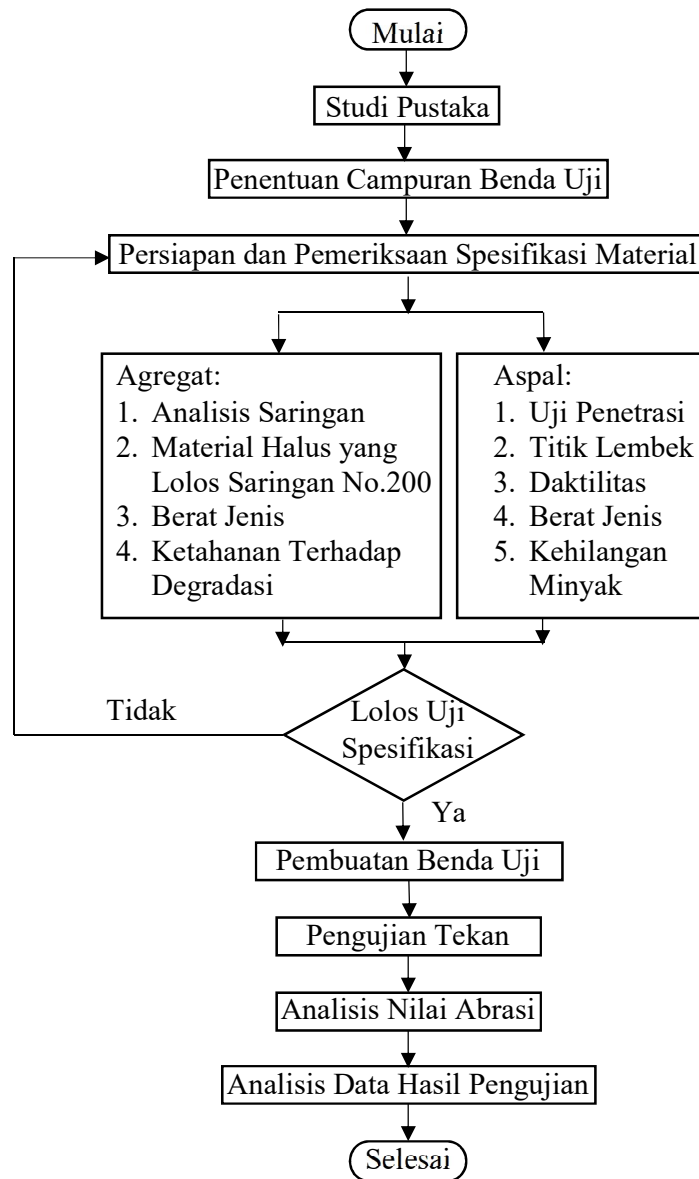


BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Bagan Alir Penelitian

Penelitian ini terdapat beberapa tahapan yaitu studi pustaka, penentuan campuran benda uji, persiapan dan pemeriksaan spesifikasi material, pembuatan benda uji, pengujian tekan, analisis nilai abrasi, dan analisis hasil data pengujian. Bagan alir dari penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian

3.2. Peralatan dan Material

3.2.1. Peralatan

1. Oven

Oven digunakan untuk mengeringkan agregat dan mencairkan aspal. Oven yang digunakan untuk mengeringkan agregat adalah oven dengan suhu 110 C° seperti pada Gambar 3.2 dan oven yang digunakan untuk mencairkan aspal adalah oven dengan suhu 155 C° seperti pada Gambar 3.3.



Gambar 3.2 Oven Agregat



Gambar 3.3 Oven Aspal

2. Nampan Logam

Nampan berbahan logam digunakan sebagai wadah agregat yang akan dikeringkan di dalam oven. Nampan yang digunakan seperti pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4 Nampan Logam

3. Timbangan

Timbangan digunakan untuk mengukur berat dari material dan alat, serta mengukur berat benda uji dalam penelitian ini. Timbangan yang digunakan adalah timbangan dengan kapasitas beban maksimal 75 kg dengan tingkat ketelitian 5 gr seperti pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 Timbangan

4. Teko

Teko digunakan sebagai wadah aspal yang akan dicairkan di dalam oven, sekaligus digunakan untuk menuang aspal pada benda uji. Teko yang digunakan seperti pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6 Teko

5. Cetakan Benda Uji

Cetakan benda uji yang digunakan berbentuk *box* berbahan plat besi ukuran panjang 40 cm, lebar 20 cm, tinggi 30 cm, serta memiliki ketebalan 2,8 mm yang dirangkai dengan 4 buah baut pengunci dan plat penahan pada bagian bawahnya. Cetakan ini digunakan untuk membentuk material benda uji seperti yang direncanakan dan menjaga bentuk benda uji pada saat pengujian tekan. Cetakan benda uji yang digunakan pada penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.7.



Gambar 3.7 Cetakan Benda Uji

6. Penumbuk Manual

Penumbuk manual digunakan untuk memadatkan benda uji pada tiap lapisan. Penumbuk yang digunakan memiliki diameter plat dasar 6 cm dengan ketebalan 2,4 cm dan beban yang dimiliki sebesar 4,5 kg seperti pada Gambar 3.8.



Gambar 3.8 Penumbuk Manual

7. Plat Alas Tumbukan

Plat alas tumbukan terbuat dari baja berukuran panjang 39 cm dan lebar 19 cm dengan ketebalan 6 mm. Plat ini berfungsi untuk menyalurkan beban secara merata saat dilakukan pemadatan. Plat alas tumbukan yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 3.9.



Gambar 3.9 Plat Alas Tumbukan

8. Plat Pembebanan

Plat pembebanan terbuat dari baja berukuran panjang 31 cm dan lebar 15 cm dengan ketebalan 2,3 cm serta memiliki berat 7,67 kg. Plat ini digunakan sebagai

landasan saat dilakukan pengujian tekan serta berfungsi menyalurkan beban secara merata saat dilakukan pengujian tekan. Plat yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 3.10.



Gambar 3.10 Plat Pembebanan

9. *Micro-computer Universal Testing Machine (UTM)*

Alat *UTM* digunakan untuk melakukan pengujian tekan pada benda uji dengan kapasitas tekan yang dimiliki sebesar 3000 kg. *Output* yang dihasilkan dari alat *UTM* adalah tegangan dan regangan yang dihasilkan benda uji pada saat pengujian tekan. Alat *UTM* yang digunakan seperti pada Gambar 3.11.



Gambar 3.11 *Micro-computer Universal Testing Machine*

3.2.2. Material

1. Agregat

Agregat yang digunakan berasal dari Kecamatan Clereng, Kabupaten Kulon Progo, Provinsi D.I. Yogyakarta. Ukuran butir dari agregat yang digunakan pada

penelitian ini adalah $2\frac{1}{2}'' - \frac{3}{4}''$. Berdasarkan persyaratan gradasi material untuk lapisan balas pada (Rosyidi, 2015), material ini termasuk dalam Kelas Jalan I dan II. Material agregat yang digunakan tampak pada Gambar 3.12.



Gambar 3.12 Material Agregat

2. Aspal

Material aspal yang digunakan pada penelitian ini adalah aspal penetrasi 60/70 yang didapat dari penyimpanan aspal di Laboratorium Transportasi dan Jalan Raya Teknik Sipil UMY. Aspal yang diperoleh masih dalam keadaan padat dan harus dipanaskan terlebih dahulu menggunakan oven dengan suhu 155 C° hingga aspal mencair dan dapat digunakan. Aspal yang akan digunakan dapat dilihat pada Gambar 3.13.



Gambar 3.13 Material Aspal

3.3. Tahapan Penelitian

3.3.1. Studi Pustaka

Studi pustaka merupakan tahap pertama pada penelitian yang penulis lakukan, seperti mengkaji penelitian – penelitian sebelumnya dari permasalahan,

metode, hingga hasil yang berhubungan dengan penelitian saat ini sehingga dapat dijadikan acuan untuk menentukan langkah atau metode yang tepat dalam melakukan penelitian saat ini.

3.3.2. Penentuan Campuran Benda Uji

Benda uji pada penelitian ini adalah balas dengan tebal 30 cm yang telah dilakukan pemadatan dengan 50 kali tumbukan tiap 1/3 lapisnya. Pada penelitian ini terdapat beberapa benda uji yang telah ditentukan, yaitu balas bersih dan balas kotor tanpa campuran aspal, balas bersih dan balas kotor dengan aspal 2% pada 1 lapis, serta balas bersih dan balas kotor dengan aspal 2% pada 3 lapis. Penentuan campuran benda uji dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Penentuan Campuran Benda Uji

No	Benda Uji	Jumlah Tumbukan	Kadar Aspal
1	Balas Bersih	50/Lapis	-
2	Balas Kotor	50/Lapis	-
3	Balas Bersih + Aspal 1 Lapis	50/Lapis	2%
4	Balas Kotor + Aspal 1 Lapis	50/Lapis	2%
5	Balas Bersih + Aspal 3 Lapis	50/Lapis	2%
6	Balas Kotor + Aspal 3 Lapis	50/Lapis	2%

3.3.3. Persiapan dan Pemeriksaan Spesifikasi Material

1. Agregat

Material agregat harus dilakukan pemeriksaan terhadap sifat fisik dan mekanis agar sesuai sesuai standar yang telah ditentukan. Pemeriksaan spesifikasi material agregat meliputi analisis saringan, material halus yang lolos saringan no.200, berat jenis, dan ketahanan terhadap degradasi yang mengacu pada Peraturan Dinas No.10 Tahun 1986, Peraturan Menteri No.60 Tahun 2012, dan SNI.

Setelah dilakukan pemeriksaan, material agregat dikelompokkan sesuai penentuan campuran benda uji yang telah ditentukan, yaitu balas bersih dan balas kotor. Balas bersih adalah agregat yang harus dicuci terlebih dahulu hingga bersih dari pasir dan lumpur yang menempel. Kemudian agregat yang sudah dicuci dikeringkan di dalam oven dengan suhu 110 C° selama 24±4 jam untuk

mendapatkan berat tetapnya. Sebaliknya, balas kotor adalah agregat yang tidak memerlukan pencucian terlebih dahulu, dan langsung dimasukkan ke dalam oven untuk mendapatkan berat tetapnya seperti pada Gambar 3.14.



Gambar 3.14 Pengovenan Agregat

2. Aspal

Pemeriksaan sifat fisik dan mekanis aspal tidak memiliki spesifikasi khusus pada konstruksi jalan rel. Namun, perlu dilaksanakannya pengujian dasar sebelum menambahkan aspal sebagai campuran yaitu uji penetrasi aspal, titik lembek, berat jenis aspal, daktilitas, dan kehilangan minyak yang mengacu pada SNI.

Aspal yang digunakan berupa aspal padat dengan nilai penetrasi 60/70. Aspal yang masih padat dimasukkan ke dalam teko untuk kemudian diletakkan di dalam oven dengan suhu 155 C° selama 4 jam agar aspal mencair dan dapat digunakan pada benda uji. Pengovenan aspal tampak seperti pada Gambar 3.15.



Gambar 3.15 Pengovenan Aspal

3.3.4. Pembuatan Benda Uji

1. Balas Bersih dan Balas Kotor Tanpa Aspal

Pada kedua benda uji ini tahapan yang dilakukan sama, yaitu dengan tidak mencampur material apapun selain agregat. Proses pembuatan kedua benda uji ini adalah sebagai berikut:

- a. Persiapkan agregat yang sudah dilakukan pemeriksaan spesifikasi. Agregat bersih yang telah dicuci dan kering oven digunakan sebagai material balas bersih. Agregat yang tidak dicuci namun kering oven digunakan sebagai material balas kotor.
- b. Masukkan agregat ke dalam cetakan benda uji. Setiap 1/3 lapis agregat dimasukkan, letakkan plat alas diatas permukaan lapisan, dan dilakukan pemadatan dengan menggunakan penumbuk manual sebanyak 50 kali seperti pada Gambar 3.16 hingga didapat tebal lapisan balas sebesar 30 cm.



Gambar 3.16 Proses Penumbukan

- c. Setelah benda uji selesai, dilakukan penimbangan untuk mengetahui berat benda uji sebelum pengujian tekan.

2. Balas Bersih dan Balas Kotor dengan Aspal 2% Pada 1 Lapis

Pada kedua benda uji ini kadar aspal yang dicampur sama, yaitu sebanyak 2% dari total berat benda uji dan dicampur pada lapis permukaan balas. Proses pembuatan kedua benda uji ini adalah sebagai berikut:

- a. Persiapkan agregat yang sudah dilakukan pemeriksaan spesifikasi. Agregat bersih yang telah dicuci dan kering oven digunakan sebagai material balas bersih. Agregat yang tidak dicuci namun kering oven digunakan sebagai material balas kotor.
- b. Persiapkan aspal yang sudah dilakukan pemeriksaan spesifikasi dan sudah dicairkan sebanyak 2% dari total berat benda uji.
- c. Cetakan benda uji dioles menggunakan pelumas pada bagian dalamnya agar aspal pada campuran balas yang menempel pada cetakan mudah dibersihkan.
- d. Masukkan agregat ke dalam cetakan benda uji. Setiap 1/3 lapis agregat dimasukkan, letakkan plat alas diatas permukaan lapisan, dan dilakukan pemadatan dengan menggunakan penumbuk manual sebanyak 50 kali hingga didapat tebal lapisan balas sebesar 30 cm. Pada Gambar 3.17 tampak balas bersih yang sudah dipadatkan serta balas kotor yang sudah dipadatkan pada Gambar 3.18.



Gambar 3.17 Balas Bersih



Gambar 3.18 Balas Kotor

- e. Tuang aspal yang sudah disiapkan secara merata menggunakan teko ke permukaan lapisan balas yang sudah dipadatkan tersebut. Pada Gambar 3.19 tampak balas bersih yang sudah tercampur aspal pada lapis permukaannya, serta balas kotor pada Gambar 3.20.



Gambar 3.19 Balas Bersih dan Aspal 2% 1 Lapis



Gambar 3.20 Balas Kotor dan Aspal 2% 1 Lapis

- f. Setelah benda uji selesai, dilakukan penimbangan untuk mengetahui berat benda uji sebelum pengujian tekan seperti pada Gambar 3.21.



Gambar 3.21 Penimbangan Benda Uji

3. Balas Bersih dan Balas Kotor dengan Aspal 2% Pada 3 Lapis

Pada kedua benda uji ini kadar aspal yang dicampur sebanyak 2% dari total berat benda uji dan dicampur pada lapis 1/3, 2/3, dan 3/3 dari benda uji. Proses pembuatan kedua benda uji ini adalah sebagai berikut:

- a. Persiapkan agregat yang sudah dilakukan pemeriksaan spesifikasi. Agregat bersih yang telah dicuci dan kering oven digunakan sebagai material balas bersih. Agregat yang tidak dicuci namun kering oven digunakan sebagai material balas kotor.
- b. Persiapkan aspal yang sudah dilakukan pemeriksaan spesifikasi dan sudah dicairkan sebanyak 2% dari total berat benda uji.
- c. Cetakan benda uji dioles menggunakan pelumas pada bagian dalamnya agar aspal pada campuran balas yang menempel pada cetakan mudah dibersihkan.
- d. Masukkan agregat lapis 1/3 ke dalam cetakan benda uji. Kemudian letakkan plat alas diatas permukaan lapisan, dan dilakukan pemadatan dengan menggunakan penumbuk manual sebanyak 50 kali. Hasil pemadatan pada lapis 1/3 dapat dilihat pada Gambar 3.22 untuk balas bersih dan balas kotor tampak pada Gambar 3.23.



Gambar 3.22 Balas Bersih Lapis 1/3



Gambar 3.23 Balas Kotor Lapis 1/3

- e. Tuang aspal secara merata menggunakan teko ke permukaan lapis 1/3 tersebut seperti tampak pada Gambar 3.24.



Gambar 3.24 Penuangan Aspal

- f. Kemudian masukkan agregat lapis 2/3 ke dalam cetakan benda uji. Letakkan plat alas diatas permukaan lapisan, dan dilakukan pemadatan dengan menggunakan penumbuk manual sebanyak 50 kali. Hasil pemadatan pada lapis 2/3 dapat dilihat pada Gambar 3.25 untuk balas bersih dan balas kotor tampak pada Gambar 3.26.



Gambar 3.25 Balas Bersih Lapis 2/3



Gambar 3.26 Balas Kotor Lapis 2/3

- g. Tuang aspal secara merata menggunakan teko ke permukaan lapis 2/3 tersebut. Hasil pencampuran aspal tampak pada Gambar 3.27 untuk balas bersih dan balas kotor tampak pada Gambar 3.28.



Gambar 3.27 Balas Bersih dan Aspal Lapis 2/3



Gambar 3.28 Balas Kotor dan Aspal Lapis 2/3

- h. Kemudian masukkan kembali agregat lapis terakhir ke dalam cetakan benda uji. Letakkan plat alas diatas permukaan lapisan, dan dilakukan pemadatan dengan menggunakan penumbuk manual sebanyak 50 kali hingga didapat tebal lapisan balas sebesar 30 cm. Hasil pemadatan pada lapis 3/3 dapat dilihat pada Gambar 3.29 untuk balas bersih dan balas kotor tampak pada Gambar 3.30.



Gambar 3.29 Balas Bersih Lapis 3/3



Gambar 3.30 Balas Kotor Lapis 3/3

- i. Tuang sisa aspal secara merata menggunakan teko ke permukaan lapis 3/3 tersebut. Hasil pencampuran aspal tampak pada Gambar 3.31 untuk balas bersih dan balas kotor tampak pada Gambar 3.32.



Gambar 3.31 Balas Bersih dan Aspal 2% 3 Lapis



Gambar 3.32 Balas Kotor dan Aspal 2% 3 Lapis

- j. Setelah benda uji selesai, dilakukan penimbangan untuk mengetahui berat volume benda uji sebelum pengujian tekan.

3.3.5. Pengujian Tekan

Pengujian tekan menggunakan alat *UTM* dengan beban 4000 kg dan setiap benda uji memiliki siklus tekan sebanyak 2 kali. Pengujian tekan dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

1. Benda uji dan plat pembebanan disiapkan.
2. Pengukuran luas permukaan plat pembebanan dan dimensi benda uji untuk di-*input* ke alat pengujian tekan *UTM*.
3. Benda uji diletakkan pada alat pengujian tekan dan plat pembebanan diletakkan di atas benda uji seperti pada Gambar 3.33.



Gambar 3.33 Peletakkan Benda Uji

4. Melakukan pengaturan pada alat pengujian tekan dengan menentukan beban maksimal sebesar 4000 kg atau pembacaan benda uji berhenti otomatis.
5. Alat pengujian tekan diturunkan sehingga plat dari alat uji tekan menyentuh plat pembebanan. Kemudian pengujian tekan dilaksanakan.
6. Hasil pengujian tekan keluar dalam bentuk *print-out* berupa data waktu pembebanan, beban yang dihasilkan, dan angka penurunan.

3.3.6. Analisis Nilai Abrasi

Setelah dilakukan pengujian tekan, benda uji dibongkar dan disaring untuk mengetahui abrasi material agregat akibat pembebanan. Pembongkaran benda uji dapat dilihat pada Gambar 3.34.



Gambar 3.34 Pembongkaran Benda Uji

Benda uji dengan campuran aspal dipisahkan menggunakan bensin kemudian dicuci dan dikeringkan dahulu menggunakan oven pada suhu 110°C. Setelah kering, agregat disaring menggunakan saringan ukuran $\frac{3}{4}$ ". Butir agregat yang lolos ditimbang untuk mendapatkan besar nilai abrasi pada masing – masing benda uji. Hasil penyaringan agregat dapat dilihat pada Gambar 3.35.



Gambar 3.35 Agregat Lolos Saringan $\frac{3}{4}$ "

3.3.7. Analisis Data Hasil Pengujian

Tahapan terakhir pada penelitian ini adalah menganalisis data hasil pengujian. Penelitian ini memiliki beberapa parameter yaitu berat benda uji, nilai kuat tekan yang didapat dari uji tekan, deformasi vertikal (nilai penurunan) yang didapat dari uji tekan, nilai modulus elastisitas yang dianalisis dari hasil tegangan dan regangan akibat pembebanan, dan nilai abrasi yang diperoleh dari analisis saringan terhadap material pecah setelah pembebanan.

Hasil pengujian dari masing – masing benda uji akan diplotkan dalam tabel dan grafik sehingga dapat dianalisis dan dibandingkan untuk mengetahui campuran modifikasi terbaik pada struktur lapisan balas (*High Stiffnes but Lighweight Ballast Structure*).