

ANALISIS KARAKTERISTIK PENGGUNAAN ASPAL POLIMER PG 76 TERHADAP DURABILITAS MARSHALL LAPISAN *ASPHALT CONCRETE - WEARING COURSE*

Demas Mulya Ramadhan^{1*}, Andi Marini Indriani², Gunaedy Utomo³

^{1*,2,3}Program Studi Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Balikpapan, Jl. Konferensi No. 17, Balikpapan

e-mail: 197011442@uniba-bpn.ac.id

ABSTRAK

Aspal merupakan salah satu bagian penting dalam konstruksi jalan yang memiliki fungsi sebagai pengikat, namun masih tidak dapat mengatasi kekurangan yang di akibatkan oleh suhu dan juga intensitas lalu lintas yang sangat tinggi dan terkadang di luar kendali. Salah satu solusi yang dapat mengatasi kekurangan yang dimiliki aspal yaitu mencampurkannya dengan bahan polimer. Penelitian ini menggunakan campuran aspal yang terdiri dari aspal buton PEN 60/70, agregat petangis yang berasal dari Grogot, filler abu batu, dan aspal polimer PG 76 yang akan diaplikasikan untuk lapisan *Asphalt Concrete Wearing Course* (AC - WC) yang merupakan lapisan teratas aspal. Tujuan dari penelitian yang akan dilakukan kali ini, yaitu untuk mengetahui karakteristik aspal serta perbandingan karakteristik antara aspal yang dicampurkan dengan bahan polimer dan aspal yang tidak dicampurkan dengan bahan polimer serta dampak dari penambahan polimer ke dalam aspal dengan menggunakan metode uji *marshall*. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, didapatkan hasil nilai Kadar Aspal Optimum (KAO) yang terdapat pada aspal polimer dengan kadar aspal 6,75%, diikuti dengan aspal PEN 60/70 sebesar 6,65% dan campuran sebesar 5,75% dari masing – masing 3 sampel dengan tipe aspal yang berbeda dan ditumbuk sebanyak 2 x 75 kali pada permukaan atas dan bawah sampel aspal. Dari penelitian dapat di simpulkan bahwa rata – rata nilai stabilitas, *flow*, VIM, VMA dan VFA tertinggi terdapat pada aspal polimer PG 76 dan nilai terendah terdapat pada aspal campuran.

Kata kunci: Uji *Marshall*, Agregat Petangis, Aspal Modifikasi Polimer, Kadar Aspal Optimum (KAO), *Asphalt Concrete Wearing Course* (AC – WC)

PENDAHULUAN

Perkembangan dan pertumbuhan jumlah penduduk di Indonesia saat ini berkembang dengan sangat pesat. Oleh sebab itu peningkatan jalan secara kualitas dan kuantitas sangat diperlukan untuk memenuhi kebutuhan masyarakat. Umumnya, struktur perkerasan jalan yang digunakan di Indonesia terdapat 2 (dua) jenis, yaitu perkerasan kaku (*rigid*) dengan bahan utamanya yaitu semen dan perkerasan lentur dengan bahan utamanya yaitu aspal. Kebutuhan perkerasan jalan di Indonesia mengarah ke jenis perkerasan yang sifatnya mudah, murah dan menguntungkan, yaitu perkerasan lentur dengan bahan aspal yang berfungsi sebagai bahan pengikat agregat 4 – 10% berdasarkan berat dan 10 – 15% berdasarkan volume campuran agregat dan aspal, sehingga daya tahan dari perkerasan lentur sangat ditentukan oleh kualitas aspal yang digunakan.

Aspal polimer merupakan aspal yang dimodifikasi dengan menambahkan bahan polimer. Aspal polimer umumnya terdiri dari aspal plastomer dan aspal elastomer. Contoh plastomer (plastik) adalah polypropylene dan polyethylene, dan untuk elastomer karet alam bitumen dan styrene butadiene styrene (SBS) (SNI 6749: 2008). Performance Grade (PG) merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mengklasifikasikan aspal berdasarkan kinerjanya. Setiap PG memiliki dua nilai. Nilai pertama menunjukkan suhu maksimum lapisan aspal tanpa deformasi. Nilai kedua mewakili suhu minimum lapisan aspal bebas retak tempat aspal diletakkan. (Prastama Errian Apteda 2023). Aspal modifikasi polimer dipercaya memiliki kinerja yang sangat baik, jika pemilihan jenis aspal yang akan digunakan, beban lalu lintas, kondisi lokasi dan lingkungan sesuai.

Tujuan Penelitian

Berdasarkan masalah yang telah dirumuskan, tujuan penelitian kali ini adalah untuk mengetahui pengaruh substitusi aspal polimer PG 76 sebesar 30% terhadap durabilitas marshall pada lapisan perkerasan Asphalt Concrete - Wearing Course (AC - WC), dan untuk mengetahui nilai durabilitas marshall penggunaan aspal polimer PG 76 sebesar 30% dibandingkan dengan nilai durabilitas marshall aspal buton murni.

Manfaat Penelitian

Harapannya aspal modifikasi ini dapat menjadi alternatif dalam pengaspalan jalan dan mendapatkan nilai durabilitas yang lebih baik, sehingga aspal modifikasi ini dapat dipertimbangkan dalam penerapannya di lapangan. Hasil dari penelitian ini dapat di jadikan referensi untuk melakukan pengembangan penelitian lebih lanjut.

METODE PENELITIAN

Proses Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Balikpapan. Penelitian yang dilaksanakan meliputi tahapan - tahapan yang dimulai dari penyelidikan serta pencarian material yang akan digunakan. Proses pengujian dilaksanakan mulai dari pengujian agregat sampai dengan uji marshall pada campuran aspal buton PEN 60/70 dan polimer PG 76 dengan perbandingan campuran 70% : 30%.

Material

Material yang digunakan pada pengujian campuran laston AC-WC, yaitu :

1. Aspal : Penetrasi 60/70
2. Aspal modifikasi (PMA): PG 76
3. Agregat Halus : Palu
4. Agregat Kasar : Petangis
5. Filler : Abu batu



Gambar 1. Agregat Petangis

Sebelum penggunaan material dilakukan, terlebih dahulu kita melakukan pengamatan terhadap karakteristik dan sifat-sifat dari material yang akan digunakan agar mendapatkan kesimpulan apakah material tersebut dapat digunakan dalam campuran aspal. Untuk standarisasi pengujian pada campuran aspal, dapat mengikuti petunjuk sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI).

Peralatan Yang Digunakan

Adapun peralatan – peralatan yang digunakan pada saat melakukan uji marshall yaitu :

1. Alat Pengeluaran Benda Uji.
2. Alat Uji Marshall.
3. Aspal Modifikasi Polimer PG 76.
4. Aspal PEN 60/70.
5. Cetakan Benda Uji.
6. Alat Penumbukan dan Landasan Pemasat.
7. Termometer.
8. Timbangan dengan Ketelitian 0,01 gram dan berkapasitas 20 kg..
9. Satu Set Alat Saringan (Sieve Analysis).
10. Penganas Air (Water Bath).
11. Alat Bantu Tambahan, dan lain sebagainya.

Prosedur Pelaksanaan

Perencanaan Sampel

Jumlah sampel yang akan diambil tergantung pada besar jumlah populasi atau kumpulan material yang akan diuji. Hal tersebut biasanya berdasarkan kriteria jumlah penyimpangan yang diperbolehkan untuk diterima (dirumuskan secara statistik didasari oleh kriteria variabilitas). AASHTO menetapkan minimal 3 benda uji untuk setiap kandungan aspal yang digunakan.

Benda uji yang akan diambil harus dengan jelas menyebutkan nomor contoh, sumber lokasi bahan, waktu pengambilan, dan prosedur standar teknik pengambilan. Hal tersebut harus berdasarkan pada perkiraan jumlah dari sampel yang diperlukan untuk pengujian laboratorium. Variasi homogenitas material dalam populasi juga akan menentukan jumlah sampel yang diperlukan. Semakin tinggi variasi sampel, semakin banyak sampel yang dibutuhkan, meskipun kriteria rata-rata dan standar deviasi yang diharapkan harus diperhatikan.

Dalam penelitian ini memperkirakan kandungan aspal rencana (Pb), dengan ketentuan pembuatan benda uji sebanyak 6 variasi kadar aspal yang berbeda untuk masing-masing 0,5% dengan perincian 3 variasi kadar aspal di atas Pb (6,5%; 7,0%, 7,5%) dan 2 varian kandungan aspal di bawah Pb (5,0%, 5,5%) dengan masing-masing kandungan aspal dibuat 3 benda uji. Kemudian setiap benda uji dipadatkan 2 x 75 kali tumbukan (pemadatan standar), lalu diuji menggunakan metode *Marshall* dan dievaluasi nilai *Marshall Stability* dan *Marshall Flow*, VMA, VIM, VFA dan *Marshall Quotient* (MQ) untuk mendapatkan nilai kadar aspal optimum (KAO). Setelah mengambil nilai (KAO) dilanjutkan dengan membuat 6 sampel. Kemudian setiap benda uji dipadatkan sebanyak 2 x 75 kali tumbukan, lalu diuji dengan metode *Marshall* dan di evaluasi nilai *Marshall Stability* dan *Marshall Flow*, VMA, VIM, VFA dan *Marshall Quotient* (MQ). Jumlah keseluruhan benda uji yang digunakan adalah 24 benda uji.

Proses perencanaan sampel campuran desain Laston AC-WC terhadap parameter karakteristik *Marshall* mengacu pada desain benda uji secara sistematis, seperti yang terlihat pada Tabel 1, 2, 3, 4, 5 dan diagram alir seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Tabel 1. Rancangan Pengujian Agregat Kasar

| No | Jenis Pengujian Agregat Kasar | Jumlah Sampel | SNI |
|----|-------------------------------|---------------|-----------------------|
| 1 | Berat Jenis | 3 | SNI 1969-2016 |
| 2 | Penyerapan | 3 | SNI 1969-2016 |
| 3 | Kadar Air | 3 | SNI 03-1971-1990 |
| 4 | Analisa Saringan | 3 | SNI ASTM C 136-06 IDT |
| 5 | <i>Los Angeles</i> | 3 | SNI 2417-2008 |

Tabel 2. Rancangan Pengujian Agregat Halus

| No | Jenis Pengujian Agregat Halus | Jumlah Sampel | Standar Uji |
|----|-------------------------------|---------------|-----------------------|
| 1 | Berat Jenis | 3 | SNI 1969-2016 |
| 2 | Penyerapan | 3 | SNI 1969-2016 |
| 3 | Kadar Air | 3 | SNI 03-1971-1990 |
| 4 | Analisa Saringan | 3 | SNI ASTM C 136-06 IDT |

Tabel 3. Rancangan Pengujian *Filler*

| No | Jenis Pengujian <i>Filler</i> | Jumlah Sampel | Standar Uji |
|----|-------------------------------|---------------|-----------------------|
| 1 | Berat Jenis | 3 | SNI 1969-2016 |
| 2 | Penyerapan | 3 | SNI 1969-2016 |
| 3 | Kadar Air | 3 | SNI 03-1971-1990 |
| 4 | Analisa Saringan | 3 | SNI ASTM C 136-06 IDT |

Tabel 4. Rancangan Pengujian *Marshall Test* aspal Pb

| No | Jenis Pengujian | Jumlah Sampel | Standar Uji |
|----|--|---------------|------------------|
| 1 | <i>Marshall Test</i> Aspal Buton | 18 | SNI 06-2489-1991 |
| 2 | <i>Marshall Test</i> PG 76 | 18 | SNI 06-2489-1991 |
| 3 | <i>Marshall Test</i> Aspal Buton dan PG 76 | 18 | SNI 06-2489-1991 |

Tabel 5. Rancangan Pengujian *Marshall Test* KAO

| No | Jenis Pengujian | Jumlah Sampel | Standar Uji |
|----|--|---------------|------------------|
| 1 | <i>Marshall Test</i> Aspal Buton | 3 | SNI 06-2489-1991 |
| 2 | <i>Marshall Test</i> PG 76 | 3 | SNI 06-2489-1991 |
| 3 | <i>Marshall Test</i> Aspal Buton dan PG 76 | 3 | SNI 06-2489-1991 |

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pemeriksaan Bahan

Hasil pemeriksaan bahan yang dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Balikpapan ini bertujuan untuk mengetahui kualitas bahan dan karakteristik agregat halus dan agregat kasar dari batu pecah (*crushed rock*) yang berasal dari Petangis, dan bahan pengisi (*Filler*) dari abu batu (*ash stone*) yang berasal dari Palu. Umumnya metode pengujian yang dilakukan yaitu menggunakan standar rujukan ASTM, AASHTO dan Bina Marga (SNI).

Berikut merupakan hasil pengujian agregat dan kelengkapan data yang dapat dilihat dalam lampiran – lampiran di bawah ini.

Pemeriksaan Agregat Kasar

Tujuan dilakukan pemeriksaan bahan ini adalah untuk menentukan kadar air, berat jenis (*bulk*), keausan agregat (los angeles), pass 200, analisa saringan, dan penyerapan (*absorbtion*) dengan menggunakan rujukan SNI Bina Marga Tahun 2018 Revisi 2 Divisi 6. Berikut hasil pengujian beserta perhitungannya yang dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar

| Pengujian | Hasil Rata – Rata | Spesifikasi | Satuan | Keterangan |
|------------------|-------------------|-------------|-------------------|------------|
| Kadar Air | 2,590 | - | % | - |
| Berat Jenis | 2,543 | Min 2,5 | g/cm ³ | Memenuhi |
| Penyerapan | 0,900 | Maks 3 | % | Memenuhi |
| Lolos Ayakan 200 | 0,45 | Maks 1 | % | Memenuhi |
| Abrasi | 26,60 | Maks 40 | % | Memenuhi |

Pemeriksaan Agregat Halus

Tujuan dilakukan pemeriksaan bahan ini adalah untuk menentukan kadar air, berat jenis (*bulk*), pass 200, analisa saringan, dan penyerapan (*absorbtion*) dengan menggunakan rujukan SNI Bina Marga Tahun 2018 Revisi 2 Divisi 6.

Berikut hasil pengujian beserta perhitungannya yang dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Pemeriksaan Agregat Halus

| Pengujian | Hasil Rata-Rata | Spesifikasi | Satuan | Keterangan |
|------------------|-----------------|-------------|-------------------|------------|
| Kadar Air | 4,370 | - | % | - |
| Berat Jenis | 2,525 | Min 2,5 | g/cm ³ | Memenuhi |
| Penyerapan | 1,174 | Maks 3 | % | Memenuhi |
| Lolos Ayakan 200 | 5,58 | Maks 10 | % | Memenuhi |

Pemeriksaan Bahan Pengisi (*Filler*)

Tujuan dilakukan pemeriksaan bahan ini adalah untuk menentukan berat jenis (*bulk*), pass 200, dan penyerapan (*absorbtion*) dengan menggunakan rujukan SNI Bina Marga. Berikut hasil pengujian beserta perhitungannya yang dapat dilihat pada Tabel 8.



Tabel 8. Hasil Pemeriksaan Agregat Halus

| Pengujian | Hasil Rata-Rata | Spesifikasi | Satuan | Keterangan |
|------------------|-----------------|-------------|-------------------|-----------------|
| Kadar Air | 4,370 | - | % | - |
| Berat Jenis | 2,525 | Min 2,5 | g/cm ³ | Memenuhi |
| Penyerapan | 1,174 | Maks 3 | % | Memenuhi |
| Lolos Ayakan 200 | 5,58 | Maks 10 | % | Memenuhi |

Gradasi Agregat Gabungan (Gradasi Ideal)

Gradasi ideal merupakan distribusi dari variasi ukuran butiran berdasarkan nilai titik tengah dari spesifikasi yang digunakan dalam bentuk persen (%).

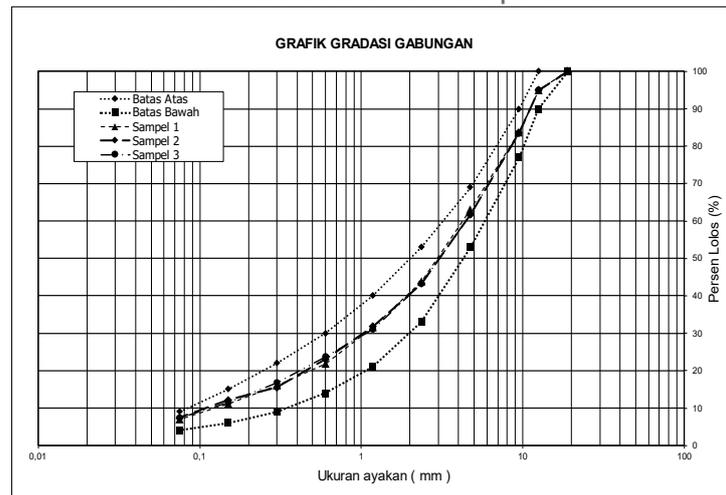
Tabel 9. Gradasi Gabungan Ideal

| Sieve No. | Sieve mm | Spesifikasi AC - WC | | Ideal % | Komposisi % |
|---------------|----------|---------------------|------|---------|-------------|
| ¾ | 19 | 100 | 100 | 100 | 0 |
| ½ | 12,5 | 90 | 100 | 95 | 5 |
| 3/8 | 9,5 | 77 | 90 | 83,5 | 11,5 |
| 4 | 4,75 | 53 | 69 | 61 | 22,5 |
| 8 | 2,36 | 33 | 53 | 43 | 18 |
| 16 | 1,18 | 21 | 40 | 30,5 | 12,5 |
| 30 | 0,600 | 14 | 30 | 22 | 8,5 |
| 50 | 0,300 | 9 | 22 | 15,5 | 6,5 |
| 100 | 0,15 | 6 | 15 | 10,5 | 5 |
| 200 | 0,075 | 4 | 9 | 6,5 | 4 |
| | | | | Total | 93,5 |
| Filler | 100 | - | 93,5 | = | 6,5 |
| Total | | | | | 100,0 |

Ukuran saringan yang digunakan pada Tabel IV.4 yaitu saringan No. 3/4” (19 mm), No.1/2” (12,5 mm), No.4 (4,75 mm), No.8 (2,36 mm), No.16 (1,18 mm), No.30 (0,600 mm), No.50 (0,300 mm), No.100 (0,150 mm), dan No.200 (0,075 mm).

Gradasi Ideal (Gradasi Tengah) yang diperoleh secara berturut-turut diperoleh mulai dari 100%, 95%, 83,5%, 61%, 43%, 30,5%, 22%, 15,5%, 10,5%, dan 6,5% dari persentase berat yang lolos, dengan memperhatikan titik kontrol dan syarat – syarat tertentu yang ditunjukkan pada Tabel 9.

Berdasarkan hal tersebut, diperoleh proporsi campuran Laston AC-WC serta Gradasi Ideal dengan persentase agregat kasar 57%, agregat halus 36,5%, dan *filler* 6,5%. Pada nantinya diharapkan akan menghasilkan rongga sesuai dengan yang diisyaratkan. Pengujian ini diperlihatkan secara rinci dalam tabel yang dimasukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik Gradasi Gabungan

Perhitungan Kadar Aspal Rencana (Pb)

Hasil penentuan nilai kadar aspal rencana (Pb) berdasarkan gradasi agregat gabungan dapat diperoleh menggunakan perhitungan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Kadar Aspal Rencana (Pb)} &= 0,035 (\% \text{ CA}) + 0,045 (\% \text{ FA}) + 0,18 (\% \text{ Filler}) + K \\
 &= 0,035 (57,0) + 0,045 (36,5) + 0,18 (6,5) + 0,8 \\
 &= 5,61 \% \text{ dibulatkan menjadi } 6,0 \%
 \end{aligned}$$

Spesifikasi nilai konstanta Laston 0,5 - 1,0 dapat dilihat dalam RSNI M-01-2003. Setelah kadar aspal rencana diketahui, 3 sampel diatas serta 2 di bawah kadar aspal rencana akan dibuat dengan interval 0,5 % untuk mendapatkan hasil kadar aspal campuran: 5,0 % ; 5,5 % ; 6,0 % ; 6,5 % ; 7,0 % ;7,5 %.

Hasil Pengujian Marshall Pada Kadar Aspal Optimum

Tujuan dilakukan pengujian ini adalah untuk mengetahui besarnya nilai stabilitas yang hilang setelah melakukan perendaman yang akan berdampak pada kemampuan campuran aspal untuk menahan kerusakan akibat pengaruh perubahan beban.

Setelah memperoleh Kadar Aspal Optimum (KAO), penumbukan dilakukan pada benda uji yang dibuat sejumlah 9 sampel yang dibagi menjadi 3 KAO dengan tipe aspal yang berbeda sebanyak 2x75, dan setelahnya lakukan perendaman pada suhu 60°C selama 30 menit kemudian lakukan pengujian *marshall*.

Hasil pengujian marshall akan menghasilkan nilai parameter sesuai dengan Kadar Aspal Optimum (KAO) berdasarkan tipe aspal yang berbeda yaitu sebagai berikut.

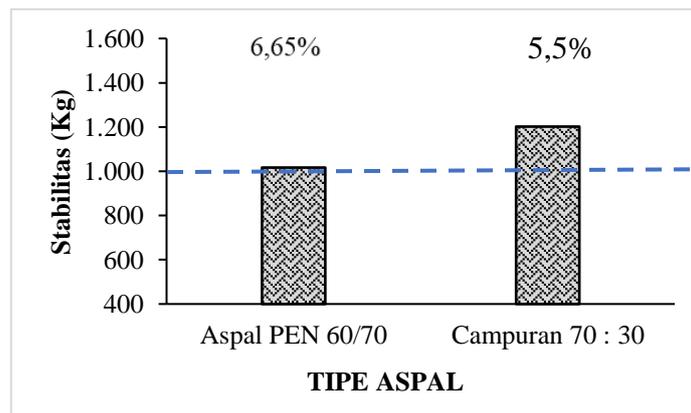
Nilai Stabilitas

Dengan pengujian ini dapat diketahui hasil pengaruh aspal dengan tipe yang berbeda terhadap nilai stabilitas *marshall* yang dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 10. Nilai Stabilitas KAO Marshall

| Sampel | Asbuton | | Asbuton 70% PG 76 30% | | Spesifikasi (Kg) | Keterangan |
|--------|-----------------|--------------|--------------------------|--------------|---------------------|------------|
| | Stabilitas (Kg) | Average (Kg) | Stabilitas (Kg) | Average (Kg) | | |
| 1 | 1.030 | | 1.116 | | Min 1000 | Memenuhi |
| 2 | 1.030 | 1.016 | 1.214 | 1.203 | | |
| 3 | 989 | | 1.279 | | | |

Berikut hasil pengujian yang dapat dilihat pada grafik di bawah ini.



Gambar 3. Perbandingan Nilai Stabilitas Berdasarkan Tipe Aspal

Nilai stabilitas menjelaskan tentang kekuatan penerimaan beban lalu lintas dari suatu perkerasan jalan tanpa mengalami perubahan bentuk tetap seperti alur, bleeding dan gelombang. Terlihat dari grafik diatas menyatakan nilai rata – rata stabilitas KAO pada campuran lebih tinggi yaitu 1.203 kg daripada aspal Pen 60/70 yaitu sebesar 1.016 kg. Hal ini disebabkan karena Aspal PG76 memiliki kekentalan yang lebih tinggi dari pada aspal Pen 60/70 sehingga ikatan antar aspal pada agregat makin kuat. (Lusyana dkk., 2022)

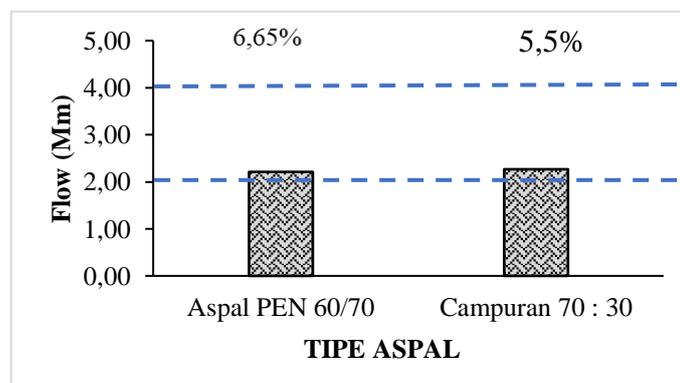
Nilai Flow

Dengan pengujian ini dapat diketahui hasil pengaruh aspal dengan tipe yang berbeda terhadap nilai *flow* KAO *marshall* yang dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 11. Nilai Flow KAO Marshall

| Sampel | Asbuton | | Asbuton 70% PG 76 30% | | Spesifikasi (Mm) | Keterangan |
|--------|-----------|--------------|-----------------------|--------------|------------------|------------|
| | Flow (Mm) | Average (Mm) | Flow (Mm) | Average (Mm) | | |
| 1 | 2,10 | | 2,45 | | Min 2 | Memenuhi |
| 2 | 2,14 | 2,21 | 2,25 | 2,27 | Maks 4 | |
| 3 | 2,40 | | 2,10 | | | |

Berikut hasil pengujian yang dapat dilihat pada grafik di bawah ini.



Gambar 4. Perbandingan Nilai Flow Berdasarkan Tipe Aspal

Kelelahan (*flow*) menjelaskan tentang tingkat kelenturan perkerasan jalan. Terlihat dari grafik diatas menyatakan nilai rata – rata *flow* KAO pada aspal campuran sedikit lebih tinggi yaitu 2,27 mm daripada