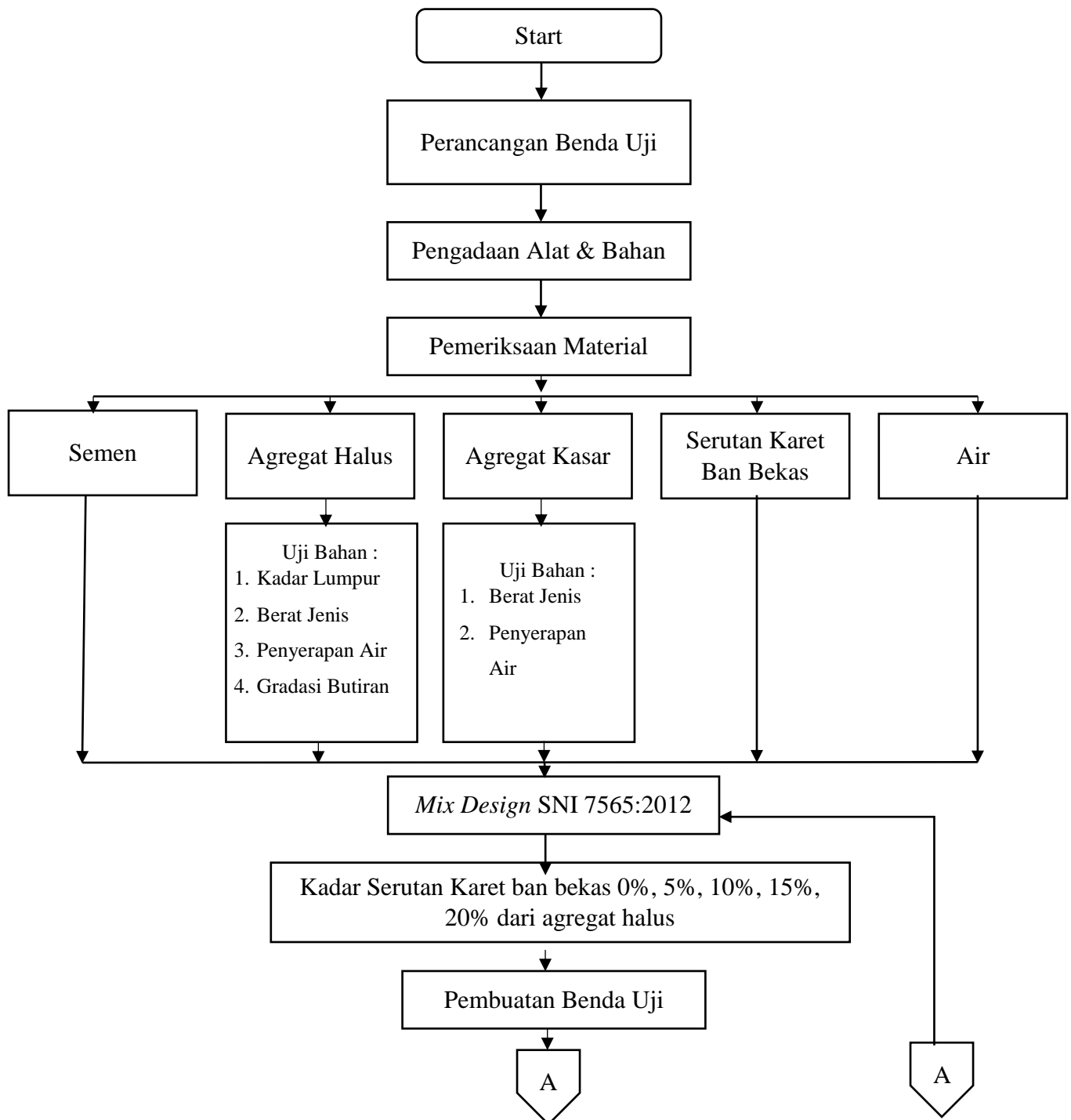


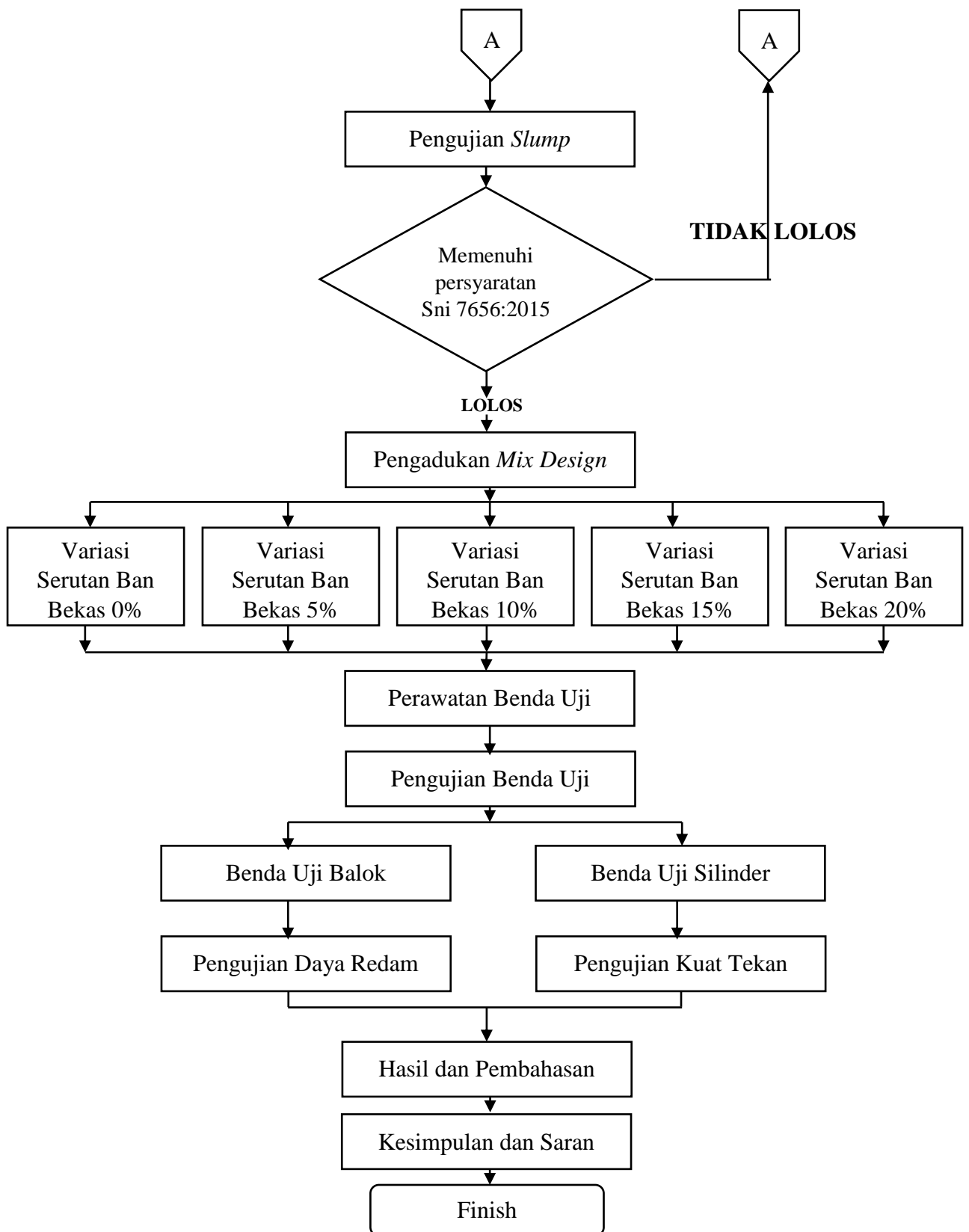
BAB III

METODE PENELITIAN

1.1 Bagan Alir

Secara garis besar, tahapan penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada bagan alir sebagai berikut :





Gambar 3.1 Bagan alir metodologi penelitian

1.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Bahan, Jurusan Teknik Sipil, dan Laboratorium, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Penelitian dilaksanakan selama empat bulan (April – Juli 2019)

1.3 Desain Benda Uji

Benda uji yang digunakan pada penelitian ini adalah benda uji berbentuk silinder dengan ukuran 15 cm x 30 cm, dan benda uji berbentuk balok dengan ukuran 15 cm x 15 cm x 60 cm. Total benda uji yang digunakan berjumlah 15 benda uji berbentuk silinder untuk pengujian kuat tekan beton, dan 5 benda uji berbentuk balok untuk pengujian daya redam getaran beton. Pembuatan benda uji ini meliputi beton normal, dan beton dengan penggantian agregat halus menjadi serutan karet ban bekas dengan kapasitas 5%, 10%, 15%, dan 20% dari volume agregat pasir.

1.4 Alat dan Bahan Penelitian

3.4.1. Alat yang digunakan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah

1. Timbangan

Timbangan digunakan untuk mengukur berat masa agregat yang dibutuhkan sesuai dengan perencanaan (*mix design*) yang sudah ditentukan seperti pada Gambar 3.2 (a).

2. Kerucut *abrams*

Kerucut *abrams* digunakan untuk pengujian *slump* pada campuran beton yang akan digunakan sebagai benda uji seperti pada Gambar 3.2 (b).

3. *Compression Tester Machine*

Compression Tester Machine merupakan alat yang berfungsi untuk menguji kuat tekan benda uji beton yang sudah dibentuk seperti pada Gambar 3.2 (c).

4. Mesin pencampur bahan

Mesin pecampur bahan yang digunakan adalah *concert mixer*, untuk mempermudah pembuatan benda uji seperti pada Gambar 3.2 (d).

5. Besi penumbuk

Besi penumbuk digunakan untuk memadatkan campuran beton pada cetakan serta saat melakukan pengunjian slump, sesuai dengan prosedur pemakaian yang telah ditentukan seperti pada Gambar 3.2 (e).

6. Bak peredam

Bak peredam difungsikan dalam perawatan beton selama batas waktu yang ditentukan seperti pada Gambar 3.2 (f).

7. Cetakan benda uji berbentuk balok 15 cm x 15 cm 60 cm

Cetakan balok digunakan untuk membuat benda uji yang akan digunakan untuk uji daya redam beton seperti pada Gambar 3.2 (g).

8. Cetakan benda uji berbentuk tabung 15 cm x 30 cm

Cetakan tabung digunakan untuk membuat benda uji yang akan digunakan untuk pengujian kuat tekan beton seperti pada Gambar 3.2 (h).

9. Mistar

Mistar digunakan untuk mengukur ketinggian dari pengujian *slump* seperti pada Gambar 3.2 (i).

10. Alat uji *akselerometer*

Alat ini digunakan untuk menguji daya redam beton setelah diberi getaran dan hasil dari pengujian ini berupa grafik daya redam beton seperti pada Gambar 3.2 (j).



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)

Gambar 3.2 Peralatan penelitian (lanjutan): (a) timbangan; (b) kerucut *abrams*; (c) *compression tester machine*; (d) *mixer*; (e) besi penumbuk; (f) bak peredam;



(g)



(h)



(i)



(j)

Gambar 3.2 Peralatan penelitian (lanjutan): (g) bekisting balok; (h) bekisting silinder; (i) mistar; (j) akselerometer getaran

3.4.3. Bahan yang digunakan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah

1. Semen

Semen yang digunakan pada penelitian adalah merk *Holcim* seperti pada Gambar 3.3 (a).

2. Agregat kasar

Agregat kasar yang digunakan pada penelitian ini adalah berasal dari Clereng, Kulin Progo yang memiliki bentuk tajam (split). Bentuk ini dipilih agar agregat memiliki kerapatan maksimal. Agregat yang digunakan memiliki diameter maksimum 25 mm seperti pada Gambar 3.3 (b).

3. Agregat halus (pasir)

Agregat halus yang digunakan pada penelitian ini adalah berasal dari Sungai Progo yang memiliki ukuran maksimum 4,75 mm seperti pada Gambar 3.3 (c).

4. Limbah ban karet

Limbah ban bekas yang digunakan dalam penelitian ini berbentuk serutan karet dengan ukuran 4,75 mm, yang akan digunakan sebagai pengganti agregat halus (pasir) seperti pada Gambar 3.3 (d).

5. Air

Air yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari Laboratorium bahan teknik sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta seperti pada Gambar 3.3 (e).



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)

Gambar 3.3 Bahan-bahan penelitian : (a) semen; (b) agregat kasar; (c) agregat halus; (d) limbah ban bekas; (e) air

1.5 Prosedur Penelitian

3.5.1. Pengujian Material

1.5.1.1 Pengujian Agregat Halus

- a. Pengujian gradasi agregat halus (ASTM,2014)
 - 1) Benda uji sebanyak 1000 gram dikeringkan dalam oven dengan suhu $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$.
 - 2) Saringan disusun sesuai urutan nomor saringan 4, 8, 16, 30, 50, 100, pan.
 - 3) Benda uji dimasukkan ke dalam saringan yang sudah dipasang pada mesin *sieve shaker*, kemudian di ayak selama 15 menit.
 - 4) Butiran yang tertahan pada tiap saringan ditimbang, kemudian dilakukan perhitungan untuk mengetahui nilai modulus halus agregat halus.

- b. Pengujian kadar lumpur (BSN, 2012)
 - 1) Benda uji dikeringkan dalam oven sebanyak 500 gram (B1).
 - 2) Saringan No. 200 ditimbang dalam keadaan kosong.
 - 3) Benda uji dimasukkan ke dalam saringan, kemudian dicuci dengan air hingga air bekas cucian jernih.
 - 4) Benda uji dikeringkan dalam oven dengan suhu $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$ selama 24 jam, kemudian ditimbang kembali sehingga didapat berat benda uji setelah dicuci (B2).
 - 5) Perhitungan kadar lumpur dihitung dengan Persamaan (3.1) berikut ini.

$$\text{Kadar lumpur} = \frac{B1-B2}{B1} \times 100\% \dots\dots\dots(3.1)$$

- c. Pengujian berat jenis dan penyerapan air (BSN, 2008)
 - 1) Benda uji rendam selama 24 jam, sebanyak 500 gram.
 - 2) Piknometer ditimbang dalam keadaan kosong.
 - 3) Benda uji disiapkan dalam keadaan kering muka, kemudian dimasukkan ke dalam piknometer.
 - 4) Piknometer yang berisi benda uji diberikan air sebanyak 90% dan diguncangkan untuk menghilangkan gelembung udara yang ada di dalam.

- 5) Piknometer berisi benda uji diisi air hingga penuh, kemudian ditimbang.
- 6) Air didalam piknometer dibuang, benda uji dipindahkan dalam wadah, kemudian dikeringkan dalam oven selama 24 jam.
- 7) Piknometer diisi air kembali hingga penuh, kemudian ditimbang.
- 8) Benda uji yang telah kering bersama wadah ditimbang.
- 9) Wadah kosong ditimbang kembali, diperoleh berat benda uji kering oven.

1.5.1.2 Pengujian Agregat Kasar

- a. Pengujian berat jenis dan penyerapan air (BSN, 2008)
 - 1) Benda uji kering oven direndam dalam air selama 24 jam.
 - 2) Air rendaman dibuang, kemudian benda uji disiapkan dalam keadaan jenuh kering muka.
 - 3) Benda uji ditimbang 5000 gram dan dimasukkan ke dalam keranjang kawat yang sudah terhubung dengan timbangan.
 - 4) Keranjang kawat yang berisi benda uji di masukan keseluruhan dalam air untuk menghilangkan udara yang terperangkap.
 - 5) Keranjang kawat yang berisi benda uji ditimbang dalam air.
 - 6) Benda uji dikeluarkan dan dipindahkan pada wadah, kemudian dikeringkan kembali dalam oven dengan suhu $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$ selama 24 jam.
 - 7) Benda uji kering oven ditimbang.

3.5.2. Perencanaan benda uji (*mix design*)

Metode pencampuran (*mix design*) yang digunakan adalah berdasarkan perhitungan SNI 7656 – 2012 dan mengikuti persyaratan pada SNI 2847 – 2013. Perhitungan pencampuran beton memiliki target 35 MPa, dengan nilai f_{as} 0,3337. Persentase serutan ban bekas yang digunakan yaitu 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20% sebagai pengganti agregat halus. Tabel 3.1 menampilkan *mix design* beton per m^3 .

Tabel 3.1 *Mix design* per m^3

	Persentase Serutan Karet Ban Bekas				
	0%	5%	10%	15%	20%
Semen (kg/m^3)	578,22	578,22	578,22	578,22	578,22
Pasir (kg/ m^3)	873,69	830,19	786,5	742,8	699,11
Kerikil (kg/ m^3)	1083,85	1083,85	1083,85	1083,85	1083,85
Air (liter/ m^3)	148,11	148,11	148,11	148,11	148,11
Serutan Ban Bekas (kg/m^3)	-	43,69	87,39	131,08	174,78

Mix design untuk adukan kebutuhan benda uji silinder disajikan pada Tabel 3.2. Tabel 3.3 menyajikan *mix design* untuk adukan kebutuhan benda uji balok.

Tabel 3.2 *Mix design* untuk benda uji silinder

	Persentase Serutan Karet Ban Bekas				
	0%	5%	10%	15%	20%
Semen (kg)	3,53	3,53	3,53	3,53	3,53
Pasir (kg)	5,33	5,1	4,8	4,53	4,26
Kerikil (kg)	6,61	6,61	6,61	6,61	6,61
Air (liter)	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Serutan Ban Bekas (kg)	0	0,27	0,53	0,8	1,1

Tabel 3.3 *Mix design* untuk benda uji balok

	Persentase Serutan Karet Ban Bekas				
	0%	5%	10%	15%	20%
Semen (kg)	8,98	8,98	8,98	8,98	8,98
Pasir (kg)	13,57	12,89	12,21	11,53	10,85
Kerikil (kg)	16,83	16,83	16,83	16,83	16,83
Air (liter)	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3
Serutan Ban Bekas (kg)	0	0,68	1,36	2,04	2,71

3.5.3. Pembuatan benda uji

Langkah-langkah pembuatan benda uji adalah sebagai berikut :

1. Membersihkan alat yang akan digunakan, kemudian menyiapkan bahan-bahan sesuai dengan ketentuan *mix design*.
2. Menyiapkan *concrete mixer* dengan cara membersihkan bagian dalam alat dengan air, agar tidak ada agregat atau semen lain yang bercampur saat pembuatan benda uji.
3. Memasukkan agregat halus, agregat kasar, semen, air, dan campuran ban bekas berupa serutan. Untuk beton normal campuran beton dibuat tanpa memasukan ban bekas berupa serutan, untuk beton *rubber* 5%, campuran beton dicampur dengan memasukan serutan ban bekas sesuai dengan ketentuan *mix design*, begitu pula untuk beton *rubber* 10%, 15%, 20%.
4. Masukkan semen lalu putar *mixer* hingga seluruh campuran menyatu sampai membentuk campuran beton yang homogen.
5. Melakukan uji *slump* pada campuran beton yang sudah merata, kemudian menuangkan campuran pada cetakan tabung untuk menguji kuat tekan beton, dan cetakan balok untuk menguji daya redam getaran beton.
6. Diamkan selama 24 jam.
7. Keluarkan benda uji dari cetakan, kemudian dilakukan perawatan benda uji.

3.5.4. Pengujian Beton Segar

Untuk mengetahui tingkat kelecakan (*workability*) suatu campuran beton, maka dilakukan pemeriksaan uji *slump*. Prosedur pemeriksaannya sebagai berikut:

3.5.4.1 Pengujian *slump* beton segar

- 1) Kerucut *abrams* dan batang baja dibasahi dengan air.
- 2) Kerucut *abrams* diletakkan ditengah **alas** dengan posisi diameter besar berada dibawah, kemudian menahan kerucut dikedua sisi agar tidak bergeser.
- 3) Campuran beton dimasukkan kedalam kerucut dalam 3 lapis.
- 4) Setiap lapis dilakukan pemadatan (menusuk) dengan baja besi sebanyak 25 kali.
- 5) Campuran beton yang melebihi kerucut diratakan, dan dibersihkan.
- 6) Kerucut *abrams* diangkat secara vertikal keatas secara perlahan, hingga campuran beton menyebar.
- 7) Kerucut *abrams* diletakkan disamping beton segar dengan posisi diameter besar dibagian atas, kemudian meletakkan baja beji secara horizontal diatas kerucut *abrams*.
- 8) Campuran beton diukur menggunakan mistar/meteran untuk mengetahui nilai *slump*.

3.5.5. Metode perawatan benda uji

Benda uji yang sudah dicetak dan telah dilepas dari cetakan dilakukan perawatan dengan cara memasukan ke dalam bak peredam sesuai dengan batas waktu usia 28 hari. Kemudian, mengeluarkan benda uji dari bak peredam 1 hari sebelum dilakukan pengujian, agar benda uji tidak basah.

3.5.6. Pengujian Beton

3.5.6.1 Pengujian kuat tekan

Pengujian kuat tekan beton dilakukan dengan menggunakan mesin *Compression Tester Machine*, pengujian dilakukan dengan cara,

1. Mengangkat benda uji dari bak peredam yang telah mencapai umur pengujian, kemudian diamkan hingga kering permukaan, lalu timbang.
2. Menyalakan mesin untuk menguji kuat tekan beton.
3. Meletakkan benda uji pada mesin penguji kuat tekan beton sesuai dengan ketentuan.
4. Setelah posisi benda uji sudah terpasang dengan baik, lakukan pengujian.
5. Hentikan pembebanan jika sudah terjadi patahan pada benda uji.
6. Catat hasil pengujian kemudian lakukan pada benda uji lain.

3.5.6.2 Pengujian redaman beton

Pengujian daya redam getaran dilakukan dengan menggunakan alat *akselerometer*. Prosedur pengujian daya redam adalah sebagai berikut :

1. Mengangkat benda uji dari bak peredam yang telah mencapai masa pengujian, kemudian diamkan hingga kering permukaan.
2. Meletakkan alat uji pada benda uji balok beton pada titik-titik yang telah ditentukan.
3. Menyiapkan *akselerometer* getaran.
4. Menyiapkan *software* yang akan digunakan untuk pengambilan data dan membaca hasil pengujian.
5. Menghubungkan alat uji, benda uji, dan laptop yang sudah disiapkan untuk pengujian.
6. Menjalankan *software* pengujian, kemudian memberikan getaran atau pukulan (manual) pada benda uji.
7. Mengolah hasil pengujian dalam bentuk grafik, lakukan pada benda uji yang lain.