

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Tempat Penelitian

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

B. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

1. Agregat kasar yang digunakan berasal dari PT. Sumber Batu Berkah (SBB) yang berlokasi di Tanjungan Lampung Selatan.
2. Agregat halus yang digunakan berasal dari PT. Sumber Batu Berkah (SBB) yang berlokasi di Tanjungan Lampung Selatan.
3. Aspal yang digunakan pada penelitian ini adalah aspal keras produksi *Shell* pen 60/70.
4. *Filler* atau material lolos saringan No.200 yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Portland Cement*.

C. Peralatan

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah :

1. Satu Set Saringan (*Sieve*)

Alat ini digunakan untuk memisahkan agregat berdasarkan gradasi agregat

2. Alat uji pemeriksaan aspal

Alat yang digunakan untuk pemeriksaan aspal antara lain: alat uji penetrasi, alat uji titik lembek, alat uji kehilangan berat, alat uji daktilitas, alat uji berat jenis (piknometer dan timbangan).

3. Alat uji pemeriksaan agregat

Alat uji yang digunakan untuk pemeriksaan agregat antara lain mesin *Los Angeles* (tes abrasi), alat pengering (oven), timbangan berat alat uji berat jenis (piknometer, timbangan, pemanas).

4. Alat karakteristik campuran agregat aspal

Alat uji yang digunakan adalah seperangkat alat untuk metode Marshall, meliputi :

- a. Alat tekan *Marshall* yang terdiri dari kepala penekan berbentuk lengkung, cincin penguji berkapasitas 22,2 KN (5000 lbs) yang dilengkapi dengan arloji pengukur *flowmeter*.
- b. Alat cetak benda uji berbentuk silinder diameter 4 inchi (10,16 cm) dan tinggi 3 inchi (7,5 cm).
- c. *Marshall automatic compactor* yang digunakan untuk pemadatan campuran sebanyak 75 kali tumbukan tiap sisi (atas dan bawah).
- d. *Ejektor* untuk mengeluarkan benda uji setelah proses pemadatan.
- e. Bak perendam (*water bath*) yang dilengkapi pengatur suhu.
- f. Alat-alat penunjang yang meliputi penggorengan pencampur, kompor pemanas, termometer, sendok pengaduk, sarung tangan anti panas, kain

lap, timbangan, ember untuk merendam benda uji, jangka sorong, dan tipe-ex yang digunakan untuk menandai benda uji.

D. Tahap-Tahap Penelitian

Tahap-tahap penelitian yang akan dilakukan mulai dari awal sampai akhir seperti pada gambar (gambar alir penelitian) yang dijelaskan sebagai berikut :

1. Persiapan

Persiapan yang dilakukan yaitu persiapan bahan, dan juga persiapan alat-alat yang digunakan. Persiapan bahan (aspal keras, agregat kasar, agregat halus, *filler*) dengan mendatangkan bahan-bahan yang diperlukan ke laboratorium inti jalan raya Fakultas Teknik Universitas Lampung dan menyiapkan serta mengecek peralatan tersebut sebelum digunakan.

2. Pengujian bahan

a. Aspal *shell* 60/70

Pada aspal dilakukan uji penetrasi, titik lembek, daktilitas, berat jenis, dan kehilangan berat. Standar pengujian aspal seperti tertera pada Tabel 8 dibawah.

Tabel 8. Standar Pengujian Aspal

No	Jenis Pengujian	Standar Uji
1	Penetrasi 25°C (mm)	SNI 06-2456-1991
2	Titik Lembek (°C)	SNI 06-2434-1991
3	Daktilitas pada 25° (cm)	SNI 06-2432-1991
4	Berat Jenis	SNI 06-2441-1991
5	Kehilangan Berat	SNI 06-2440-1991

Sumber: Dokumen pelelangan nasional pekerjaan jasa pelaksanaan konstruksi, Spesifikasi Umum 2010 Divisi 6 hal 38

b. Agregat kasar, Agregat halus, dan *filler*

Agregat diperlukan sebagai bahan pengisi pada campuran beraspal dengan komposisi gradasi sesuai dengan gradasi terpakai yang memenuhi spesifikasi yang ada. Untuk agregat kasar, agregat halus, dilakukan pengujian analisa saringan, berat jenis, penyerapan dan *filler* yang digunakan adalah semen.

Tabel 9. Standar Pemeriksaan Agregat

No	Jenis Pengujian	Standar Uji
1	Analisa saringan	SNI 03-1968-1990
2	Berat jenis (Berat jenis Bulk, Berat jenis SSD dan Berat Jenis Semu) dan penyerapan agregat halus	SNI 03-1970-1990
3	Berat jenis (Berat jenis Bulk, Berat jenis SSD dan Berat Jenis Semu) dan penyerapan agregat kasar	SNI 03-1969-1990
4	<i>Los Angeles Test</i>	SNI 03-2417:2008

Sumber: Dokumen pevelangan nasional pekerjaan jasa pelaksanaan konstruksi, Spesifikasi Umum 2010 Divisi 6

3. Perencanaan Campuran

Untuk mendapatkan campuran yang ideal dan memberikan kinerja perkerasan yang optimal maka sebelum membuat campuran diperlukan perencanaan campuran untuk menentukan komposisi masing-masing bahan penyusun campuran agar diperoleh campuran beraspal yang memenuhi spesifikasi antara lain :

- a. Pada Penelitian ini gradasi campuran agregat yang digunakan adalah gradasi campuran AC-WC. Perencanaan campuran beraspal AC-WC ini dilakukan dengan mengambil batas atas dan batas tengah dari setiap persen berat lolos saringan, sesuai dengan spesifikasi Bina Marga 2010.

- b. Melakukan analisa perhitungan komposisi yang ideal dan memenuhi persyaratan spesifikasi.
- c. Setelah didapat komposisi masing-masing fraksi agregat, kemudian mengayak agregat sesuai dengan nomor saringan yang dibutuhkan.
4. Tahapan dalam merencanakan campuran aspal sebagai berikut :
- a. Menghitung perkiraan awal kadar aspal optimum (P_b) sebagai berikut :
- $$P_b = 0,035 (\%CA) + 0,045 (\%FA) + 0,18 (\%FF) + \text{Konstanta}$$
- Keterangan:
- P_b : Kadar aspal tengah/ideal, persen terhadap berat campuran
- CA : Persen agregat tertahan saringan No.8 (2,36 mm)
- FA : Persen agregat lolos saringan No.8 (2,36 mm) dan tertahan saringan No.200 (0,075 mm)
- Filler* : Persen agregat minimal 75 % lolos No.200 (0,075 mm)
- K : Nilai Konstanta
- Nilai konstanta kira-kira 0,5 sampai 1,0 untuk Laston dan 2,0 sampai 3,0 untuk Lataston, untuk jenis campuran lain gunakan nilai 1,0 sampai 2,5.
- b. Bulatkan perkiraan nilai P_b sampai 0,5% terdekat. Jika hasil perhitungan diperoleh 5,85 % maka dibulatkan menjadi 6 %.
- c. Setelah didapat nilai kadar aspal, selanjutnya berat jenis maksimum (BJ Max) dihitung dengan mengambil data dari percobaan berat jenis agregat kasar dan agregat halus.

- d. Jika semua data telah didapatkan, yang dilakukan berikutnya adalah menghitung berat sampel, berat aspal, berat agregat dan menghitung kebutuhan agregat tiap sampel berdasarkan persentase tertahan.
- e. Mencampur agregat dengan aspal pada suhu optimum 155°C pada gradasi kasar pada batas atas dan batas tengah.
- f. Melakukan pemadatan standard dengan *Aoutomatic Marshall Compactor* terhadap sampel sebanyak 2 x 75 kali tumbukan dengan suhu 145°C .
- g. Setelah itu benda uji di tes *Marshall* dan di dapat nilai KAO.
- h. Setelah di dapat nilai KAO maka pada saat pencampuran menggunakan temperatur gradasi kasar yaitu pada suhu 155°C .
- i. Melakukan pemadatan standard dengan *Aoutomatic Marshall Compactor* terhadap sampel sebanyak 2 x 75 kali tumbukan dengan variasi suhu temperatur pemadatan yaitu pada:
 - 1) Batas atas : 100°C , 115°C , 130°C , 145°C dan 160°C
 - 2) Batas tengah : 100°C , 115°C , 130°C , 145°C dan 160°C
- j. Mendingkan benda uji terlebih dulu agar mulai mengeras sebelum mengeluarkannya dari cetakan, dan kemudian mendingkannya selama kurang lebih 24 jam.
- k. Mengukur ketebalan, menimbang, dan kemudian merendam benda uji dalam air pada suhu normal selama 24 jam.
- l. Menimbang kembali benda uji untuk mendapatkan berat jenuh (SSD).
- m. Sebelum menguji benda uji dengan alat *Marshall*, merendam benda uji terlebih dahulu dalam *water bath* pada suhu 60°C selama 30 menit.

Benda uji dibuat sebanyak 3 buah pada masing-masing variasi kadar aspal dengan gradasi batas atas dan batas tengah dan total benda uji adalah 60 benda uji, yang dijelaskan dalam tabel berikut.

Tabel 10. Pembuatan Benda Uji Pemadatan LASTON AC-WC Pada Suhu Normal 145⁰C

Kadar Aspal	Gradasi Batas Atas	Gradasi Batas Tengah	Keterangan
Pb – 1,0 (%)	3 buah	3 buah	Campuran agregat dengan spesifikasi AC-WC + kadar aspal minyak Pb – 1,0 (%)
Pb – 0,5 (%)	3 buah	3 buah	Campuran agregat dengan spesifikasi AC-WC + kadar aspal minyak Pb – 0,5 (%)
Pb (%)	3 buah	3 buah	Campuran agregat dengan spesifikasi AC-WC + kadar aspal minyak Pb (%)
Pb + 0,5 (%)	3 buah	3 buah	Campuran agregat dengan spesifikasi AC-WC + kadar aspal minyak Pb + 0,5 (%)
Pb + 1,0 (%)	3 buah	3 buah	Campuran agregat dengan spesifikasi AC-WC + kadar aspal minyak Pb +1,0 (%)
Jumlah		30 buah	

Tabel 11. Pemadatan Setelah Didapat KAO

Suhu Variasi (°C)	Gradasi Batas Atas	Gradasi Batas Tengah
100	3 buah	3 buah
115	3 buah	3 buah
130	3 buah	3 buah
145	3 buah	3 buah
160	3 buah	3 buah
Jumlah	15 buah	15 buah

- n. Melakukan uji *Marshall* untuk mendapatkan stabilitas dan kelelahan (*flow*).
- o. Menghitung parameter *Marshall* yaitu: VIM, VMA, VFA, berat

volume, dan parameter lain sesuai parameter yang ada pada spesifikasi campuran.

p. Gambarkan hubungan antara kadar aspal dan parameter *Marshall*, yaitu gambar hubungan antara :

- Kadar aspal dengan stabilitas
- Kadar aspal dengan kelelahan
- Kadar aspal dengan VIM
- Kadar aspal dengan VMA
- Kadar aspal dengan berat volume

5. Pembuatan dan Pengujian Benda Uji dengan Alat Marshall

a. Berikut langkah-langkah pembuatan benda uji :

- 1) Menimbang agregat sesuai dengan persentase agregat campuran yang telah dihitung, kemudian benda uji dibuat sebanyak tiga buah pada masing-masing variasi kadar aspal.
- 2) Memanaskan aspal untuk pencampuran, agar temperatur pencampuran agregat dan aspal tetap maka pencampuran dilakukan diatas pemanas dan diaduk hingga rata. Suhu pencampuran antara agregat dengan aspal dilakukan pada suhu 155°C dan pemadatan selalu dikontrol dengan menggunakan termometer digital pada setiap variasi suhu pemadatan yaitu: 100°C , 115°C , 130°C , 145°C dan 160°C .
- 3) Sebelum dilakukan pemadatan, terlebih dahulu memanaskan cetakan benda uji dengan tujuan agar tidak terjadi penurunan suhu

campuran yang terlalu cepat. Benda uji yang dibuat berbentuk silinder dengan tinggi standar 6,35 cm dan diameter 10,16 cm.

- 4) Kemudian melakukan pemadatan standar dengan alat *Marshall Automatic Compactor* dengan jumlah tumbukan 75 kali dibagian sisi atas kemudian 75 kali tumbukan pada sisi bawah mold.
- 5) proses pemadatan selesai benda uji didiamkan agar suhunya turun, setelah dingin benda uji dikeluarkan dengan *ejektor* dan diberi kode dengan menggunakan tipe-ex.
- 6) Benda uji dibersihkan dari kotoran yang menempel dan diukur tinggi benda uji dengan ketelitian 0,1 mm di keempat sisi benda uji dengan menggunakan jangka sorong dan ditimbang beratnya untuk mendapatkan berat benda uji kering.
- 7) Benda uji direndam dalam air selama 16 – 24 jam supaya jenuh.
- 8) Setelah jenuh benda uji ditimbang dalam air untuk mendapatkan berat benda uji dalam air.
- 9) Kemudian benda uji dikeluarkan dari bak perendam dan dikeringkan dengan kain lap sehingga kering permukaan dan didapatkan berat benda uji kering permukaan jenuh (*saturated surface dry, SSD*) kemudian ditimbang.

b. Pengujian dengan alat *Marshall*

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan ketahanan (stabilitas) terhadap kelelahan (*flow*) dari campuran aspal sesuai dengan prosedur SNI 06-2489-1991. Berikut langkah-langkah pengujian dengan alat *Marshall* :

- 1) Benda uji direndam dalam bak perendaman pada suhu $60^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ selama 30 menit
- 2) Bagian dalam permukaan kepala penekan dibersihkan dan dilumasi agar benda uji mudah dilepaskan setelah pengujian.
- 3) Benda uji dikeluarkan dari bak perendam, letakkan benda uji tepat di tengah pada bagian bawah kepala penekan kemudian letakkan bagian atas kepala penekan dengan memasukkan lewat batang penuntun, kemudian letakkan pemasangan yang sudah lengkap tersebut tepat di tengah alat pembebanan, arloji kelelahan (flow meter) dipasang pada dudukan diatas salah satu batang penuntun.
- 4) Kepala penekan dinaikkan hingga menyentuh alas cincin penguji, kemudian diatur kedudukan jarum arloji penekan dan arloji kelelahan pada angka nol.
- 5) Pembebanan dilakukan dengan kecepatan tetap 51 mm (2 inch.) per menit, dibaca pada saat arloji pembebanan berhenti dan mulai kembali berputar menurun, pada saat itu pula dibaca arloji kelelahan. Titik pembacaan pada saat arloji pembebanan berhenti dan mulai kembali menurun, itu merupakan nilai stabilitas *Marshall*.
- 6) Setelah pengujian selesai, kepala penekan diambil, bagian atas dibuka dan benda uji dikeluarkan.

6. Menghitung Parameter *Marshall*

Setelah pengujian *Marshall* selesai serta nilai stabilitas dan *flow* didapat,

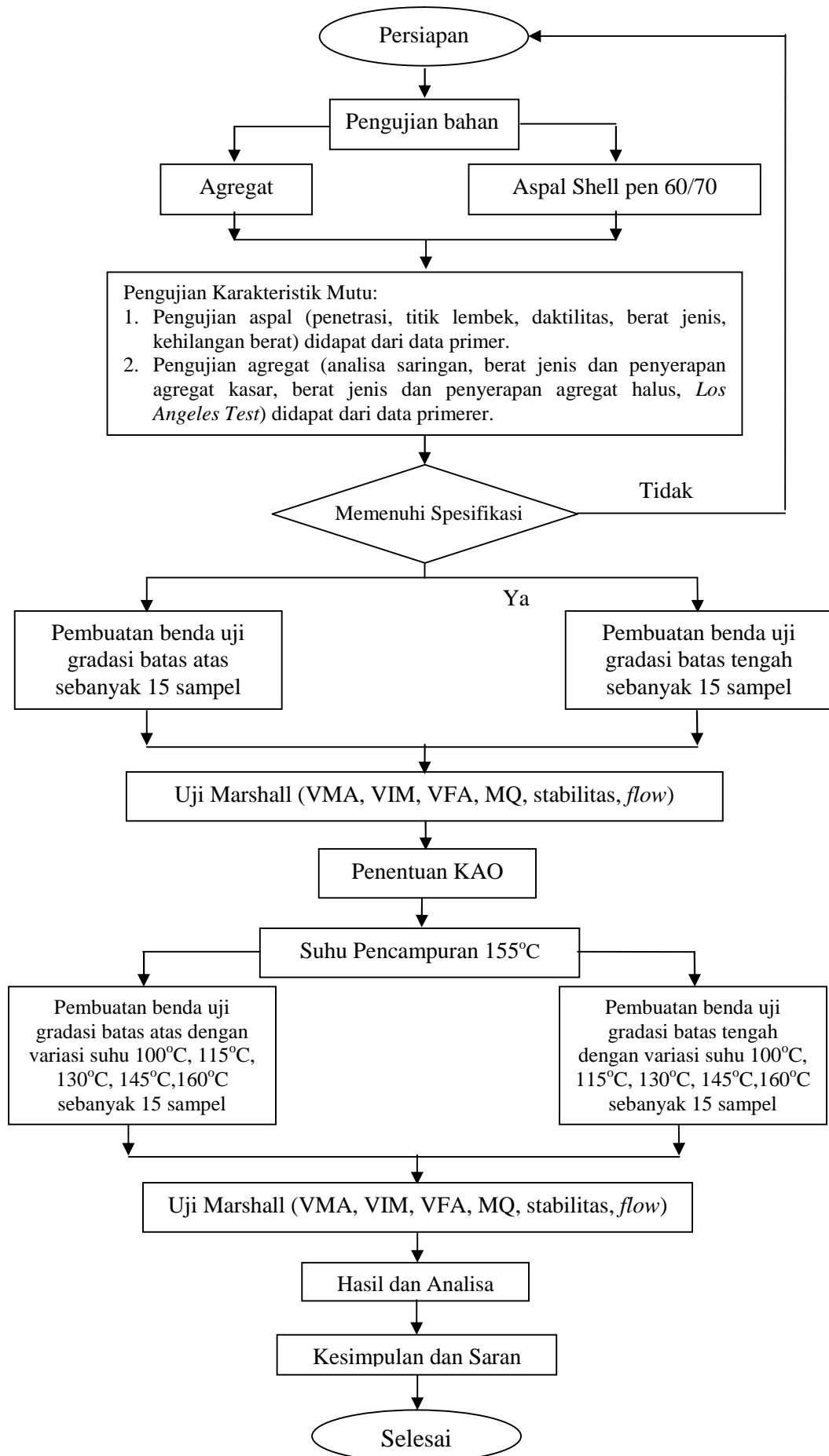
selanjutnya menghitung parameter *Marshall* yaitu VIM, VMA, dan parameter lainnya sesuai parameter yang ada pada spesifikasi campuran.

7. Pengolahan dan Pembahasan Hasil

Dari data hasil penelitian di Laboratorium akan membandingkan nilai stabilitas dan karakteristik campuran (rongga dalam campuran, rongga antar agregat dan rongga terisi aspal) akibat pengaruh variasi suhu pemadatan menggunakan dari ke empat jenis benda uji yang berbeda gradasi suhu pemadatan 100⁰C, 115⁰C, 130⁰C, 145⁰C dan 160⁰C serta hasil pengolahan akan diuraikan dalam bentuk grafik hubungan antara kadar aspal dan parameter *Marshall*, yaitu gambar grafik hubungan antara:

- a. Kadar aspal terhadap Kepadatan
- b. Kadar aspal terhadap VIM
- c. Kadar aspal terhadap VMA
- d. Kadar aspal terhadap VFA
- e. Kadar aspal terhadap stabilitas
- f. Kadar aspal terhadap *flow*
- g. Kadar aspal terhadap *Marshall Quotient* (MQ)

E. Diagram Alir Penelitian



Gambar 2. Diagram penelitian