

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan studi eksperimental di laboratorium yang dilakukan guna mengevaluasi potensi material asal Kota Kupang sebagai komponen agregat dalam campuran *Asphalt Concrete – Binder Course* (AC-BC).

3.2 Tempat penelitian

Tempat penelitian, mulai dari inspeksi material hingga pengujian stabilitas campuran aspal beton, dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi ITN Malang Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Malang.

3.3 Lokasi pengambilan Material

Pada penelitian ini lokasi yang dipilih adalah Kota Kupang yang terletak di Nusa Tenggara Timur yang menjadi tempat pengambilan material untuk di jadikan penelitian.

3.4 Metode Analisa Data

Metode analisa data yang digunakan adalah teknik observasi secara langsung terhadap obyek yang akan diteliti. Pengumpulan data yang dilakukan meliputi :

3.4.1 Pengambilan Data Lapangan

Proses pengumpulan data primer dilakukan langsung di lokasi penelitian guna memperoleh sampel material yang representatif, sehingga karakteristik dan kondisi agregat dapat teridentifikasi secara akurat. Studi ini menetapkan Kota Kupang sebagai titik pengambilan sampel. Adapun material yang dihimpun terdiri dari agregat kasar dan halus hasil olahan *stone crusher*, yang selanjutnya akan melalui uji kelaikan sebagai komponen campuran *Asphalt Concrete – Binder Course* (AC-BC).

3.4.2 Pengambilan data laboratorium

Data laboratorium dapat diambil dari hasil pengujian material yang dilakukan di laboratorium ITN Malang. Untuk menganalisa data dilakukan dengan menggunakan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018. Pada perkerasan beton aspal yang dibuat melalui proses pencampuran panas, agregat mengisi 90-95% berat

campuran atau 75-85% volume campuran. Kualitas agregat memegang peranan krusial, sehingga karakteristik fisisnya—seperti distribusi ukuran butir (gradasi), tingkat kebersihan, morfologi permukaan, hingga kekuatan dan porositas—harus ditinjau secara saksama. Melalui pengujian laboratorium yang ketat, material tersebut dipastikan telah selaras dengan standar teknis yang dipersyaratkan untuk keperluan penelitian ini.

3.5 Bahan dan Peralatan Penelitian

3.5.1 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :

1. Agregat berupa batu karang dari Kota Kupang
2. Bahan pengikat menggunakan aspal pertamina pen 60/70
3. Abu batu karang diperoleh dari Kota Kupang, NTT
4. Serbuk Ban

3.5.2 Peralatan penelitian

Alat – alat yang digunakan adalah:

1. Saringan atau ayakan 11/2, 1, 3/4, 1/2, 3/8, No.4, No.8, No.16, No.30, No.50, No.100, No.200 dan pan.
2. Sekop digunakan sebagai alat mengambil sampel material di laboratorium maupun pada saat pengambilan material.
3. Goni dan pan sebagai tempat atau wadah tempat material.
4. Timbangan kapasitas 20 kg dengan ketelitian 0,5 gr dan timbangan kapasitas 3000 gr dengan ketelitian 0,1 gram.
5. Shieve shaker berfungsi sebagai alat mempermudah pengayakan material.
6. Sendok pengaduk dan spatula.
7. Thermometer sebagai alat pengukur suhu aspal dan juga material.
8. Piknometer dengan kapasitas 500 ml, untuk pemeriksaan berat jenis penyerapan agregat kasar dan halus.
9. Cetakan mold berbentuk silinder yang berdiameter 101,6 mm (4 in) dan tinggi 76,2 (3in), beserta jack hammer marshall.
10. Dongkrak hidrolik berfungsi sebagai alat untuk mengeluarkan benda uji

marshall dari mold.

11. Cat dan spidol untuk menandai benda uji.
12. Pemanas air (Water bath) dengan kedalaman 152,4 mm (6 in) yang dilengkapi dengan pengatur temperatur air $60^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$.
13. Oven pengering material
14. Alat uji Marshall test dilengkapi dengan penekan kepala penekan (Breaking Head), cincing penguji (Proving Ring) dan arloji (dial) dengan kalibrasi.

3.6 Metode Penelitian Material Aspal

3.6.1 Pengujian Penetrasi (SNI 2456 : 2011)

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan penetrasi bitumen keras atau lembek (solid atau semi solid) dengan memasukkan jarum ukuran tertentu, beban, dan waktu tertentu ke dalam bitumen pada suhu tertentu.

3.6.2 Pengujian Titik Nyala dan Titik Bakar (SNI 2433 : 2011)

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengidentifikasi suhu titik nyala serta titik bakar pada berbagai produk minyak bumi, dengan pengecualian pada minyak bakar atau material yang memiliki titik nyala *open cup* di bawah 79°C . Dalam konteks ini, titik nyala didefinisikan sebagai suhu terendah saat muncul kilatan api sekilas di atas permukaan aspal. Sementara itu, titik bakar merupakan suhu di mana api dapat bertahan setidaknya selama 5 detik pada permukaan sampel tersebut.

3.6.3 Pengujian titik Lembek (SNI 2434, 2011)

Pengujian ini bertujuan untuk mengidentifikasi suhu titik lembek pada material aspal dan ter dalam rentang 30°C hingga 200°C . Definisi titik lembek merujuk pada level suhu di mana bola baja standar mampu menekan lapisan aspal di dalam cincin hingga menyentuh pelat dasar. Proses ini terjadi akibat pemanasan yang konsisten dengan kecepatan tertentu hingga aspal mengalami deformasi pada ketinggian yang telah ditetapkan.

3.6.4 Pengujian Daktilitas (SNI 2432, 2011)

Pengujian ini adalah untuk mengukur jarak terpanjang yang dapat ditarik antara dua cetakan yang berisi bitumen keras sebelum putus, pada suhu dan

kecepatan tarik tertentu.

3.6.5 Pengujian Berat Jenis Bitumen Keras (SNI 2441, 2011)

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan berat jenis bitumen keras dengan piknometer. Berat jenis bitumen adalah perbandingan antara berat bitumen dan air suling dengan isi yang sama pada suhu tertentu.

3.6.6 Pengujian Kehilangan Berat Minyak dan Aspal (SNI 06-2440, 1991)

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menetapkan penurunan berat minyak dan aspal dengan cara pemanasan dan tebal tertentu, yang dinyatakan dalam prosen berat semula.

3.7 Metode Pengujian Material Agregat

Proses pengujian bahan material batu karang melibatkan serangkaian metode dan teknik untuk mengukur kualitas dan keberlanjutannya. Pengujian ini penting untuk memastikan bahwa batu karang tersebut memenuhi spesifikasi yang ditetapkan Bina Marga 2018. Adapun pengujian material batu karang adalah sebagai berikut :

1. Pengujian Kekuatan Agregat Terhadap Tumbukan (Aggregate Impact Value) (BS 812 : Part 3 :1975).

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengukur kekuatan relatif agregat terhadap beban kejut (impact) yang dinyatakan dengan Aggregate Impact Value (AIV).

2. Pengujian Indeks Kepipihan (Flakiness Index) (BS 812 : Part 1 : 1975)

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk menyeragamkan cara memperoleh indeks kepipihan atau prosentase berat agregat kasar atau pipih yang masih banyak digunakan (sebagai bahan perkerasan pada jalan raya).

3. Pengujian Berat Isi Agregat (AASHTO T-19-74) (ASTM C-29-71).

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan berat isi agregat halus, kasar atau campuran. Berat isi adalah perbandingan antara berat dan isi.

4. Pengujian Analisa Saringan Halus Dan Kasar (SNI ASTM C136 : 2012).

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan pembagian butir (Gradasi) agregat halus dan agregat kasar dengan menggunakan saringan.

5. Pengujian berat jenis dan penyerapan agregat halus (SNI 1970 : 2008)

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan berat jenis (bulk), berat jenis kering permukaan jenuh (saturated surface dry = SSD), berat jenis semu (apparent) dan penyerapan (absorpsi) dari agregat halus.

6. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar (SNI 1969 : 2008)

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan berat jenis (bulk), berat jenis kering permukaan jenuh (saturated surface dry = SSD), berat jenis semu (apparent) dan penyerapan (absorpsi) dari agregat kasar.

7. Pengujian Keausan Agregat Dengan Alat Abrasi Los Angeles (SNI 2417:2008).

Pengujian ini adalah untuk menentukan ketahanan agregat kasar yang lebih kecil dari 37,5 mm (1 1/2") terhadap keausan menggunakan alat Los Angeles.

8. Pengujian Material Lolos Ayakan No.200 (SNI ASTM C117 : 2012)

Pengujian ini dilakukan guna mengetahui kadar material dalam agregat mineral yang melewati saringan No. 200 (75 µm) melalui metode pencucian. Selama proses berlangsung, partikel lempung, butiran halus lainnya yang terurai oleh air, serta zat terlarut akan terpisahkan dari sampel agregat utama.

9. Pengujian Gumpalan Lempung dan Butir – butir mudah pecah dalam Agregat (SNI 03 – 4141 – 1996)

Pengujian ini adalah untuk memperoleh persen gumpalan dan butir – butir mudah pecah dalam agregat.

10. Pengujian Butir Pecah Pada Agregat Kasar (SNI 7619:2012).

Pengujian angularitas agregat kasar, atau yang sering disebut sebagai analisis butir pecah, merupakan langkah krusial dalam mengevaluasi mutu material untuk keperluan konstruksi. Prosedur ini bertujuan untuk mengukur proporsi massa butir pecah dalam sampel agregat sesuai dengan standar spesifikasi yang berlaku.

3.8 Benda Uji

Proses penelitian ini terbagi ke dalam dua fase utama. Fase pertama berfokus pada penentuan estimasi kadar aspal optimum (Pb) serta preparasi sampel awal. Selanjutnya, fase kedua dilakukan untuk menetapkan nilai Kadar Aspal Optimum (KAO) melalui pembuatan benda uji tambahan. Rincian jumlah sampel untuk setiap tahapan dipaparkan di bawah ini:

1. Tahap 1

Penentuan kadar aspal rencana (P_b) dilakukan dengan menyiapkan 15 benda uji yang terbagi ke dalam lima variasi kadar aspal. Rentang variasi ini mencakup dua nilai di atas P_b (+0,5% dan +1%) serta dua nilai di bawah P_b (-0,5% dan -1%) dengan interval masing-masing 0,5%. Tiap variasi terdiri dari tiga sampel yang dipadatkan dengan 2x75 tumbukan. Melalui pengujian Marshall, parameter seperti stabilitas, flow, VMA, VIM, VFA, dan MQ dianalisis untuk menetapkan Kadar Aspal Optimum (KAO).

a. Uji Kadar aspal rencana

$$P_b = 0,035(\%CA) + 0,045(\%FA) + 0,18(\%filler) + K \quad (3.1)$$

Keterangan :

P_b = Kadar aspal

CA = agregat kasar tertahan saringan No.8

FA = agregat halus lolos saringan No.8 dan tertahan

No. 200 Filler = agregat halus lolos saringan No.200

Nilai konstanta sekitar 0,5 – 1,0 untuk AC dan WC

2. Tahap 2

Kadar aspal optimum (KAO) ditentukan berdasarkan nilai rata-rata dari cakupan kadar aspal yang telah memenuhi kriteria pengujian *Marshall* modifikasi. Mengacu pada perolehan nilai KAO di tahap kedua, dilakukan evaluasi lebih lanjut terhadap parameter stabilitas, *flow*, VMA, VIM, VFA, serta *Marshall Quotient* (MQ) melalui 40 analisis regresi. Distribusi sampel dalam penelitian ini dikategorikan ke dalam lima kelompok berbeda, sebagaimana dirincikan pada Tabel 3.1:

Tabel 3. 1 Jumlah Benda Uji Mencari Kadar Aspal Optimum (KAO)

Pengujian	Variasi kadar aspal (%)					Jumlah sampel
	Pb - 1	Pb - 0,5	Pb	Pb + 0,5	Pb + 1	
Penentuan kadar aspal optimum	3	3	3	3	3	15
Pengujian	Variasi campuran serbuk ban					Jumlah sampel
	0%	1%	3%	6%	9%	
Pengujian Karakteristik aspal	3	3	3	3	3	15

3.9 Persiapan Benda Uji

Persiapan benda uji meliputi:

1. Menyiapkan aspal sesuai dengan yang dibutuhkan dalam mix desain.
2. Menyiapkan agregat (agregat kasar, agregat halus dan agregat sedang)
3. Keringkan agregat dalam oven pada suhu 105 – 110°C minimum selama 4 jam, kemudian keluarkan dan tunggu sampai beratnya tetap.
4. Pisahkan agregat ke dalam fraksi-fraksi yang dikehendaki dengan cara penyaringan. Dengan cara menimbang masing-masing agregat (agregat kasar, agregat halus dan agregat sedang) dan filler dengan timbangan yang sudah disediakan di laboratorium secara teliti sesuai dengan takaran yang di dapat dalam mix desain.
5. Agregat kasar, agregat sedang, agregat halus dan filler dimasukkan dalam satu wadah dengan takaran masing-masing sesuai dengan kebutuhan.
6. Agregat kasar, sedang, halus dan filler dipanaskan dalam penggorengan hingga mencapai suhu 140° C.
7. Panaskan aspal sampai mencapai tingkat kekentalan (viscositas) yang diisyaratkan baik untuk pekerjaan campuran maupun pemadatan seperti

pada tabel di bawah ini.

Tabel 3. 2 Tingkat Kekentalan (Viscositas)

Alat	Pencampuran			Pemadatan		
	Aspal Padat	Aspal Cair	Satuan	Aspal Padat	Aspal Cair	Satuan
Kinematik Viscosimeter	170±20	170±20	C.ST	280±30	280±30	C.ST
Say Bolt Furol viscosimeter	85±10	85±10	DET.SF	280±30	140±15	DET.SEF

Sumber :Spesifikasi Umum Bina Marga 2018, SNI 06 – 2489 1991, SK SNI M- 58-1990

8. Pencampuran dilakukan sebagai berikut :

- a. Siapkan bahan untuk setiap benda uji yang diperlukan yaitu agregat sebanyak ±1200 gr sehingga menghasilkan tinggi benda uji kira- kira (63,5±1,27) mm
- b. Panaskan panci pencampur beserta agregat kira-kira 28 °C di atas suhu pencampurann untuk aspal padat. Bila menggunakan aspal cair, pemanasan sampai 14 °C di atas suhu pencampuran.
- c. Agregat kasar, sedang, halus dan filler dipanaskan dalam penggorengan hingga mencapai suhu 150 °C
- d. Tuangkan aspal yang sudah mencapai tingkat kekentalan sebanyak yang dibutuhkan ke dalam agregat yang sudah dipanaskan tersebut, kemudian aduklah dengan cepat pada suhu sesuai butir diatas sampai agregat terselimuti aspal secara merata
- e. Aspal, agregat kasar, agregat sedang, agregat halus, dan filler dicampur menjadi satu hingga merata dan mencapai suhu 150 °C

9. Pemadatan dilakukan sebagai berikut :

- a. Bersihkan perlengkapan cetakan benda uji serta bagian muka penumbuk dengan seksama dan panaskan sampai suhu antara 93,3°– 148,9°C.
- b. Letakkan cetakan di atas landasan pematat dan tahan dengan pemegang cetakan.

- c. Letakkan selembar kertas saring atau kertas penghisap yang sudah digunting menurut ukuran diameter cetakan, ke dalam dasar cetakan.
- d. Masukkan $\frac{1}{2}$ campuran ke dalam cetakan dan tusuk-tusuk campuran keras- keras (dengan spatula yang dipanaskan) sebanyak 15 kali keliling pinggirannya dan 10 kali di bagian tengahnya, dan masukkan $\frac{1}{2}$ sisa campuran ke dalam cetakan dan tusuk-tusuk campuran keras-keras (dengan spatula yang dipanaskan) sebanyak 15 kali keliling pinggirannya dan 10 kali di bagian tengahnya.
- e. Lakukan pemadatan dengan alat penumbuk sebanyak 150 kali tumbukan untuk lalu lintas berat.
- f. Lepaskan pelat alas berikut leher sambung dari cetakan benda uji, kemudian cetakan yang berisi benda uji dibalikkan dan pasang kembali pelat alas berikut leher sambung pada cetakan yang dibalikkan tadi.
- g. Tumbuklah (dengan jumlah tumbukan yang sama dengan jumlah sebelumnya) terhadap permukaan benda uji yang sudah dibalikkan ini.
- h. Lepaskan keeping alas dan pasanglah alat pengeluar benda uji pada permukaan benda uji.
- i. Keluarkan benda uji dengan hati-hati dan letakkan benda uji di atas permukaan yang rata dan biarkan selama kira-kira 24 jam pada suhu ruang
- j. Kemudian melakukan test marshall.

3.10 Peralatan pengujian marshall

- 1. Timbangan
- 2. Mesin Penguji Marshall

Setelah benda uji disiapkan pengujian marshall dapat dilakukan sebagai berikut:

- a. Ambil benda uji dari tempat perawatan Water Bath.
- b. Letakkan benda uji pada mesin Marshall secara sentris.
- c. Jalankan mesin uji.

- d. Lakukan pembebanan sampai benda uji menuai kerusakan dan catatlah beban maksimum yang terjadi pada saat benda uji menuai kerusakan.
- e. Lakukan langkah-langkah di atas sesuai dengan jumlah benda uji yang akan diperiksa.

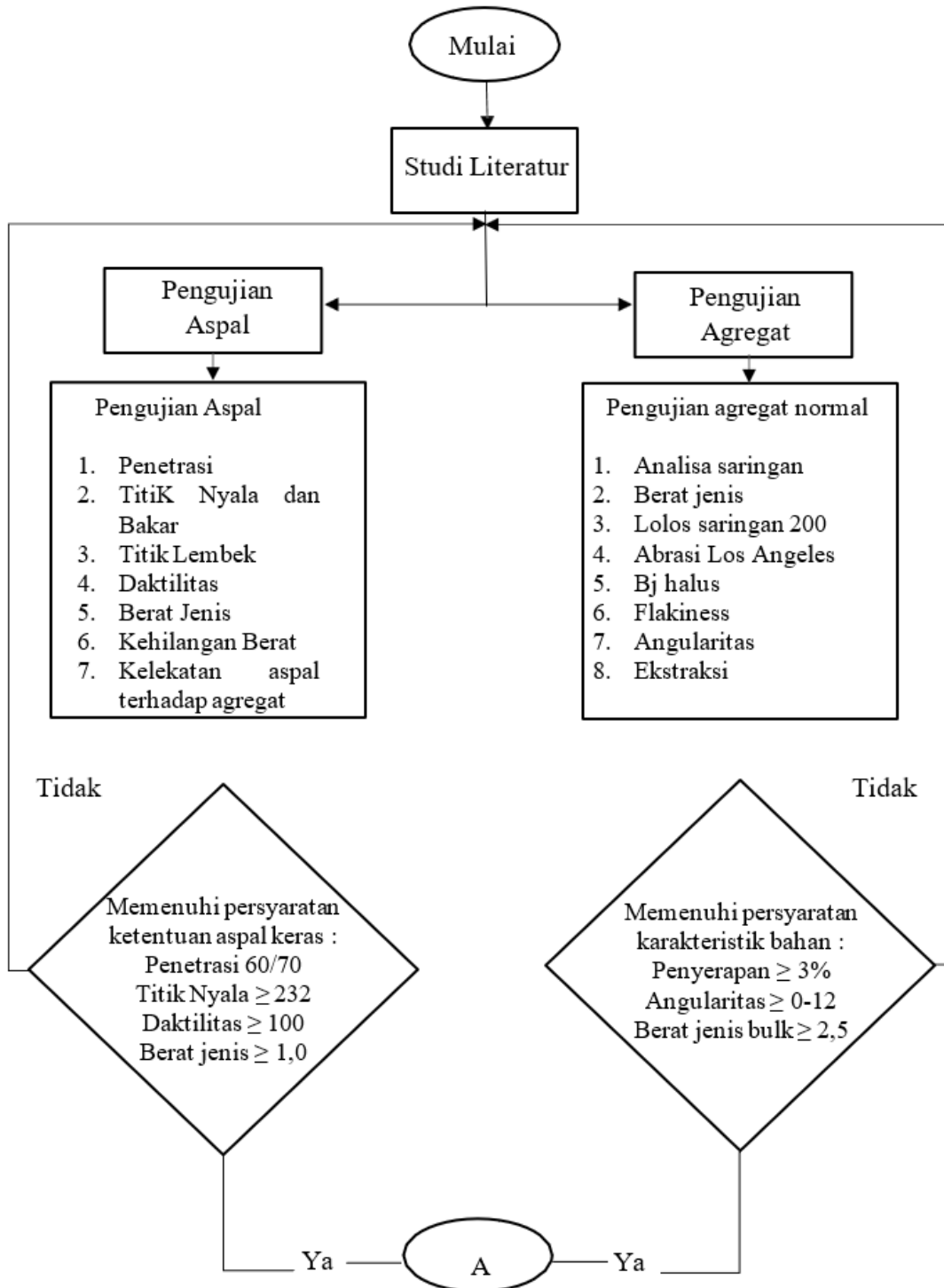
3.11 Analisis Data

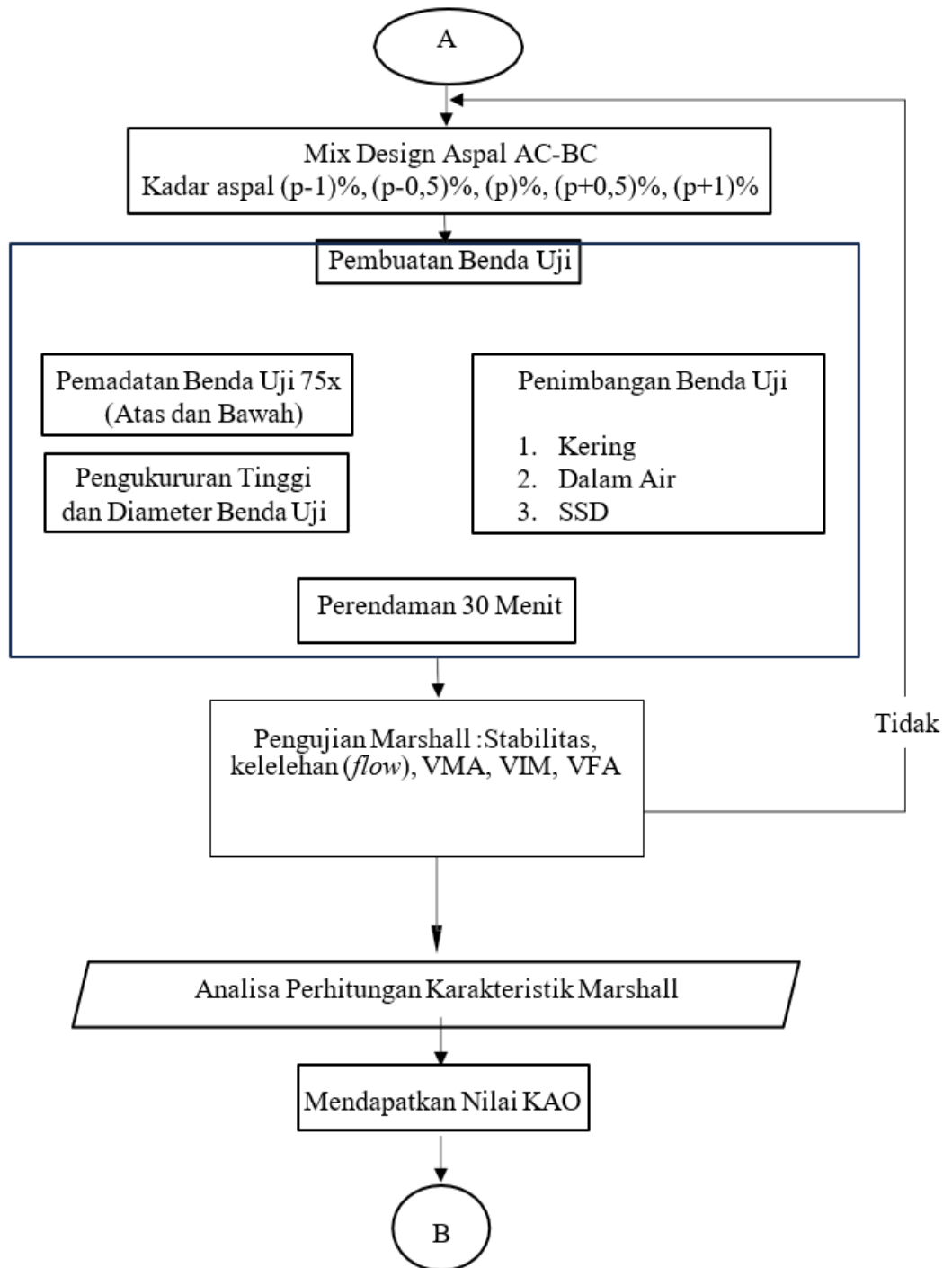
1. Lakukan langkah-langkah di atas sesuai dengan jumlah benda uji yang akan diperiksa.
2. Laporkan hasil-hasil percobaan dalam bentuk grafis untuk:
 - a. Hubungan % aspal terhadap campuran dengan % rongga terhadap aspal
 - b. Hubungan % aspal terhadap campuran dengan % rongga terhadap campuran
 - c. Hubungan % aspal terhadap campuran dengan stabilitas
 - d. Hubungan % aspal terhadap campuran dengan kelelahan
3. Tata cara analisa dan perhitungan hasil uji.

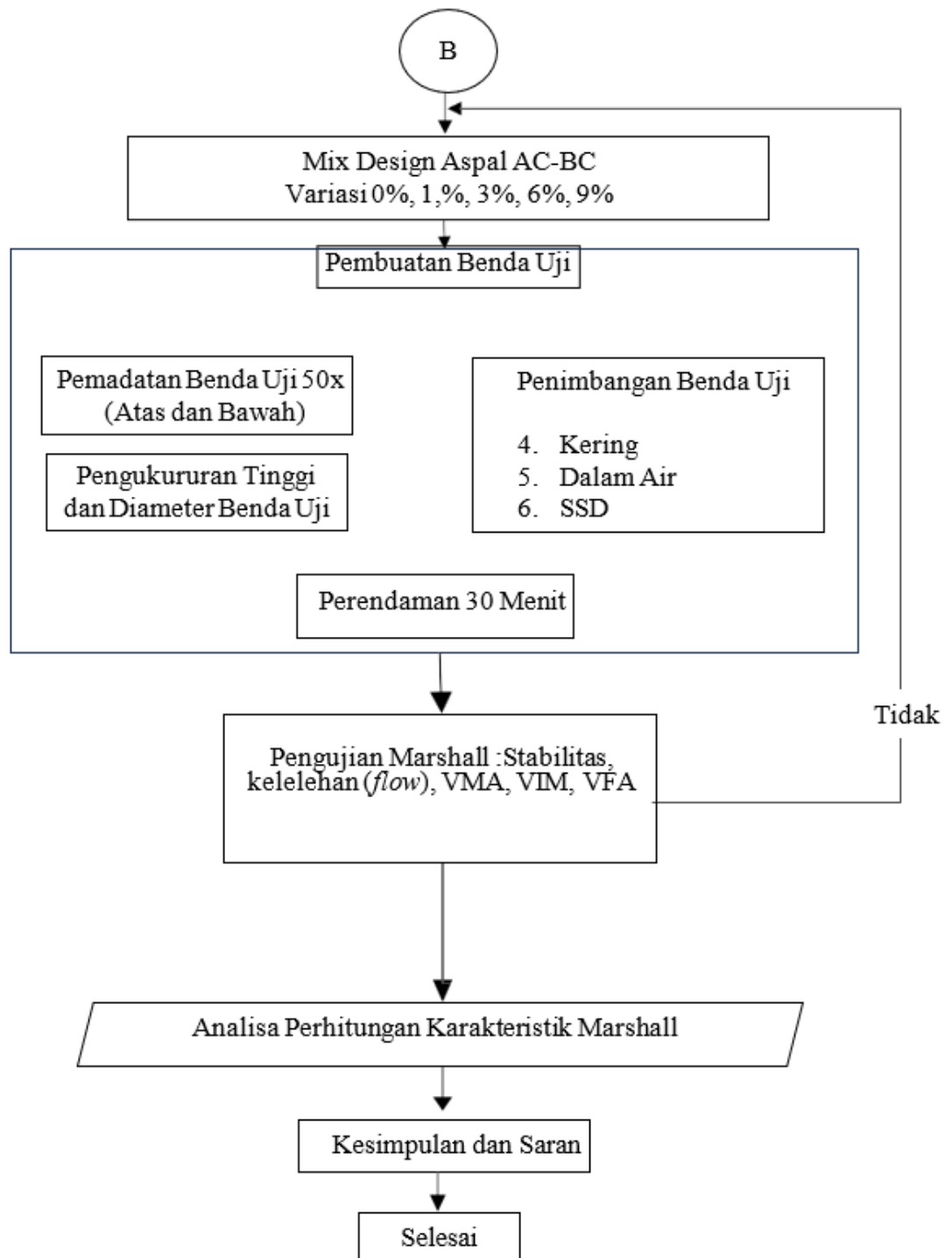
Data-data yang diperoleh dari hasil pengujian akan dianalisis, yang meliputi:

- a. Isi benda uji (H).
- b. Berat isi pada benda uji
- c. Berat jenis maksimum benda uji
- d. Rongga udara dalam campuran 44
- e. Stabilitas
- f. Kelelahan plastis (*flow*)
- g. Quotient marshal

3.12 Diagram Alir







Gambar 3. 1 Diagram Alir