

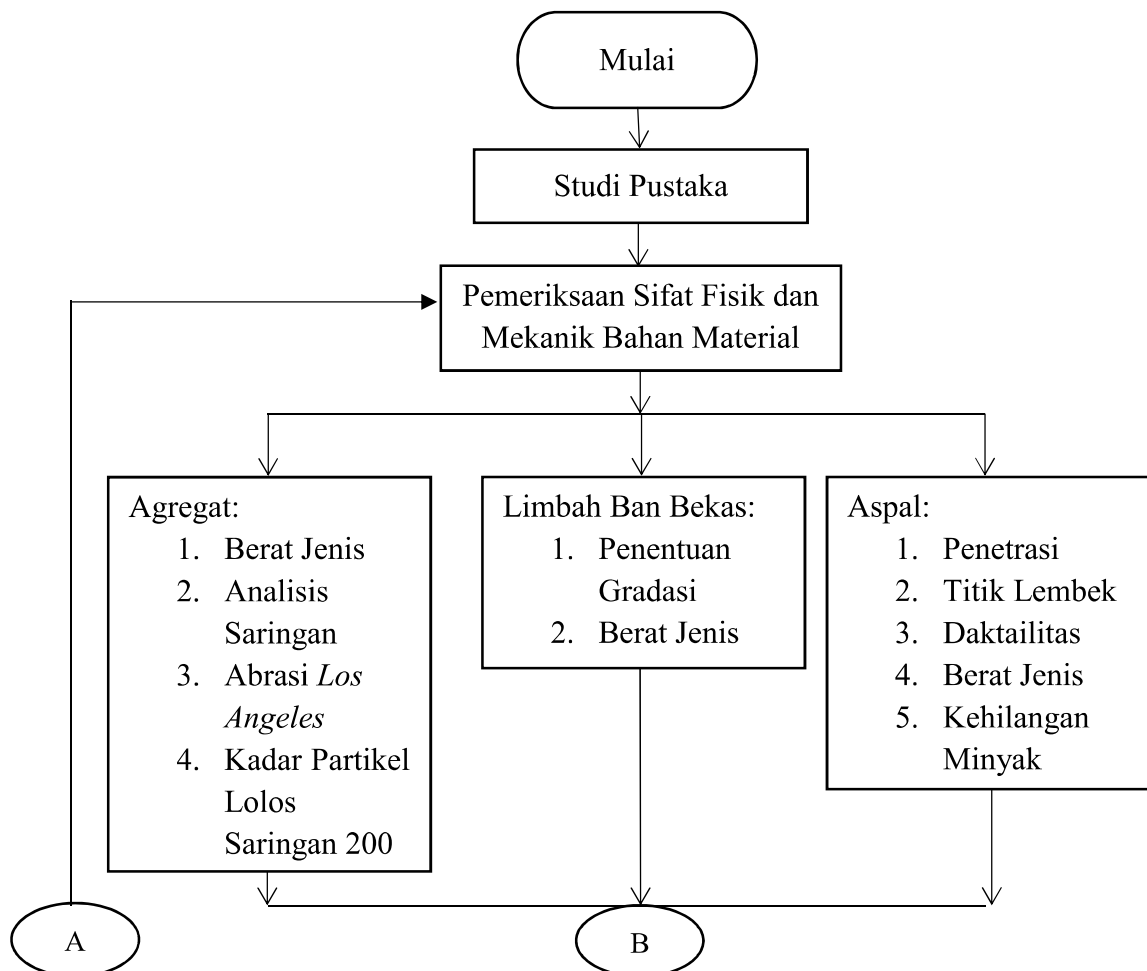
BAB III METODE PENELITIAN

3.1. Tahapan Penelitian

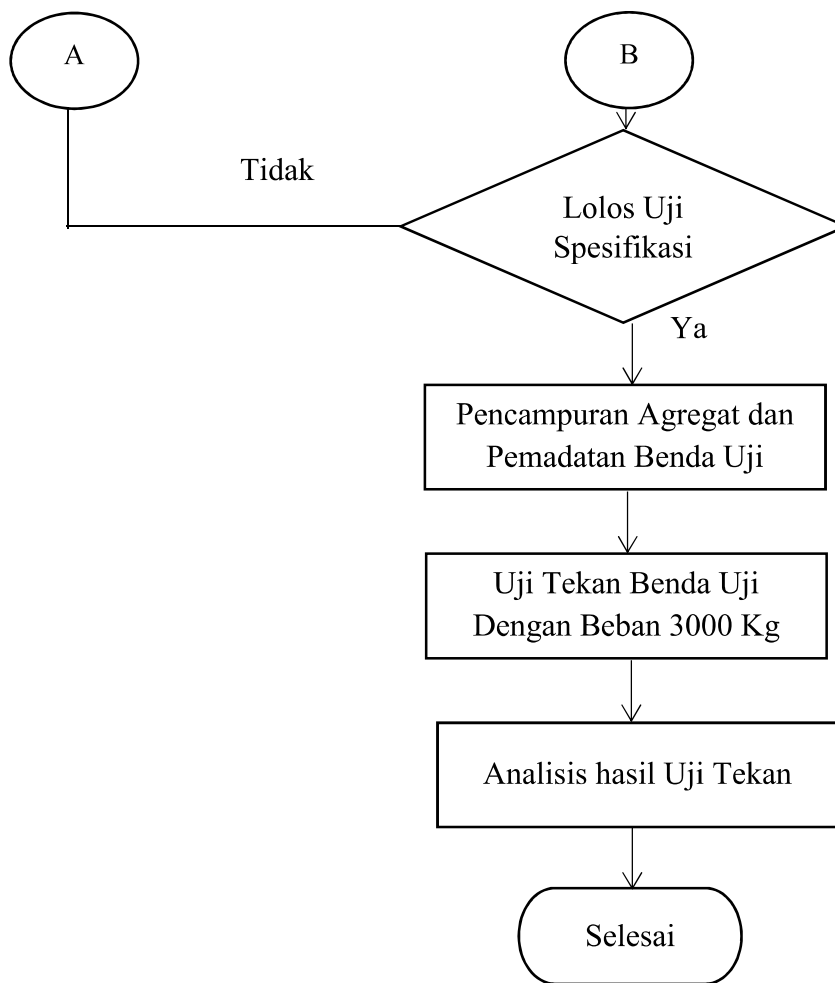
Pada penelitian ini terdapat 2 sampel modifikasi campuran balas yang menggunakan limbah karet bekas maupun aspal, dengan tujuan untuk membandingkan karakteristik dari masing-masing modifikasi campuran balas tersebut.

3.1.1 Bagan Alir Penelitian

Dalam penelitian ini dibagi menjadi beberapa tahapan yaitu studi pustaka, persiapan bahan material, pengujian spesifikasi material, penentuan rencana campuran, pembuatan benda uji, dan uji tekan. Berikut bagan alir tahapan penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1.1 sebagai berikut :



Gambar 3.1 Bagan alir penelitian



Gambar 3.1 (Lanjutan)

3.1.2 Studi Pustaka

Studi pustaka merupakan langkah awal untuk melakukan penelitian yang akan dilakukan. Dengan mencari dan menelaah penelitian-penelitian yang terdahulu, untuk menghasilkan kesimpulan yang akan disesuaikan dan dijadikan acuan pada penelitian kali ini. Selanjutnya menyusun langkah dan metode penelitian yang tepat dengan mengambil data-data sekunder pada penelitian sebelumnya yang berkaitan pada penelitian kali ini, maka dapat dikatakan bahwa studi pustaka dapat mempengaruhi kredibilitas hasil penelitian yang dilakukan.

3.1.3 Pemeriksaan Benda Uji

a. Pemeriksaan agregat balas

Pemeriksaan untuk agregat balas mengacu pada Peraturan Dinas No. 10 tahun 2012, Peraturan Menteri No. 60 Tahun 2012, SNI (Standar Nasional Indonesia), dan ASTM (*American Standard Testing and Material*). Dimana agregat balas harus memenuhi persyaratan sebelum dimodifikasi dengan campuran bahan material yang akan digunakan pada penelitian kali ini, dan untuk menghasilkan data yang valid dengan standar yang telah ditentukan, maka dari itu perlu pengujian dasar untuk mengetahui sifat fisik dan mekanik yang dimiliki agregat seperti berat jenis, penyerapan air, durabilitas, dan kandungan lempung pada agregat.

b. Pemeriksaan bahan material limbah ban bekas kendaraan

Seperti pemeriksaan agregat balas, bahan material limbah ban bekas ini juga harus bersih dari partikel lempung dan dibersihkan menggunakan air, selain itu juga dilakukan pemeriksaan sifat material seperti berat jenis, dan penyerapan air, hal ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh material terhadap campuran.

c. Pemeriksaan bahan pengikat atau aspal

Pengujian sifat-sifat fisik dan mekanik juga perlu dilakukan untuk memperoleh bahan yang berkualitas, meskipun tidak ada acuan khusus dalam penggunaannya pada infrastruktur jalan rel di Indonesia. Aspal yang digunakan pada penelitian ini adalah aspal jenis penetrasi 60/70. Untuk pengujian dasar yang dilakukan yaitu seperti uji penetrasi aspal, titik lembek, daktilitas, kehilangan minyak, dan berat jenis.

3.1.4 Pencampuran dan Pemadatan Benda Uji

Pencampuran benda uji ini dilakukan secara manual dengan persentase material yang sebelumnya telah ditentukan, benda uji ini terdiri atas 3 sampel benda uji yaitu balas tanpa campuran, balas dengan campuran aspal dan balas dengan campuran karet + aspal. Setelah dilakukan pencampuran material, langkah selanjutnya yaitu proses pemadatan benda uji. Benda uji yang telah siap akan ditumbuk dengan alat penumbuk manual, penumbukan dilakukan agar material campuran dapat mengisi rongga-rongga yang ada pada benda uji.

3.1.5 Pengujian Kuat Tekan

Proses pengujian kuat tekan menggunakan alat UTM (*Universal Testing Machine*), benda uji yang akan diuji tekan akan ditimbang terlebih dahulu untuk selanjutnya diletakkan dengan posisi sentris pada alat kuat tekannya agar plat di atasnya menyentuh bagian tengah benda uji. Pembebanan akan dihentikan apabila benda tersebut telah diberi beban sesuai yang telah direncanakan. Setelah proses pengujian tekan, benda uji masuk pada proses pemeriksaan analisis gradasi.

3.1.6 Analisis Abrasi

Benda uji yang telah diuji tekan kemudian akan dianalisis abrasi menggunakan metode analisis saringan. Dengan mengambil sampel sebanyak 5000 gr dari berat total benda uji sebelum dan setelah dilakukan uji tekan. Data yang diperoleh akan diolah dan digambarkan menjadi grafik abrasi material. Analisis abrasi ini memiliki ukuran 19,1 mm (lolos saringan 3/4") setelah dilakukan uji tekan.

3.2. Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

a. Box Cetakan Benda Uji

Terbuat dari lembaran baja yang dirangkai serta memiliki ketebalan lebih kurang 3 mm. Mempunyai dimensi ukuran cetakan dengan lebar 20 cm, panjang 40 cm, dan tinggi 30 cm. Box cetakan ini difungsikan sebagai wadah penampung kapasitas material dengan kemampuan menahan tekanan yang baik dan membentuk dimensi benda uji sesuai dengan pemodelan yang telah direncanakan. Gambar box cetakan benda uji disajikan pada Gambar 3.2 dan Gambar 3.3.



Gambar 3.2 Box cetakan benda uji tampak atas



Gambar 3.3 Box cetakan benda uji tampak samping

b. *Universal Testing Machine (UTM)*

Mesin pengujian untuk menguji tegangan tarik dan kekuatan tekan bahan atau material. Untuk pengujian ini hanya dilakukan uji tekan saja. UTM (*Universal Testing Machine*) ini akan memberikan informasi mengenai seberapa besar pengukuran yang akan diuji terhadap benda uji sehingga standarisasi yang diinginkan dapat tercapai dengan sempurna. Output untuk pengujian ini adalah tegangan dan regangan yang dihasilkan selama proses pengujian dari mesin ini. Berikut bagian-bagian dari alat tekan seperti pada Gambar 3.4 sebagai berikut :

1. Alat pengukur pengujian.
2. Plat pembebanan.
3. Rangka beban.
4. Landasan benda uji.



Gambar 3.4 Alat uji *Micro-computer Universal Testing Machine*

c. Alat Penumbuk Manual (*Manual Compactor*)

Alat ini mempunyai beban sebesar 4,5 kg dengan tinggi jatuh beban 20 cm dari plat landasan. Untuk diameter plat dasar penumbuk adalah 15 cm serta mempunyai ketebalan 2,4 cm. Alat ini digunakan secara manual dengan cara kerja yang cukup sederhana. Berikut gambar penumbuk manual yang akan ditunjukkan seperti pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 Alat penumbuk manual (*Manual Compactor*)

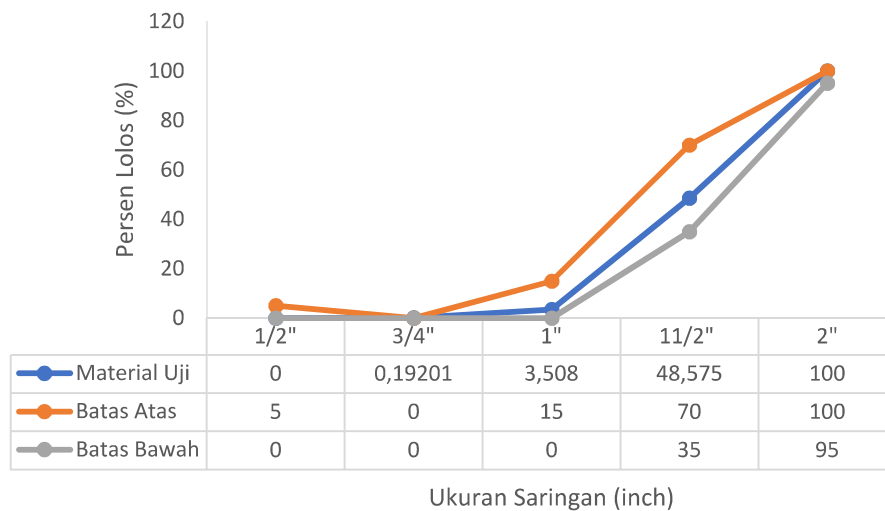
3.2.2 Bahan

a. Agregat Kasar untuk Material Balas

Agregat kasar ini diperoleh dari perusahaan distributor batu pecah yang berada di Kecamatan Clereng, Kabupaten Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta dengan jenis batuanannya yaitu batuan granit seperti pada Gambar 3.6. Agregat kasar ini termasuk dalam kelas jalan II berdasarkan persyaratan gradasi untuk material balas dari PD No.10 tahun 1996 dengan ukuran butiran dari balas yang digunakan adalah $2'' - \frac{3}{4}''$. Parameter pengujian sifat-sifat mekanik agregat seperti berat jenis, durabilitas, dan kadar lumpur dari agregat yang sesuai dengan SNI (Standar Nasional Indonesia) untuk mendapatkan kriteria material yang baik dan ini disajikan seperti pada Tabel 3.1 serta distribusi ukuran agregat yang digunakan pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 3.7.



Gambar 3.6 Agregat kasar untuk material balas



Gambar 3.7 Grafik gradasi material agregat

Tabel 3.1 Hasil pengujian sifat fisik material

No	Pengujian	Hasil Pengujian
1	Berat Jenis	
	Berat Jenis Curah Kering	2,65
	Berat Jenis SSD	2,67
	Berat Jenis Semu	2,71
	Penyerapan Air	0,85%
2	Keausan	17,3%
3	Kandungan Lumpur	1,7%

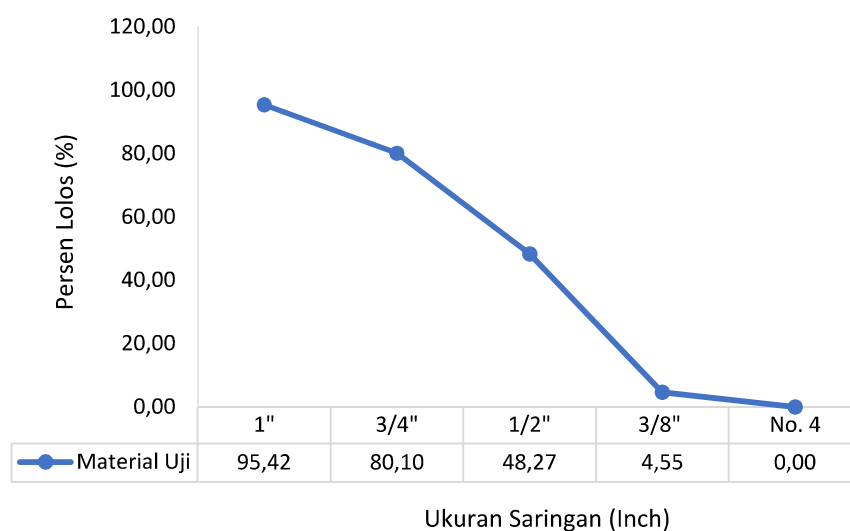
b. Karet Ban Bekas untuk Material Campuran Balas

Karet ban bekas yang difungsikan sebagai material elastik pada material balas ini diperoleh dari bagian luar ban kendaraan bermotor dan dalam penelitian ini ukuran karet bekas di modifikasi menjadi ukuran butiran antara 1"-No.4.

Mengacu pada penelitian - penelitian internasional terdahulu, penggunaan limbah karet ban bekas ini adalah 10%. Berikut material karet ban bekas yang telah di modifikasi ukurannya ditunjukkan pada Gambar 3.8 dan data distribusi ukuran karet ditunjukkan pada Gambar 3.9.



Gambar 3.8 Material karet ban bekas



Gambar 3.9 Grafik gradasi material karet ban bekas

c. Aspal

Aspal diperoleh dari tempat penyimpanan aspal yang berlokasi di Kecamatan Piyungan, Kabupaten Bantul, Yogyakarta. Dalam penelitian ini menggunakan tipe aspal penetrasi 60/70 dalam bentuk aspal padat yang akan dicairkan seperti Gambar 3.10. Sebelum digunakan, aspal tersebut perlu diuji sifat-sifat mekanik seperti berat jenis, uji penetrasi, titik leleh, kehilangan minyak, dan daktilitas aspal.



Gambar 3.10 Aspal Penetrasi 60/70

Adapun jumlah prosentase penambahan aspal dalam penelitian ini mengacu pada penelitian yang dilakukan D'Angelo *et al.* (2016) yaitu sebesar 2-3%, penambahan aspal dengan persentase 2-3% ini dimaksudkan sebagai bahan pengikat dan pengisi antara material balas.

3.3 Pembuatan Benda Uji

3.3.1 Balas Tanpa Campuran

Seperti balas pada umumnya / balas konvensional, pada benda uji ini balas atau agregat kasar tidak dicampur dengan material lain (non modifikasi). Berikut adalah proses pembuatan benda uji balas tanpa campuran.

- a. ASTM (*American Standard Testing and Material*) atau SNI (Standar Nasional Indonesia) adalah acuan untuk kelayakan agregat yang akan digunakan untuk lapisan balas. Sebelum digunakan, material agregat tersebut terlebih dahulu dibersihkan dari kandungan lumpur lalu dikeringkan.
- b. Langkah berikutnya disiapkan box cetakan balas dengan ukuran 40 cm × 20 cm × 30 cm, lalu isi box cetakan balas tersebut dengan material agregat yang sebelumnya telah dipersiapkan.
- c. Pemadatan menggunakan alat penumbuk manual dengan beban 4,5 kg dan tinggi jatuh ± 20 cm dilakukan setelah box cetakan terisi setiap 1/3 layer (material agregat mencapai ketinggian 10 cm dari tinggi box 30 cm). Pemadatan dilakukan sebanyak 25 kali secara merata dari luasan benda uji.
- d. Setelah box terisi penuh dan padat, dilakukan penimbangan benda uji untuk mengetahui berat volume benda uji.

3.3.2 Modifikasi Balas dengan campuran Aspal

Hampir sama dengan langkah-langkah pembuatan balas tanpa campuran, yang membedakan dalam pembuatan balas memakai campuran aspal hanya material agregat dicampur dengan aspal. Aspal yang digunakan adalah aspal tipe penetrasi 60/70 yang sebelumnya telah diuji sifat-sifat mekaniknya dan memenuhi syarat. Persentase aspal yang digunakan dalam pembuatan balas dengan campuran aspal adalah sebanyak 2% dari total berat benda uji.

3.3.3 Modifikasi Balas dengan campuran Aspal dan Karet Ban Bekas

Untuk pembuatan sampel ketiga ini, menggunakan karet ban bekas dan aspal sebagai bahan campurannya. Karet bekas yang digunakan telah dimodifikasi ukurannya menjadi potongan kecil berukuran 2,54 mm – 4,75 mm (tertahan saringan 1" – no.4) material karet harus bebas dari kandungan partikel lempung. Persentase karet bekas yang digunakan sebanyak 10% dari total berat benda uji. Aspal yang digunakan yaitu aspal tipe penetrasi 60/70 dengan persentase 2% dari total berat benda uji. Langkah pembuatan balas dengan campuran karet ban bekas dan aspal sama seperti langkah-langkah pembuatan balas tanpa campuran bedanya hanya ditambah material tambah seperti karet ban bekas dan aspal.

3.4 Langkah Pengujian

Berikut langkah-langkah dalam pengujian kuat tekan ini adalah sebagai berikut:

- a. Sebelum dilakukan pengujian, benda uji terlebih dahulu ditimbang. Penimbangan dilakukan untuk mengetahui berat volume benda uji.
- b. Untuk selanjutnya benda uji diletakkan sentris pada alat kuat tekan agar plat diatasnya menyentuh bagian tengah permukaan benda uji.
- c. Setelah itu benda uji diberi pembebanan, pembebanan dihentikan apabila benda uji tersebut telah menerima baban yang sebelumnya sudah direncanakan.
- d. Dilakukan pemeriksaan analisis abrasi benda uji setelah benda uji tersebut selsesai melakukan pengujian uji tekan.