

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 KESIMPULAN

Setelah melakukan pengujian analisa dan pembahasan maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Nilai – nilai parameter *marshall* yang dihasilkan dalam penelitian campuran lapis tipis aspal beton (Lataston) HRS-WC menggunakan material dari *quarry* Takari dengan variasi nilai konstanta (2,0, 2,5, dan 3,0) aspal rencana adalah sebagai berikut :
  - a. Nilai – nilai parameter *marshall* yang dicapai dalam penelitian campuran lapis tipis aspal beton (Lataston) HRS-WC dengan nilai konstanta 2,0 dengan tumbukan standar 2 x 50 adalah didapat nilai kadar aspal optimum (KAO) 6,98%, dengan nilai kepadatan 2,263 gr/cm<sup>3</sup>, stabilitas 952,572 kg, *flow* 3,435 mm, MQ 277,226 kg/mm, VIM 4,784%, VMA 18,603%, VFA 74,281%.
  - b. Nilai – nilai parameter *marshall* yang dicapai dalam penelitian campuran lapis tipis aspal beton (Lataston) HRS-WC dengan nilai konstanta 2,5 dengan tumbukan standar 2 x 50 adalah tidak mendapat nilai kadar aspal optimum dikarenakan nilai VMA, VFA, stabilitas, dan MQ saling berhubungan tetapi nilai VIM dan *flow* tidak saling berhubungan karena VIM pada kadar aspal 7,75% sampai 8,50% berada dibawah batas minimum spesifikasi yaitu 4%, dan *flow* pada kadar aspal 6,50% sampai 7,80% berada dibawah batas minimum spesifikasi 3,0 mm
  - c. Nilai – nilai parameter *marshall* yang dicapai dalam penelitian campuran lapis tipis aspal beton (Lataston) HRS-WC dengan nilai konstanta 3,0 dengan tumbukan standar 2 x 50 adalah tidak mendapat nilai kadar aspal optimum dikarenakan nilai VMA, VFA, stabilitas, dan MQ saling berhubungan tetapi nilai VIM dan *flow* tidak saling berhubungan karena VIM pada kadar aspal 7,5% sampai 9,0% berada dibawah batas minimum spesifikasi yaitu 4%, dan *flow* pada kadar aspal 7,0% sampai 7,5% berada dibawah batas minimum spesifikasi yaitu 3,0 mm.

Dari hasil pengujian diatas pada variasi penggunaan nilai konstanta (2,0, 2,5, dan 3,0) aspal rencana dapat disimpulkan bahwa nilai – nilai parameter *marshall* yang dicapai dalam penelitian ini adalah nilai konstanta 2,0 yang paling ideal karena parameter atau sifat – sifat campuran pada konstanta 2 saling terikat atau berhubungan (stabilitas, *flow*, MQ, VIM, VMA, VFA, dan kepadatan) dan memenuhi syarat spesifikasi Bina Marga Revisi 3 Tahun 2018 dengan nilai stabilitas = minimum 600 kg, kelelehan (*flow*) = minimum 3 mm, *Marshall Quotient* (MQ) = minimum 250 kg/mm, rongga dalam campuran (VIM) = 4% - 6%, rongga dalam agregat (VMA) = minimum 18%, rongga terisi aspal (VFA) = minimum 68%.

2. Dari hasil pengujian *marshall* pengaruh variasi penggunaan nilai konstanta 2,0, 2,5 dan 3,0 menunjukkan bahwa semakin besar nilai konstanta pada aspal rencana, maka semakin besar kadar aspal yang digunakan. Dimana semakin besar kadar aspal yang digunakan dalam komposisi campuran mengakibatkan nilai VIM, stabilitas, dan MQ akan menurun, sedangkan untuk nilai VMA, VFA, *flow*, dan kepadatan akan meningkat. Hal ini dikarenakan :
  - a. Menurunnya nilai stabilitas disebabkan terlalu banyak pemakaian kadar aspal yang digunakan dalam komposisi campuran. Hal ini menunjukkan bahwa nilai stabilitas sangat bergantung pada banyaknya kadar aspal yang digunakan. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa pada kondisi kadar aspal yang banyak maupun sedikit, nilai stabilitas yang terjadi adalah rendah karena jika kadar aspal terlalu rendah didalam campuran aspal maka gesekan (*internal friction*), sifat saling mengunci (*interlocking*) dari partikel – partikel agregat akan semakin menurun karena selimut aspal tipis dan jika kadar aspal terlalu banyak maka yang akan terjadi adalah selimut aspal akan tebal dan aspal bersifat licin sehingga gesekan, sifat saling mengunci dari partikel – partikel agregat akan semakin menurun dan saat diberi beban akan mudah bergeser sehingga nilai stabilitasnya menurun.
  - b. Menurunnya nilai VIM disebabkan terlalu banyak pemakaian kadar aspal yang digunakan dalam komposisi campuran. Hal ini membuktikan bahwa semakin meningkatnya prosentase kadar aspal dalam komposisi campuran akan menurunkan nilai rongga dalam campuran. Penambahan kadar aspal (%) dapat menyebabkan rongga dalam campuran mengecil.

Hal ini disebabkan aspal mampu mengisi lebih banyak rongga – rongga yang ada, sehingga campuran akan menjadi lebih rapat atau rongga menjadi makin kecil dan makin sedikit. Hal ini karena semakin tinggi kadar aspal maka rongga udara dalam campuran semakin kecil. Kadar aspal yang rendah dapat menimbulkan rongga – rongga besar dalam campuran yang nantinya tidak mampu menerima beban berulang sehingga terjadi alur (*ruting*) dan retak. Kadar aspal yang tinggi juga dapat mengakibatkan aspal meleleh (*bleeding*) pada saat pemadatan tambahan.

- c. Menurunnya nilai MQ disebabkan terlalu banyak pemakaian kadar aspal yang digunakan dalam komposisi campuran. Hal ini dikarenakan nilai stabilitas yang menurun ketika sudah melewati nilai kadar aspal optimum. Jika nilai MQ lebih kecil dari batas minimum spesifikasi yaitu 250 kg/mm diartikan bahwa campuran tersebut tidak fleksibel (*kaku*) dan mudah mengalami retak.
- d. Meningkatnya nilai VMA disebabkan terlalu banyak pemakaian kadar aspal yang digunakan dalam komposisi campuran. Hal ini menunjukkan, nilai VMA dipengaruhi oleh kadar aspal, karena penambahan kadar aspal akan menyebabkan penyelimutan rongga dalam campuran dan menurunkan nilai VMA hingga batas minimum. Penambahan kadar aspal setelah mencapai batas minimum akan meningkatkan nilai VMA yang mengakibatkan penambahan kadar aspal tersebut tidak lagi mengisi rongga antar agregat tetapi akan menempati ruang yang ditempati oleh agregat sehingga berpengaruh terhadap kepadatan dari campuran aspal. Apabila nilai VMA yang terlalu kecil maka campuran bisa mengalami masalah durabilitas dan jika nilai VMA terlalu besar maka campuran akan memperlihatkan masalah stabilitas dan tidak ekonomis untuk diproduksi. Hal tersebut disebabkan dengan nilai kadar aspal yang tinggi dapat mengakibatkan jarak antara agregat satu sama lain yang seharusnya saling mengikat menjadi menjauh sehingga berdampak pada meningkatnya nilai VMA dan menurunnya nilai stabilitas, dan berdampak pada masalahnya durabilitas dari suatu campuran.
- e. Meningkatnya nilai VFA disebabkan terlalu banyak pemakaian kadar aspal yang digunakan dalam komposisi campuran. Hal ini membuktikan bahwa semakin meningkatnya prosentase kadar aspal dalam komposisi campuran akan meningkatkan nilai rongga terisi aspal (VFA).

Penambahan kadar aspal dapat menyebabkan rongga terisi aspal semakin membesar. Hal ini menunjukkan bahwa tidak adanya halangan bagi aspal dalam mengisi rongga – rongga yang ada. Dengan demikian disebabkan karena rongga antara butiran agregat masih cukup besar dan dapat menampung aspal yang masuk, semakin besar persentase kadar aspal semakin banyak rongga yang terisi aspal sehingga persentase rongga menjadi naik. Nilai VFA semakin tinggi berarti semakin banyak rongga dalam campuran terhadap air dan udara juga semakin tinggi. Meningkatnya nilai VFA akan berpengaruh pada stabilitas campuran dan durabilitas dari campuran tersebut.

- f. Meningkatnya nilai kepadatan disebabkan terlalu banyak pemakaian kadar aspal yang digunakan dalam komposisi campuran. Hal ini membuktikan bahwa semakin meningkatnya persentase kadar aspal dalam komposisi campuran akan meningkatkan nilai kepadatan dalam suatu campuran. Penambahan kadar aspal dapat menyebabkan nilai kepadatan meningkat namun pada kadar aspal tertentu nilai kepadatan akan menurun. Dimana pada umumnya semakin tinggi kadar aspal maka nilai kepadatan suatu campuran akan semakin meningkat. Hal ini dikarenakan dengan penambahan kadar aspal memudahkan agregat yang berukuran kecil mengisi rongga – rongga antar butiran agregat yang ukurannya lebih besar. Peningkatan kadar aspal menyebabkan aspal dalam campuran lebih banyak mengisi rongga dalam campuran sehingga campuran cenderung lebih padat yang berarti nilai kepadatan semakin meningkat. Terjadinya penurunan kepadatan pada saat kepadatan mencapai kepadatan maksimum karena pada campuran beton aspal sudah tidak tersedia lagi rongga yang cukup untuk dapat diisi oleh penambahan kadar aspal yang berlebihan. Kepadatan suatu campuran menurun akibat adanya kadar aspal yang berlebihan yang berarti aspal tersebut sudah tidak lagi berfungsi sebagai bahan pengikat melainkan sebagai bahan pelicin dan berpotensi mengalami *bleeding*. Nilai kepadatan yang rendah juga dapat mengakibatkan campuran aspal padat tidak mampu menahan beban yang lebih besar jika dibandingkan dengan nilai kepadatan yang tinggi. Jika nilai kepadatan yang dihasilkan rendah maka kekompakan terhadap air dan udara rendah. Nilai kepadatan yang rendah juga dapat mengakibatkan adanya potensi mengalami perubahan

bentuk plastis (deformasi). Kepadatan suatu campuran menurun akibat adanya kadar aspal yang berlebihan yang berarti aspal tersebut sudah tidak lagi berfungsi sebagai bahan pengikat melainkan sebagai bahan pelicin dan berpotensi mengalami *bleeding*.

- g. Meningkatnya nilai *flow* disebabkan terlalu banyak pemakaian kadar aspal yang digunakan dalam komposisi campuran. Hal ini disebabkan karena pemakaian aspal yang banyak yang menyebabkan aspal tidak menyelimuti agregat dengan baik sehingga daya ikat aspal semakin berkurang, yang mengakibatkan suatu campuran aspal akan mudah mengalami perubahan bentuk plastis (deformasi).
3. Berdasarkan hasil pengujian pada variasi penggunaan nilai konstanta (2,0, 2,5, dan 3,0) aspal rencana menghasilkan perbedaan pada nilai parameter *marshall* pada campuran Lataston (HRS-WC). Dari perbedaan tersebut didapatkan presentasi dari nilai perbedaan yang dihasilkan dari variasi nilai konstanta 2,0, 2,5, dan 3,0 adalah sebagai berikut :

**Tabel 5.1 Rekap Nilai Presentasi Perbedaan Variasi Nilai Konstanta 2,0, 2,5, Dan 3,0**

Parameter <i>Marshall</i>	Konstanta	Rata - Rata	Persentase Perbedaan (%)
Stabilitas	2,0	848,4	
	2,5	864,9	<b>1,947</b>
	3,0	804,5	<b>-6,984</b>
Kelelahan (flow)	2,0	3,5	
	2,5	3,0	<b>-13,629</b>
	3,0	3,48	<b>15,084</b>
Marshall Quotient (MQ)	2,0	243,4	
	2,5	296,9	<b>21,977</b>
	3,0	244,1	<b>-17,793</b>
VIM	2,0	5,1	
	2,5	4,1	<b>-20,684</b>
	3,0	3,2	<b>-20,791</b>
VMA	2,0	19,0	
	2,5	19,1	<b>0,892</b>
	3,0	19,4	<b>1,483</b>
VFA	2,0	72,8	
	2,5	78,6	<b>7,893</b>
	3,0	83,2	<b>5,914</b>
Kepadatan (density)	2,0	2,254	
	2,5	2,262	<b>0,367</b>
	3,0	2,266	<b>0,188</b>

Sumber : Hasil perhitungan laboratorium, 2022

Contoh Perhitungan :

Presentasi (%) perbandingan untuk stabilitas :

Dik :

a (Konstanta 2,0) : 848,4 kg

b (Konstanta 2,5) : 864,9 kg

c (Konstanta 3,0) : 804,5 kg

Dit : Persentasi perbedaan yang dihasilkan dari variasi nilai konstanta 2,0, 2,5, dan 3,0 ?

Jawab :

**Persentasi perbedaan antara variasi penggunaan nilai konstanta 2,0 dan 2,5**

% perbedaanya :  $((b - a)/a) \times 100$

:  $((864,9 \text{ kg} - 848,4 \text{ kg})/848,4 \text{ kg}) \times 100$

: 1,947%.

**Persentasi perbedaan antara variasi penggunaan nilai konstanta 2,5 dan 3,0**

% perbedaanya :  $((b - a)/a) \times 100$

:  $((804,5 \text{ kg} - 864,9 \text{ kg})/864,9 \text{ kg}) \times 100$

: -6,984%.

## 5.2 SARAN

Dari hasil penelitian yang sudah dilakukan, maka disarankan :

1. Pada perhitungan untuk mencari kadar aspal rencana (Pb) khususnya untuk campuran lapis tipis aspal beton (Lataston) HRS-WC, berdasarkan penelitian ini sebaiknya menggunakan nilai konstanta atau angka pendekatan yang ideal yakni 2,0 yang telah memenuhi parameter – parameter *marshall* sesuai spesifikasi Bina Marga Revisi 3 Tahun 2018.
2. Penelitian lanjutan terhadap variasi penggunaan nilai konstanta untuk dapat mengetahui nilai konstanta ideal dengan pemadatan secara elektrik yang memenuhi batas minimum spesifikasi Bina Marga Revisi 3 Tahun 2018 dengan memperhatikan mutu dan jenis dari campuran yang digunakan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Asphalt Institute. 1993. MS-22, *Construction of Hot Mix Asphalt Pavement*. US Federal Highway Administration, USA.
- Siregar, M. 2017. *Analisa Pengaruh Penambahan Belerang Pada Aspal AC-WC Terhadap Nilai Stabilitas Dan Kelelahan Marshall*, Universitas Medan Area, Medan.
- Bitumen, Shell, 1990. *The Shell Bitumen Handbook*. East Molesey Surrey : Shell Bitumen U.K.
- Departemen Pekerjaan Umum, 2010. *Spesifikasi Bina Marga Revisi III*, Direktorat Jenderal Bina Marga, Jakarta.
- Dwipayana, I. K. 2018. *Perbandingan Kadar Aspal Hasil Ekstraksi Pada Campuran Aspal AC-BC*, Universitas Hindu Indonesia, Denpasar.
- Arif Rahman. M. Y. 2018. *Pemanfaatan Serbuk Besi Sebagai Bahan Tambah Agregat Halus Terhadap Nilai Stabilitas Uji Marshall Dalam Campuran AC-WC*, Universitas Medan Area, Medan.
- Departemen Pekerjaan Umum, 2018. *Spesifikasi Bina Marga Revisi III*, Direktorat Jenderal Bina Marga, Jakarta.
- Nugraha. F. A. 2019. *Karakteristik Marshall Pada Campuran Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC) Mixex Using Wasted Concrete As Filler*, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Teti, J. 2021. *Pengaruh Nilai Abrasi Dari Variasi Agregat Kasar Batu Kali Dan Batu Karang Terhadap Parameter Marshall Dalam Campuran HRS - WC*, Universitas Katolik Widya Mandira, Kupang.
- Sukirman, S. 1999. *Perkerasan Lentur Jalan Raya*, Nova, Bandung
- Sukirman, S. 2003. *Beton Aspal Campuran Panas, Granit*, Bandung.
- Setya Budi, A. F. 2017. *Studi Komparasi Pengaruh Variasi Penggunaan Nilai Konstanta Aspal Rencana Terhadap Nilai Stabilitas Pada Campuran Aspal Beton (HRS-WC) Terhadap Karakteristik Uji Marshall*, Politeknik Negeri, Kupang.
- Sukirman, S. 2010. *Perencanaan Tebal Struktur Perkerasan Lentur*, Nova, Bandung.

- Departemen Pekerjaan Umum. 1990. *Metode Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar Dan Agregat Halus (AASHTO, T-27)*, SNI-03-1968-1990, Badan Penelitian Dan Pengembangan PU, Standar Nasional Indonesia.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1991. *Metode Pengujian Pemeriksaan Keausan Dengan Mesin Abrasi Los Angeles*, SNI-03-2417-1991, Badan Penelitian Dan Pengembangan PU, Standar Nasional Indonesia.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1990. *Metode Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar Dan Agregat Sedang*, SNI-03-1969-1990, Badan Penelitian Dan Pengembangan PU, Standar Nasional Indonesia.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1990. *Metode Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Halus Dan Bahan Pengisi (Filler)*, SNI-03-1970-1990, Badan Penelitian Dan Pengembangan PU, Standar Nasional Indonesia.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1991. *Metode Pengujian Kelengketan Agregat Terhadap Aspal (AASHTO T-182-1970)*. SNI-03-2439-1991, Badan Penelitian Dan Pengembangan PU, Standar Nasional Indonesia.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1991. *Metode Pengujian Campuran Beraspal Dengan Alat Marshall Test (AASHTO T-245-78)*, SNI-06-2489-1991, Badan Penelitian Dan Pengembangan PU, Standar Nasional Indonesia.
- AASHTO M323. 2017. *Standard Specification For Superpave Volumetric Mix Design, American Assosiation Of State Highway And Transportation Officials, Washington, USA.*
- Departemen Pekerjaan Umum. 1994. *Metode Pengujian Agregat Lolos Saringan 75 Micron Dengan Cara Pencucian*, SNI-03-3416-1994, Badan Penelitian Dan Pengembangan PU, Standar Nasional Indonesia.
- Departemen Pekerjaan Umum. 2002. *Metode Pengambilan Sampel Agregat*, SNI-03-6889-2002, Badan Penelitian Dan Pengembangan PU, Standar Nasional Indonesia.