

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Tahapan Penelitian

Dalam penelitian ini dimulai dari studi pustaka, pengujian sifat-sifat fisik material yang digunakan, pengujian kuat tekan, dilanjutkan dengan analisis hasil yang didapatkan.

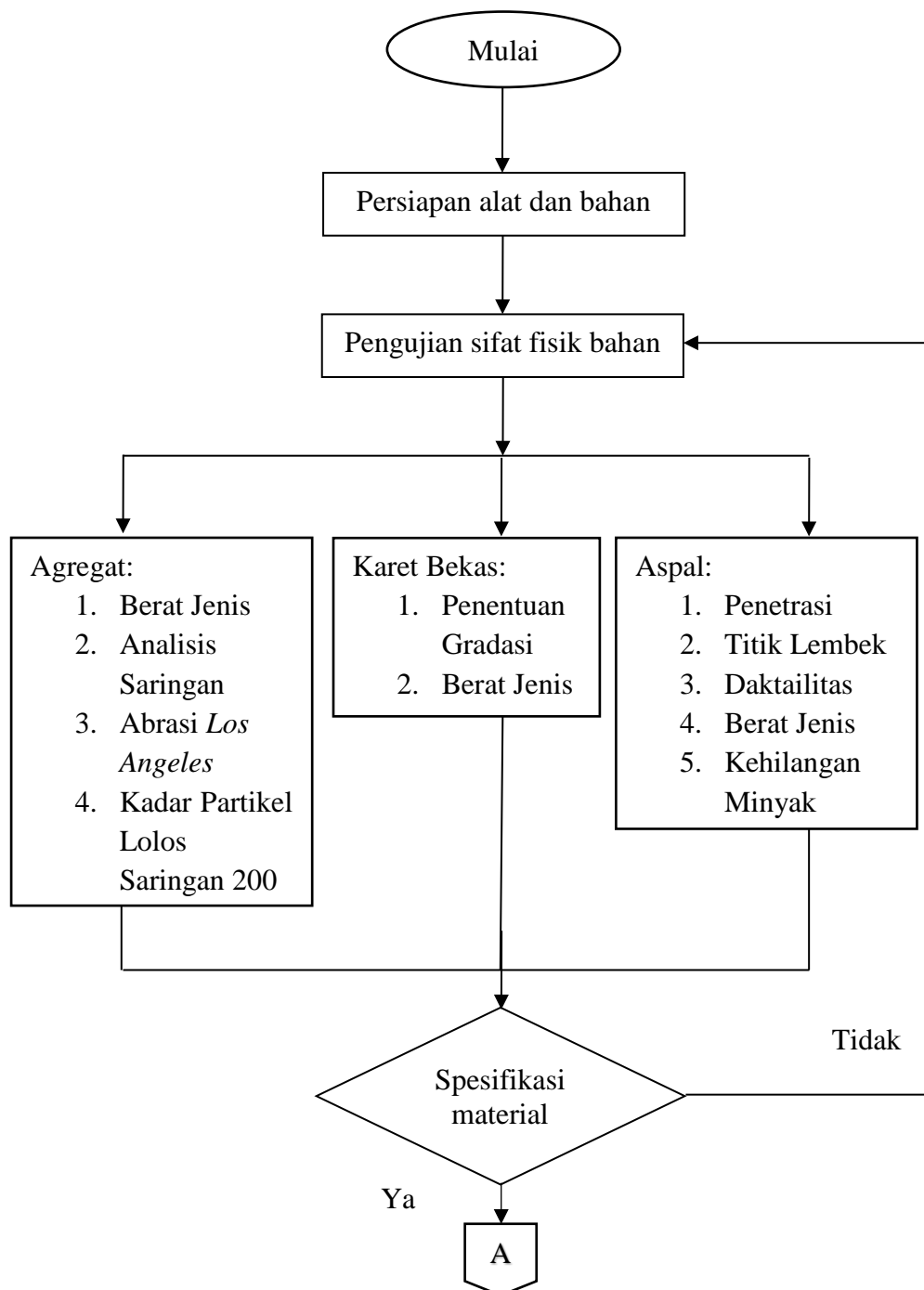
Yang pertama adalah studi pustaka untuk mempelajari dan menelaah penelitian yang sudah ada sebelumnya, yang sesuai dengan penelitian yang dilakukan sehingga dapat dijadikan acuan dalam penelitian, dari metode yang digunakan, hasil, dan kesimpulannya.

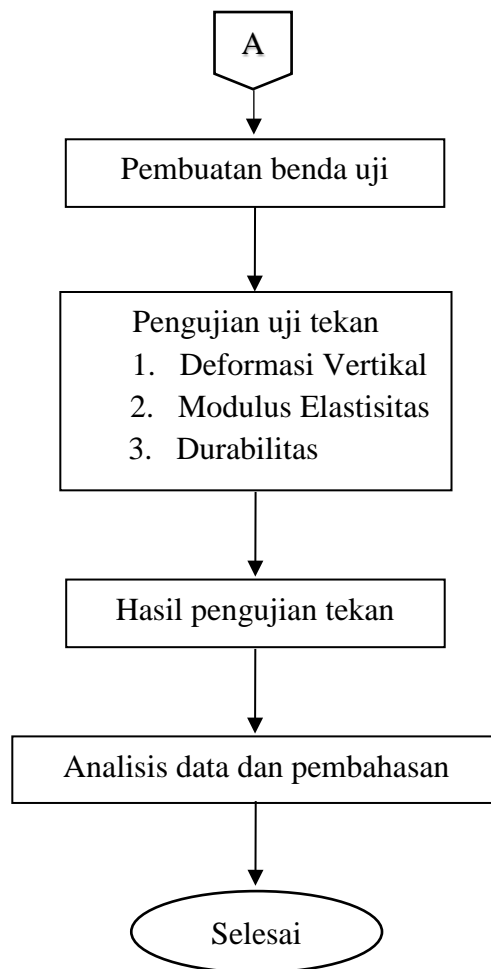
Selanjutnya penyediaan alat dan bahan dan melakukan pengujian sifat-sifat fisik material, untuk pengujian material agregat terdapat pengujian berat jenis, penyerapan air, keausan agregat dengan mesin abrasi *Los Angeles*, dan kandungan lumpur pada agregat. Dengan mengacu pada Peraturan Dinas No.10 Tahun 1986, Peraturan Menteri Perhubungan No.60 Tahun 2012, dan SNI (Standar Nasional Indonesia) agregat dilihat spesifikasinya, untuk menentukan material dapat digunakan atau tidak. Untuk pengujian material aspal penetrasi 60/70 dilakukan pengujian dasar seperti pengujian penetrasi aspal, berat jenis, titik lembek, kehilangan minyak dan daktilitas sesuai dengan spesifikasi yang mengacu pada SNI (Standar Nasional Indonesia). Aspal disini berfungsi sebagai salah satu alternatif pengganti agregat alam yang semakin sulit diperoleh, dan diharapkan dapat meningkatkan kekuatan dan umur pelayanan pada lapisan balas dari struktur jalan rel. Sedangkan untuk material karet yang digunakan sebagai bahan campuran pada balas dengan pengujian dasar analisis saringan dan berat jenis.

Setelah tahapan pengujian sifat fisik selanjutnya dibuat komposisi dari setiap benda uji. Dengan total 3 benda uji yang sudah diketahui komposisi masing-masing campurannya, ke tiga benda uji tersebut dibuat pada cetakan kotak dengan tumbukan sebanyak 25 kali pada 3 lapisan di setiap benda uji.

Setelah benda uji dibuat, selanjutnya dilakukan uji tekan pada masing-masing benda uji tersebut. Pengujian ini bertujuan untuk mencari hubungan dari parameter-parameter seperti tegangan (σ) dan regangan (ϵ). Selanjutnya benda uji dikeluarkan dari dalam kotak balas untuk mendapatkan nilai durabilitas dengan analisis gradasi yaitu balas lolos saringan ½”, No. 4 dan 3/8”.

Berikut ini adalah bagan alir dari tahapan penelitian yang akan dijelaskan seperti gambar di bawah ini :





Gambar 3.1 Bagan alir penelitian

3.2. Alat dan Bahan

3.2.1. Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah :

a. Cetakan benda uji

Cetakan benda uji yang digunakan pada penelitian ini memiliki panjang 40 cm, lebar 20 cm, dan tinggi 30 cm. Cetakan benda uji ini terbuat dari plat baja dengan tebal 3 mm. Pada setiap sisi panjangnya terdapat masing-masing dua buah pengunci agar benda uji yang berada didalamnya tidak mengalami perubahan bentuk pada saat pengujian berlangsung. Gambar cetakan benda uji ini ditunjukkan pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Box cetakan benda uji

b. Penumbuk manual

Material balas pada kondisi di lapangan dihamparkan kemudian dipadatkan dengan menggunakan mesin Vibrator. Sedangkan pada penelitian ini, pengganti mesin Vibrator berupa alat penumbuk manual seperti pada Gambar 3.3. Dengan menggunakan metode pemadatan manual, alat penumbuk tersebut memiliki permukaan yang rata, dengan berat 4,5 kg dan tinggi jatuh bebasnya 20 cm



Gambar 3.3 Penumbuk manual

c. Alat uji tekan

Balas pada kondisi di lapangan dihadapkan dengan tekanan yang dihasilkan oleh roda kereta api pada saat berjalan di atasnya yang kemudian tekanan tersebut disalurkan melalui rel dan komponen-komponen struktur di bawahnya hingga pada akhirnya diterima oleh tanah dasar. Pada penelitian ini menggunakan alat uji tekan *Universal Testing Machine* merk Hung Ta 9501 sebagai alat uji tekan dengan kekuatan tekan maksimalnya mencapai 45 kPa. Adapun bagian-bagian dari alat tersebut seperti pada Gambar 3.4 sebagai berikut:

- 1) Pengoperasian untuk operator
- 2) Pelat baja landasan benda uji
- 3) Pelat pembebanan



Gambar 3.4 Alat uji tekan

3.2.2. Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah :

a. Balas

Balas yang digunakan yaitu balas yang berasal dari Clereng, Kab. Kulon Progo yang sebelumnya dibersihkan terlebih dahulu. Adapun parameter pengujian yang dilakukan yaitu pengujian berat jenis, keausan agregat dengan mesin *Los Angeles*, dan uji kadar lumpur yang disajikan pada Tabel 3.2.



Gambar 3.5 Material balas

Tabel 3.1 Hasil pengujian sifat fisis agregat

Parameter	Hasil	Spesifikasi	Satuan
Berat jenis curah kering, S_d	2,63	Min 2,6	-
Berat jenis jenuh kering permukaan, S_{sd}	2,65	Min 2,6	-
Berat jenis semu, S_a	2,69	Min 2,6	-
Penyerapan air, S_w	0.8	Max 3,0	%
Kandungan lumpur	2,2	Max 0,5	%
Keausan	17.3	Max 25	%

Material balas yang digunakan pada penelitian ini juga sudah memenuhi persyaratan gradasi untuk material balas, disajikan dalam Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Persyaratan gradasi untuk material balas.

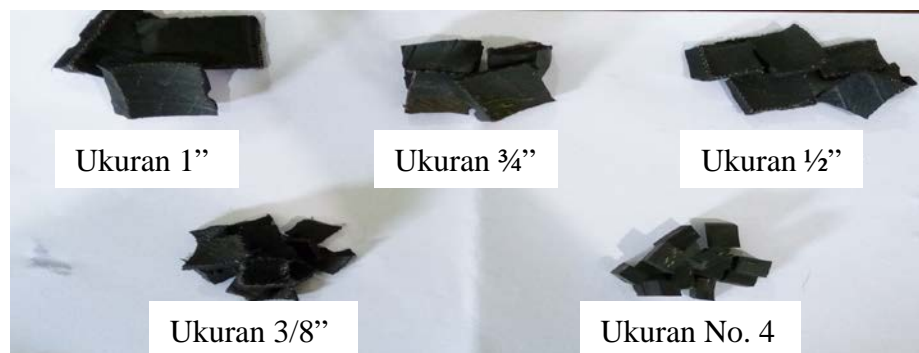
Ukuran Nominal	Persen Lolos Saringan									
	3"	2 ^{1/2} "	2"	1 ^{1/2} "	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No.4	No.8
2 ^{1/2} "- 3/4"	100	90-	25-	25-	-	0-	0-5	-	-	-
2" - 1"	-	100	95-	35-	0-	-	0-5	-	-	-
1 ^{1/2} "-3/4"	-	-	100	90-	15-	0-5	-	0-5	-	-
				100	20					

(Sumber : Penjelasan Peraturan Dinas No. 10 tahun 1986)

Untuk kelas jalan I dan II digunakan minimal ukuran nominal 2^{1/2}"-^{3/4}", sedangkan untuk kelas jalan III dan IV dapat digunakan ukuran minimal 2" - 1".

b. Karet bekas

Karet bekas yang digunakan yaitu karet bekas ban kendaraan bermotor yang dipotong menjadi beberapa ukuran, yaitu 1", 3/4", 1/2", 3/8", dan No. 4 seperti pada Gambar 3.6. Penggunaan karet pada campuran balas diharapkan meningkatkan elastisitas dari lapisan balas.



Gambar 3.6 Karet bekas dengan berbagai ukuran

c. Aspal

Dalam penelitian ini menggunakan tipe aspal penetrasi 60/70 dalam bentuk aspal padat yang akan dicairkan seperti Gambar 3.7. Dengan presentase 2% bertujuan untuk mengisi rongga yang ada dan mengikat antara material balas.



Gambar 3.7 Aspal penetrasi 60/70

1.3. Benda Uji

Pada penelitian ini menggunakan 3 benda uji yang dapat dilihat pada Tabel 3.3 di bawah ini.

Tabel 3.3 Benda uji

No.	Benda Uji	Jumlah Tumbukan	Ukuran Karet/Aspal Penetrasi
1.	Balas	25/Lapisan	-
2.	Balas + 10% Karet Bekas	25/Lapisan	1", ¾", ½", No. 4, 3/8"
3.	Balas + 2% Aspal	25/Lapisan	60/70

3.3.1. Desain Campuran

Desain campuran benda uji pada penelitian ini digunakan sebagai berikut:

- Material balas yang diuji berkisar antara 35-40 kg, dengan jumlah tumbukan yang diberikan sebanyak 25 per layer.
- Terdapat 3 desain benda uji yaitu balas, balas + karet bergradasi menerus, dan balas + aspal.

- c. Proporsi karet yang digunakan sebesar 10% dari berat total campuran benda uji dengan 5 ukuran saringan yaitu 1", $\frac{3}{4}$ ", $\frac{1}{2}$ ", No. 4, dan $\frac{3}{8}$ ".
- d. Proporsi aspal yang digunakan sebesar 2% dari berat total campuran benda uji dengan menggunakan aspal penetrasi 60/70.

1.3.2. Pembuatan Benda Uji

Sesuai dengan desain campuran yang dibuat, pembuatan benda uji pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Material balas pada Gambar 3.8 dibersihkan terlebih dahulu setelah kering diambil ± 5000 gram untuk diuji durabilitasnya. Sampel ini diletakkan pada lapisan paling atas pada benda uji.



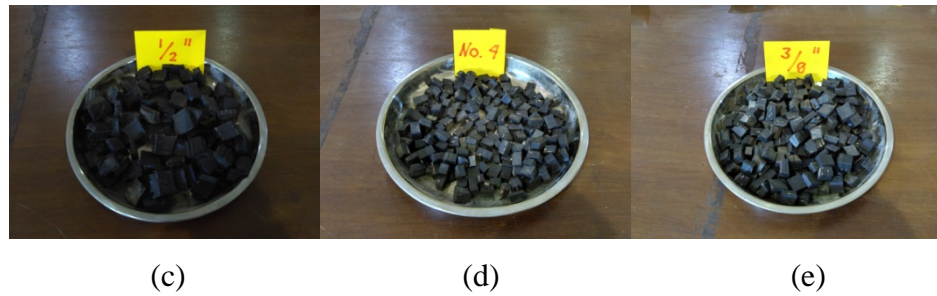
Gambar 3.8 Material balas

Mempersiapkan karet bekas seperti pada Gambar 3.9 yang sudah dipotong-potong sesuai dengan kebutuhan desain, dengan (a) karet ukuran saringan 1 inch, (b) karet ukuran saringan $\frac{3}{4}$ inch, (c) karet ukuran saringan $\frac{1}{2}$ inch, (d) karet ukuran saringan No. 4, dan (e) karet ukuran saringan $\frac{3}{8}$ inch.



(a)

(b)



Gambar 3.9 Material karet bekas

Mempersiapkan aspal penetrasi 60/70 dengan cara dipanaskan menggunakan oven hingga mencair seperti Gambar 3.10 di bawah ini.



Gambar 3.10 Aspal penetrasi 60/70

- b. Setelah itu, balas dan karet atau aspal dimasukkan ke dalam box secara merata. Kemudian dilakukan penumbukan secara manual sebanyak 25 kali pada setiap 3 lapisan seperti pada Gambar 3.11 di bawah.



Gambar 3.11 Pembuatan benda uji

Proses ini dilakukan terus menerus hingga mencapai 3 lapisan. Proses ini juga berlaku untuk benda uji lainnya seperti balas, balas + karet

bergradasi menerus, dan balas + aspal, perbedaannya terdapat pada material yang dicampurkan.

- c. Setelah box terpenuhi dan selesai penumbukan selanjutnya benda uji ditimbang terlebih dahulu seperti Gambar 3.12 di bawah, sebelum dilakukan uji kuat tekan.



Gambar 3.12 Penimbangan benda uji

3.4. Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan menggunakan alat uji tekan *Universal Testing Machine* merk Hung Ta 9501 sebagai alat uji tekan dengan kekuatan tekan maksimalnya mencapai 45 kPa.

Adapun tahapan-tahapan pada pengujian kuat tekan adalah sebagai berikut:

- a. Sebelum dilakukannya pengujian, benda uji ditimbang terlebih dahulu.
- b. Selanjutnya pada dasar alat uji diberi pelat besi setebal 3 cm dengan dimensi 30×30 cm. pada bagian penekan diberikan pelat besi dengan tebal 2 cm berdimensi 30×15 cm seperti pada Gambar 3.13 di bawah ini.



Gambar 3.13 Pelat besi landasan dan pelat landasan penekan benda uji

- c. Benda uji diletakkan secara sentris agar saat dilakukan pengujian, tekanan yang diberikan dapat diterima secara merata oleh benda uji seperti pada Gambar 3.14 (a).
- d. Selanjutnya data dimensi dan luas penampang dari benda uji dimasukkan ke sistem operasi pada alat uji tekan.
- e. Setelah itu pengujian dapat dilakukan dengan beban 2000 kg atau dengan beban maksimal yang mampu diterima oleh benda uji seperti pada Gambar 3.14 (b).
- f. Benda uji yang sudah selesai dilakukan pengujian tekan selanjutnya dilakukan pengujian durabilitas material dengan hasil seperti pada Gambar 3.14 (c).



(a)



(b)



(c)

Gambar 3.14 Benda uji (a) sebelum diuji (b) mulai dilakukan pembebanan (c) hasil abrasi benda uji

1.5. Analisis Data

Parameter yang dikaji dalam penelitian ini adalah nilai modulus elastisitas (E) yang didapatkan dari hasil pengujian tekan yang dilakukan pada benda uji, dengan menggunakan analisis dari hasil tegangan (σ) dan regangan (ϵ) yang terjadi selama

pengujian tekan. Adapun parameter lain yang dikaji dalam penelitian ini yaitu abrasi material balas yang dihasilkan setelah dilakukan pengujian tekan, dengan membandingkan jumlah material balas yang pecah/hancur sebelum pengujian dengan sesudah pengujian dan nilai deformasi vertikal yang diperoleh melalui grafik hubungan antara pembebanan dan penurunan yang terjadi selama pengujian.