

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Tahapan dalam Penelitian

Penelitian merupakan suatu pencarian suatu hal melalui tahapan-tahapan yang ditempuh untuk mencari hal tertentu. Penelitian ini terbagi menjadi beberapa tahapan yaitu studi pustaka, pengujian, pemeriksaan spesifikasi bahan material, pembuatan benda uji, pengujian kuat tekan, dan yang terakhir adalah analisis hasil pengujian.

Studi pustaka merupakan tahapan mempelajari dan menelaah penelitian terdahulu yang sesuai dengan penelitian yang dilakukan sekarang ini. Jika hal itu sesuai, maka dijadikan salah satu acuan dalam melaksanakan penelitian ini, baik itu dalam hal metode, hasil, maupun kesimpulannya. Kemudian menyusun langkah-langkah yang tepat dimulai dengan pengambilan data, mengumpulkan informasi, dan hal-hal lain yang dirasa perlu untuk dipakai dan digunakan dalam penelitian ini.

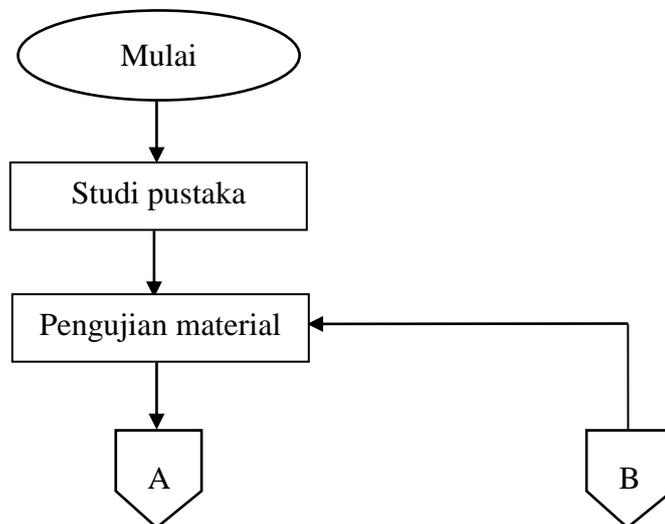
Selanjutnya, pengujian bahan material yang mana dalam penelitian ini menggunakan material agregat dan aspal. Pengujian agregat dimulai dengan uji sifat-sifat fisik dan mekanik yang dimiliki oleh agregat seperti pengujian berat jenis, penyerapan air, keausan agregat dengan mesin abrasi *Los Angeles*, dan kandungan lumpur pada agregat. Setelah semua pengujian selesai, maka akan dilakukan pemeriksaan material agregat yang mengacu pada Peraturan Dinas No.10 Tahun 1986, Peraturan Menteri Perhubungan No.60 Tahun 2012, dan SNI (Standar Nasional Indonesia). Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan apakah agregat yang akan digunakan sesuai dengan spesifikasi untuk digunakan pada lapisan balas ataukah tidak. Sedangkan untuk material aspal pada penelitian ini, digunakan material aspal penetrasi 60/70 yang pada umumnya telah digunakan pada konstruksi jalan perkerasan lentur di Indonesia dengan kadar aspal sebesar 2% dan 3% dari berat total benda uji. Untuk itu dilakukan pengujian dasar pada aspal seperti pengujian penetrasi aspal, berat jenis, titik lembek, kehilangan minyak dan daktilitas sesuai dengan spesifikasi yang mengacu pada SNI (Standar Nasional Indonesia). Selain itu, material aspal dinilai menjadi salah

satu alternatif pengganti agregat alam yang semakin lama semakin berkurang. Oleh karena itu, dengan adanya modifikasi campuran lapisan balas dengan material aspal ini diharapkan dapat meningkatkan kekuatan dan umur layanan pada lapisan balas dari struktur jalan rel.

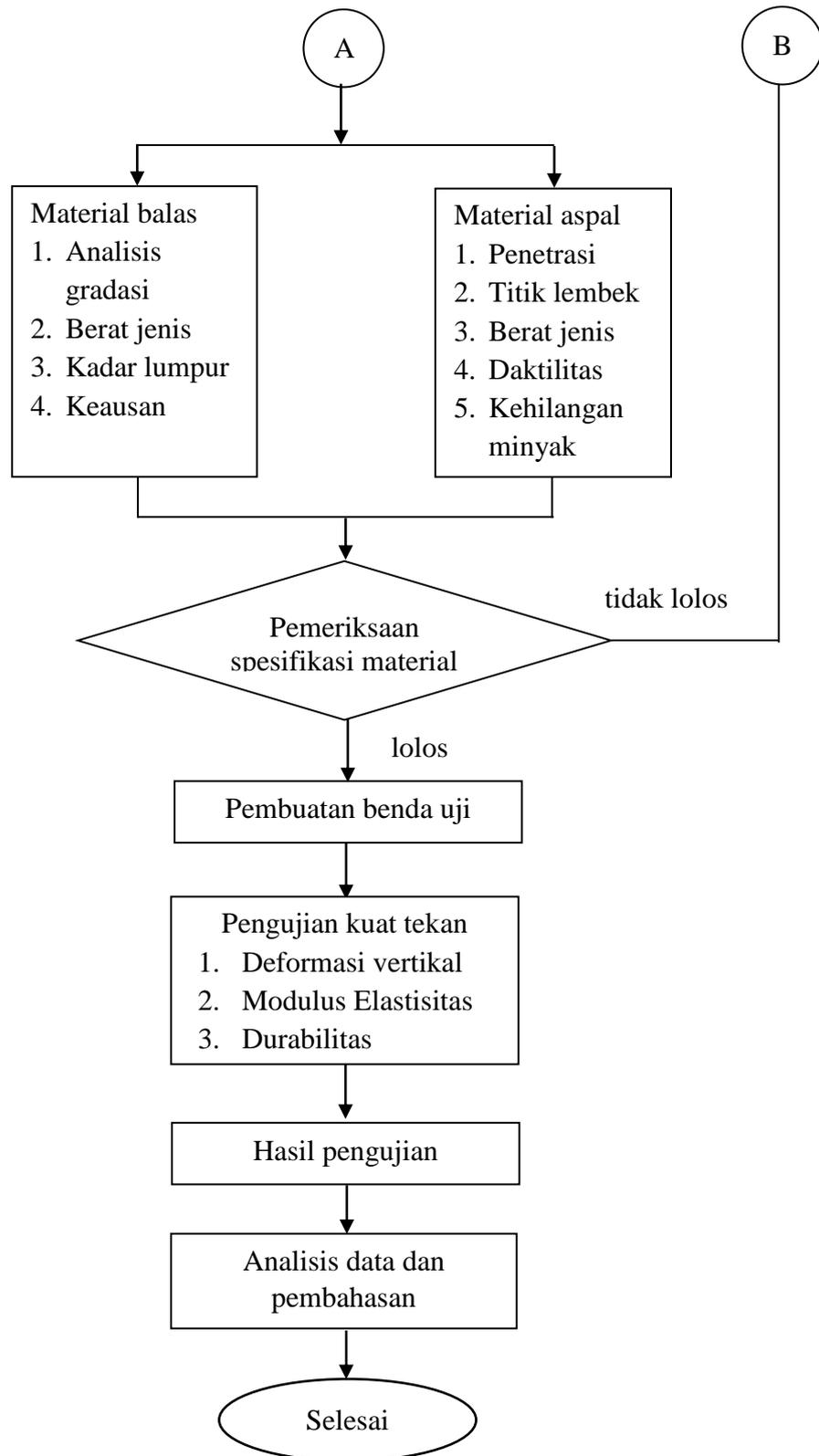
Setelah dilakukan tahapan pengujian dan pemeriksaan pada material bahan, selanjutnya dilakukan pembuatan benda uji dengan kadar dan persentase material yang telah ditentukan. Pembuatan benda uji pada penelitian ini berjumlah 3 benda uji yang berbeda yaitu balas tanpa campuran, balas dengan aspal 2%, dan balas dengan aspal 3%.

Tiga benda uji yang telah dibuat, dilakukan pengujian kuat tekan menggunakan alat *Micro-computer Universal Testing Machine (UTM)* dengan mengatur beban maksimal dan luasan beban yang disalurkan terhadap masing-masing benda uji. Hasil data pengujian yang telah diperoleh dari uji kuat tekan kemudian dianalisis guna mendapatkan kesimpulan dari penelitian ini.

Berikut ini adalah bagan alir dari tahapan penelitian yang akan dijelaskan seperti Gambar 3.1 di bawah ini.



Gambar 3.1 Bagan alir penelitian



Gambar 3.1 Lanjutan

3.2. Alat dan Bahan

3.2.1. Alat

Adapun peralatan yang akan digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Box cetakan benda uji

Cetakan benda uji dibuat dari rangkaian plat baja dengan ketebalan plat baja 0,3 cm yang memiliki dimensi ukuran masing-masing panjang 40 cm, lebar 20 cm, dan tinggi 30 cm. Box ini memiliki empat pengunci pada sisi panjang *ballast box* yang berfungsi menahan tekanan akibat pembebanan yang akan dilakukan agar tidak terjadi perubahan bentuk. Box cetakan benda uji dapat dilihat pada Gambar 3.2 di bawah ini.



Gambar 3.2 Box cetakan benda uji

2. Alat penumbuk atau pemadat

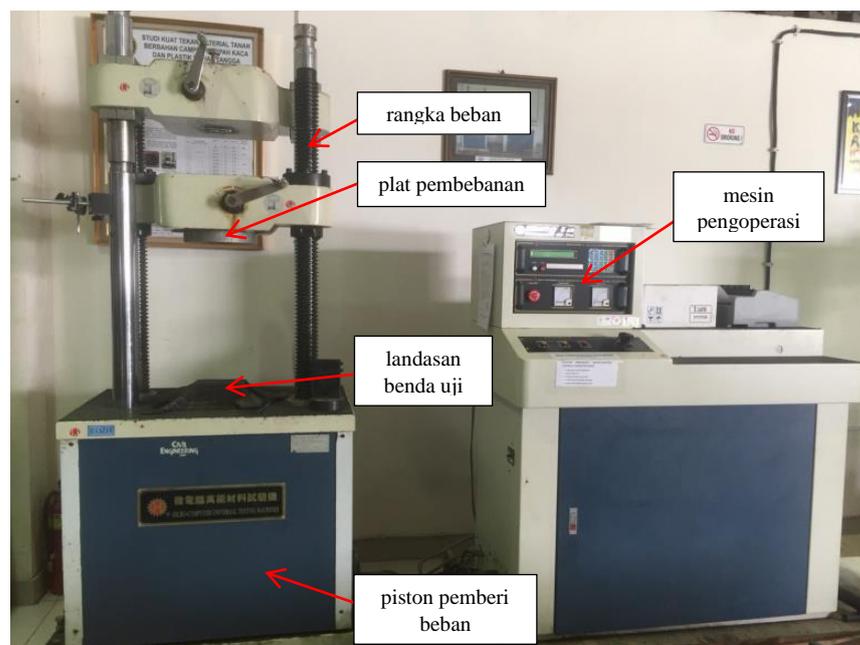
Pemadatan akan dilakukan dengan menggunakan pemadatan manual dengan penumbuk manual. Penelitian ini menggunakan alat penumbuk dengan diameter 6 cm, beban 4,5 kg, dan tinggi jatuh ± 20 cm ditunjukkan pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Alat penumbuk atau pemadat benda uji

3. Alat uji kuat tekan

Pengujian kuat tekan pada penelitian ini menggunakan alat *Micro-computer Universal Testing Mechine* untuk mengetahui parameter seperti nilai deformasi, Tegangan (σ), Regangan (ϵ), dan Modulus Elastisitas (E), yang mana berpedoman pada SNI-1974:2011. Alat uji kuat tekan ini mempunyai pengaturan tinggi yang disesuaikan dengan benda uji dengan kuat tekan maksimal 45 kPa, sehingga diperlukan tenaga ahli dalam pengujian ini. Berikut alat uji kuat tekan yang dapat dilihat pada Gambar 3.4 di bawah ini.



Gambar 3.4 Alat pengujian kuat tekan

3.2.2. Bahan

Adapun material bahan yang akan digunakan pada penelitian ini dijelaskan sebagai berikut :

1. Agregat

Material agregat yang digunakan sebagai bahan lapisan balas pada penelitian ini adalah agregat kasar yang diambil dari daerah Clereng, Kabupaten Kulon Progo, Provinsi D.I. Yogyakarta. Ukuran material agregat yang digunakan sudah memenuhi persyaratan gradasi untuk material balas menurut penjelasan Peraturan Dinas No. 10 Tahun 1986 yang disajikan dalam Tabel 3.1. Berikut gambar agregat yang digunakan dalam penelitian ditunjukkan pada Gambar 3.5 di bawah ini.



Gambar 3.5 Agregat kasar untuk material balas

Tabel 3.1 Persyaratan gradasi untuk material balas (Rosyidi, 2015)

Ukuran Nominal	Persen Lolos Saringan									
	3"	2½"	2"	1½"	1"	¾"	½"	⅜"	No. 4	No. 8
2½" - ¾"	100	90 - 100	25 - 60	25 - 60	-	0 - 10	0 - 5	-	-	-
2" - 1"	-	100	96 - 100	35 - 70	0 - 15	-	0 - 5	-	-	-
1½" - ¾"	-	-	100	90 - 100	20 - 15	0 - 15	-	0 - 5	-	-

Menurut Rosyidi (2015), agregat kasar yang digunakan sebagai lapisan balas untuk kelas jalan I dan II menggunakan minimal ukuran nominal 2½" - ¾", sedangkan untuk kelas jalan III dan IV dapat menggunakan ukuran minimal 2" - 1".

2. Aspal

Penelitian ini menggunakan aspal dengan penetrasi 60/70 yang umumnya digunakan untuk perkerasan lentur pada jalan di Indonesia. Untuk material aspal sendiri langsung diambil dari Laboratorium Transportasi dan Jalan Raya Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Kondisi material aspal yang sudah dilakukan pengujian fisik dan telah memenuhi standar yang ditentukan kemudian dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 155°C.

Kadar aspal yang digunakan untuk modifikasi lapisan balas pada penelitian ini adalah sebesar 2% dan 3%. Persentase ini dimaksudkan sebagai bahan pengikat antara material agregat juga menambah kekakuan agar tidak mudah terurai. Berikut adalah aspal yang digunakan dalam penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6 Material aspal penetrasi 60/70

3.3. Benda Uji

Pada penelitian ini menggunakan 3 benda uji yang dapat dilihat pada Tabel 3.2 di bawah ini.

Tabel 3.2 Sampel uji modifikasi balas

No	Jenis Benda Uji	Material Penyusun
1	Benda Uji I	Agregat
2	Benda Uji II	Agregat + Aspal (2%)
3	Benda Uji III	Agregat + Aspal (3%)

3.3.1. Desain Campuran Benda Uji

Desain campuran untuk benda uji yang akan digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Material balas yang digunakan adalah agregat kasar yang dipakai untuk lapisan balas pada konstruksi jalan rel kelas II. Berat material balas untuk tiap benda uji berkisar antara 35 kg - 40 kg, dipadatkan dengan tumbukan 25 tiap lapisan dimana masing-masing benda uji terdapat 3 lapisan.
2. Bahan tambah aspal yang digunakan merupakan aspal penetrasi 60/70 yang sudah dipanaskan dengan kadar persentase yang telah ditentukan. Aspal dituangkan kepermukaan campuran tiap lapisan dari total 3 lapisan.
3. Penelitian kali ini menggunakan 3 benda uji yaitu, balas tanpa campuran, balas dengan aspal 2%, dan balas dengan aspal 3%. Untuk kadar aspal 2% yang ditambahkan dalam 1 box adalah 786,67 gram sedangkan untuk kadar aspal 3% yang ditambahkan dalam 1 box adalah 1180 gram.

3.3.2. Pembuatan Benda Uji

Adapun metode pembuatan masing-masing benda uji adalah sebagai berikut:

1. Balas tanpa campuran

Benda uji ini hanya menggunakan material agregat yang sudah sesuai persyaratan tanpa campuran apapun. Untuk proses pembuatannya adalah sebagai berikut :

- a. Material yang digunakan yaitu agregat kasar yang telah memenuhi persyaratan SNI (Standar Nasional Indonesia) dibersihkan menggunakan air dan dikeringkan menggunakan oven sebelum digunakan untuk pengujian kuat tekan.
- b. Setelah agregat siap digunakan, diambil ± 5 kg sebagai sampel untuk dilakukan analisis saringan dengan maksud untuk mengetahui durabilitas dari benda uji dan nantinya sampel ini diletakkan pada lapisan paling atas.
- c. Kemudian material balas yaitu agregat dimasukkan ke dalam box benda uji ukuran 40cm \times 20cm \times 30cm dan dipadatkan dengan alat penumbuk dengan beban 4,5 kg dan tinggi jatuh beban ± 20 cm. Penumbukan

dilakukan sebanyak 25 tumbukan dari luasan benda uji yang dilakukan tiap lapisan.

- d. Setelah box benda uji terisi penuh dan telah dipadatkan, benda uji ditimbang terlebih dahulu untuk mengetahui berat volume dan volume pori sebelum dilakukan pengujian kuat tekan.

2. Balas campuran aspal 2%

Benda uji ini menggunakan agregat yang ditambahkan aspal penetrasi 60/70 dengan kadar persentase 2% yaitu 786,67 gram dari berat total benda uji. Untuk proses pembuatannya adalah sebagai berikut:

- a. Material yang digunakan yaitu agregat kasar yang telah memenuhi persyaratan SNI (Standar Nasional Indonesia) dibersihkan menggunakan air dan dikeringkan menggunakan oven sebelum digunakan untuk pengujian kuat tekan.
- b. Setelah agregat siap digunakan, diambil ± 5 kg sebagai sampel untuk dilakukan analisis saringan dengan maksud untuk mengetahui durabilitas dari campuran benda uji dan nantinya sampel ini diletakkan pada lapisan paling atas.
- c. Kemudian material balas yaitu agregat dimasukkan kedalam box benda uji ukuran $40\text{cm} \times 20\text{cm} \times 30\text{cm}$ dan dipadatkan dengan alat penumbuk dengan beban 4,5 kg dan tinggi jatuh beban ± 20 cm. Penumbukan dilakukan sebanyak 25 tumbukan dari luasan benda uji yang dilakukan tiap lapisan.
- d. Sesaat setelah dilakukan penumbukan, dilakukan juga penuangan aspal cair sebanyak 2% dari berat total benda uji yang dibagi antara 0,6% - 0,7% tiap lapisan. Penuangan dilakukan secara merata di permukaan yang sudah ditumbuk.
- e. Setelah box benda uji terisi penuh dan telah dipadatkan, benda uji ditimbang terlebih dahulu untuk mengetahui berat volume dan volume sebelum dilakukan pengujian kuat tekan.

3. Balas campuran aspal 3%

Proses dan langkah-langkah pembuatan benda uji III sama halnya dengan benda uji II yaitu balas campuran aspal 2%. Akan tetapi, pada benda

uji III menggunakan campuran tambahan aspal penetrasi 60/70 dengan kadar persentase 3% yaitu 1180 gram dari berat total benda uji.

3.4. Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan ini dilakukan menggunakan alat uji tekan vertikal yaitu *Micro-computer Universal Testing Mechine*. Pengujian dilakukan dengan menempatkan benda uji pada alat uji kuat tekan kemudian ditekan dengan beban dan kecepatan yang disesuaikan dengan rencana. Tahapan yang dilakukan yaitu :

1. Sebelum pengujian dilakukan, benda uji terlebih dahulu ditimbang seperti Gambar 3.7 sebagai berikut.



Gambar 3.7 Penimbangan benda uji

2. Menyediakan pelat besi sebagai landasan yang diletakkan di bawah benda uji dan pelat besi penekan sebagai pelat pembebanan sehingga beban yang tersalurkan lebih merata.



Gambar 3.8 Pelat besi landasan dan pelat besi pembebanan

3. Meletakkan benda uji pada alat uji kuat tekan yang ditempatkan secara tepat sehingga plat pembebanan saat menyentuh permukaan benda uji dapat melakukan pembebanan secara merata.



Gambar 3.9 Penempatan benda uji pada alat uji kuat tekan

4. Setelah diletakkan secara tepat, selanjutnya memasukkan data terkait pengujian pada mesin pengoperasi alat uji kuat tekan dengan beban maksimal sebesar 3000 kg. Setelah semua data dimasukkan alat uji kuat tekan dijalankan.
5. Pembebanan akan dihentikan apabila beban yang bekerja sesuai dengan rencana yaitu 3 Ton atau benda uji mengalami penurunan hingga mendesak box uji sampai melengkung.
6. Hasil pengujian akan keluar dalam bentuk data dari mesin pengoperasian berupa angka pembebanan, penurunan, tegangan, dan regangan yang selanjutnya dilakukan analisis hitungan dari data yang telah didapatkan.
7. Setelah pengujian selesai, benda uji dibongkar dan dipisahkan dari material campuran kemudian disaring untuk mengetahui degradasi material agregat karena pembebanan.
8. Setelah material agregat sudah terpisahkan dari campuran, selanjutnya dilakukan analisis saringan dengan perbandingan benda uji sebelum dan sesudah pembebanan agar diketahui jumlah material yang terdegradasi.

3.5. Analisis Data Hasil Pengujian

Parameter yang dikaji dalam penelitian ini adalah pengaruh besar beban vertikal terhadap deformasi vertikal (penurunan) yang diperoleh dari uji kuat tekan, durabilitas material agregat, dan nilai modulus elastisitas (E). Nilai

modulus elastisitas diperoleh berdasarkan pengujian kuat tekan yang dianalisis dari hasil tegangan (σ) dan regangan (ϵ). Nilai tegangan dan regangan ini berdasarkan hasil output dari mesin uji kuat tekan yaitu *force* (gaya), *stress* (tegangan), *strain* (regangan), dan *elongation* (perubahan panjang / dalam tinggi).

Hasil pengujian yang telah dianalisis berupa modulus elastisitas (E), durabilitas material agregat, dan deformasi vertikal akibat pembebanan akan diplotkan dalam sebuah grafik. Selanjutnya dari grafik yang telah didapat akan dilakukan perbandingan antar benda uji satu dengan yang lainnya. Hasil akhir yang didapat yaitu disimpulkan manakah benda uji yang tepat untuk digunakan sebagai lapisan balas guna memperbaiki kualitas dari struktur jalan rel.