

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen, yaitu metode yang dilakukan dengan mengadakan kegiatan percobaan untuk mendapatkan data. Untuk mendapatkan data yang dibutuhkan, penelitian ini dibagi menjadi 2 tahapan, yaitu :

1. Tahap pertama, studi literatur mengenai data-data yang berhubungan dengan penelitian.
2. Tahap kedua, pengujian Marshall campuran Lataston Lapis Aus (HRS-WC) Asbuton dengan penambahan oli bekas dan analisa hasil pengujian.

3.2 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Inti Jalan Raya Fakultas Teknik Universitas Lampung.

3.3 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dilaksanakan dengan metode eksperimen terhadap beberapa benda uji dari berbagai kondisi perlakuan yang diuji di laboratorium. Jenis data pada penelitian ini dikelompokkan menjadi 2 yaitu data primer dan sekunder.

3.3.1 Data Primer

Data primer adalah data yang dikumpulkan secara langsung melalui serangkaian kegiatan percobaan yang dilakukan sendiri dengan mengacu pada petunjuk manual yang ada, misalnya dengan mengadakan penelitian atau pengujian secara langsung. Dalam penelitian ini data primer adalah hasil pengujian Marshall (VMA, VIM, VFA, stabilitas, kelelahan, dan *MQ*) di laboratorium.

3.3.2 Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh secara tidak langsung (didapat dari penelitian lain) untuk bahan/jenis yang sama dan masih berhubungan dengan penelitian.

Pada penelitian ini digunakan data kadar aspal optimum (KAO) yaitu 7,3% didapat dari penelitian sebelumnya (Sri Wulandaria Ningsih, 2012) dengan material yang sama pada campuran Lataston.

3.4 Bahan dan Peralatan

3.4.1 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :

1. Agregat yang digunakan berasal dari Tanjungan Lampung Selatan.
2. Aspal yang digunakan untuk penelitian adalah aspal Pertamina.
3. Aspal Buton yang digunakan yaitu Asbuton Lawele.
4. Oli bekas yang digunakan pada penelitian ini yaitu oli bekas mobil merek Castrol Magnatec SAE 10W-40 dengan pemakaian lebih dari 5000 km.

3.4.2 Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Alat uji Marshall yang terdiri dari kepala penekan berbentuk lengkung, cincin penguji berkapasitas 3000 kg (6000 lb) yang dilengkapi dengan arloji pengukur kelelahan plastis (*flowmeter*).
2. Alat pemadat benda uji Marshall berupa penumbuk manual yang mempunyai permukaan rata berbentuk silinder dengan diameter 9,8 cm (3,86 inchi), berat 4,5 kg (10 lbs), dengan tinggi jatuh bebas 45,7 cm (18 inchi) untuk Marshall standar.
3. Cetakan benda uji (*mold*) berbentuk silinder diameter 10,2 cm (4 inchi) dengan tinggi 7,5 cm (3 inchi) untuk Marshall standar.
4. Ejektor untuk mengeluarkan benda uji setelah dipadatkan.
5. Bak perendam (*water bath*) yang dilengkapi dengan pengatur suhu.
6. Timbangan yang dilengkapi dengan penggantung benda uji dengan ketelitian 1 gram.
7. Alat-alat penunjang yang meliputi pemanas (*oven*), panci pencampur, kompor pemanas, thermometer, sendok pengaduk, kaos tangan anti panas, kain lap, dan *tip-ex* untuk menandai benda uji.

3.5 Tahap-tahap Penelitian

Tahap-tahap penelitian yang akan dilakukan mulai dari awal sampai akhir akan dijelaskan sebagai berikut :

3.5.1 Persiapan

Persiapan yang dilakukan yaitu persiapan pustaka, persiapan bahan dan juga persiapan alat yang digunakan.

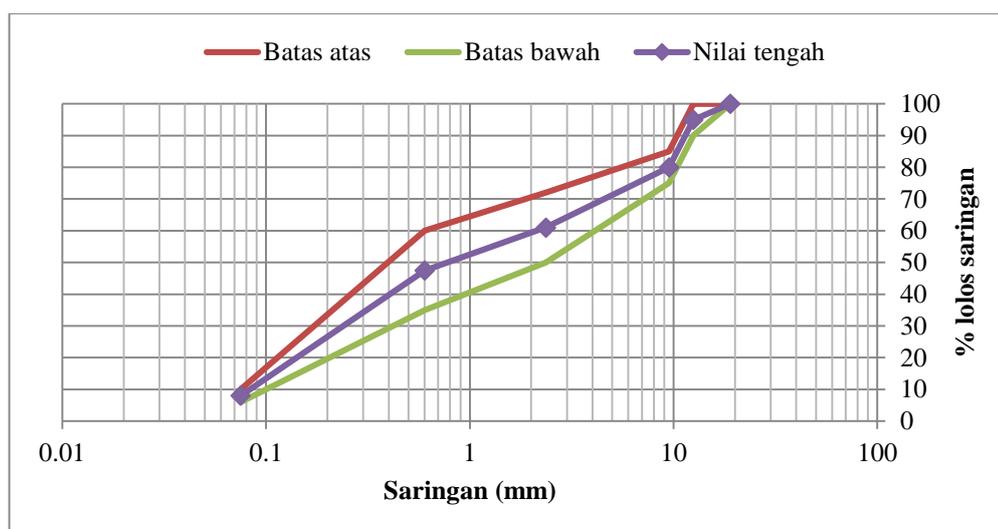
3.5.2 Perencanaan Campuran Lataston (HRS-WC)

3.5.2.1 Perencanaan Kebutuhan Campuran

Gradasi campuran agregat yang digunakan adalah gradasi senjang batas tengah campuran Lataston (HRS-WC) pada spesifikasi teknis Bina Marga 2010.

Tabel 3.1 Target Gradasi Campuran Lataston (HRS-WC)

Saringan	Diameter (mm)	% Lolos Spesifikasi	Target Gradasi	Tertahan
3/4"	19	100	100	0
1/2"	12,5	90 – 100	95	5
3/8"	9,5	75 – 85	80	15
No.8	2,36	50 – 72	61	19
No.30	0,6	35 – 60	47.5	13.5
No.200	0,075	6-10	8	39.5
Pan		0	0	8
Total				100



Gambar 3.1. Grafik Gradasi Campuran Lataston (HRS-WC)

3.5.2.2 Perencanaan Kebutuhan Aspal Minyak dan Asbuton

Pada penelitian ini digunakan variasi penggunaan aspal minyak dan asbuton dari berat total aspal yang digunakan dalam campuran. Penggunaan asbuton dalam penelitian ini bertujuan untuk mengurangi kebutuhan aspal minyak. Berat kebutuhan aspal minyak dan Asbuton didapat dengan perhitungan seperti berikut :

Berat aspal minyak = (persentase berat aspal minyak/100) x berat aspal

Berat Asbuton = (persentase berat Asbuton/100) x berat aspal

3.5.2.3 Perencanaan Kebutuhan Asbuton Butir

Pada penelitian ini Asbuton yang digunakan yaitu tipe 20/25 yang memiliki kadar bitumen aspal sekitar 25% yang terkandung didalamnya dan sisanya adalah mineral agregat. Untuk itu berat Asbuton perlu ditambahkan agar mencapai kadar aspal 100%. Perhitungan kebutuhan Asbuton adalah seperti berikut :

Berat Asbuton butir = berat Asbuton / (25/100), atau

Berat Asbuton butir = berat Asbuton x 4

Setelah didapatkan berat Asbuton butir, selanjutnya melakukan proses pemecahan Asbuton yang masih dalam bentuk bongkahan menjadi bentuk butiran dengan cara ditumbuk. Kemudian mengayak Asbuton butir dan diambil Asbuton yang lolos saringan no 16 (ukuran bukaan saringan 1.18 mm) sesuai dengan kebutuhan.

3.5.2.4 Perencanaan Kebutuhan Oli Bekas

Pada penelitian ini dicoba menggunakan oli bekas yang akan dicampur dengan Asbuton butir selanjutnya diperam kedalam kantong plastik selama \pm 24 jam pada tempat yang kering dan tertutup.

Proses pemeraman ini bertujuan agar bitumen Asbuton dapat diencerkan. Perhitungan berat oli bekas adalah sebagai berikut :

Berat oli bekas = (persentase oli bekas/100) x berat Asbuton butir.

3.5.2.5 Perencanaan Kebutuhan Agregat

Berdasarkan hasil analisa saringan maka ditentukan berat masing-masing ukuran agregat dengan prosentase yang telah ditetapkan terlebih dahulu dalam target gradasi menggunakan berat agregat. Perhitungan untuk mendapatkan berat fraksi setiap agregat yang tertahan di masing-masing ukuran/nomor saringan adalah sebagai berikut :

Berat tertahan tiap ayakan = (persen tertahan /100) x berat agregat

Setelah itu perlu dilakukannya perhitungan koreksi terhadap agregat karena pada asbuton terdapat mineral agregat yang akan mempengaruhi jumlah agregat rencana. Koreksi dilakukan berdasarkan gradasi ayakan yang telah didapatkan dari hasil uji ekstraksi dan uji ukuran asbuton.

Untuk menghitung berat mineral asbuton dapat dilakukan dengan cara seperti berikut :

Berat mineral asbuton tiap ayakan = (persen tertahan/100) x berat asbuton butir

Kemudian menghitung berat agregat tiap saringan yang dikoreksi terhadap berat mineral agregat didalam Asbuton pada ukuran ayakan 0.6 mm, 0.075 mm, dan Pan.

Perhitungannya dapat dilakukan seperti berikut :

Berat koreksi agregat = berat agregat – berat mineral agregat Asbuton

Selanjutnya mengayak agregat sesuai dengan perhitungan pada tiap nomor saringan yang dibutuhkan.

3.5.3 Pengujian Campuran Beraspal Panas

Pengujian campuran Lataston Lapis Aus (HRS-WC) dilakukan untuk mengetahui ketahanan campuran terhadap deformasi pada suhu 60°C. Pengujian melalui beberapa tahapan seperti pengujian volumetric dan pengujian Marshall.

3.5.3.1 Pengujian Volumetrik

Pengujian volumetrik adalah pengujian untuk mengetahui nilai kepadatan dan nilai pori campuran yaitu VMA, VIM, dan VFA. Pengujian meliputi ukuran tinggi, berat kering di udara, berat dalam air, dan berat dalam kondisi SSD dari masing-masing benda uji.

3.5.3.2 Pengujian Marshall

Pengujian Marshall adalah pengujian terhadap benda uji campuran beraspal panas untuk mengetahui nilai stabilitas yang dinyatakan dalam satuan kilogram, kelelahan yang dinyatakan dalam satuan mm, dan hasil bagi Marshall (*Marshall Quotient*) yang dilaksanakan pada kondisi standar yaitu 2 x 75 tumbukan. Pada penelitian ini dilakukan 2 jenis perendaman benda uji yaitu benda uji direndam dalam *waterbath* selama 30 menit dan selama 3x8 jam.

3.6 Perencanaan Jumlah Benda Uji

Dengan menggunakan kadar aspal optimum (KAO) 7.3% penelitian ini dilakukan melalui 2 tahap yaitu :

1. Pengujian tahap I oli bekas yang digunakan mengurangi kebutuhan aspal.
2. Pengujian tahap II sebagai evaluasi terhadap pengujian awal tahap I. Oli bekas yang digunakan hanya sebagai tambahan dalam campuran untuk melunakkan Asbuton.

3.6.1 Pengujian Tahap I

Pada pengujian tahap I ini kebutuhan benda uji terdiri dari 5 jenis campuran Lataston (HRS-WC) yaitu :

1. Campuran aspal minyak 15% dan Asbuton 85% yang diperam oli bekas 0%.
2. Campuran aspal minyak 15% dan Asbuton 80% yang diperam oli bekas 5%.
3. Campuran aspal minyak 15% dan Asbuton 75% yang diperam oli bekas 10%.
4. Campuran aspal minyak 15% dan Asbuton 70% yang diperam oli bekas 15%.
5. Campuran aspal minyak 15% dan Asbuton 65% yang diperam oli bekas 20%.

Tabel 3.2 Kebutuhan Benda Uji Tahap I

No	Jenis benda uji	Jumlah benda uji
1	Benda uji Marshall direndam selama 30 menit pada suhu 60°C	
	1. Campuran aspal minyak 15% + Asbuton 85% + oli bekas 0%	3
	2. Campuran aspal minyak 15% + Asbuton 80% + oli bekas 5%	3
	3. Campuran aspal minyak 15% + Asbuton 75% + oli bekas 10%	3
	4. Campuran aspal minyak 15% + Asbuton 70% + oli bekas 15%	3
	5. Campuran aspal minyak 15% + Asbuton 65% + oli bekas 20%	3
2	Benda uji Marshall direndam selama 3 x 8 jam pada suhu 60°C	
	1. Campuran aspal minyak 15% + Asbuton 85% + oli bekas 0%	3
	2. Campuran aspal minyak 15% + Asbuton 80% + oli bekas 5%	3
	3. Campuran aspal minyak 15% + Asbuton 75% + oli bekas 10%	3
	4. Campuran aspal minyak 15% + Asbuton 70% + oli bekas 15%	3
	5. Campuran aspal minyak 15% + Asbuton 65% + oli bekas 20%	3
Total		30

Benda uji dibuat sebanyak 3 buah pada masing-masing campuran untuk pengujian Marshall standar rendaman selama 30 menit dan pengujian Marshall rendaman selama 3x8 jam.

3.5.4 Pengujian Tahap II

Pada pengujian tahap II ini kebutuhan benda uji digunakan campuran aspal minyak 15% dan Asbuton 85% yang diperam dengan variasi kadar oli bekas 0%, 10%, 20%, dan 30%.

Benda uji dibuat sebanyak 3 buah pada masing-masing variasi kadar oli bekas dan akan dilakukan pengujian stabilitas Marshall standar pada kondisi rendaman selama 30 menit pada suhu 60°C dan pada kondisi rendaman selama 3 x 8 jam pada suhu 60°C .

Tabel 3.3 Kebutuhan Benda Uji Tahap II

No	Jenis benda uji	Jumlah benda uji
1	Benda uji Marshall direndam selama 30 menit pada suhu 60°C	
	1. Campuran aspal minyak 15% + Asbuton 85% + oli bekas 0%	3
	2. Campuran aspal minyak 15% + Asbuton 85% + oli bekas 10%	3
	3. Campuran aspal minyak 15% + Asbuton 85% + oli bekas 20%	3
	4. Campuran aspal minyak 15% + Asbuton 85% + oli bekas 30%	3
2	Benda uji Marshall direndam selama 3 x 8 jam pada suhu 60°C	
	1. Campuran aspal minyak 15% + Asbuton 85% + oli bekas 0%	3
	2. Campuran aspal minyak 15% + Asbuton 85% + oli bekas 10%	3
	3. Campuran aspal minyak 15% + Asbuton 85% + oli bekas 20%	3
	4. Campuran aspal minyak 15% + Asbuton 85% + oli bekas 30%	3
Total		24

3.7 Pengujian Marshall

Langkah-langkah pengujian Marshall benda uji melalui beberapa tahap sebagai berikut :

- a. Menentukan berat agregat berdasarkan prosentase, kemudian dilakukan pengeringan campuran agregat tersebut sampai beratnya tetap sampai suhu ± 150 °C.
- b. Memanaskan aspal untuk pencampuran pada suhu ± 120 °C .
- c. Agregat yang telah ditimbang berdasar persentase berat campuran kemudian dipanaskan dalam wajan kemudian melakukan penambahan aspal minyak dan campuran asbuton yang telah diperam oli bekas selama 24 jam untuk selanjutnya diaduk sampai merata.
- d. Setelah temperatur pemadatan tercapai, maka campuran tersebut dimasukkan kedalam cetakan yang telah dipanasi pada temperatur 150 °C hingga 160 °C dan diolesi dengan oli terlebih dahulu, serta bagian bawah cetakan diberi sepotong kertas filter yang telah dipotong sesuai dengan diameter cetakan sambil ditusuk-tusuk dengan spatula secukupnya.
- e. Pemadatan standar dilakukan dengan alat pemadat benda uji Marshall dengan jumlah tumbukan 75 kali dibagian sisi atas dan ditumbuk 75 kali pada bagian sisi bawah benda uji.
- f. Mengeluarkan benda uji dari cetakan kemudian benda uji didinginkan pada suhu ruangan selama 2-3 jam selanjutnya diberikan kode atau nama.
- g. Benda uji yang telah dikeluarkan diukur tingginya dan ditimbang kering di udara untuk mendapatkan data awal.
- h. Benda uji direndam didalam air selama 24 jam supaya jenuh.

- i. Setelah jenuh benda uji ditimbang dalam air.
- j. Benda uji dikeringkan dengan kain pada permukaan benda uji agar didapat kondisi kering permukaan jenuh (*saturated surface dry, SSD*), kemudian ditimbang.
- k. Benda uji direndam dalam bak perendaman (*waterbath*) pada suhu 60°C selama 30 menit dan untuk uji stabilitas Marshall sisa benda uji direndam pada suhu 60°C selama 3 x 8 jam.
- l. Bagian dalam permukaan kepala penekan di bersihkan dan dilumasi agar benda uji mudah dilepaskan setelah pengujian.
- m. Benda uji dikeluarkan dari bak perendaman, letakkan benda uji tepat ditengah pada bagian bawah kepala penekan kemudian letakkan bagian atas kepala penekan dengan memasukkan lewat batang penuntun, kemudian letakkan pemasangan yang sudah lengkap tersebut ditengah alat pembebanan, arloji kelelahan (*flow meter*) dipasang pada salah satu batang penuntun.
- n. Kepala penekan dinaikkan hingga menyentuh atas cincin penguji kemudian diatur kedudukan jarum arloji penekan dan arloji *flow* pada angka nol.
- o. Pembebanan dilakukan hingga kegagalan benda uji terjadi, yaitu pada saat arloji pembebanan berhenti dan mulai kembali berputar menurun. Pada saat itu pula baca arloji kelelahan. Titik pembacaan pada saat benda uji mengalami kegagalan adalah merupakan nilai stabilitas Marshall.
- p. Dilakukan perhitungan nilai-nilai dari uji Marshall.

3.8 Analisa Perhitungan

Analisa perhitungan menggunakan persamaan-persamaan berikut ini :

1. Berat Jenis *Bulk* dari Total Agregat

$$G_{sb} = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n}{\frac{P_1}{G_{sb1}} + \frac{P_2}{G_{sb2}} + \frac{P_3}{G_{sb3}} + \dots + \frac{P_n}{G_{sbn}}} \dots\dots\dots (3.1)$$

2. Berat Jenis *Apparent* dari Total Agregat

$$G_{sa} = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n}{\frac{P_1}{G_{sa1}} + \frac{P_2}{G_{sa2}} + \frac{P_3}{G_{sa3}} + \dots + \frac{P_n}{G_{san}}} \dots\dots\dots (3.2)$$

3. Berat Jenis Efektif dari Total Agregat

$$G_{se} = \frac{P_{mm} - P_b}{\frac{P_{mm}}{G_{mm}} + \frac{P_b}{G_b}} \dots\dots\dots (3.3)$$

4. Berat Jenis Teori Maksimum dari Campuran

$$G_{mm} = \frac{P_{mm}}{\frac{P_s}{G_{se}} + \frac{P_b}{G_b}} \dots\dots\dots (3.4)$$

5. Rongga Udara dalam Campuran (*Void in the Mix*) dalam persen terhadap total volume

$$VIM = 100 \times \left(\frac{(G_{mm} + G_{mb})}{G_{mm}} \right) \dots\dots\dots (3.5)$$

6. Rongga dalam Mineral Agregat (*Void in the Mineral Aggregate*) dalam persen terhadap total volume

$$VMA = 100 - \left(\frac{(G_{mb} \times P_s)}{G_{sb}} \right) \dots\dots\dots (3.6)$$

7. Rongga Terisi Aspal (*Void Filled with Asphalt*) dalam persen terhadap VMA

$$VFA = 100 \times \left(\frac{(VMA - VIM)}{VMA} \right) \dots\dots\dots (3.7)$$

8. Berat isi atau kepadatan (*Density*)

$$Density = \frac{\text{Berat benda uji di udara}}{\text{Isi benda uji}} \dots\dots\dots (3.8)$$

9. *Marshall Quotient* (MQ)

$$MQ = \frac{MS}{MF} \dots\dots\dots (3.9)$$

10. Indeks stabilitas Marshall sisa (*Index of Retained Strength*)

$$IRS = \left(\frac{MSI}{MSS} \right) \times 100\% \dots\dots\dots (3.10)$$

Dimana :

Gsb = Berat Jenis *Bulk* Total Agregat dalam gr/cc

P1, P2, P3,, Pn = Persen Berat dari Agregat 1, 2, 3,, n

Gsb1, Gsb2, Gsb3,, Gsbn = Berat Jenis *Bulk* dari Agregat 1, 2, 3,, n

Gsa = Berat Jenis *Apparent* dari Total Agregat

Gsa1, Gsa2, Gsa3, ... , Gsn = Berat Jenis *Apparent* dari Agregat 1, 2, 3,, n

Gse = Berat Jenis Efektif dari Total Agregat

Gmm = Berat Jenis Maksimum Teoritis dari Campuran

Pmm = Persentase Total Agregat

Pb = Kadar Aspal dari Total Berat Campuran

Gb = Berat Jenis dari Aspal

Ps = Persentase Agregat

Gmb	= Berat Jenis <i>Bulk</i> dari Campuran
VIM	= <i>Void in the Mix</i>
VMA	= <i>Void in Mineral Aggregate</i>
VFA	= <i>Voids Filled with Aphalt</i>
MS	= Stabilitas Marshall
MF	= <i>Marshall Flow</i> (kelelehan)
MSS	= Stabilitas Marshall Kondisi Standar
MSI	= Stabilitas Marshall Kondisi Setelah Direndam Selama 24 Jam
IRS	= <i>Index of retained Strength</i>