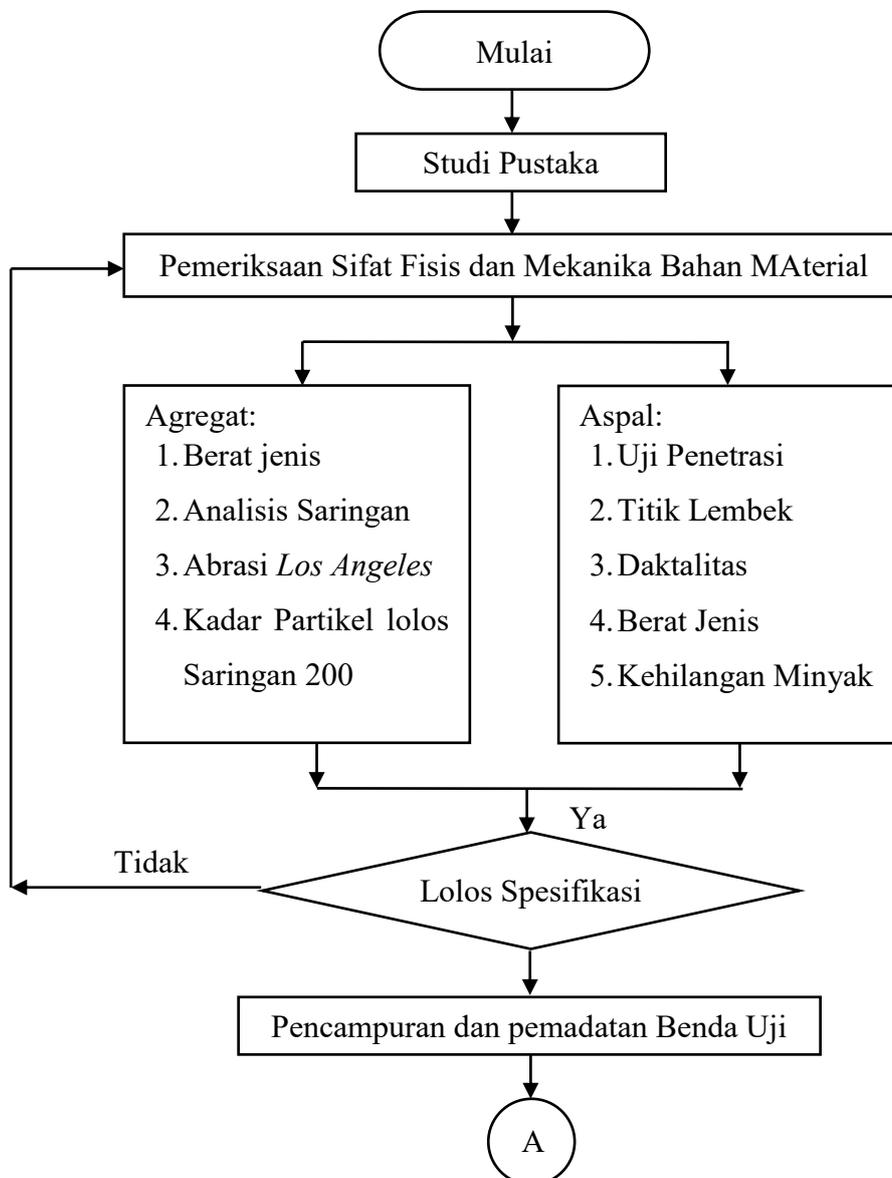


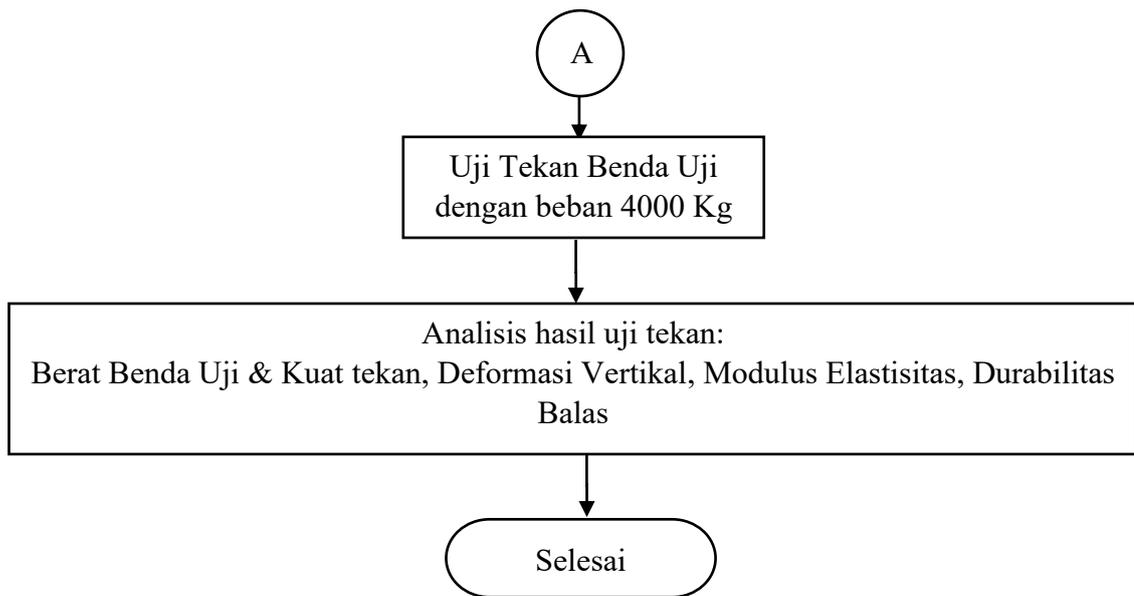
BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Bagan Alir Penelitian

Penelitian yang dilakukan ini dibagi menjadi beberapa tahapan seperti studi pustaka, persiapan bahan-bahan material, pemeriksaan spesifikasi mengenai material, penentuan komposisi rencana campuran, pencampuran benda uji dan pengujian kuat tekan. Bagan alir tahapan penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.1 sebagai berikut:



Gambar 3. 1 Struktur Bagan Alir Penelitian



Gambar 3. 1 Struktur Bagan Alir Penelitian (Lanjutan)

3.2 Tahapan Penelitian

Pada penelitian ini terdapat 2 sampel benda uji balas murni tanpa campuran dan 4 sampel benda uji balas campuran dengan bahan material aspal penetrasi 60/70 sebanyak 3% untuk membandingkan karakteristik antar keduanya pada saat diberikan beban vertikal. Pengujian kuat tekan pada benda uji dimaksudkan guna mendapatkan hubungan antara regangan dan tegangan yang terjadi untuk mengetahui tingkat kekakuan berdasarkan nilai modulus elastisitas.

3.2.1 Studi Pustaka

Tahap pertama kali yang dilakukan adalah studi pustaka terhadap penelitian yang akan dilakukan, seperti mempelajari/menyelidiki penelitian-penelitian sebelumnya dari mulai metode, hasil dan kesimpulan yang akan disesuaikan serta dijadikan bahan acuan pada penelitian ini. Tahap kedua menyusun langkah dan metode penelitian yang baik dan benar serta mengambil data-data sekunder yang dapat membantu dalam penelitian ini.

3.2.2 Persiapan dan Pemeriksaan Bahan

1. Pemeriksaan agregat balas

Pemeriksaan agregat balas pada pengujian ini mengacu kepada Peraturan Dinas No.10 Tahun 1986, SNI (Standar Nasional Indonesia) Peraturan Menteri

No.60 Tahun 2012. Kriteria dan Spesifikasi material agregat harus memenuhi syarat-syarat yang telah ditetapkan sebelum dilakukannya modifikasi dengan campuran bahan lainnya (aspal) untuk menghasilkan data yang valid serta sesuai dengan standar yang ada. Oleh sebab itu, perlu dilakukan pengujian dasar untuk mengetahui sifat fisis dan mekanis yang dimiliki oleh agregat seperti berat jenis, penyerapan air, nilai abrasi menggunakan mesin *Los Angeles*, dan kandungan lempung pada agregat.

2. Pemeriksaan aspal

Pada penelitian kali ini aspal yang digunakan adalah aspal dengan nilai penetrasi 60/70. Pengujian sifat-sifat fisis dan mekanis juga perlu dilakukan walaupun tidak ada acuan khusus dalam penggunaan sebagai campuran bahan pada struktur jalan rel kereta api konvensional di Indonesia. Dengan demikian, perlu dilakukannya pengujian dasar seperti pengujian penetrasi, berat jenis, daktalitas, titik lembek dan kehilangan minyak.

3.2.3 Pencampuran Benda Uji

Bahan-bahan yang telah disiapkan, selanjutnya dilakukan pencampuran benda uji secara manual dengan perbandingan material yang telah ditentukan berdasarkan data sekunder maupun primer. Benda uji pada penelitian kali ini terdiri dari dua jenis benda uji yaitu, balas murni tanpa campuran (balas kotor dan bersih) dan balas + aspal 3% (1 Lapisan dan 3 Lapisan) yang dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Benda Uji

No	Benda Uji	Kadar Aspal	Keterangan
1	Balas Kotor	-	BK
2	Balas Bersih	-	BB
3	Balas Kotor + Aspal 1 Lapis	3%	BK1
4	Balas Kotor + Aspal 3 Lapis	3%	BK3
5	Balas Bersih + Aspal 1 Lapis	3%	BB1
6	Balas Bersih + Aspal 3 Lapis	3%	BB3

3.2.4 Pematatan Benda Uji

Pematatan memiliki peran penting dalam meningkatkan daya tahan material balas hingga 38% dan kemampuan lapisan balast untuk menahan beban hingga 70% (Setiawan, dkk., 2018). Seiring berlangsungnya pembuatan benda uji, pematatan dilakukan menggunakan alat penumbuk manual dengan beban 4,5 Kilogram, diameter alas permukaan ± 10 cm dan tinggi jatuh ± 46 cm yang dilakukan sebanyak 50 kali pada 1 titik (tengah) dan diberi landas berupa plat besi setebal 6mm dengan dimensi 19cm \times 29cm. Pematatan ini dilakukan perlapis pada setiap 10cm yang bertujuan agar campuran memiliki kepadatan yang maksimal.

3.2.5 Uji Tekan

Proses uji tekan ini dilakukan dengan menggunakan alat *UTM (Universal Testing Machine)*, dengan mengatur beban maksimal yang diterima dan luasan beban yang disalurkan pada permukaan benda uji. Hasil yang didapat dari uji tekan ini adalah besar gaya pembebanan, nilai deformasi (perubahan bentuk), regangan (ϵ) dan tegangan (σ). Berdasarkan data regangan dan tegangan ini dianalisis menjadi nilai modulus elastisitas (E) dari masing-masing benda uji dengan komposisi material yang berbeda untuk dibandingkan hasilnya.

3.2.6 Analisis Nilai Abrasi

Abrasi agregat adalah agregat yang mengalami perubahan ukuran (lolos saringan $\frac{3}{4}$ ") setelah dilakukan uji tekan. Analisis abrasi agregat ini dilakukan dengan menggunakan metode analisis saringan. Pengujian ini dilakukan dengan cara menimbang agregat yang lolos saringan $\frac{3}{4}$.

3.3 Alat dan Bahan Penelitian

3.3.1 Alat

1. *Box* Cetakan Benda Uji

Cetakan benda uji ini terbuat dari serangkaian plat baja yang memiliki ketebalan 3 mm yang berfungsi sebagai tempat (wadah) material benda uji dengan kemampuan menahan gaya tekan yang baik dan membentuk dimensi benda uji sesuai dengan pemodelan yang telah direncanakan sebelumnya. *Box* cetakan benda

uji ini memiliki ukuran lebar 0.2 m, panjang 0.4 m dan tinggi 0.3 m. Gambar untuk cetakan benda uji tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3. 2 *Box* Cetakan dan Alas *Box* Cetakan Benda Uji.

2. Plat Besi

Plat yang digunakan untuk alas penumbukan terbuat dari material besi berbentuk persegi berukuran 19 cm x 29 cm dengan tebal 6 mm. Fungsi dari plat besi tersebut diharapkan dapat mendistribusikan pemadatan secara merata. Plat besi tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3. 3 Plat Besi.

3. Alat Penumbuk

Penumbuk yang digunakan adalah penumbuk manual yang memiliki beban sebesar dengan beban 4,5 Kilogram, Ø alas permukaan 10 cm dengan ketebalan 10 mm dan tinggi jatuh \pm 46 cm dari plat landasan seperti yang dapat dilihat pada Gambar 3.4.

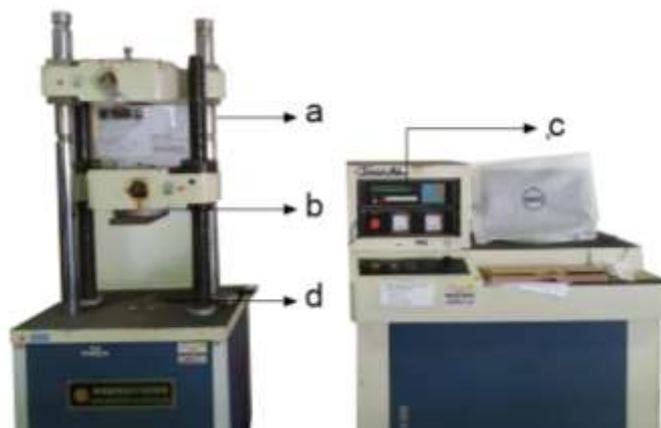


Gambar 3. 4 Alat Penumbuk Benda Uji dengan Beban Sebesar 4,5 Kg

4. *Micro-computer Universal Testing Machine*

Pengujian kuat tekan pada penelitian campuran balas ini menggunakan alat *Micro-computer Universal Testing Machine*, dengan *output* berupa tegangan dan regangan pada benda uji yang dihasilkan dari proses pengujian. Alat *Micro-computer Universal Testing* ini terdiri dari beberapa bagian seperti yang terdapat pada Gambar 3.5 sebagai berikut:

- a. Rangka Beban.
- b. Plat Pembebanan.
- c. Alat Pengatur Pengujian (*computer*).
- d. Landasan Benda Uji.



Gambar 3. 5 Alat Uji Tekan *Micro-Computer Univesal Testing Machine*.

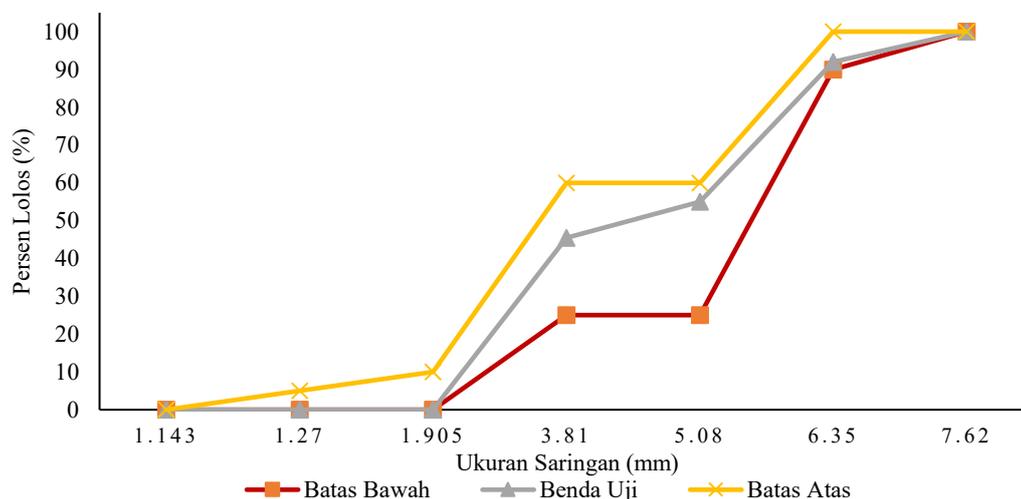
3.3.2 Bahan

1. Material Balas

Material agregat balas yang digunakan yaitu batuan andesit yang didapat daerah daerah Clereng, Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta. Ukuran agregat dari balas yang digunakan dalam penelitian ini adalah ukuran $2\frac{1}{2}'' - \frac{3}{4}''$, berdasarkan persyaratan gradasi material balas dari Peraturan Menteri No. 60 Tahun 2012 yang dikategorikan dalam kelas Jalan II. Contoh material dapat dilihat pada Gambar 3.6 dan distribusi gradasi ukuran agregat dalam penelitian kali ini yang dapat dilihat pada Gambar 3.7.



Gambar 3. 5 Contoh Material Agregat.



Gambar 3. 7 Grafik Gradasi Material Agregat.

Selain ukuran agregat, berat jenis agregat, durabilitas agregat dan kandungan lempung pada agregat juga perlu diperhatikan agar memenuhi persyaratan dan ketentuan yang ada.

2. Aspal

Penggunaan material tambahan berupa aspal pada penelitian ini menggunakan aspal tipe penetrasi 60/70 dalam bentuk padat yang dicairkan melalui proses pemanasan menggunakan oven khusus. Bahan aspal ini diperoleh dari pengepul aspal yang berlokasi di Piyungan, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Aspal padat yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat di Gambar 3.8.



Gambar 3. 8 Aspal Padat Penetrasi 60/70.

Sebelum Aspal digunakan perlu dilakukannya beberapa pengujian yang meliputi pengujian berat jenis aspal, pengujian penetrasi aspal, pengujian titik leleh aspal, pengujian kehilangan kadaminyak aspal dan pengujian daktalitas aspal. Presentase aspal yang digunakan dalam campuran balas ini sebanyak 3% dari total berat keseluruhan benda uji.

3.4 Metode Pembuatan Benda Uji

3.4.1 Balas Bersih dan Balas Kotor (murni tanpa modifikasi)

Pada benda uji murni ini hanya menggunakan agregat tanpa bahan tambahan aspal dan benda uji ini dibuat untuk dijadikan pembandingan antara balas konvensional dengan balas campuran aspal. Adapun langkah-langkah untuk pembuatan benda uji murni ini adalah sebagai berikut:

1. Agregat yang digunakan harus memenuhi persyaratan standar kualitas yang telah ditentukan sesuai fungsinya sebagai penyusun struktur jalan rel konvensional. Lalu untuk balas bersih agregat tersebut dibersihkan dan dikeringkan sebelum digunakan sedangkan untuk balas kotor tidak perlu dibersihkan.

2. Setelah material agregat siap, maka langkah berikutnya adalah memasukan agregat ke dalam *box* cetakan.
3. Selama proses pengisian agregat ke dalam *box* setiap telah mencapai ketinggian 10 cm, 20 cm dan 30 cm susunan agregat ditumbuk menggunakan tumbukan manual dengan beban 4,5 Kg dan tinggi jatuh beban \pm 46 cm. Pemadatan dilakukan pada 1 titik (tengah) sebanyak 50 kali yang menggunakan bantuan plat besi yang memiliki tebal 6 mm dengan dimensi 19 cm \times 29 cm agar beban dari tumbukan terdistribusi merata seperti yang dapat dilihat pada Gambar 3.8.



Gambar 3. 9 Pemadatan Benda Uji Perlapisan.

4. Setelah *box* terisi penuh oleh agregat seperti yang tertera pada Gambar 3.9, benda uji ditimbang untuk mengetahui berat dari benda uji sebelum dilakukannya uji tekan.



Gambar 3. 10 Benda Uji Tanpa Campuran Aspal.

3.4.2 Campuran Balas dan Aspal

Pada benda uji campuran ini material yang digunakan adalah campuran dari agregat dengan aspal padat yang dicairkan sebanyak 3% dari berat total keseluruhan. Untuk proses pencampuran benda uji campuran ini adalah sebagai berikut:

1. Agregat yang akan digunakan harus memenuhi persyaratan standar kualitas yang telah ditentukan sesuai fungsinya sebagai penyusun struktur jalan rel konvensional. Lalu untuk balas bersih agregat tersebut dibersihkan dan dikeringkan sebelum digunakan sedangkan untuk balas kotor tidak perlu dibersihkan.
2. Aspal yang digunakan dalam campuran benda uji ini haruslah lolos dari pengujian persyaratan dan kualitas tipe aspal penetrasi 60/70.
3. Setelah mempersiapkan material agregat dan aspal maka langkah berikutnya adalah memasukan material-material ke dalam *box* cetakan benda uji berukuran 0,4 m × 0,2 m × 0,3 m sesuai dengan prosedur yang telah direncanakan.
4. Selama proses pengisian material ke dalam *box* setiap telah mencapai ketinggian 10 cm, 20 cm dan 30 cm tuangkan aspal secara merata pada permukaan agregat yang sebelumnya telah dilakukan pemadatan (1% untuk 3 lapisan aspal dan 3% untuk 1 lapisan aspal) seperti Gambar 3.9.



Gambar 3. 11 Penuangan Aspal pada Benda Uji.

5. Setelah *box* terisi penuh oleh agregat dan aspal, benda uji ditimbang untuk mengetahui berat dan volume pori dari benda uji sebelum dilakukannya uji tekan.



Gambar 3. 12 Benda Uji dengan Campuran Aspal.

3.5 Prosedur Pengujian Kuat Tekan

Dalam pengujian kuat tekan balas murni dan balas campuran ada beberapa tahapan - tahapan sebagai berikut:

1. Pengukuran luasan benda uji untuk peng-*input*-an pada alat uji tekan.
2. Selanjutnya diletakan benda uji hingga mendapatkan posisi yang optimal seperti pada Gambar 3.8.



Gambar 3. 13 Pemasangan Benda Uji pada Alat Uji

3. Isi beban maksimal sebesar 4000 Kg pada mesin uji tekan atau dilakukan pembacaan hasil benda uji saat mesin berhenti secara otomatis.
4. Hasil akhir dari pengujian keluar dalam bentuk *print-out* berupa data pembebanan, nilai angka penurunan, nilai regangan dan nilai tegangan yang kemudian dilakukan analisis pada data tersebut.

3.6 Analisis Abrasi Setelah Uji Tekan

Dalam pengujian analisis abrasi setelah uji tekan pada benda uji ada beberapa tahapan yang harus dilakukan, seperti:

1. Setelah selesai melakukan pengujian, benda uji dikeluarkan dari mesin uji tekan lalu benda uji dibongkar seperti yang terlihat pada Gambar 3.11



Gambar 3. 14 Pembongkaran Benda Uji

2. Agregat dipisahkan dari campuran aspal dengan alat *Reflek Extractor* atau dengan cara merendam agregat pada bensin, agregat disaring menggunakan saringan $\frac{3}{4}$ kemudian dicuci hingga bersih seperti Gambar 3.15.
3. Kemudian setelah agregat terpisahkan dari aspal agregat dimasukkan ke dalam oven pada suhu 110°C selama 24 jam lalu dilakukan penimbangan berat agregat tersebut seperti Gambar 3.16.



Gambar 3. 15 Agregat Lolos Saringan $\frac{3}{4}$ Setelah Pencucian



Gambar 3. 16 Penimbangan Agregat Setelah di Oven.

3.7 Analisis Hasil Pengujian

Dalam penelitian ini data yang digunakan ada 2 jenis data yaitu data sekunder yang didapat dari penelitian *international* terdahulu yang mengacu kepada penggunaan aspal (bahan bitumen) sebanyak 3% dari berat total benda uji. Sedangkan data primer yang didapatkan dari hasil pengujian selama penelitian ini berlangsung di Laboratorium Teknik Sipil UMY.

Parameter yang akan dikaji dalam penelitian kali ini mencakup beberapa aspek yaitu berat benda uji, karakteristik struktur balas setelah uji tekan, abrasi agregat akibat pengujian kuat tekan, nilai kuat, nilai regangan dan tegangan, deformasi vertikal (nilai penurunan), dan nilai modulus elastisitas (E).

Nilai E (modulus elastisitas) ini didapatkan berdasarkan hasil dari tegangan dan regangan yang dilakukan selama proses pengujian kuat tekan serta menganalisis kemiringan elastis (*slope*) dari kurva regangan dan tegangan.

Hasil pengujian yang berupa deformasi vertikal akibat pembebanan, abrasi material agregat setelah pembebanan dan nilai modulus elastisitas diplotkan pada grafik. Kemudian dilakukan perbandingan antara benda uji balas murni dengan benda uji balas campuran aspal 3%.