BAB V

CARA PENELITIAN

Sistematika penelitian laboratorium berupa diagram alir (*flow chart*) dapat dilihat pada Bagian 5.3.6 akhir Bab V ini.

5.1 Bahan

Tinjauan penggunaan bahan pada penelitian ini diuraikan sebagai berikut ini.

5.1.1 Asal Bahan

Bahan-bahan yang digunakan adalah sebagai berikut ini.

1. Agregat
   a. Agregat kasar dan agregat halus (termasuk *filler* abu batu) berasal dari Nanggulan-Kali Progo, yang merupakan hasil pemecah batu (*stone crusher*) PT. Perwita Karya Yogyakarta.
   b. Agregat halus alam berasal dari hulu Kali Krasak, Dusun Kranggan-Magelang.
2. Aspal

   Aspal yang digunakan adalah jenis AC 60-70 produksi Pertamina yang diperoleh dari PT. Perwita Karya Yogyakarta.

3. Serat selulosa

Serat selulosa yang digunakan pada penelitian ini adalah jenis CF-31500 (*Custom Fiber*) yang diimpor dari Amerika Serikat. Distributor di Indonesia adalah PT. Saranaraya Reka Cipta.

5.1.2 Persyaratan dan Pemeriksaan Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini sebelumnya diuji di laboratorium untuk mendapatkan bahan penelitian yang berkualitas. Pengujian yang dilakukan adalah sebagai berikut ini.

1. Pemeriksaan agregat yang terdiri atas:

   a. Pemeriksaan keausan agregat

   Ketahanan agregat terhadap penghancuran diperiksa dengan percobaan abrasi dengan menggunakan mesin Los Angeles berdasarkan PB 0206-76. Nilai Abrasi menunjukkan banyaknya benda uji yang hancur akibat tumbukan dan gesekan antar partikel dengan bola-bola baja pada saat terjadinya putaran. Nilai Abrasi > 40% menunjukkan agregat tidak mempunyai keausan yang cukup untuk digunakan sebagai bahan lapis perkerasan.

   b. Pemeriksaan berat jenis (*specific gravity*)

   Berat jenis adalah perbandingan antara berat dengan volume agregat. Air suling digunakan untuk mendapatkan volume agregat. Pemeriksaan berat jenis mengikuti prosedur PB-0202-76 dengan persyaratan minimum 2,5 gr/cc. Besarnya berat jenis agregat penting

untuk diketahui karena perencanaan campuran agregat dengan aspal berdasarkan perbandingan berat dan juga untuk menentukan banyaknya pori.

c. Pemeriksaan penyerapan agregat terhadap air

Pemeriksaan dilakukan untuk mengetahui besarnya air yang terserap oleh agregat. Besarnya peresapan agregat yang diijinkan mempunyai nilai maksimum 3 %. Air yang telah diserap oleh agregat sukar dihilangkan seluruhnya walaupun melalui proses pengeringan, sehingga mempengaruhi daya lekat aspal terhadap agregat.

d. Pemeriksaan kelekatan terhadap aspal

Pemeriksaan dilakukan sesuai dengan prosedur PB-0205 -76. Kelekatan agregat terhadap aspal dinyatakan dalam prosentase luas permukaan batuan yang tertutup aspal terhadap keseluruhan luas permukaan dan besarnya minimal 95%.

e. Pemeriksaan *sand equivalent*

Pemeriksaan dilakukan untuk mengetahui kadar debu/ bahan yang menyerupai lempung pada agregat halus. *Sand eqivalent test* dilakukan untuk agregat yang lolos saringan No. 4 sesuai prosedur PB-0203-76. Nilai yang disyaratkan minimum 50%. Adanya lempung dalam campuran dapat mempengaruhi mutu campuran agregat dengan aspal, karena lempung membungkus partikel-partikel agregat sehingga ikatan antara agregat dengan aspal berkurang. Adanya lempung juga

mengakibatkan luas permukaan yang harus diselimuti aspal bertambah.

2. Pemeriksaan aspal

Aspal merupakan hasil produksi dari bahan-bahan alam, sehingga sifat-sifat aspal harus selalu diperiksa di laboratorium. Aspal yang telah memenuhi syarat-syarat yang telah ditetapkan dapat digunakan sebagai bahan pengikat perkerasan. Pemeriksaan bahan ikat agregat terri atas:

a. Pemeriksaan penetrasi

Pemeriksaan ini bertujuan untuk memeriksa tingkat kerasan aspal. Prosedur pemeriksaan adalah PA-0301--76. Besarnya angka penetrasi untuk aspal AC 60-70 adalah antara 60-79 (0,01 mm).

b. Pemeriksaan titik lembek (*softening point test*)

Titik lembek adalah suhu dimana suatu lapisan aspal dalam cincin yang diletakkan horisontal didalam lalarutan air atau gliserin yang dipanaskan secara teratur menjadi lembek dan jatuh pada ketinggian 1 inci (25,4 mm) dari pelat dasar. Pemeriksaan mengikuti PA-0302-76 dengan nilai yang disyaratkan 48°C sampai dengan 58°C. Pemeriksaan ini dilakukan untuk mencari temperatur pada saat aspal mulai menjadi lunak. Pemeriksaan ini menggunakan cincin yang terbuat dari kuningan dan bola baja dengan diameter 9,53 mm seberat 3,5 gram.

c. Pemeriksaan titik nyala dan titik bakar

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan suhu pada saat terlihat nyala singkat pada suatu titik di atas permukaan aspal (titik nyala) dan suhu pada saat terihat nyala sekurang-kurangnya 5 detik pada suatu titik di atas permukaan aspal (titik bakar). Pemeriksaan ini mengikuti prosedur PA-0303-76 dengan besarnya nilai yang disyaratkan minimum 200°C.

d. Pemeriksaan berat jenis aspal

Perbandingan antara berat dan volume aspal. Dalam penelitian ini mendapatkan volume aspal dipergunakan air suling. Prosedur pemeriksaan mengikuti PA-0307-76 dengan nilai yang disyaratkan sebesar minimal 1 gr/cm^3. Berat jenis aspal diperlukan untuk perhitungan dalam analisa campuran.

e. Pemeriksaan kelarutan dalam CCl_4 (*solubity test*)

Pemeriksaan ini dilakukan untuk menentukan jumlah bitumen yang larut dalam *carbon tetra chloroid*. Jika semua bitumen yang diuji larut dalam CCl_4 maka bitumen tersebut adalah murni. Prosedur pemeriksaan mengikuti PA-0305-76.

5.2 Perencanaan Campuran

Perencanaan campuran meliputi beberapa kegiatan sebagai berikut ini.

5.2.1 Gradasi *Split Mastic Asphalt*

Gradasi agregat yang digunakan pada campuran *Split Mastic Asphalt* dengan bahan tambah serat selulosa (SMA+S) adalah gradasi terbuka (*open graded*), dengan prosentase agregat kasar (ukuran ≥ 2 mm) ≥ 75%. Gradasi *Split Mastic Asphalt* yang digunakan diberikan pada Tabel 5.1 berikut ini.

Tabel 5.1 Gradasi *Split Mastic Asphalt* dengan Bahan Tambah Serat Selulosa Menurut Bina Marga (*Heavy Loaded Road Improvement Project*)

No.	Ukuran Saringan	Lolos Saringan (%)	Ideal (%)
1	1/2" (12,70 mm)	100	100
2	7/16" (11,20 mm)	90 - 100	95
3	5/16" (8,00 mm)	50 - 75	62,5
4	No. 4 (5,00 mm)	30 - 50	40
5	No. 10 (2,00 mm)	20 - 30	25
6	No. 25 (0,71 mm)	13 - 25	19
7	No. 60 (0,25 mm)	10 - 20	15
8	No.170 (0,09 mm)	8 - 13	10,5

Sumber: SNI. No. 1737.1989/F jo. SKBI-2.426.1987.

5.2.2 Kadar Serat Selulosa Optimum

Serat selulosa yang digunakan pada penelitian ini adalah jenis CF-31500. Berdasarkan spesifikasi Bina Marga, kadar bahan stabilisasi (serat selulosa) ditentukan tetap yaitu 0,3 % dari berat total campuran.

5.2.3 Kadar Aspal Optimum

Berdasarkan peraturan dan persyaratan Direktorat Jenderal Bina Maga Departemen Pekerjaan Umum, untuk klasifikasi volume lalu lintas berat, aspal yang digunakan adalah aspal keras (*Asphalt Cement*) pen 60-70. Persyaratan tersebut memenuhi ketentuan SNI No. 1737.1989-F, dengan variasi kadar aspal adalah 6,2%, 6,5%, 6,8%, dan 7,1%.

Parameter Marshall yang digunakan pada penelitian ini untuk campuran *Split Mastic Asphalt* dengan bahan tambah serat selulosa (SMA+S) dalam menentukan kadar aspal optimum terdiri atas:

1. *unit weight/density*,
2. *stability*,
3. kelelehan (*flow*),
4. rongga udara dalam campuran (*air void*), dan
5. rongga yang terisi aspal (VFWA).

Nilai parameter hasil pengujian kemudian dibuat grafik untuk disesuaikan dengan spesifikasi. Kadar aspal optimum dapat ditentukan dari grafik tersebut. Spesifikasi Uji Marshall dari Bina Marga untuk SMA+S diberikan pada Tabel 5.2 berikut ini.

Tabel 5.2 Spesifikasi Bina Marga untuk Uji Marshall SMA+S

No.	Parameter Marshall	Satuan	Spesifikasi
1	*Stability*	kg	min 750
2	*Marshall Quotient*	kN/mm	1.9 - 3.0
3	*Air Void (VITM)*	%	3.0 - 5.0
4	*Effective Bitument Content*	%	min 6.0
5	*Fibre Cellulose Content*	%	0.3
6	*Flow*	mm	2.0 - 4.0
7	*Absorbed Bitument*	%	max 1.5
8	*Bitument*	mikron	min 10 mikron
9	*Void Filled Bitument (VFWA)*	%	min 75

Sumber: Departemen Pekerjaan Umum, Badan Penelitian dan Pengembangan PU, Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan, Maret 1992.

5.3 Pelaksanaan Pengujian

Tahap pelaksanaan pengujian meliputi beberapa kegiatan sebagai berikut.

5.3.1 Pembuatan Benda Uji

Berat total campuran agregat dan aspal untuk satu jenis benda uji adalah 1200 gram, yang terdiri dari aspal, agregat kasar, agregat halus (termasuk *filler*) dan bahan tambah. Benda uji dibuat masing-masing 3 buah. Empat macam kadar aspal dan 2 macam penggunaan agregat halus. Pengujian pada kadar aspal optimum dengan benda uji 6 buah. Maka dibuat benda uji sebanyak (3x4x2)+(2x3) = 30 buah benda uji. Tahap pembuatan benda uji adalah sebagai berikut ini.

1. Agregat dibersihkan dari kotoran yang menempel dan dikeringkan sampai diperoleh berat tetap pada suhu 105 ± 5°C. Agregat-agregat tersebut kemudian disaring secara kering ke dalam fraksi-fraksi yang dikehendaki.
2. Penimbangan untuk setiap fraksi dilakukan agar mendapatkan gradasi agregat ideal pada suatu takaran campuran.
3. Proses pencampuran (*mixing*) dilakukan sebagai berikut:
   a. panci pencampur dipanaskan beserta gradasi agregat rencana sampai suhu 160°C,
   b. agregat kering diaduk dengan 0,3% serat selulosa, agar distribusi serat dapat merata pada suhu 160°C,
   c. aspal AC 60-70 panas ditambahkan (agar mencapai tingkat kekentalan rencana) ke campuran agregat, sesuai dengan takaran pada *mix design*, dan
   d. campuran diaduk (*wet mixing*) selama 45 - 50 detik.
4. Proses pemadatan dilakukan sebagai berikut ini.
   a. Perlengkapan cetakan benda uji dan bagian muka penumbuk dibersihkan secara cermat dan dipanaskan pada suhu 93,3°C - 148,9°C.
   b. Diletakkan selembar kertas lapis sesuai ukuran cetakan ke dasar cetakan.
   c. Seluruh campuran dimasukkan ke cetakan pada suhu 140°C. Campuran ditusuk-tusuk dengan keras menggunakan spatula yang telah dipanaskan sebanyak 15 kali di bagian tepi dan 10 kali di bagian tengah.
   d. Diletakkan selembar kertas lapis sesuai ukuran ceta-

kan di atas campuran benda uji.

e. Pemadatan dilakukan dengan alat penumbuk sebanyak 75 kali (digunakan untuk lalulintas padat dengan muatan berat) dengan tinggi jatuh 45,7 cm. Palu pemadat selalu tegak lurus terhadap cetakan selama pemadatan dilakukan.

f. Plat alas dan leher sambung dilepas kembali dari cetakan benda uji. Cetakan tersebut dibalik kemudian plat alas dan leher sambung dipasang kembali ke cetakan benda uji yang telah dibalik.

g. Penumbukan dilakukan pada permukaan benda uji yang telah dibalik sebanyak 75 kali.

h. Benda uji dikeluarkan dengan hati-hati dari cetakan dan diletakkan di atas permukaan yang rata selama 24 jam.

5.3.2 Peralatan Pengujian

Peralatan yang digunakan adalah sebagai berikut ini.

1. Sembilan cetakan benda uji lengkap dengan plat atas dan leher sambung.
2. Mesin penumbuk manual maupun elektrik.
3. Alat untuk mengeluarkan benda uji (*ejector*).
4. Alat Marshall lengkap, terdiri atas:
   a. kepala penekan (*breaking head*) berbentuk lengkung,
   b. cincin penguji (*proving ring*), dan
   c. arloji pengukur alir (*flow*).
5. Oven.

6. Bak perendam (*water bath*).
7. Timbangan dengan ketelitian 5 gram
8. Pengukur suhu (*thermometer*).
9. Perlengkapan lain-lain terdiri dari:
   a. panci/kuali,
   b. sendok pengaduk dan spatula,
   c. kompor atau pemanas (*hot plate*),
   d. kantong plastik, gas elpiji, dan
   e. sarung tangan asbes dan karet.

5.3.3 Persiapan Pengujian

Tahap persiapan pengujian adalah sebagai berikut ini.

1. Benda uji dibersihkan dari kotoran-kotoran yang menempel, sebelum dilakukan penimbangan.
2. Setiap benda uji diberi tanda pengenal.
3. Tinggi dan diameter benda uji diukur dengan ketelitian 0,1 mm terhadap alat ukur.
4. Benda uji direndam dalam air selama 24 jam pada suhu ruang.
5. Benda uji ditimbang pada kondisi di dalam air. Tidak boleh ada benda uji lain di bawah benda uji yang sedang ditimbang.
6. Benda uji ditimbang dalam keadaan kering permukaan jenuh.

5.3.4 Cara Pengujian

Cara pengujian benda uji adalah sebagai berikut ini.

1. Benda uji direndam dalam bak peremdam (*water bath*)

selama 30 menit dengan suhu perendaman 60°C.

2. Kepala penekan alat Marshall dibersihkan dan permukaannya dilumasi dengan *vaseline* atau oli agar benda uji mudah dilepaskan.
3. Benda uji diletakkan pada alat Marshall segera setelah benda uji dikeluarkan dari *water bath*.
4. Pembebanan dimulai dengan posisi jarum diatur sehingga menunjukkan angka nol.
5. Kecepatan pembebanan dimulai dengan 50 mm/menit hingga pembebanan maksimum tercapai, yaitu pada saat arloji pembebanan berhenti dan menurun seperti yang ditunjukkan oleh jarum ukur. Pembebanan maksimum yang terjadi pada *flow meter* dibaca pada saat itu.

5.3.5 Anggapan Dasar

Penelitian ini dilaksanakan untuk membandingkan penggunaan agregat halus Kali Krasak dan agregat halus Kali Progo hasil *stone crusher* terhadap spesifikasi yang disyaratkan untuk campuran *Split Mastic Asphalt* ditambah serat selulosa.

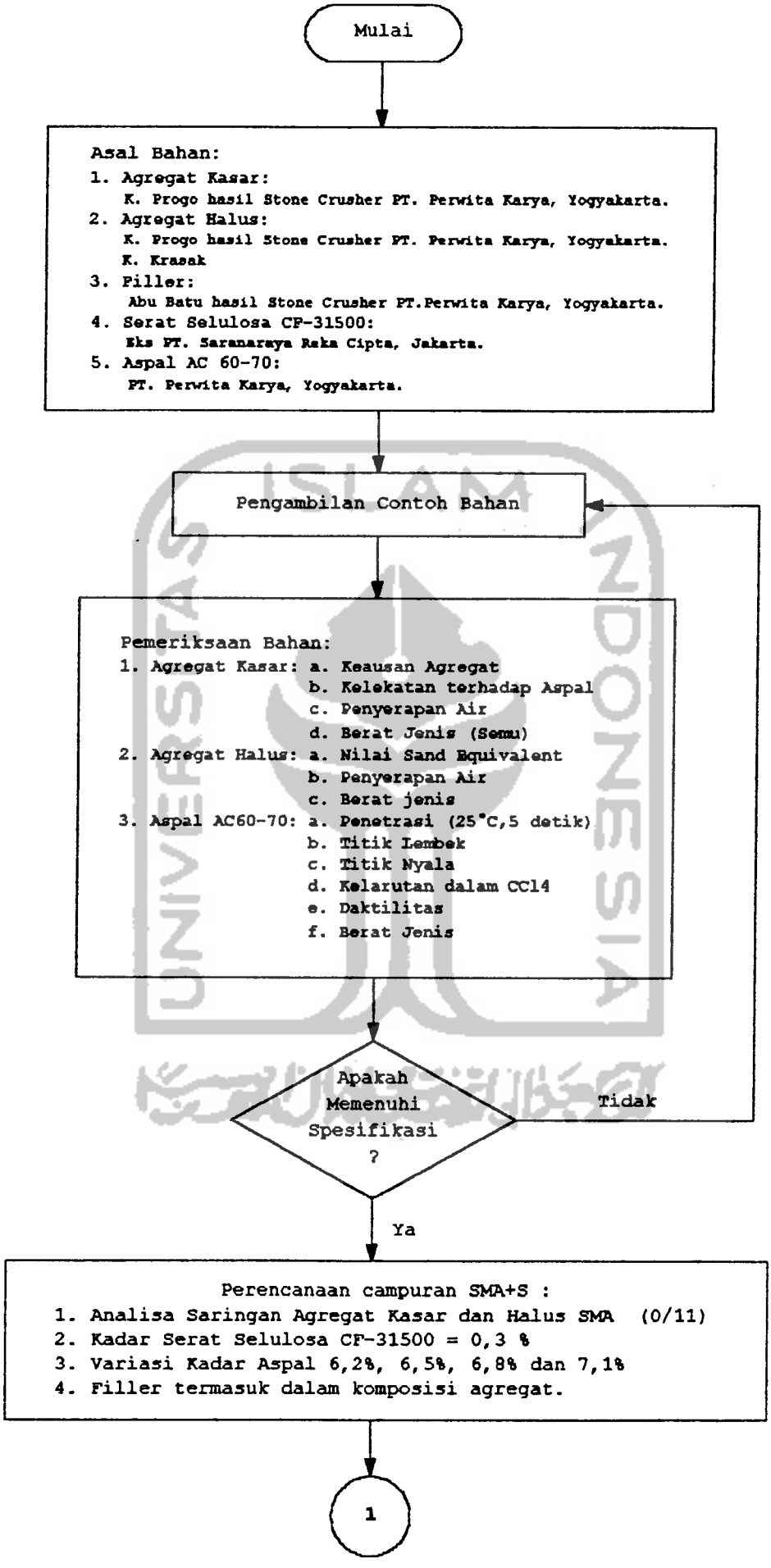
Berdasarkan hasil perbandingan tersebut dapat digunakan untuk mengetahui kelayakan agregat halus Kali Krasak jika digunakan sebagai alternatif agregat halus untuk campuran *Split Mastic Asphalt* ditambah dengan serat selulosa (SMA+S). Perbandingan tersebut didasarkan pada nilai-nilai *density*, VITM (*Void in the Mix*), VFWA (*Void Filled With Asphalt*), stabilitas, *flow*, dan *Marshall Quotient*.

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini dianggap dalam keadaan standar. Bahan-bahan untuk penelitian ini, seperti agregat dan aspal dianggap memiliki kualitas yang homogen, seperti pada hasil pengujian bahan.

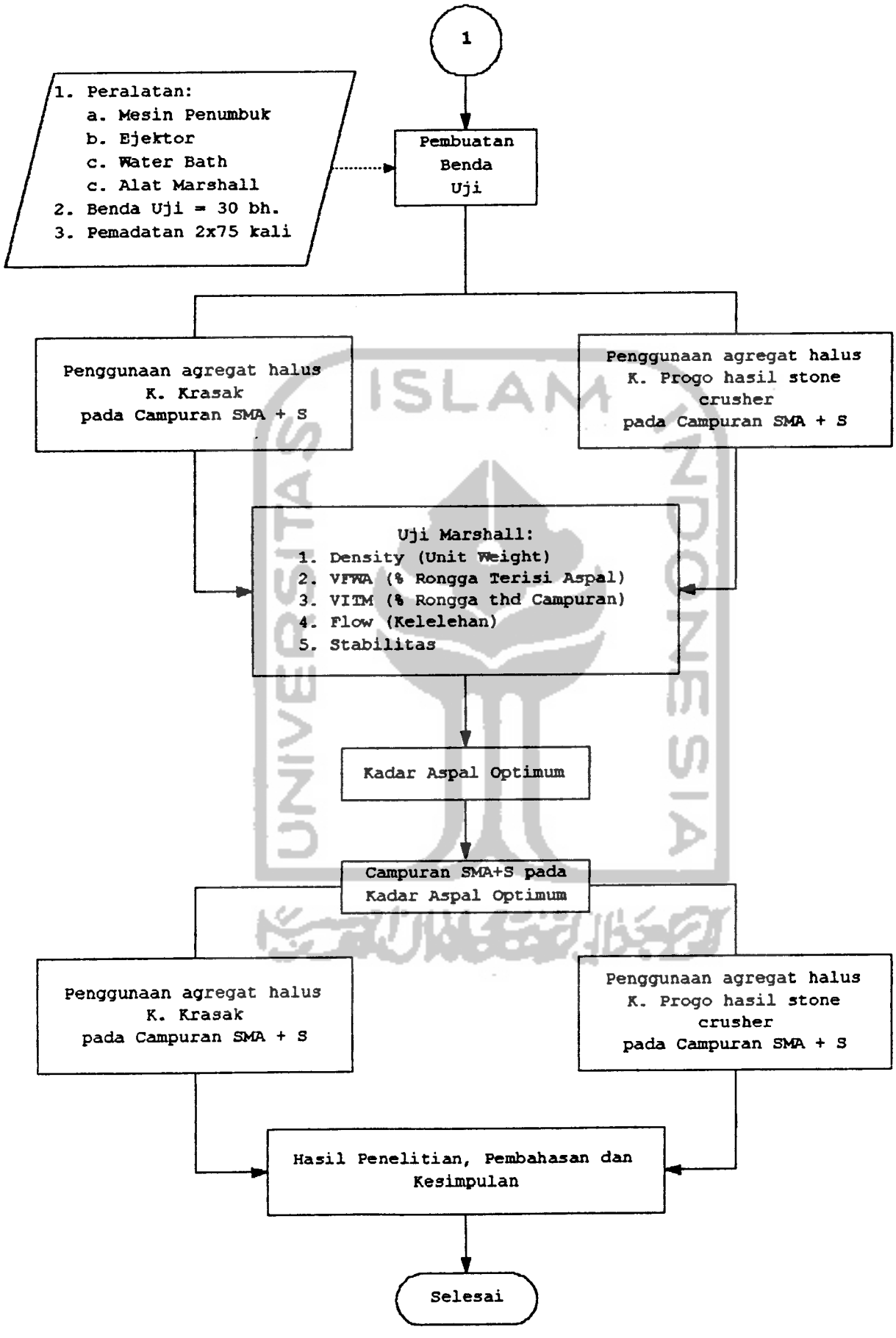
5.3.6 Diagram Alir Penelitian Laboratorium

Sistematika penelitian laboratorium yang dilakukan sesuai dengan diagram alir (*flow chart*) yang ditunjukkan pada Gambar 5.1 berikut ini.

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA



Gambar 5.1 Diagram Alir Penelitian Laboratorium



Gambar 5.1 (lanjutan)