

## **BAB III.**

### **METODE PENELITIAN**

Dalam setiap penelitian yang dilaksanakan harus memiliki metode penelitian yang digunakan bagi peneliti untuk mendapatkan data yang dicari oleh peneliti sesuai dengan tujuan penelitian. Penelitian yang dilaksanakan oleh penulis merupakan penelitian yang bersifat kuantitatif. Dalam penelitian ini penulis menggunakan metode studi pustaka dan studi penelitian eksperimental.

#### **3.1. Studi Pustaka**

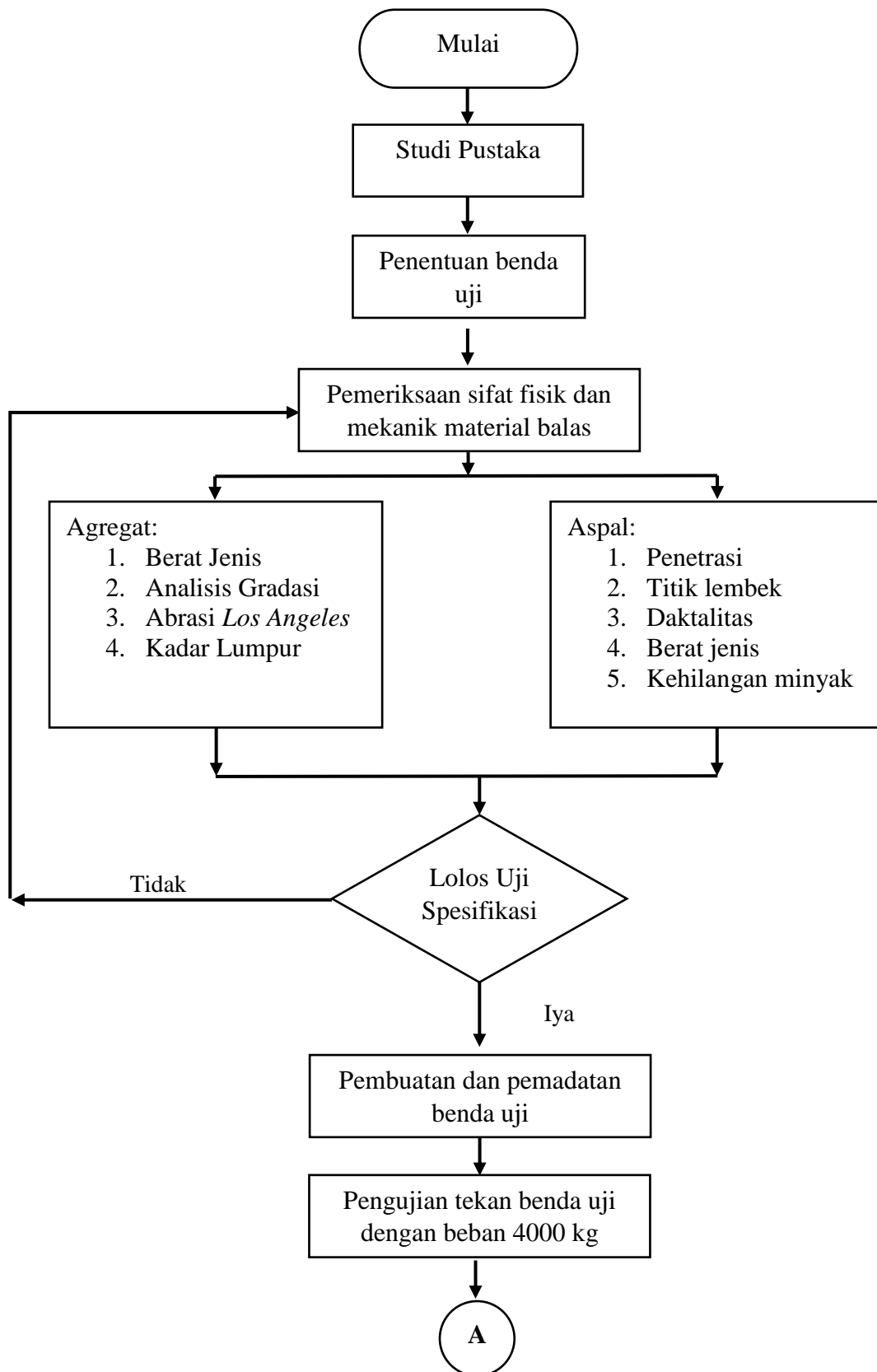
Hal yang dilakukan oleh peneliti sebelum melakukan penelitian eksperimental adalah melakukan studi pustaka seperti membaca penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian yang dilaksanakan sehingga dapat dijadikan sebagai acuan. Dalam melakukan studi pustaka peneliti mampu mendapatkan metode, hasil dan kesimpulan yang dapat dijadikan sebagai bahan perbandingan maupun acuan. Selanjutnya setelah melakukan studi pustaka, penulis dapat menyusun langkah-langkah yang tepat untuk mendapatkan data-data sekunder maupun primer yang dapat digunakan dalam penelitian.

#### **3.2. Metode Penelitian Eksperimental**

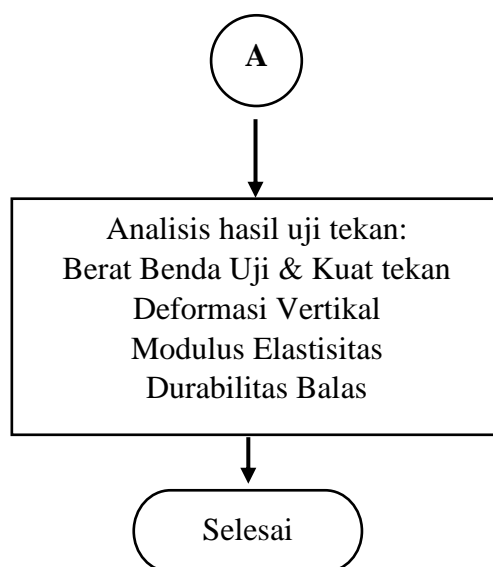
Setelah melakukan studi pustaka dan mendapatkan langkah-langkah untuk mendapatkan data yang digunakan. Selanjutnya, peneliti melakukan penelitian eksperimental dengan menerapkan langkah-langkah yang telah di dapat dan di jadikan sebagai acuan pekerjaan selama penelitian.

#### **3.3. Tahapan Penelitian Eksperimental**

Dalam penelitian terdapat beberapa langkah-langkah yaitu studi pustaka, penentuan sampel, persiapan material yang digunakan, pemeriksaan sifat fisik dan mekanik material, perencanaan campuran, pembuatan benda uji, pengujian tekan dan kemampuan balas dalam meloloskan air. Bagan alir penelitian ditampilkan Pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian



Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian (lanjutan)

### 3.3. Benda Uji

Dalam penelitian ini terdapat beberapa jenis benda uji yaitu yang akan di tampilkan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Jenis Benda Uji

No	Benda Uji	Tumbukan	Kadar Aspal	Kode
1	Balas Bersih	50/Layer	-	BB
2	Balas Kotor	50/Layer	-	BK
3	Balas Bersih + Aspal 1 Lapis	50/Layer	4%	BB1
4	Balas Bersih + Aspal 3 Lapis	50/Layer	4%	BB3
5	Balas Kotor + Aspal 1 Lapis	50/Layer	4%	BK1
6	Balas Kotor + Aspal 3 Lapis	50/Layer	4%	BK3

Benda uji merupakan lapisan balas dengan tebal 30 cm, yang selanjutnya dilakukan pemadatan pada tiap lapisan/*layer* dengan jumlah tumbukan sebanyak 50 kali tiap lapisan/*layer*. Tebal tiap lapisan pemadatan adalah 10 cm, dengan total 3 kali pemadatan. Setelah benda uji siap, selanjutnya dilakukan penimbangan berat tiap benda uji. Kemudian dilakukan pengujian tekan pada semua benda uji. Pengujian tekan bertujuan untuk mengetahui hubungan antara tegangan ( $\sigma$ ) dan regangan ( $\epsilon$ ) yang terjadi akibat pembebanan yang telah dilakukan dilakukan.

### 3.4. Alat dan Bahan

#### 3.4.1 Alat

Adapun alat yang digunakan pada penelitian ini adalah:

a. Balas *Box*

Balas *box* merupakan cetakan benda uji yang terbuat dari rangkaian plat baja dengan tebal 30 mm yang berfungsi sebagai penampung campuran material balas, menjaga dimensi ukuran benda uji sesuai dengan yang direncanakan, dan menahan material ketika dilakukan pengujian tekan. Balas *box* yang digunakan dalam penelitian ini memiliki dimensi panjang 40 cm, lebar 20 cm, dan tinggi 30 cm. Dengan bagian bawah terdapat plat penahan dan 4 buah pengunci pada sisi panjang untuk menahan supaya tidak terjadi perubahan bentuk saat dilakukan pengujian tekan. Gambar balas *box* dan plat penahan ditunjukkan pada Gambar 3.2 dan 3.3.



Gambar 3.2 Balas *Box*



Gambar 3.3 Plat Penahan

b. Penumbuk Manual dan Plat Penumbuk

Penumbuk manual digunakan sebagai alat bantu pemadatan pada benda uji dengan jumlah penumbukan tiap lapisan/*layer* sebanyak 50 kali. Alat penumbuk manual memiliki berat penumbuk 4,5 kg dengan tinggi jatuh 45,7 cm. Sedangkan plat penumbukan berfungsi untuk meratakan beban tumbukan yang dilakukan supaya material yang dipadatkan mendapatkan beban merata di seluruh permukaan sehingga pemadatan dapat mendapatkan hasil yang maksimal. Gambar penumbuk manual dan plat penumbuk di tampilkan pada Gambar 3.4 dan 3.5.



Gambar 3.4 Penumbuk Manual



Gambar 3.5 Plat Penumbuk

c. Alat Uji Tekan

Untuk pengujian tekan pada benda uji dilakukan menggunakan mesin uji tekan *Universal Testing Machine (UTM) Hung Ta 9501* dengan kapasitas tekan

sebesar 4000 kg setara dengan 40 KN. Gambar alat uji tekan *Universal Testing Machine (UTM) Hung Ta 9501* ditampilkan pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6 Alat Uji Tekan *Universal Testing Machine (UTM) Hung Ta 9501*

### 3.4.2. Bahan

#### a. Agregat Kasar

Dalam penelitian ini bahan agregat kasar yang digunakan merupakan material agregat kasar untuk lapisan balas jalan rel kelas 2. Agregat kasar yang digunakan berasal dari Clereng, Kabupaten Kulon Progo, D.I. Yogyakarta. Tampilan agregat kasar ditunjukkan pada Gambar 3.7.



Gambar 3.7 Agregat Kasar

Karena kelas jalan rel yang direncanakan adalah jalan rel kelas 2 sehingga terdapat persyaratan gradasi untuk material agregat kasar yang digunakan ditampilkan pada Tabel 3.2 sebagai berikut:

Tabel 3.2 Persyaratan Gradasi untuk Material Balas (Rosyidi, 2016)

Ukuran Dalam (")	Persen Lolos Saringan									
	3	2 ½	2	1 ½	1	¾	½	⅜	No.4	No.8
2½- ¾	100	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	15-20	0-15	-	0-5	-	-

Untuk kelas jalan 1 dan 2 digunakan material dengan ukuran nominal 2 ½” - ¾”, sedangkan untuk kelas jalan 3 dan 4 dapat digunakan ukuran nominal 2”-1” (Rosyidi, 2016).

Setelah dilakukan pemilihan ukuran nominal selanjutnya agregat kasar yang digunakan diuji sifat-sifat fisis dan mekanisnya untuk pengecekan apakah material sudah sesuai dengan spesifikasi baik berat jenis, analisis gradasi, abarasi *los angeles* dan kadar lumpur. Hasil pengujian agregat kasar ditampilkan pada Lampiran 1.

#### b. Aspal

Material aspal yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari laboratorium transportasi dan jalan raya, Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta dengan nilai penetrasi 60/70. Aspal masih dalam keadaan padat dan harus dipanaskan selama minimal 4 jam dengan suhu 155 C° atau dengan memasak aspal sampai aspal mencapai suhu 155 C° dan dapat digunakan. Gambar material aspal penetrasi 60/70 ditampilkan pada Gambar 3.8.



Gambar 3.8 Aspal Penetrasi 60/70

Sebelum menambahkan aspal sebagai material tambahan, perlu dilakukan pengujian sifat-sifat fisis material aspal dengan beberapa pengujian yaitu pengujian penetrasi aspal, daktalitas, titik lembek aspal, dan kehilangan berat minyak. Hasil pengujian material aspal akan ditampilkan pada Lampiran 1. Pada penelitian ini menggunakan modifikasi kandungan aspal penetrasi 60/70 dengan kadar 4% dari berat benda uji.

### 3.5. Pembuatan Benda Uji

Seperti yang telah dijelaskan pada sub-bab benda uji, benda uji yang akan dibuat adalah sebagai berikut yang akan ditampilkan pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Jenis Benda Uji

No	Benda Uji	Tumbukan	Kadar Aspal	Kode Benda Uji
1	Balas Bersih			BB
2	Balas Kotor	50/Layer	-	BK
3	Balas Bersih + Aspal 1 Lapis	50/Layer	4%	BB1
4	Balas Bersih + Aspal 3 Lapis	50/Layer	4%	BB3
5	Balas Kotor + Aspal 1 Lapis	50/Layer	4%	BK1
6	Balas Kotor + Aspal 3 Lapis	50/Layer	4%	BK3

#### 3.5.1. Balas Bersih dan Kotor

##### a. Persiapan Material

- 1) Agregat kasar yang digunakan adalah agregat kasar dalam keadaan kotor dan bersih. Material balas kotor tidak perlu dilakukan pencucian sedangkan untuk balas bersih, material dicuci sampai pasir dan lumpur yang menempel tidak tersisa pada permukaan material agregat kasar. Pencucian agregat kasar ditampilkan pada Gambar 3.9.





Gambar 3.9 Pencucian Agregat Kasar Untuk Benda Uji Balas Bersih

- 2) Selanjutnya material yang telah dicuci dioven terlebih dahulu sampai agregat kasar mendapatkan berat tetapnya. Pengovenan dilakukan pada kedua jenis material baik balas bersih maupun kotor selama  $24 \pm 4$  jam. Proses pengovenan akan ditampilkan pada Gambar 3.10.



Gambar 3.10 Pengovenan Material Balas

b. Pencampuran dan Pemadatan Lapisan Balas

- 1) Material agregat kasar yang digunakan adalah material balas kelas jalan 2 dengan gradasi  $2 \frac{1}{2}'' - \frac{3}{4}''$ . Selanjutnya campurkan agregat kasar kedalam balas *box* dengan ketebalan lapisan 10 cm dan dilakukan pemadatan sebanyak 50 kali tiap lapisan/*layer* dilakukan sampai total 3 lapisan (mencapai tebal 30 cm). Gambar lapisan agregat akan ditampilkan pada Gambar 3.11 sebagai berikut:



(a)

(b)



(c)

Gambar 3.11 (a) Lapisan 1 Balas, (b) Lapisan 2 Balas, (c) Lapisan 3 Balas

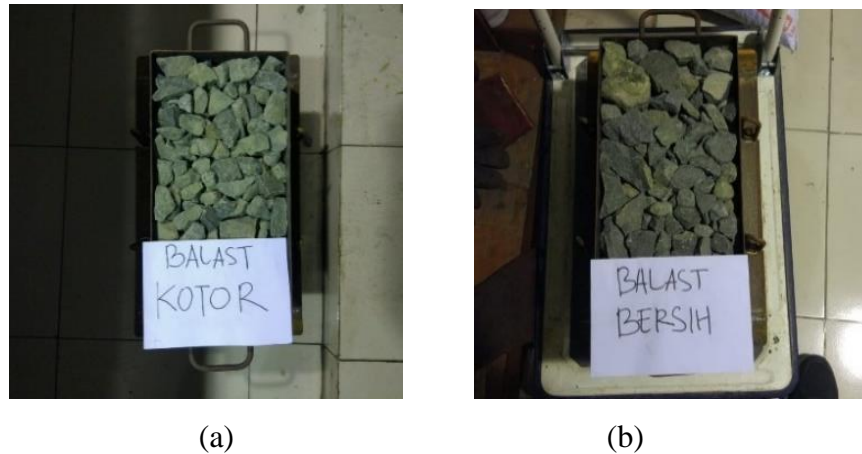
- 2) Selanjutnya setelah dimasukkan ke dalam balas *box* dengan ketebalan lapisan 10 cm, pasang plat pemadatan dan dilakukan pemadatan sebanyak 50 kali tiap lapisan/*layer* sebanyak 3 kali pemadatan untuk 1 benda uji. Proses pemadatan agregat kasar akan ditampilkan pada Gambar 3.12 sebagai berikut:



Gambar 3.12 Proses Pemadatan Lapisan Balas

c. Pengujian tekan benda uji

- 1) Setelah setiap lapisan selesai dipadatkan selanjutnya dilakukan pengujian tekan pada benda uji. Benda uji balas kotor akan ditampilkan pada Gambar 3.13a dan balas bersih yang telah siap akan ditampilkan pada Gambar 3.13b sebagai berikut:



Gambar 3.13 (a) Benda Uji Balas Kotor, (b) Benda Uji Balas Bersih

- 2) Selanjutnya mempersiapkan plat besi ukuran 15x20 cm dengan tebal 2,5 cm sebagai plat pembebanan benda uji yang ditunjukkan pada Gambar 3.14 sebagai berikut:



Gambar 3.14 Plat Pembebanan

- 3) Setelah semua siap letakkan benda uji secara sentris pada alat uji tekan sehingga pembebanan dapat dilakukan secara merata. Perletakan benda uji akan ditampilkan pada Gambar 3.15



Gambar 3.15 Benda Uji yang Akan Ditekan

- 4) Selanjutnya memasukkan dimensi benda uji berupa tinggi dan lebar benda uji pada mesin uji tekan dan dilakukan pengujian sampai pembebanan mencapai nilai 3 ton atau benda uji telah mengalami perubahan penurunan dan mendesak balas *box* hingga melengkung karena tidak dapat menahan pembebanan yang dilakukan.

### 3.5.2 Balas Bersih dan Kotor dengan Kadar Aspal 4%

#### a. Persiapan Material

- 1) Proses persiapan agregat sama dengan proses persiapan balas kotor dan balas bersih yaitu dilakukan pencucian untuk agregat kasar sedangkan balas kotor tidak dilakukan pencucian. Dan selanjutnya agregat kasar dioven selama  $24 \pm 4$  jam.
- 2) Aspal Penetrasi 60/70 dipersiapkan dan diambil dari penyimpanan sebanyak 4% berdasarkan berat benda uji. Aspal dioven terlebih dahulu pada suhu  $155^{\circ}\text{C}$  selama 4 jam.

#### b. Pencampuran Aspal Penetrasi 60/70 Sebanyak 4% dan Pematatan Lapisan Balas

- 1) Material agregat kasar yang digunakan adalah material balas kelas jalan 2 dengan gradasi  $2\frac{1}{2}'' - \frac{3}{4}''$ . Selanjutnya campurkan agregat kasar kedalam balas *box* dengan ketebalan lapisan 10 cm dan dilakukan pematatan sebanyak 50 kali tiap lapisan/*layer* dilakukan sampai total 3 lapisan dengan tebal lapisan keseluruhan 30 cm. Gambar lapisan agregat akan ditampilkan pada Gambar 3.16.



Gambar 3.16 Lapisan Agregat Kasar

- 2) Selanjutnya setelah dimasukkan ke dalam balas *box* dengan ketebalan lapisan 10 cm, pasang plat pemadatan dan dilakukan pemadatan sebanyak 50 kali tiap lapisan/*layer* sebanyak 3 kali pemadatan untuk 1 benda uji. Proses pemadatan agregat kasar akan ditampilkan pada Gambar 3.17.



Gambar 3.17 Proses Pemadatan Lapisan Balas

Setelah dilakukan pemadatan pertama tuangkan aspal penetrasi 60/70 sebanyak 1/3 bagian dari kadar 4% pada lapisan pemadatan 1, lalu hamparkan kembali agregat kasar dan ulangi pemadatan dan penuangan aspal penetrasi 60/70 sampai pada lapis ke 3. Tuangkan aspal sampai merata ke seluruh permukaan agregat kasar. Gambar penuangan aspal penetrasi 60/70 ditampilkan pada Gambar 3.18 sebagai berikut:



Gambar 3.18 Penuangan Aspal

d. Pengujian tekan benda uji

- 1) Setelah setiap lapisan selesai dipadatkan selanjutnya dilakukan pengujian tekan pada benda uji. Benda uji balas kotor + aspal 4% akan ditampilkan pada Gambar 3.19a, balas bersih + aspal 4% akan ditampilkan pada Gambar 3.19b.



(a)



(b)

Gambar 3.19 Balas Kotor + Aspal 4% (a) Balas Bersih Aspal 4% (b)

- 2) Selanjutnya mempersiapkan plat besi ukuran 15 x 20 cm dengan tebal 2,5 cm sebagai plat pembebanan benda uji yang ditunjukkan pada Gambar 3.20 dan lapisi permukaan benda uji dengan plastik supaya plat pembebanan tidak menempel dengan aspal.



Gambar 3.20 Perletakan Plat Pembebanan

- 3) Setelah semua siap benda uji diletakkan secara sentris pada alat uji tekan sehingga pembebanan dapat dilakukan secara merata. Perletakan benda uji akan ditampilkan pada Gambar 3.21.



Gambar 3.21 Benda Uji yang Ditekan

- 4) Selanjutnya masukkan dimensi benda uji berupa tinggi dan lebar benda uji pada mesin uji tekan. Lalu lakukan pengujian sampai pembebanan mencapai nilai 3ton atau benda uji telah mengalami perubahan penurunan dan mendesak balas *box* hingga melengkung karena tidak dapat menahan pembebanan yang dilakukan.

#### 4.6. Pengujian Abrasi

Pengujian Abrasi dilaksanakan setelah pengujian tekan dengan melakukan perbandingan berat material yang telah hancur lolos saringan no.  $\frac{3}{4}$ " dengan berat total benda uji. Selanjutnya akan didapatkan nilai persentase Abrasi benda uji.

- a. Benda uji yang telah diuji tekan dibongkar, tampilan pembongkaran benda uji akan ditampilkan pada Gambar 3.22.



Gambar 3.22 Pembongkaran Benda Uji

- b. Benda uji yang telah dibongkar di cek Abrasinya dengan menyaring agregat menggunakan saringan no  $\frac{3}{4}$  “dan menimbang agregat yang lolos. Agregat lolos saringan no  $\frac{3}{4}$  “akan ditampilkan pada Gambar 3.23.



Gambar 3.23 Material abrasi lolos saringan no  $\frac{3}{4}$  “

### 3.7. Analisis hasil Pembebanan

Setelah dilakukan pengujian tekan selanjutnya melakukan analisis dari hasil pengujian tekan, dari pengujian tekan didapatkan beberapa parameter untuk mencari nilai tegangan dan regangan yang dicari. Selain itu dari pengujian tekan didapatkan nilai deformasi vertikal dan gaya (*force*).

Hasil yang telah dianalisis tiap benda uji dibandingkan melalui grafik dan Tabel hasil pengujian. Perbandingan akan dilakukan pada benda uji balas bersih dan kotor tanpa aspal dengan benda uji balas bersih dan kotor dengan tambahan aspal.