspal yang menggunakan abu batu batang kurangi pada kadar aspal 6 %, Pada pasir sungai batang kinali stabilitas tertinggi berada pada kadar 5,5 %, sedangkan pada pasir pantai katapiang stabilitas tertinggi berada pada kadar 6 %. Stabilitas mencapai puncak pada kadar tertentu lalu mulai turun akibat kemungkinan kelebihan aspal yang mengurangi ikatan antar agregat.

##### 2. Flow

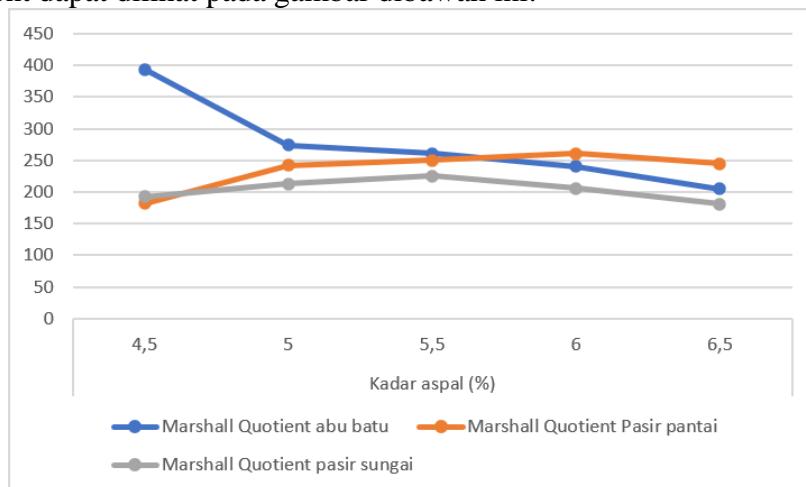
Kelelahan (*flow*) merupakan perubahan bentuk campuran akibat pembebanan hingga mencapai batas keruntuhan, dan dinyatakan dalam satuan milimeter (mm). Nilai kelelahan mencerminkan tingkat kelenturan lapisan perkerasan. Umumnya, tingkat kelelahan ini lebih dipengaruhi oleh sifat aspal, khususnya daktilitasnya. Aspal dengan daktilitas rendah dalam campuran cenderung menghasilkan lapisan perkerasan yang kurang fleksibel. Nilai flow dapat dilihat dari gambar dibawah ini:

Gambar 3. Grafik Nilai *Flow*

Hasil pemeriksaan memperlihatkan bahwa nilai *flow* pada campuran aspal yang menggunakan agregat halus abu batu batang kuranji meningkat secara konsisten seiring bertambahnya kadar aspal, pada pasir sungai batang kinali *flow* cenderung stabil dengan sedikit kenaikan pada setiap penambahan kadar aspal, sedangkan pada pasir pantai katapiang mengalami penurunan mulai pada kadar aspal 6 %.

### 3. *Marshall Quotient*

Nilai *Marshall Quotient* diperoleh dari perbandingan antara stabilitas dan kelelahan (*flow*). Parameter ini digunakan untuk memperkirakan tingkat fleksibilitas suatu lapisan perkerasan. Kombinasi antara stabilitas yang tinggi dan *flow* yang rendah menunjukkan bahwa perkerasan bersifat kaku dan cenderung getas. Sebaliknya, jika stabilitas rendah dan *flow* tinggi, campuran akan bersifat lebih plastis dan rentan terhadap deformasi saat menerima beban lalu lintas. Nilai *Marshall Quotient* dapat dilihat pada gambar dibawah ini:

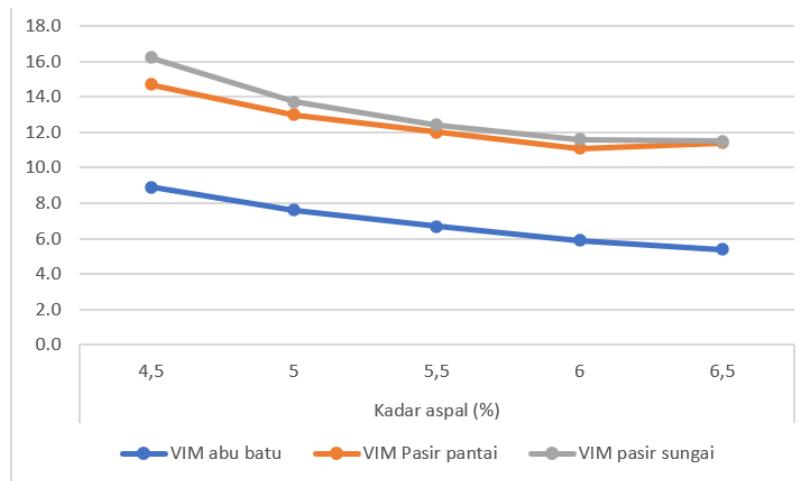
Gambar 4. Grafik Nilai *Marshall Quotient*

Hasil pemeriksaan memperlihatkan bahwa nilai MQ pada campuran aspal yang menggunakan abu batu batang kuranji berada pada titik tertinggi pada kadar aspal 4,5 %, namun nilainya menurun tajam seiring bertambahnya kadar aspal, pada pasir sungai batang kinali nilai MQ mengalami peningkatan sehingga mencapai puncak pada kadar aspal 5,5 % lalu menurun

kembali pada kadar aspal yang lebih tinggi, sedangkan pada pasir pantai katapiang memiliki nilai MQ paling rendah di awal namun relatif stabil dengan sedikit penurunan pada kadar aspal yang tinggi.

#### 4. VIM (*Void In Mix*)

Nilai VIM (*Void in Mix*) menggambarkan jumlah rongga udara dalam campuran aspal dan agregat, yang dinyatakan dalam persentase terhadap total volume campuran. Menurut spesifikasi Bina Marga 2018, nilai VIM yang disyaratkan untuk beton aspal berada pada kisaran 3 % hingga 5%. Jika nilai VIM kurang dari 3 %, risiko terjadinya bleeding meningkat karena pada suhu tinggi, aspal akan mencair dan mengalir melalui rongga agregat saat perkerasan menahan beban. Sebaliknya, nilai VIM yang melebihi 5% menunjukkan bahwa campuran memiliki rongga yang terlalu banyak, menyebabkan campuran menjadi tidak rapat dan tidak kedap terhadap udara maupun air. Kondisi ini mempermudah oksidasi aspal, yang pada akhirnya melemahkan daya ikat aspal terhadap agregat. Nilai VIM dapat dilihat pada gambar dibawah ini:

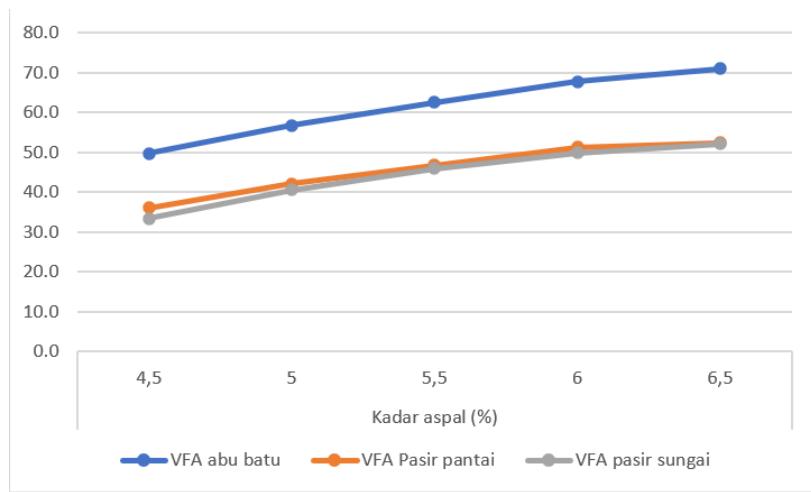


**Gambar 5. Grafik Nilai VIM**

Hasil pemeriksaan memperlihatkan bahwa nilai VIM pada campuran aspal yang menggunakan agregat halus abu batu batang kurangi, pasir sungai batang kinali, dan pasir pantai katapiang menurun seiring bertambahnya kadar aspal, dan tidak ada nilai VIM yang memenuhi spesifikasi Bina Marga 2018 yakni 3,5 – 5 %.

#### 5. VFA (*Void Filled Asphalt*)

Nilai VFA menggambarkan persentase rongga dalam campuran yang terisi oleh aspal. Besarnya nilai ini memengaruhi tingkat kedapnya campuran terhadap air dan udara, yang pada gilirannya akan berdampak pada daya tahan perkerasan. Beberapa faktor yang memengaruhi nilai VFA meliputi gradasi agregat, kadar aspal, jumlah tumbukan, dan suhu saat pemanasan. Berdasarkan standar Bina Marga 2018, nilai VFA yang dipersyaratkan adalah lebih dari 65 %. Nilai VFA dapat dilihat pada gambar dibawah ini:

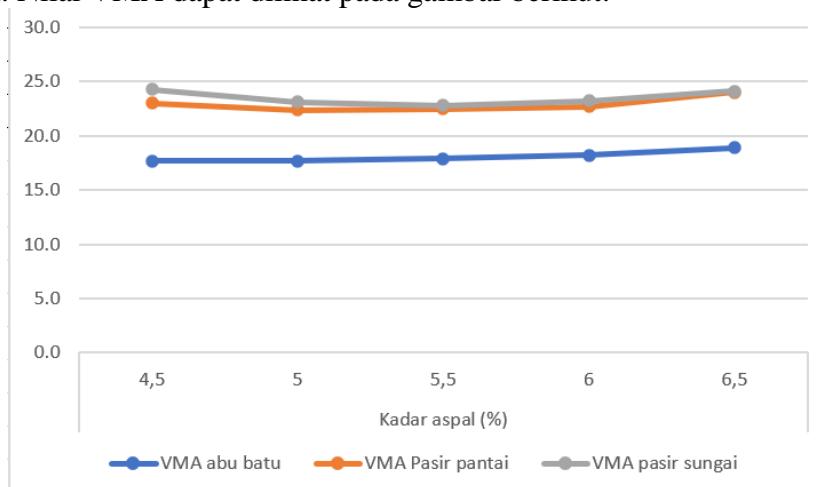


Gambar 6. Grafik Nilai VFA

Hasil pemeriksaan memperlihatkan bahwa nilai VFA pada campuran aspal yang menggunakan agregat halus abu batu batang kuranji telah memenuhi persyaratan mulai dari kadar aspal 6 %, sedangkan pada pasir sungai batang kinali dan pasir pantai katapiang nilai VFA meningkat seiring bertambahnya kadar aspal namun belum bisa mencapai batas spesifikasi Bina Marga 2018 yaitu ( $> 65\%$ ).

## 6. VMA (Void in Mineral Aggregate)

Nilai pori dalam agregat campuran (VMA) menggambarkan persentase pori-pori yang terdapat di antara butir-butir agregat dalam beton aspal padat. VMA juga menunjukkan ruang yang tersedia untuk mengisi volume aspal dan udara yang dibutuhkan dalam campuran agregat dan aspal. Besarnya nilai VMA dipengaruhi oleh gradasi agregat, tingkat pemasukan, dan kadar aspal. Nilai VMA berperan penting terhadap sifat kedap air dan udara serta keawetan dan elastisitas campuran. Semakin tinggi nilai VMA, semakin banyak rongga dalam campuran yang dapat diisi aspal, sehingga meningkatkan kekakuan terhadap air dan udara. Namun, nilai VMA yang terlalu tinggi berisiko menyebabkan bleeding saat perkerasan menerima beban pada suhu tinggi. Sebaliknya, nilai VMA yang terlalu rendah membuat lapisan kurang mampu mengikat aspal dengan baik, sehingga perkerasan rentan terhadap kerusakan seperti raveling, stripping, dan sebagainya. Nilai VMA dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 7. Grafik Nilai VMA

Hasil pemeriksaan memperlihatkan bahwa nilai VMA pada campuran aspal pada semua agregat halus menunjukkan berada pada batas spesifikasi Bina Marga 2018. Kadar aspal yang lebih tinggi cenderung menaikkan nilai VMA pada agregat halus pasir sungai batang kinali dan pasir pantai katapiang, sedangkan pada abu batu batang kuranji relatif stabil.

## 5. Rekapitulasi Nilai Kadar Aspal Optimum

**Tabel 9. Rekapitulasi Nilai Kadar Aspal Optimum Pada Masing-masing Agregat Halus Pengganti**

| No | Agregat Halus | KAO   | Parameter Uji Marshall |      |       |       |       |        |         |
|----|---------------|-------|------------------------|------|-------|-------|-------|--------|---------|
|    |               |       | Stabilitas             | Flow | VIM   | VMA   | VFA   | MQ     | Density |
| 1  | Abu Batu      | 5,5 % | 914                    | 3,50 | 4,3   | 14,4  | 70,1  | 261    | 2,322   |
| 2  | Pasir Pantai  | 5,7%  | 549,93                 | 2,10 | 11,54 | 22,53 | 48,70 | 261,16 | 2,20    |
| 3  | Pasir Sungai  | 5,7%  | 700,71                 | 3,22 | 11,91 | 22,84 | 47,75 | 218,16 | 2,19    |

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium 2025

## KESIMPULAN

Hasil pengujian Marshall menunjukkan bahwa penggunaan pasir pantai Katapiang sebagai agregat halus pada campuran AC-BC tidak memenuhi spesifikasi Bina Marga 2018, terutama pada parameter stabilitas, VIM, dan Marshall Quotient. Nilai stabilitas maksimum hanya 546 kg dan VIM melebihi 11%, sehingga material ini tidak layak digunakan tanpa modifikasi. Pasir sungai Batang Kinali memiliki performa lebih baik dengan stabilitas maksimum 702 kg, flow 2–4 mm, dan density >2 gr/cc, namun nilai stabilitas dan MQ masih di bawah syarat minimum, sehingga juga belum dapat digunakan sebagai agregat tunggal.

Kadar aspal optimum pada masing-masing agregat halus pengganti adalah 5,7%, tetapi pada kadar tersebut beberapa parameter masih tidak memenuhi persyaratan teknis. Sebagai pembanding, campuran dengan agregat halus abu batu Batang Kurangi memenuhi seluruh kriteria Marshall yang dipersyaratkan, dengan stabilitas 914 kg dan karakteristik lainnya berada dalam batas standar. Hal ini menegaskan bahwa pasir pantai Katapiang dan pasir sungai Batang Kinali memerlukan modifikasi campuran atau penambahan bahan lain agar dapat digunakan dalam campuran AC-BC sesuai spesifikasi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Sukirman, S. (2003). Beton Aspal Campuran Panas. Nova.
- Bina Marga. (2018). Spesifikasi Umum Bina Marga Divisi 6. Kementerian PUPR. Setiawan, A. (2013). Evaluasi Nilai Marshall pada Campuran Aspal. Jurnal Teknik Sipil.
- Fauziah, I., & Wijayati, A. (2016). Pengaruh Gradasi terhadap Karakteristik Marshall. Jurnal Konstruksi.
- Hendarsin, S. L. (2000). Aspal dan Perkerasan Lentur. Jakarta: UI Press.