

# BAB V

## PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan seperti yang dilakukan pada bab – bab sebelumnya maka dapat diambil beberapa kesimpulan seperti berikut:

1. Material (batu pecah  $\frac{3}{4}$ " , batu pecah  $\frac{1}{2}$ " , abu batu, dan pasir) yang digunakan pada penelitian ini diambil pada *stockpile* milik PT. Ramayana yang berada di Desa Naiola, Kecamatan Bikomi Selatan, Kabupaten Timor Tengah Utara. Material ini memenuhi standar karakteristik yang ada pada Spesifikasi Bina Marga Tahun 2018 Revisi 2. Nilai dari hasil pengujian sifat fisik material yang digunakan adalah sebagai berikut.
  - a. Pengujian analisa saringan agregat kasar memenuhi spesifikasi yang disyaratkan yaitu batu pecah  $\frac{3}{4}$ " harus 100% saringan nomor  $\frac{3}{4}$  dan tertahan saringan nomor 4. Batu pecah  $\frac{1}{2}$ " harus 100% lolos saringan nomor  $\frac{1}{2}$  dan tertahan saringan nomor 8.
  - b. Pengujian analisa saringan agregat halus yaitu abu batu, pasir, dan *bottom ash* memenuhi spesifikasi yang disyaratkan yaitu harus 100% lolos saringan nomor 4 dan persentase material yang lolos saringan nomor 200 berkisar antara 2 – 9%.
  - c. Pengujian berat jenis dan penyerapan air batu pecah  $\frac{3}{4}$ " dengan nilai yang diperoleh yaitu 0,875% dan memenuhi spesifikasi maksimum 3%.
  - d. Pengujian berat jenis dan penyerapan air batu pecah  $\frac{1}{2}$ " dengan nilai 0,917% memenuhi spesifikasi maksimum 3%.
  - e. Pengujian berat jenis dan penyerapan air abu batu dengan nilai 2,881% memenuhi standar maksimum yaitu 3%.
  - f. Pengujian berat jenis dan penyerapan air pasir dengan nilai 2,010% memenuhi spesifikasi maksimum yaitu 3%.
  - g. Pengujian berat jenis dan penyerapan air *bottom ash* sebesar 3,242%.
  - h. Nilai abrasi yang diperoleh sebesar 20,40% dan memenuhi spesifikasi yang disyaratkan yaitu maksimum 40%.

2. Nilai parameter *Marshall* yang dihasilkan pada campuran normal tanpa penambahan variasi *bottom ash* berupa nilai stabilitas, kelelahan (*Flow*), *VMA*, *VIM*, *VFA*, dan Kepadatan pada campuran Lataston *HRS Base* dapat disimpulkan bahwa:

a. Nilai Stabilitas

Nilai stabilitas semakin meningkat seiring bertambahnya kadar aspal dari kadar aspal 5,5% = 703,98 kg, 6,0% = 805,40 kg dan tertinggi pada campuran normal terdapat pada kadar aspal 6,5% yaitu 966,48 kg. Setelah mencapai kadar aspal optimum nilai stabilitas kembali menurun dari kadar aspal 7,0% = 853,12% dan pada kadar aspal 7,5% = 763,64 kg. Disimpulkan bahwa nilai stabilitas campuran normal memenuhi spesifikasi Bina Marga 2018 revisi 2 yaitu minimal 600 kg.

b. Nilai kelelahan (*Flow*)

Nilai kelelahan (*flow*) semakin meningkat dengan bertambahnya kadar aspal Hasil pengujian kelelahan dalam campuran normal dapat dilihat nilai *flow* terendah terdapat pada kadar aspal 5,5% = 1,35 mm, dan mulai meningkat pada kadar aspal 6,0% = 1,90 mm, 6,5% = 2,45 mm, 7,0% = 2,65 mm dan yang tertinggi pada kadar aspal 7,5% = 3,05 mm. Disimpulkan bahwa nilai *flow* campuran normal memenuhi spesifikasi Bina Marga 2018 revisi 2.

c. Nilai *VMA*

Nilai *VMA* semakin meningkat dengan bertambahnya kadar aspal. Hasil pengujian *VMA* dalam campuran Lataston dapat dilihat dari nilai *VMA* terendah terdapat pada kadar aspal 5,5% = 16,99%, dan mulai meningkat pada kadar aspal 6,0% = 17,11%, 6,5% = 17,29%, 7,0% = 17,46%, dan yang tertinggi pada kadar aspal 7,5% = 17,85%. Disimpulkan bahwa nilai *VMA* campuran normal memenuhi spesifikasi Bina Marga 2018 revisi 2 yaitu minimal 17%.

d. Nilai *VIM*

Nilai *VIM* pada campuran normal semakin menurun seiring bertambahnya kadar aspal. Nilai *VIM* tertinggi terdapat pada kadar aspal 5,5% = 6,04% dan terus menurun mulai dari kadar aspal kadar aspal 6,0% = 5,00%, 6,5% = 4,02%, 7,0% = 3,01%, dan yang terendah pada kadar aspal 7,5% = 2,27%. Hasil pengujian nilai *VIM* menunjukkan pada kadar aspal 5,5% - 6,5% tidak memenuhi spesifikasi karena melewati batas maksimum karena nilai *VIM* yang terlalu tinggi hal tersebut menyebabkan campuran kurang kedap air dan udara sehingga campuran mudah

retak. Pada kadar aspal 7,5% juga tidak memenuhi spesifikasi karena melewati batas minimum atau nilai *VIM* yang terlalu rendah hal tersebut menyebabkan rongga dalam campuran yang kecil sehingga menyebabkan aspal akan naik ke permukaan (*bleeding*).

e. Nilai *VFA*

Nilai *VFA* pada campuran normal semakin meningkat dengan bertambahnya kadar aspal. Hasil pengujian nilai *VFA* dalam campuran Lataston dapat dilihat terendah terdapat pada kadar aspal 5,5% = 64,44% (tidak memenuhi Spesifikasi Bina Marga 2018 revisi 2) karena sedikitnya rongga yang terisi aspal sehingga menyebabkan kekedapan campuran terhadap air berkurang. Selanjutnya pada kadar aspal 6,0% = 70,78%, 6,5% = 76,75%, 7,0% = 82,74%, dan yang tertinggi pada kadar aspal 7,5% = 87,29%. Disimpulkan bahwa nilai *VFA* pada campuran normal dari kadar aspal 5,5% - 7,5% memenuhi spesifikasi Bina Marga 2018 revisi 2 yaitu minimal 68.

f. Nilai *MQ*

Nilai *MQ* pada campuran normal semakin menurun dengan bertambahnya kadar aspal. Hasil pengujian nilai *MQ* dalam campuran Lataston dapat dilihat tertinggi terdapat pada kadar aspal 5,5% = 526,99 kg/mm. Selanjutnya pada kadar aspal 6,0% = 424,24 kg/mm, 6,5% = 394,54 kg/mm, 7,0% = 324,63 kg/mm dan yang terendah pada kadar aspal 7,5% = 250,70 kg/mm. Disimpulkan bahwa nilai *MQ* pada campuran normal dari kadar aspal 5,5% - 7,5% memenuhi spesifikasi Bina Marga 2018 revisi 2 yaitu minimal 250 kg/mm.

g. Nilai Kepadatan

Dapat dilihat bahwa semakin meningkatnya kadar aspal maka semakin besar kepadatan dari kadar aspal 5,5% = 2,29, 6,0% = 2,294, 6,5% = 2,301, 7,0% = 2,309 dan yang tertinggi pada kadar aspal 7,5% = 2,311. Seiring bertambahnya kadar aspal maka aspal akan mengisi rongga dalam campuran yang berarti nilai kepadatan semakin meningkat, mengakibatkan campuran lebih padat karena kondisi *interlocking* antara butiran di mana hanya ada sedikit rongga di antara agregat dan hanya ditempati oleh bahan pengikat untuk menambah kekuatan pada campuran dan mempunyai nilai kepadatan yang tinggi.

3. Kadar aspal optimum (KAO) yang didapat pada campuran normal Lataston *HRS Base* yaitu 6,5%.

4. Nilai parameter *Marshall* yang dihasilkan dengan penambahan variasi *bottom ash* 0%, 5%, 10%, dan 15% pada kadar aspal optimum berupa nilai stabilitas, kelelahan (*flow*), *VMA*, *VIM*, *VFA*, dan kepadatan pada campuran Lataston *HRS Base* dapat disimpulkan bahwa:

a. Nilai Stabilitas

Nilai stabilitas semakin meningkat seiring bertambahnya variasi *bottom ash* 0%, 5%, 10%, dan 15%. Nilai stabilitas terendah terdapat pada variasi 0% = 912,78 kg dan terus meningkat sampai pada variasi 15% dengan nilai stabilitas tertinggi yaitu 1133,52 kg. Disimpulkan bahwa variasi *bottom ash* 0%, 5%, 10%, dan 15% memenuhi spesifikasi Bina Marga 2018 revisi 2.

b. Nilai Kelelahan (*Flow*)

Nilai kelelahan (*flow*) semakin meningkat dengan bertambahnya variasi *bottom ash* 0%, 5%, 10%, dan 15%. Nilai *flow* terendah pada variasi 0% = 2,45 mm dan terus meningkat hingga variasi 15% dengan nilai *flow* yang tertinggi yaitu 3,35 mm. Hasil pengujian kelelahan dalam campuran Lataston dengan variasi *bottom ash* 0%, 5%, 10%, dan 15% memenuhi spesifikasi Bina Marga 2018 revisi 2.

c. Nilai *VMA*

Nilai *VMA* semakin meningkat dengan bertambahnya variasi *bottom ash* 0%, 5%, 10%, dan 15%. Nilai *VMA* terendah pada variasi 0% = 17,26% dan terus meningkat hingga variasi 15% dengan nilai *VMA* yang tertinggi yaitu 17,47 %. Hasil pengujian *VMA* dengan variasi *bottom ash* 0%, 5%, 10%, dan 15% pada kadar aspal optimum memenuhi spesifikasi Bina Marga 2018 revisi 2.

d. Nilai *VIM*

Nilai *VIM* semakin meningkat dengan bertambahnya variasi *bottom ash* 0%, 5%, 10%, dan 15%. Nilai *VIM* terendah pada variasi 0% yaitu 3,98% dan tertinggi pada variasi 15% yaitu 4,22%. Berdasarkan hasil pengujian pada variasi *bottom ash* 0%, 5%, 10%, dan 15% memenuhi Spesifikasi Bina Marga 2018 revisi 2.

e. Nilai *VFA*

Dapat dilihat bahwa nilai *VFA* semakin menurun seiring bertambahnya variasi *bottom ash* 0%, 5%, 10%, dan 15%. Nilai *VFA* tertinggi pada variasi 0% = 76,95% dan yang paling terendah pada variasi 15% = 75,83 % namun tidak melewati batas

minimum yaitu 68%. Dapat disimpulkan bahwa variasi *bottom ash* 0%, 5%, 10%, dan 15% memenuhi spesifikasi Bina Marga 2018 revisi 2.

f. Nilai MQ

Nilai MQ semakin menurun seiring bertambahnya variasi *bottom ash* dari kadar 0% sampai 10% kemudian pada kadar 15% nilai MQ meningkat. Nilai MQ tertinggi pada variasi 0% = 372,87 kg/mm dan yang paling terendah pada variasi 10% = 316,92 kg/mm.

g. Nilai Kepadatan

Nilai kepadatan semakin menurun seiring bertambahnya variasi *bottom ash* 0%, 5%, 10%, dan 15%. Nilai kepadatan tertinggi pada variasi 0% = 2,302 dan yang paling terendah pada variasi 15% = 2,297. Jika nilai kepadatan rendah menyebabkan campuran akan bersifat plastis dan lentur sehingga campuran lebih mudah berubah bentuk dan menyebabkan *bleeding*.

5. Dengan adanya penambahan *bottom ash* sebagai bahan pengganti sebagian pasir maka nilai stabilitas, *flow*, *VMA*, dan *VIM* semakin meningkat. Sedangkan nilai *VFA*, *MQ*, dan kepadatan semakin menurun seiring bertambahnya kadar *bottom ash*.

## 5.2 Saran

Dalam pelaksanaan penelitian ini peneliti menyarankan agar :

1. Peneliti selanjutnya diharapkan melakukan peninjauan terhadap penambahan *bottom ash* sebagai pengganti pasir sebelum mendapatkan nilai kadar aspal optimum. Agar mengetahui rancangan proporsi agregat gabungan dan untuk mengetahui variasi *bottom ash* yang sama seiring dengan bertambahnya kadar aspal.
2. Peneliti selanjutnya disarankan agar melakukan penambahan kadar *bottom ash* dengan variasinya di atas 15% menggunakan material dari *Quarry* Noemuti.
3. Penelitian ini telah difokuskan pada campuran aspal panas *HRS Base*, oleh karena itu peneliti selanjutnya disarankan untuk melakukan penelitian pada jenis campuran lainnya.
4. Peneliti selanjutnya diharapkan agar menganalisa tentang biaya yang dikeluarkan saat menggunakan *bottom ash*.