

3. METODE PENELITIAN

3.1 Kerangka Penelitian

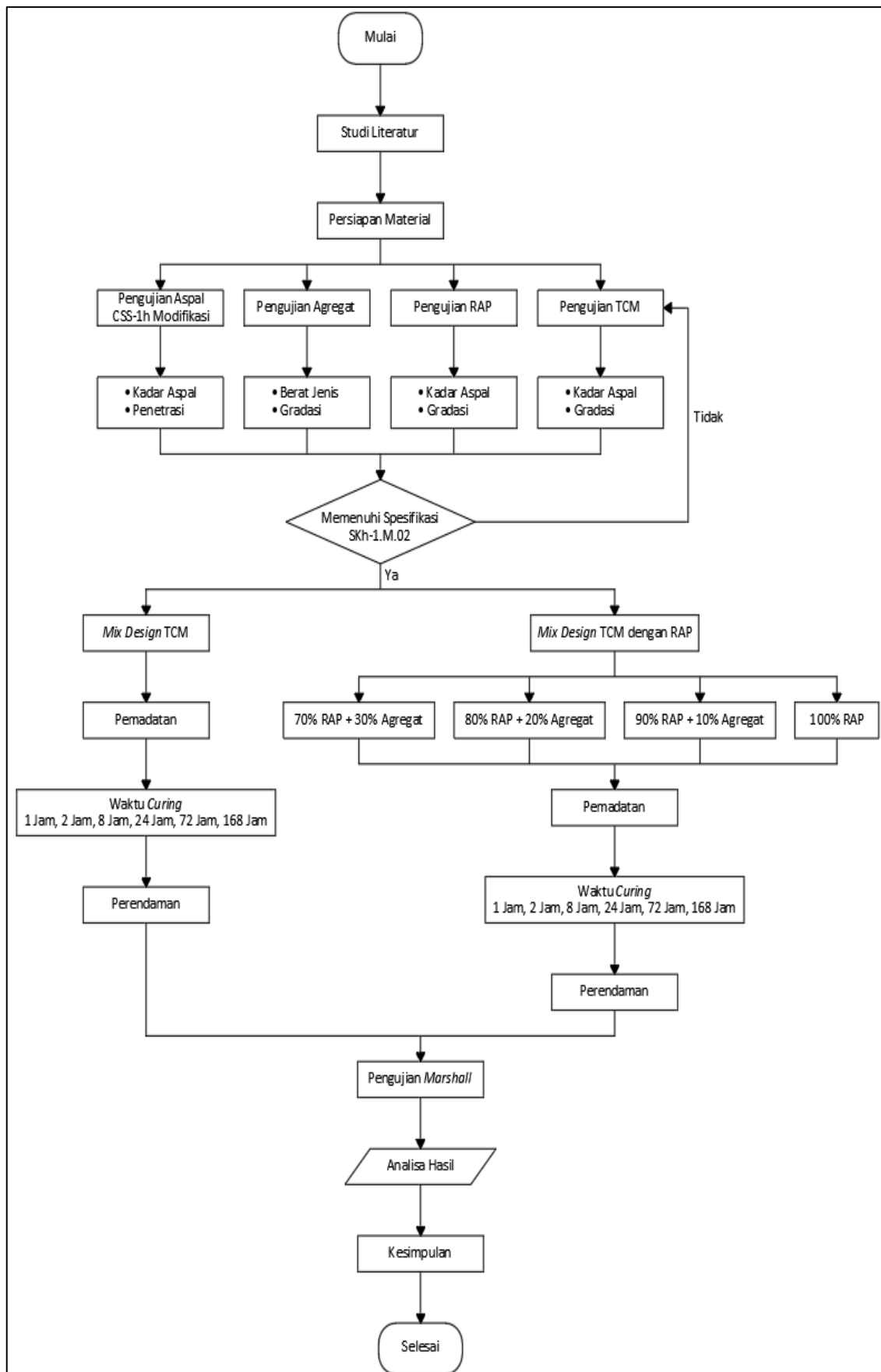
Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh waktu *curing* terhadap stabilitas dan kelelahan (*flow*) campuran TCM maupun campuran RAP dengan TCM. Sebagai variabel pembanding, digunakan agregat RAP pada proses pencampuran yang dimana berdasarkan (Nono & Hamdani, 2017) dan (Liu et al., 2024), RAP menggunakan beberapa variasi, yaitu 70% RAP, 80% RAP, 90% RAP, dan 100% RAP. Penelitian ini dibagi ke dalam dua bagian dimana kedua bagian ini dapat dijalankan bersamaan. Penelitian diawali dengan studi literatur untuk melengkapi keperluan data dalam penelitian. Selanjutnya, dilakukan pengujian terhadap bahan penyusun campuran, yaitu pengujian aspal dan agregat. Pengujian ini bertujuan untuk mendapatkan hasil bahwa material penyusun tersebut telah memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan. Apabila telah memenuhi spesifikasi, dilanjutkan dengan pembuatan benda uji untuk TCM dan RAP. Apabila tidak memenuhi spesifikasi dilakukan pengujian bahan penyusun campuran kembali hingga semua spesifikasi terpenuhi.

Bagian pertama dibuat benda uji TCM yang berasal dari PT. Triasindomix. Bagian ini langsung masuk pada proses pemadatan karena aspal dan agregat pada TCM telah tercampur sehingga tidak perlu melakukan *mixing*. Berdasarkan (Thanaya et al., 2020), dilakukan pemadatan 2x75 untuk tiap permukaan benda uji. Benda uji TCM dibuat berdasarkan beberapa variabel waktu *Curing* selama 1 jam dan 2 jam. Berdasarkan (Hafezzadeh et al., 2023) dilakukan pengujian variabel waktu *Curing* selama 8 jam. Untuk waktu *Curing* selama 24 jam, 72 jam, dan 168 jam berdasarkan (Thanaya et al., 2020). Setelah dilakukan pemadatan dan dijalkannya variabel waktu *Curing*, dilakukan pengujian Marshall terhadap masing-masing benda uji untuk mendapat nilai stabilitas dan kelelahan (*Flow*).

Pada bagian pembuatan benda uji TCM dengan RAP yang berasal dari PT Tripalindo Trans Mix, terlebih dahulu dilakukan ayakan gradasi RAP dan agregat baru untuk mendapatkan ukuran dan berat agregat dari tiap nomor ayakan yang digunakan dalam pembuatan benda uji. Setelah melakukan ayakan, RAP dan agregat baru ditimbang berdasarkan kombinasi kadar RAP dan agregat. Masing-masing kadar RAP dan agregat memiliki jumlah penambahan aspal yang berbeda sehingga perlu dilakukan penimbangan aspal terlebih dahulu sesuai masing-masing kadar RAP dan agregat lalu dilakukan pencampuran. Masing-masing kadar dilakukan pencampuran dengan aspal CSS-1h Modifikasi yang berasal dari PT Triasindomix.

Setelah tercampur dengan aspal, dilakukan pemadatan seperti pada bagian pertama. Benda uji dilakukan waktu *Curing* sama seperti pada bagian pertama, yaitu 1 jam, 2 jam, 8 jam, 24 jam, 72 jam, dan 168 jam. Setelah waktu *Curing* berlalu dilakukan pengujian *Marshall* untuk mendapatkan nilai stabilitas dan kelelahan (*Flow*).

Dari hasil pengujian benda uji pada kedua bagian ini dibandingkan nilai stabilitas dan kelelahan (*Flow*) dari RAP yang telah memenuhi Spesifikasi Khusus Bahan Tambalan Cepat Mantap (TCM) SKh-1.M. 02 dan memberikan pertimbangan untuk RAP dapat digunakan sebagai bahan utama dalam material preservasi jalan khususnya digunakan pada agregat untuk pembuatan produk Tambalan Cepat Mantap atau produk lainnya yang berorientasi pada preservasi jalan.



Gambar 3.1 Flowchart Alur Penelitian

3.2 Material dan Peralatan yang Digunakan

Pembuatan benda uji yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan TCM dan aspal emulsi CSS-1h Modifikasi yang berasal dari PT Triasindomix dan RAP serta agregat baru dengan fraksi 0-5, 5-10, dan 10-15 yang digunakan sebagai variabel pembanding berasal dari PT. Tripalindo Trans Mix. Peralatan yang digunakan pada penelitian ini menggunakan peralatan Laboratorium Perkerasan dan Bahan Jalan Universitas Kristen Petra Surabaya. Peralatan pengujian meliputi alat uji ayakan berstandar ASTM, timbangan digital, *compactor* untuk pemadatan benda uji, *mold* benda uji, dongkrak untuk mengeluarkan benda uji dari *mold*, oven untuk memanaskan benda uji, alat uji *Marshall* untuk mendapatkan nilai stabilitas dan kelelahan (*Flow*), dan alat *Asphalt Centrifuge Extractor* untuk pengujian ekstraksi.

3.3 Penentuan Jumlah Benda Uji

Pada bagian pertama, dilakukan pembuatan benda uji dengan menggunakan produk TCM dari PT. Triasindomix. Bahan dimasukkan ke dalam cetakan lalu dipadatkan dengan tumbukan 2x75 pada tiap sisi. Benda uji yang akan dibuat berdasarkan waktu *curing*, yaitu 1 jam, 2 jam, dan 8 jam, 24 jam, 72 jam, dan 168 jam. Pada setiap variabel waktu *curing* ini dibuat sebanyak 3 benda uji dan totalnya adalah 18 benda uji. Setelah mencapai umur rencana yang ditetapkan, dilakukan pengujian *Marshall* untuk mengetahui nilai stabilitas dan kelelahan (*Flow*) dari variasi umur rencana.

Pada bagian kedua, dilakukan pengujian yang bertujuan sebagai pembanding dengan hasil pada bagian pertama. Bagian kedua digunakan material RAP dan agregat baru dari PT Tripalindo Trans Mix sebagai material dalam pencampuran benda uji. RAP dan agregat baru ditimbang terlebih dahulu berdasarkan kadar 70% RAP, 80% RAP, 90% RAP, dan 100% RAP. Lalu dicampur dengan aspal emulsi CSS-1h Modifikasi dari PT Triasindomix. Setelah tercampur, benda uji dimasukkan ke dalam cetakan dan dipadatkan. Untuk setiap kadar RAP dilakukan waktu *curing* seperti pada bagian pertama, yaitu 1 jam, 2 jam, 8 jam, 24 jam, 72 jam, dan 168 jam. Untuk setiap kadar RAP dan masing-masing variabel waktu *curing* dibuat 3 benda uji dan total benda uji pada bagian kedua adalah 72 benda uji. Lalu dilakukan pengujian *Marshall* untuk mendapatkan nilai stabilitas dan kelelahan (*Flow*).

Tabel 3.1

Jumlah Benda Uji Bagian I

Umur Rencana	Kode	Jumlah Benda Uji
1 Jam	VAH1	3
2 Jam	VAH2	3
8 Jam	VAH8	3
1 Hari	VAD1	3
3 Hari	VAD3	3
7 Hari	VAD7	3
Total Jumlah Benda Uji		18

Catatan: VAH1 = campuran 100% TCM dengan waktu 1 Jam; VAH2 = campuran 100% TCM dengan waktu 2 Jam; VAH8 = campuran 100% TCM dengan waktu 8 Jam; VAD1 = campuran 100% TCM dengan waktu 1 hari; VAD3 = campuran 100% TCM dengan waktu 3 hari; VAD7 = campuran 100% TCM dengan waktu 7 hari.

Tabel 3.2

Jumlah Benda Uji Bagian II

Umur Rencana	Kode	Jumlah Benda Uji
1 Jam	R7H1	3
2 Jam	R7H2	3
8 Jam	R7H8	3
1 Hari	R7D1	3
3 Hari	R7D3	3
7 Hari	R7D7	3
Total Jumlah Benda Uji		18

Catatan: R7H1 = campuran 70% RAP dengan waktu 1 Jam; R7H2 = campuran 70% RAP dengan waktu 2 Jam; R7H8 = campuran 70% RAP dengan waktu 8 Jam; R7D1 = campuran 70% RAP dengan waktu 1 hari; R7D3 = campuran 70% RAP dengan waktu 3 hari; R7D7 = campuran 70% RAP dengan waktu 7 hari.

Umur Rencana	Kode	Jumlah Benda Uji
1 Jam	R8H1	3
2 Jam	R8H2	3
8 Jam	R8H8	3
1 Hari	R8D1	3
3 Hari	R8D3	3
7 Hari	R8D7	3
Total Jumlah Benda Uji		18

Catatan: R8H1 = campuran 80% RAP dengan waktu 1 Jam; R8H2 = campuran 80% RAP dengan waktu 2 Jam; R8H8 = campuran 80% RAP dengan waktu 8 Jam; R8D1 = campuran 80% RAP

dengan waktu 1 hari; R8D3 = campuran 80% RAP dengan waktu 3 hari; R8D7 = campuran 80% RAP dengan waktu 7 hari.

Umur Rencana	Kode	Jumlah Benda Uji
1 Jam	R9H1	3
2 Jam	R9H2	3
8 Jam	R9H8	3
1 Hari	R9D1	3
3 Hari	R9D3	3
7 Hari	R9D7	3
Total Jumlah Benda Uji		18

Catatan: R9H1 = campuran 90% RAP dengan waktu 1 Jam; R9H2 = campuran 90% RAP dengan waktu 2 Jam; R9H8 = campuran 90% RAP dengan waktu 8 Jam; R9D1 = campuran 90% RAP dengan waktu 1 hari; R9D3 = campuran 90% RAP dengan waktu 3 hari; R9D7 = campuran 90% RAP dengan waktu 7 hari.

Umur Rencana	Kode	Jumlah Benda Uji
1 Jam	R10H1	3
2 Jam	R10H2	3
8 Jam	R10H8	3
1 Hari	R10D1	3
3 Hari	R10D3	3
7 Hari	R10D7	3
Total Jumlah Benda Uji		18

Catatan: R10H1 = campuran 100% RAP dengan waktu 1 Jam; R10H2 = campuran 100% RAP dengan waktu 2 Jam; R10H8 = campuran 100% RAP dengan waktu 8 Jam; R10D1 = campuran 100% RAP dengan waktu 1 hari; R10D3 = campuran 100% RAP dengan waktu 3 hari; R10D7 = campuran 100% RAP dengan waktu 7 hari.

3.4 Langkah Pembuatan Benda Uji

3.4.1 Pembuatan Benda Uji TCM

Berikut langkah-langkah pembuatan benda uji TCM.

1. Timbang TCM yang digunakan sebanyak 1000 gram untuk pembuatan benda uji TCM.



Gambar 3.2 Timbang TCM

2. Masukkan TCM ke dalam *mold* yang telah diberi oli dan lapisi sisi atas dan bawah dengan plastik. *Mold* yang digunakan berdiameter 10 mm dan tinggi 10 mm.



Gambar 3.3 Masukkan TCM ke *Mold*

3. Padatkan dengan *Compactor* sebanyak 2×75 pada sisi atas dan bawah benda uji.



Gambar 3.4 Padatkan TCM

4. Diamkan benda uji dalam *Mold* selama 24 jam pada suhu ruangan.



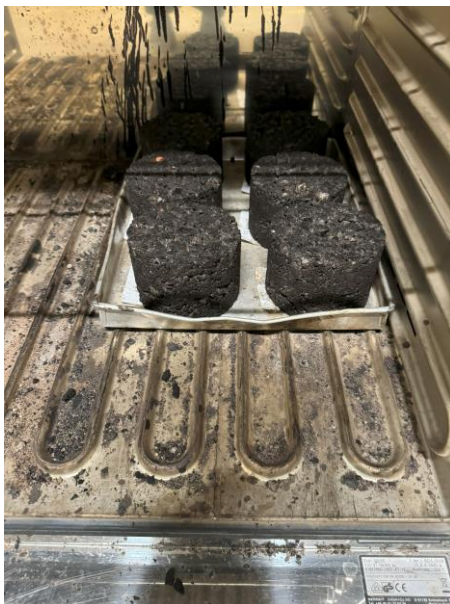
Gambar 3.5 Diamkan Benda Uji

5. Setelah didiamkan, benda uji dikeluarkan dari *Mold*.



Gambar 3.6 Benda Uji Dikeluarkan dari *Mold*

6. Masukkan benda uji ke dalam oven dengan suhu 40°C selama 24 jam.



Gambar 3.7 Oven Benda Uji

7. Keluarkan benda uji dan timbang untuk mendapatkan berat udara.



Gambar 3.8 Timbang Benda Uji untuk Mendapat Berat Udara

8. Diamkan benda uji pada suhu ruangan sesuai variabel waktu *Curing*.



Gambar 3.9 Diamkan Benda Uji Sesuai Waktu *Curing*

9. Setelah didiamkan, rendam benda uji dalam air dengan ketinggian setengah tinggi benda uji secara bergantian selama 2x30 menit pada kedua sisinya. Untuk mendapatkan hasil stabilitas sisa, lakukan perendaman selama 2x24 jam pada kedua sisinya. (Thanaya, 2007)



Gambar 3.10 Rendam Benda Uji Selama 2x30 Menit

10. Setelah direndam, masukkan benda uji ke dalam air dan timbang dalam air untuk mendapat berat dalam air.



Gambar 3.11 Timbang Benda Uji Dalam Air

11. Keluarkan benda uji dan anginkan hingga kering permukaan.



Gambar 3.12 Keringkan Permukaan Benda Uji

12. Timbang benda uji dalam keadaan kering permukaan atau *Saturated Surface Dry* (SSD).



Gambar 3.13 Timbang Benda Uji Keadaan SSD

13. Ukur tinggi benda uji pada 3 titik yang berbeda.



Gambar 3.14 Ukur Tinggi Benda Uji

14. Lakukan pengujian *Marshall* untuk mendapatkan nilai Stabilitas dan *Flow*.



Gambar 3.15 Lakukan Pengujian *Marshall*

3.4.2 Pembuatan Benda Uji TCM dengan RAP

Berikut langkah-langkah pembuatan benda uji TCM dengan RAP.

1. Timbang agregat kasar, agregat halus, dan RAP sesuai dengan perhitungan.



Gambar 3.16 Timbang Agregat Kasar, Halus, dan RAP

2. Timbang aspal sesuai perhitungan masing-masing kadar RAP.



Gambar 3.17 Timbang Aspal

3. Campurkan agregat dan aspal dengan alat *Mixing*.



Gambar 3.18 *Mixing* Campuran

4. Padatkan Campuran menggunakan alat *Compactor* dengan melapisi sisi atas dan bawah menggunakan kertas mika dan bagian dalam *Mold* diolesi oli.



Gambar 3.19 Padatkan Campuran

5. Untuk langkah berikutnya sama dengan langkah pembuatan benda uji TCM dari langkah nomor 4-14.

3.5 Pengujian Material

3.5.1 Pengujian Aspal

Pengujian aspal dimaksudkan untuk mengetahui spesifikasi aspal yang digunakan dalam bagian kedua penelitian karena pada bagian tersebut dilakukan pencampuran tersendiri yang mencampurkan RAP+agregat dan aspal. Pengujian aspal berdasarkan Spesifikasi Khusus Bahan Tambalan Cepat Mantap (TCM) SKh-1.M.02 yang dilakukan adalah pengujian kadar aspal dengan persyaratan 5,5% – 7,0% serta pengujian penetrasi aspal dengan persyaratan minimal 50.

3.5.2 Pengujian Agregat

Untuk mengetahui gradasi dalam TCM serta gradasi dari RAP dan agregat baru dilakukan pemeriksaan ayakan agregat dengan gradasi rapat menggunakan ukuran saringan 3/4" (19 mm), 1/2" (12,7 mm), 3/8" (9,5 mm), No. 4 (4,75 mm), No. 8 (2,36 mm), No. 16 (1,18 mm), No. 30 (0,60 mm), No. 50 mm (0,30 mm), No. 100 (0,150 mm), dan No. 200 (0,075 mm) sesuai Lampiran Spesifikasi Khusus Bahan Tambalan Cepat Mantap (TCM) SKh-1.M.02 Tabel 1 dan Gambar 1.

3.6 Pengujian Marshall

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui nilai stabilitas dan kelelehan (*Flow*) dari benda uji yang telah dibuat dan dibedakan waktu *curing* dan proporsi kadar RAP. Berdasarkan Spesifikasi Khusus Bahan Tambalan Cepat Mantap (TCM) SKh-1.M.02, diuji terhadap nilai stabilitas yang memiliki persyaratan minimum sebesar 700 kg, nilai kelelehan (*Flow*) antara rentang nilai 2 mm – 5 mm, *Void in Mixture* (VIM) memiliki nilai minimum antara rentang 4,0% - 7,0%, serta stabilitas *Marshall* sisa pada temperatur pemadatan 30°C setelah perendaman 24 jam minimal 75% dari semula.