

BAB IV
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil pengujian agregat

Pembagian agregat kasar, agregat halus dan bahan pengisi (*filler*) didasarkan kepada spesifikasi dan gradasi yang tersedia. Jumlah agregat di dalam campuran aspal biasanya 90-95 % atau 75-85 % dari volume. Berdasarkan ukuran butirannya agregat dapat dibedakan atas agregat kasar, agregat halus, dan bahan pengisi (*filler*). Selanjutnya dilakukan beberapa jenis pengujian untuk mengetahui kelayakan dari agregat tersebut. Hasil dari pengujian agregat pada Tabel 4.1

Tabel 4.1 Hasil pengujian agregat halus dan agregat kasar.

| No | Jenis pemeriksaan | Spesifikasi | Satuan | Hasil |
|---------------|----------------------------------|-------------|--------|--------|
| Agregat kasar | | | | |
| 1 | Abrasi | ≤ 40 | % | 30,964 |
| 2 | Berat jenis curah <i>Bulk</i> | - | - | 2,64 |
| 3 | Berat jenis semu <i>Apparent</i> | $\geq 2,5$ | - | 2,70 |
| 4 | Berat jenis efektif | - | - | 2,79 |
| 5 | Penyerapan | ≤ 3 | % | 2,06 |
| Agregat halus | | | | |
| 1 | Berat jenis curah <i>Bulk</i> | - | - | 2,44 |
| 2 | Berat jenis semu <i>Apparent</i> | $\geq 2,5$ | - | 2,56 |
| 3 | Berat jenis efektif | - | - | 2,78 |
| 4 | Penyerapan | ≤ 5 | % | 5 |

Dari Tabel 4.1 di atas dapat dilihat bahwa agregat yang digunakan pada penelitian ini, memenuhi persyaratan yang ditetapkan oleh SNI 1969 : 2008, SNI 2417 : 2008 dan SNI 1970 : 2008, sehingga agregat tersebut dapat digunakan sebagai bahan dasar campuran aspal dari penelitian ini.

4.2 Hasil pengujian aspal penetrasi 60/70

Aspal merupakan hasil produksi dari bahan-bahan alam sehingga sifat-sifat aspal harus selalu diperiksa di laboratorium. Bahan aspal yang memenuhi syarat dapat dipergunakan sebagai bahan pengikat dalam campuran perkerasan. Hasil pengujian aspal diberikan dalam Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil pengujian aspal penetrasi 60/70

| No | Jenis Pengujian | Satuan | Hasil rerata | Spesifikasi Pengujian | |
|----|------------------------------|-----------|--------------|-----------------------|------|
| | | | | min | Maks |
| 1 | Penetrasi (25°, 5dt, 100 gr) | 0,1 mm | 66 | 60 | 70 |
| 2 | Titik lembek | °C | 56 | ≥48 | - |
| 3 | Kehilangan berat minyak | % | 0,016 | - | ≤0,8 |
| 4 | Berat jenis | gr/cm^3 | 1 | ≥1 | - |

Berdasarkan hasil pada Tabel 4.2, menunjukkan bahwa pengujian penetrasi rata-rata adalah 66 mm. Hasil ini masih berada dalam batas untuk aspal penetrasi 60/70 yaitu antara 60-70 mm menurut SNI 06 - 2456 - 1991. Dari hasil pengujian terhadap sifat titik lembek diperoleh nilai rata-rata titik lembek sebesar 56°C. Pemeriksaan titik lembek tersebut masih dalam persyaratan menurut SNI 2434 : 1991. Dari hasil pengujian kehilangan berat minyak diperoleh nilai 0,016 % sudah masuk spesifikasi yang sudah ditetapkan menurut SNI 06 - 2440 - 1996. Pemeriksaan lainnya adalah berat jenis, dari hasil pemeriksaan berat jenis aspal diperoleh nilai sebesar 1 gr/cm^3 sehingga aspal dalam penelitian ini memenuhi syarat SNI 06 - 2440 - 1991 yaitu minimal 1 gr/cm^3 .

4.3 Hasil pengujian campuran aspal dengan latex

Aspal yang telah dilakukan beberapa pengujian sebelumnya akan ada tahap selanjutnya yaitu pencampuran aspal dan lateks. Kadar lateks yang digunakan pengujian ini yaitu dengan pembagian 0%, 2%, 4% dan 6%. Agar mengetahui pengaruh peengujian campuran dari lateks terhadap aspal, maka dilakukan pengujian yang sama seperti pengujian aspal penetrasi 60/70.

Aspal modifikasi antara aspal dan lateks perlu dilakukan pemeriksaan di laboratorium sehingga dapat mengetahui hasil pengujian aspal dan lateks sesuai dengan persyaratan yang telah ditentukan. Hasil pengujian aspal dan lateks kadar 2% , 4% dan 6% ditunjukkan dalam Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Hasil pengujian aspal dan lateks

| No | Jenis Pengujian | Satuan | Hasil | | | Spesifikasi Pengujian | |
|----|----------------------------|--------------------------|-------|------|------|-----------------------|------------|
| | | | 2% | 4% | 6% | <i>min</i> | <i>max</i> |
| 1 | Penetrasi(25°, 5 dt,100gr) | 0,1 mm | 59,4 | 56,8 | 55 | 50 | 70 |
| 2 | Titik Lembek | °C | 51,5 | 51 | 51 | ≥48 | - |
| 3 | Kehilangan Berat Minyak | % | 0,092 | 0,2 | 0,29 | - | ≤0,8 |
| 4 | Berat Jenis | <i>gr/cm³</i> | 1,04 | 1,2 | 1,03 | ≥1 | - |

Dari hasil Tabel 4.3 hasil pengujian aspal dengan tambahan kadar lateks sebesar 2%, 4%, 6% semua pengujian sudah memenuhi syarat dan juga metode yang digunakan sudah sesuai dengan Standar Nasional Indonesia.

4.4 Hasil pengujian campuran aspal dengan lateks dengan metode *Marshall*

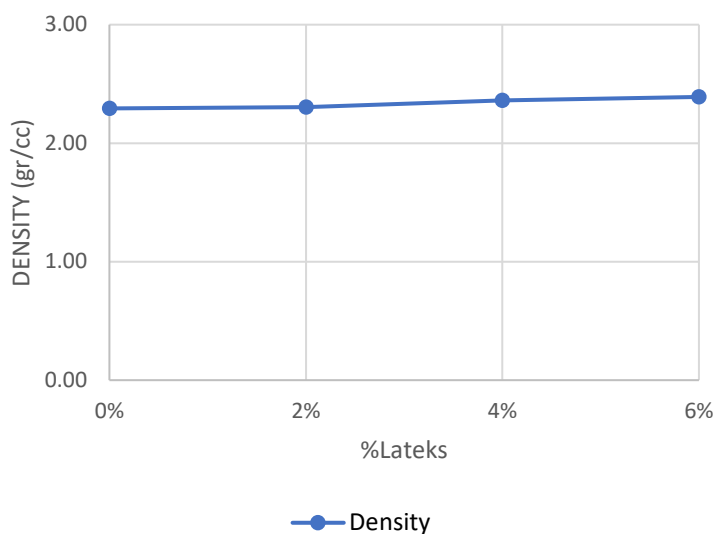
Dari data hasil pengujian *marshall*, maka dapat diperoleh enam paramter yang harus di penuhi yaitu nilai kerapatan (*density*), VIM (*void in the mix*), VMA (*void in the mineral agregat*), VFA (*void filled with asphalt*), stabilitas, kelelahan (*flow*) dan *Marshall Qoutient* (MQ). Pada pengujian metode *Marshall* berdasarkan spesifikasi Umum Bin Marga 2010 Revisi 2.

Dengan masing-masing kadar lateks yang digunakan adalah 3 benda uji bertujuan menghindari data-data kurang valid sehingga data hasil dari pengujian *Marshall* merupakan rata-rata dari 3 benda uji pada masing-masing kadar. Adapun hasil pengujian *Marshall* beserta grafik adalah sebagai berikut:

1. Hubungan antara kadar lateks dan nilai kerapatan (*density*)

Density atau yang biasa disebut dengan kepadatan adalah berat dari campuran per satuan volume. Kepadatan suatu campuran aspal beton bisa juga dipengaruhi oleh banyaknya kadar aspal yang dipakai, kualitas dari

suatu agregat, sedikit atau banyak tumbukan yang dilakukan pada saat pemadatan, dan juga variasi bahan penyusun campuran aspal beton.

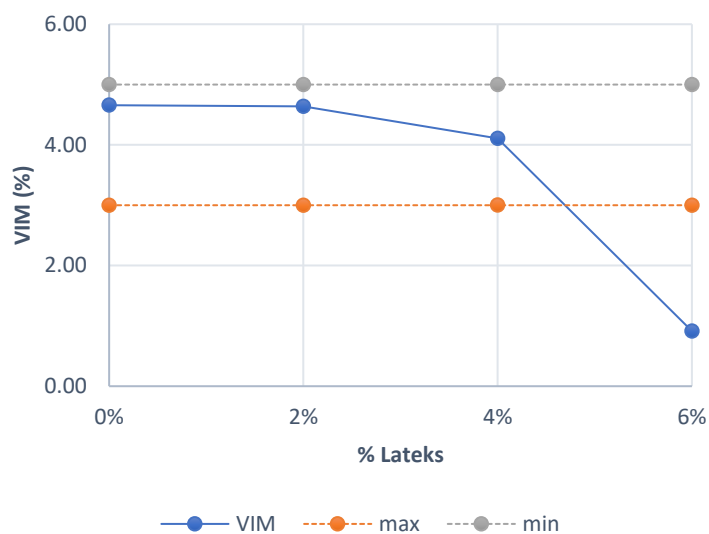


Gambar 4.1 Hubungan antara kadar lateks dan nilai *density*.

Dapat dilihat pada Gambar 4.1 bahwa hasil kepadatan (*density*) terlihat bahwa seiring dengan bertambahnya kadar lateks yang digunakan pada aspal nilai kepadatan pada benda uji akan semakin meningkat.

2. Hubungan antara kadar lateks dan nilai VIM (*void in the mix*)

VIM (*Voids In The Mix*) menyatakan bahwa jumlah presentase rongga dalam campuran. campuran. VIM dapat mengetahui tingkat kekedapan campuran, jika semakin besar nilai VIM akan semakin besar juga rongga yang ada didalam Nilai VIM berpengaruh pada kadar aspal, gradasi agregat dan tata cara pemadatan campuran, dengan ini menunjukkan bahwa campuran semakin kurang kedap terhadap air dan udara, selanjutnya campuran menjadi mudah untuk teroksidasi lalu diserap air, jika penyebab ini bisa terjadi dapat terjadinya kerusakan pada perkerasan. Nilai VIM untuk masing- masing kadar aspal dan campuran *latex* Gambar 4.2

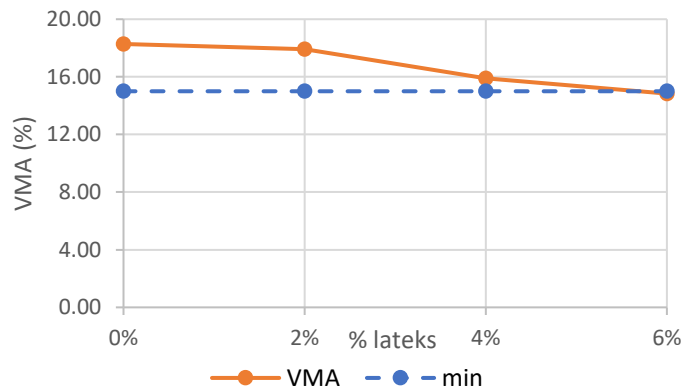


Gambar 4.2 Hubungan antara kadar lateks dan VIM (*void in the mix*).

Dari Gambar 4.2 dapat dilihat bahwa dengan ditambahkan kadar lateks pada aspal maka nilai VIM akan semakin turun dapat diartikan semakin bagus ini dikarenakan campuran dengan aspal murni sudah tidak memenuhi spesifikasi dengan ditambahkan lateks campuran aspal tersebut mulai memenuhi spesifikasi. Jika nilai VIM tidak memenuhi spesifikasi maka akan mengakibatkan campuran mudah mengalami *bleeding* pada saat kenaikan suhu. Peraturan Bina Marga (2010) nilai VIM pada campuran AC-WC memiliki batas nilai maksimal dan minimal 3-5%. Pada pengujian yang telah dilakukan ini hanya kadar lateks 6% yang tidak memenuhi spesifikasi.

3. Hubungan antara kadar lateks dan nilai VMA (*void in the mineral agregat*)

VMA (*voids in the minerals aggregate*) adalah banyaknya rongga antar butir-butir agregat di dalam campuran aspal padat dinyatakan dalam persentase dari volume campuran aspal. Nilai hasil pengujian VMA ditunjukkan pada Gambar 4.3

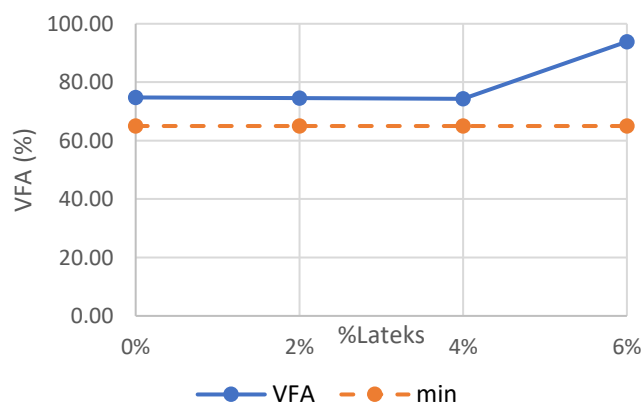


Gambar 4.3 Hubungan antara kadar lateks dan VMA (*void in the mineral agregat*)

Spesifikasi untuk nilai VMA ditentukan batas minimalnya 15%. Dapat dilihat pada grafik diatas bahwa pada kadar 0% hasil VMA sebesar 18.28%, kadar 2% sebesar 17.93%, kadar 4% sebesar 15.91% dan kadar 6% yaitu sebesar 14.84%. Jika dibandingkan dengan campuran aspal yang tidak memakai bahan tambah lateks maka nilai VMA akan lebih tinggi. Hal ini disebabkan karena dengan ditambahkan lateks pada campuran aspal maka rongga pada campuran akan lebih mudah terisi oleh sebab itu nilai VMA cenderung turun.

4. Hubungan antara kadar lateks dan nilai VFA (*void filled with asphalt*)

VFA (*voids filled with asphalt*) merupakan volume antara agregat yang terisi oleh aspal. Syarat VFA berdasarkan Peraturan Bina Marga (2010) minimal yaitu 65%.



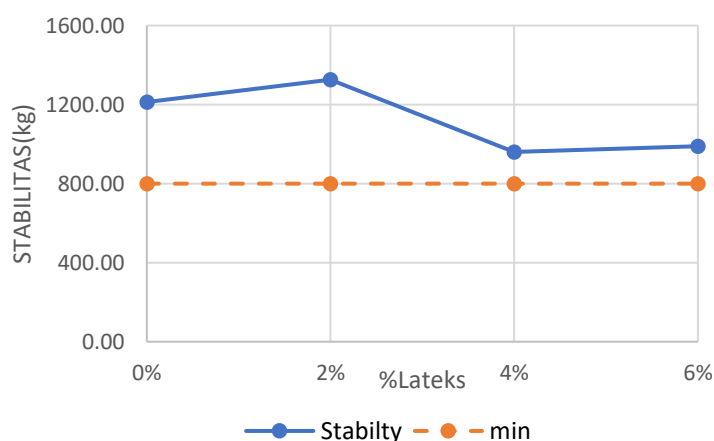
Gambar 4.4 Hubungan antara kadar lateks dan VFA (*void filled with asphalt*)

Dan untuk hasil pengujian nilai VFA dapat dilihat pada grafik di atas, nilai pada campuran kadar 0% sebesar 74.77%, campuran kadar 4% sebesar 74.52%, nilai pada campuran kadar 4% yaitu 74.30% dan kadar 6% sebesar 93.88%. Peningkatan kadar lateks mengakibatkan peningkatan nilai VFA, pada campuran kadar 0% - 6% masuk kedalam spesifikasi.

Peningkatan nilai VFA diakibatkan oleh menurunnya nilai VMA. Dengan jumlah aspal yang sama jika rongga antar agregat (VMA) semakin kecil maka persentase rongga yang terisi aspal (aspal yang menyelimuti agregat) semakin besar.

5. Hubungan antara kadar lateks dan nilai *stability*

Pemeriksaan nilai *stability* ini digunakan sebagai parameter untuk menggambar dan sebagai parameter untuk mengukur ketahanan terhadap kelelahan pada nilai plastis dari suatu campuran aspal atau kemampuan suatu campuran untuk menahan suatu deformasi yang disebabkan oleh beban lalu lintas pada suatu perkerasan. Faktor-faktor yang mempengaruhi nilai stabilitas diantaranya adalah gradasi agregat dan kadar aspal. Nilai stabilitas diperoleh dari pembacaan arloji ukur stabilitas dikali dengan nilai kalibrasi proving ring dan dikoreksi dengan angka koreksi akibat variasi tebal benda uji.



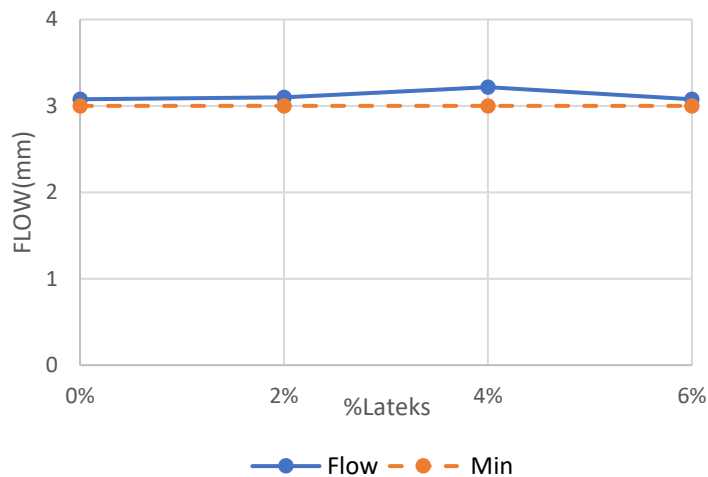
Gambar 4.5 Hubungan antara kadar lateks dan nilai *stability*

Pada grafik di atas terlihat bahwa nilai stabilitas kadar 0% sebesar 1212,85 kg, nilai stabilitas pada campuran lateks dengan kadar 2% sebesar

1326,13 kg, nilai stabilitas pada campuran kadar 4% yaitu 960,36 kg dan kadar 6% sebesar 988,98 kg. Berdasarkan spesifikasi peraturan Bina Marga (2010) untuk nilai stabilitas minimum adalah 800 kg. Pada grafik nilai stabilitas menurun dikarenakan campuran yang telah diberi penambahan lateks pada aspal mengisi rongga-rongga yang ada dan menjadikan campuran aspal beton tersebut menjadi lebih rapat.

6. Hubungan antara kadar aspal dan nilai *flow* (kelelehan)

Flow menunjukkan besarnya deformasi dari campuran akibat beban yang bekerja pada perkerasan. Nilai *flow* diperoleh dari arloji *flowmeter* yang dinyatakan satuan mm. Untuk hasil nilai *flow* pada setiap campuran ditunjukkan pada Gambar 4.6

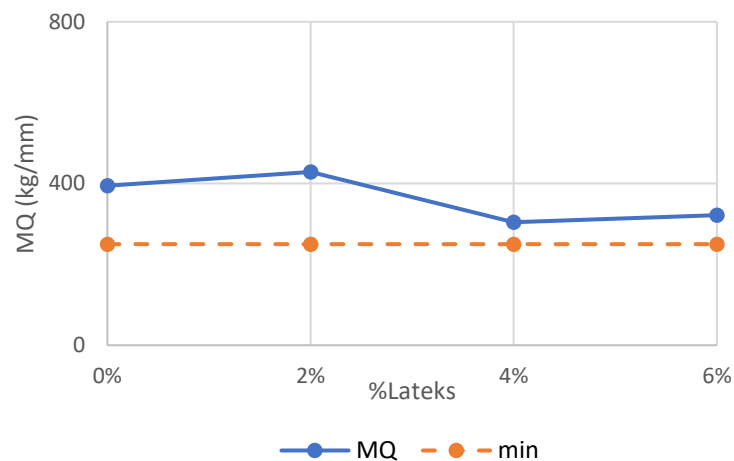


Gambar 4.6 Hubungan antara kadar lateks dan nilai *flow*

Nilai *flow* yang didapat dari pengujian pada campuran kadar 0% sebesar 3.0767 mm, kadar 2% sebesar 3.1 mm, kadar 4% sebesar 3.2167 mm dan kadar 6% sebesar 3.0767 mm. Berdasarkan spesifikasi Bina Marga (2010) untuk nilai *flow* adalah sebesar 2 mm - 4 mm, dilihat dari pengujian campuran aspal dan lateks diatas bahwa nilai *flow* masuk kedalam spesifikasi. Hal ini dikarenakan dengan ditambahkan lateks aspal akan menjadi lebih banyak dalam mengisi rongga-rongga membuat film aspal menjadi lebih tebal.

7. Hubungan antara kadar aspal dan nilai MQ (*Marshall Quotient*)

Nilai *Marshall quotient* (MQ) yang didapat digunakan sebagai rasio dari stabilitas terhadap kelelahan yang digunakan sebagai ukuran pada kekakuan campuran. Nilai MQ Semakin tinggi pada suatu campuran, maka semakin kaku campuran tersebut. Faktor yang mempengaruhi nilai MQ adalah pembagian butir agregat, bentuk butir, kadar aspal, kohesi, energi pemadatan, dan temperatur pemadatan.



Gambar 4.7 Hubungan antara kadar lateks dan nilai MQ

Dapat dilihat pada Gambar 4.7 bahwa hasil dari pengujian ini pada nilai MQ meningkat pada kadar 0% sampai 2% dan mulai menurun pada kadar 4% sampai 6%.

Pada grafik di atas menunjukkan bahwa nilai MQ cenderung menurun dari kadar 2% sampai kadar 4% dan mengalami peningkatan pada kadar 6%. Hal itu menunjukkan bahwa pencampuran dengan lateks mengakibatkan campuran menjadi kaku. Namun pada kadar 4% campuran mulai fleksibel kembali, ini dapat dikaitkan dengan faktor yang mempengaruhi MQ yaitu kohesi dan temperatur. Karena perubahan komposisi kimia dalam aspal mengakibatkan berubahnya sifat kohesi dan viskositasnya terhadap temperatur.

Hasil pengujian *Marshall* untuk masing-masing kadar lateks ditunjukkan pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Hasil pemeriksaan *Marshall* dengan variasi kadar lateks.

| No | Kriteria | Spesifikasi | Kadar Lateks | | | |
|----|------------------|------------------|--------------|---------|--------|--------|
| | | | 0% | 2% | 4% | 6% |
| 1 | <i>Density</i> | - | 2.29 | 2.30 | 2.36 | 2.39 |
| 2 | VIM | 3 - 5 | 4.66 | 4.64 | 4.11 | 0.91 |
| 3 | VMA | Min 15% | 18.28 | 17.93 | 15.91 | 14.84 |
| 4 | VFA | Min 65% | 74.77 | 74.52 | 74.30 | 93.88 |
| 5 | <i>Stability</i> | Min 800 kg | 1212.85 | 1326.13 | 960.36 | 988.98 |
| 6 | <i>Flow</i> | 3 | 3.08 | 3.1 | 3.22 | 3.08 |
| 7 | MQ | Min 250 kg/mm | 394.87 | 428.48 | 304.19 | 321.45 |

Dari Tabel diatas dapat dilihat hasil Karakteristik *Marshall* dengan menggunakan kadar aspal 6% ditambah dengan lateks dengan variasi kadar 0%, 2%, 4% dan 6% menunjukkan Kadar Aspal Optimum (KAO) terdapat pada variasi kadar lateks sebesar 2%. Hal ini disebabkan karena pada penambahan kadar lateks 2%, semua karakteristik *Marshall* sudah memenuhi spesifikasi Bina Marga (2010).