

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

3.2. Bahan dan Peralatan Penelitian

3.2.1. Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut:

1. Agregat halus.

Material agregat halus diambil dari lereng Gunung Merapi. Detail visual dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Agregat halus Merapi

2. Agregat kasar.

Material agregat kasar diambil dari daerah Clereng, Kulon Progo. Detail visual dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2. Agregat kasar

3. Semen PCC (*Portland Pozzolan Cement*).

Material semen PPC dari Semen Gresik. Detail visual dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3. Semen *portlandt pozzolan cement*

4. Bahan tambah (*superplasticizer*) merk Viscocrete 1003.

Superplasticizer yang digunakan diproduksi oleh PT. SIKA Indonesia. Detail visual dapat dilihat pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4. Viscocrete 1003

5. Bahan tambah (*superplasticizer*) merk Bestmittel.
Superplasticizer yang digunakan diproduksi oleh PT. Multi Eraguna Usaha. Detail visual dapat dilihat pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5. Besmittel

6. Bahan tambah (*Superplasticizer*) merk Sikament NN.
Superplasticizer yang digunakan diproduksi oleh PT. SIKA Indonesia. Detail visual dapat dilihat pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6. Sikament NN

7. Air.

Air yang digunakan berasal dari laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

3.2.2. Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini dari pemeriksaan bahan sampai dengan pembuatan benda uji silinder adalah sebagai berikut:

1. Cetakan berbentuk silinder.

Cetakan silinder dengan ukuran 15 x 30 cm digunakan untuk mencetak benda uji. Detail visual dapat dilihat pada Gambar 3.7.



Gambar 3.7. Cetakan silinder beton

2. Mesin uji tekan.

Mesin uji tekan merk *Hung Ta* dengan kapasitas 2000 kN digunakan untuk pengujian kuat tekan. Detail visual dapat dilihat pada Gambar 3.8.



Gambar 3.8. Mesin uji tekan merk *Hung Ta*

3. Gelas ukur.

Gelas ukur dengan kapasitas maksimum 1000 ml digunakan untuk menakar air dan bahan tambah *superplasticizer*. Detail visual dapat dilihat pada Gambar 3.9.



Gambar 3.9. Gelas ukur

4. Mesin pengaduk beton (*concrete mixer*).

Mesin pengaduk beton merek Kuda digunakan untuk mencampur benda uji sebelum dicetak. Detail visual dapat dilihat pada Gambar 3.10.



Gambar 3.10. *Concrete mixer*

5. Kerucut *Abrams*.

Kerucut *Abrams* yang digunakan untuk pengujian *slump* campuran beton benda uji. Detail visual dapat dilihat pada Gambar 3.11.



Gambar 3.11. Kerucut Abrams

6. Jangka sorong.

Jangka sorong digunakan untuk mengukur dimensi benda uji. Dapat dilihat pada Gambar 3.12.



Gambar 3.12. Jangka sorong

7. Mistar.

Mistar digunakan untuk mengukur tinggi nilai *slump*. Detail visual dapat dilihat pada Gambar 3.13.



Gambar 3.13. Mistar besi

8. Timbangan.

Timbangan dengan ketelitian 0.5 gram, untuk mengetahui berat bahan-bahan yang digunakan sebagai campuran benda uji. Detail visual dapat dilihat pada Gambar 3.14.



Gambar 3.14. Timbangan dengan ketelitian 0,5 gram

9. Ayakan/saringan.

Ayakan digunakan untuk menyaring agregat yang lolos/tertahan. Detail visual dapat dilihat pada Gambar 3.15.



Gambar 3.15. Ayakan/saringan

10. Mesin *Los Angeles*.

Mesin *Los Angeles* digunakan untuk mengetahui nilai keausan agregat kasar. Detail visual dapat dilihat pada Gambar 3.16.



Gambar 3.16. Mesin *Los Angeles*

11. *Oven*.

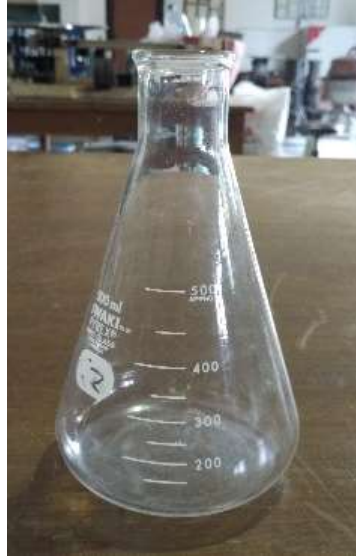
Oven merk Binder, digunakan untuk mengetahui spesifikasi agregat halus dan agregat kasar untuk campuran beton benda uji. Detail visual dapat dilihat pada Gambar 3.17.



Gambar 3.17. *Oven*

12. Labu *erlenmeyer*.

Labu *erlenmeyer* merk Schoth dengan kapasitas maksimal 1000 ml, digunakan untuk pengujian berat jenis agregat halus. Detail visual dapat dilihat pada Gambar 3.18.



Gambar 3.18. Labu *erlenmeyer*

13. Cetok.

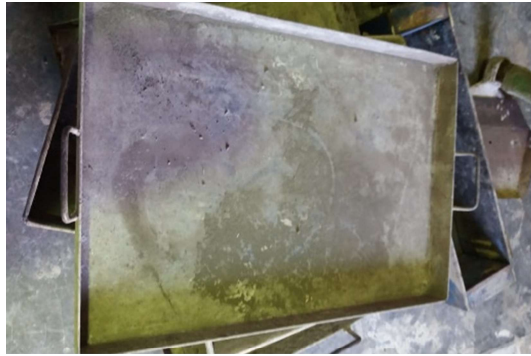
Cetok digunakan untuk menuang adonan campuran beton kedalam cetakan silinder. Detail visual dapat dilihat pada Gambar 3.19.



Gambar 3.19. Cetok

14. Nampan besi.

Nampan besi digunakan untuk menuang adonan campuran beton setelah tercampur di dalam mesin *concrete mixer*. Detail visual dapat dilihat pada Gambar 3.20.



Gambar 3.20. Nampan besi

15. Penumbuk besi.

Penumbuk besi digunakan dalam penumbukan pada pengujian *slump* dan pemadatan campuran beton kedalam cetakan silinder. Detail visual dapat dilihat pada Gambar 3.21.

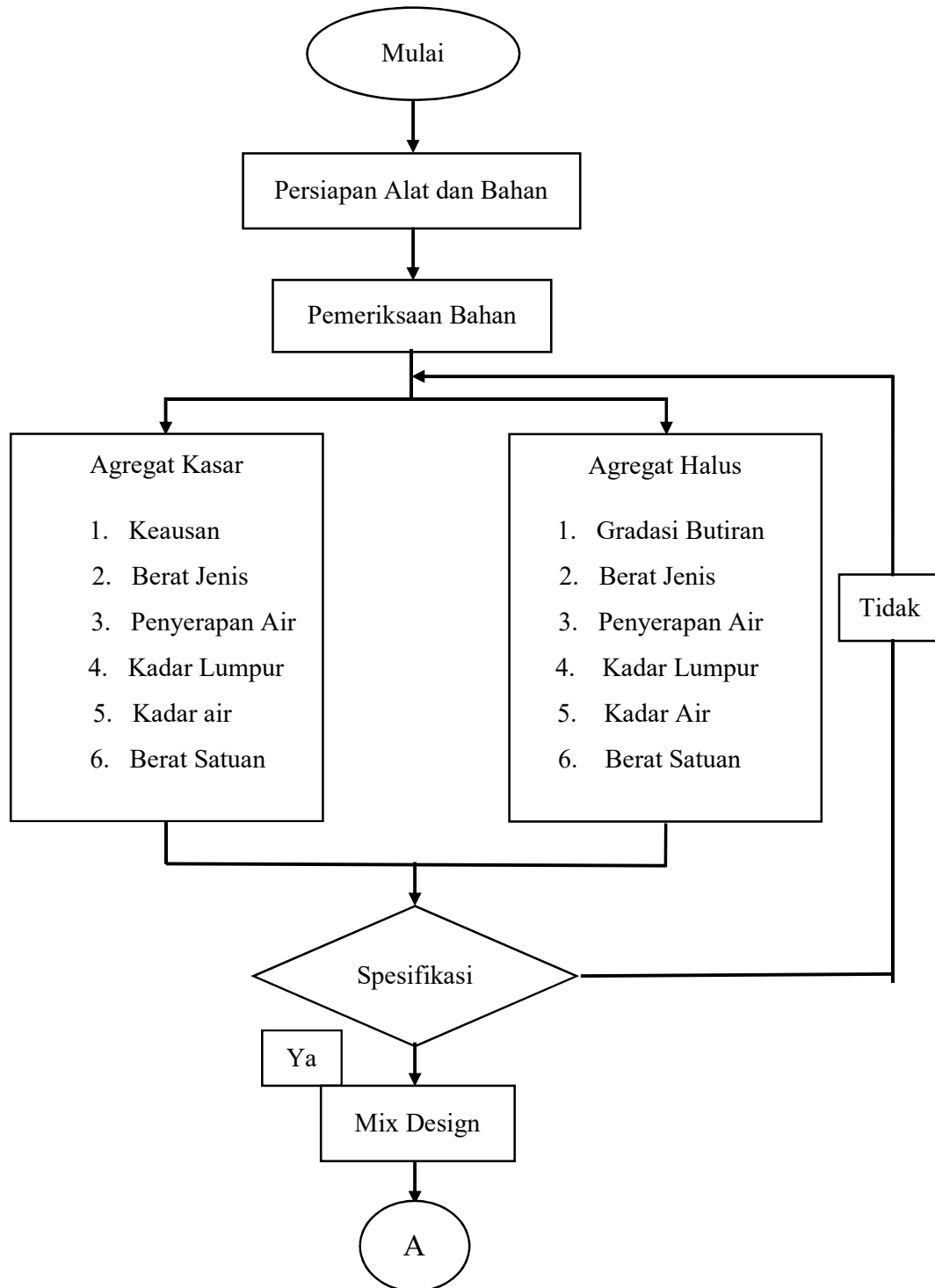


Gambar 3.21. Penumbuk besi

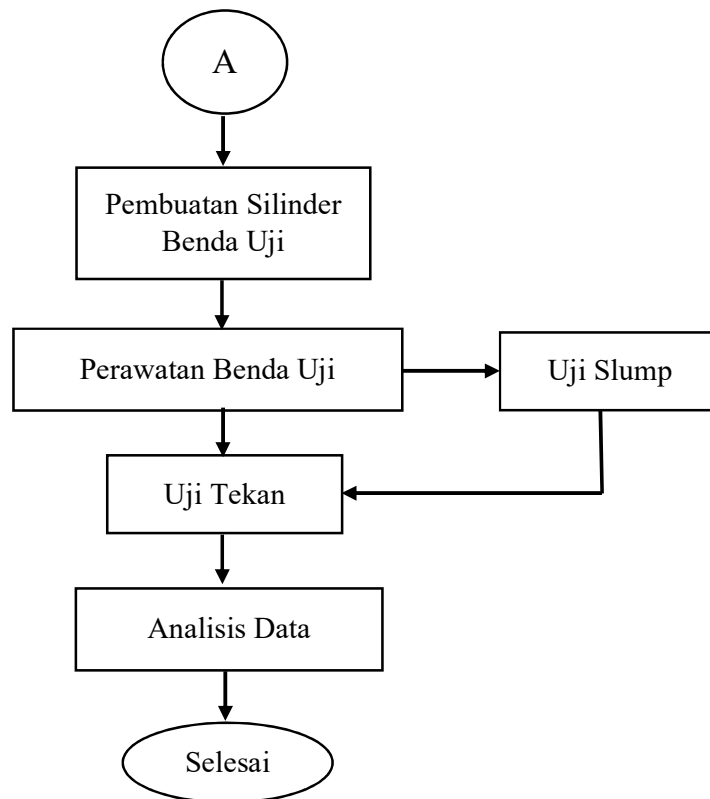
3.3. Pelaksanaan Penelitian

Pembuatan benda uji dilakukan di Laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental, yaitu metode yang dilakukan dengan cara percobaan. Penelitian ini mempunyai tahapan-tahapan yang harus dilakukan agar mencapai tujuan yang telah ditentukan. Penelitian ini dimulai dari tahap persiapan alat dan bahan, pembuatan benda uji, pengujian nilai *slump* dan pengujian kuat tekan benda

uji. Agar sesuai urutan dan untuk mempermudah pekerjaan dibuatlah bagan alir (*flowchart*). Bagan alir (*flowchart*) dapat dilihat pada Gambar 3.22 dibawah ini.



Gambar 3.22. Bagan alir metode pelaksanaan



Gambar 3.23. Bagan alir metode pelaksanaan (lanjutan)

Tahapan-tahapan yang dilakukan pada penelitian ini dimulai dari tahap persiapan bahan, kemudian dilanjutkan dengan tahap eksperimental yaitu dengan *trial mix design* benda uji, selanjutnya tahap pembuatan benda uji, hingga tahap pengujian kuat tekan. Berikut adalah tahapan penelitian tersebut.

a. Pengujian Agregat Kasar, Agregat Halus dan Beton

Sebelum melakukan pembuatan benda uji, terlebih dahulu dilakukan yaitu persiapan alat dan bahan, pengujian bahan untuk campuran benda uji, pembuatan benda uji dan pengujian kuat tekan seperti pada Gambar 3.22. Tahap-tahap pelaksanaan adalah sebagai berikut ini.

b. Persiapan Alat dan Bahan

Sebelum melakukan penelitian, hal yang harus dilakukan adalah mempersiapkan alat dan bahan untuk pembuatan benda uji. Dalam setiap pengujian digunakan alat-alat yang berbeda sesuai dengan pengujiannya. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen PPC (*Portlandt Pozzolan Cement*), agregat halus, agregat kasar, air, Viscocrete 10, Bestmittel, Sikament NN.

c. Pengujian Bahan

Untuk menentukan bahan yang akan digunakan, diperlukan beberapa tahap pengujian sebagai berikut:

1. Pemeriksaan penyerapan air dan berat jenis agregat kasar menurut SNI 1969-2008 adalah sebagai berikut:
 - 1) siapkan agregat kasar tertahan saringan 4,8 mm sebanyak 5000 gram,
 - 2) cuci agregat kasar untuk menghilangkan debu dan kotoran yang menempel,
 - 3) masukkan agregat kasar ke dalam *oven* dengan suhu $\pm 105^{\circ}\text{C}$ sampai beratnya tetap,
 - 4) setelah beratnya tetap, keluarkan agregat kasar dari *oven* lalu dinginkan selama ± 3 jam sampai sama seperti suhu ruangan, kemudian timbang dengan timbangan ketelitian 0,5 gram (B_k),
 - 5) rendam agregat kasar selama 24 jam,
 - 6) setelah 24 jam buang air rendaman, kemudian lap agregat kasar sampai keadaan jenuh kering muka,
 - 7) setelah dalam keadaan jenuh kering muka, kemudian timbang agregat kasar (B_j),
 - 8) timbang agregat kasar dalam air dengan menggunakan keranjang kawat (B_a),
 - 9) hitung berat jenis curah (*bulk specific gravity*) $= \frac{B_k}{B_j - B_a}$,
 - 10) hitung berat jenis kering muka (*saturated surface dry*) $= \frac{B_j}{B_j - B_a}$,
 - 11) hitung berat jenis tampak (*apparent specific gravity*) $= \frac{B_k}{B_k - B_a}$, dan
 - 12) hitung penyerapan air agregat kasar $= \frac{B_j - B_k}{B_k} * 100\%$.
2. Penyerapan kadar lumpur

Sesuai SNI 2-04-1989-F pengujian kadar lumpur agregat kasar adalah sebagai berikut:

 - 1) siapkan agregat kasar sebanyak 1500 gram, kemudian timbang dengan ketelitian 0,5 gram (w_1),

- 2) masukkan agregat kasar dalam wadah berisi air lalu cuci sampai bersih, kemudian masukkan kedalam *oven* dengan suhu $\pm 105^{\circ}\text{C}$ selama ± 24 jam,
 - 3) setelah 24 jam, keluarkan agregat kasar kemudian dinginkan dengan suhu ruangan ± 3 jam lalu timbang (w_2), dan
 - 4) hitung kadar lumpur agregat kasar $= \frac{w_2}{w_1} \times 100\%$.
3. Pemeriksaan kadar air agregat kasar
- 1) Siapkan sampel agregat kasar.
 - 2) Timbang berat cawan kosong (w_1).
 - 3) Timbang berat cawan + agregat kasar sebelum dimasukkan kedalam oven (w_2).
 - 4) Timbang berat cawan + agregat kasar setelah dikeluarkan dari oven (w_3).
 - 5) Hitung berat air (w_4) = $w_2 - w_3$.
 - 6) Hitung kadar air agregat kasar (KA)

$$\text{KA} = \frac{w_4}{w_3 - w_1} \times 100 \%$$
4. Pemeriksaan berat satuan agregat kasar.
- Menurut SK SNI 03-4804-1998 (BSN 1998), pemeriksaan berat satuan agregat kasar adalah sebagai berikut:
- 1) siapkan agregat kasar,
 - 2) timbang berat bejana dalam keadaan kosong (B_1),
 - 3) timbang berat bejana + agregat kasar (B_2),
 - 4) hitung volume bejana (v), dan
 - 5) hitung berat satuan agregat kasar (B_{sat})

$$B_{\text{sat}} = \frac{B_2}{v}.$$
5. Pemeriksaan keausan agregat kasar.
- Menurut SNI-2417-2008 (BSN 2008), pengujian keausan agregat kasar dengan mesin *Los Angeles* adalah sebagai berikut:
- 1) siapkan agregat kasar yang sudah dicuci bersih dan masukkan ke dalam *oven* dengan suhu $\pm 105^{\circ}\text{C}$ sampai beratnya tetap,
 - 2) siapkan benda uji seberat 5 kg (a), kemudian masukkan ke dalam mesin *Los Angeles* dengan bola baja sebanyak 11 buah,

- 3) putar mesin *Los Angeles* dengan kecepatan 30 rpm sampai dengan 33 rpm sebanyak 500 putaran,
- 4) setelah selesai, keluarkan benda uji dari dalam mesin *Los Angeles* kemudian saring dengan saringan no. 12 (1,7 mm). Agregat yang tertahan di saringan no. 12 kemudian dicuci sampai bersih dan keringkan dalam *oven* sampai beratnya tetap (b), dan
- 5) hitung nilai keausan agregat kasar (I)

$$I = \frac{a}{b} \times 100\%.$$

Untuk tahap-tahap pemeriksaan agregat halus adalah sebagai berikut ini.

1. Pemeriksaan gradasi agregat halus.

Menurut SNI 03-1970-2008 (BSN 2008), tahap untuk pemeriksaan gradasi agregat halus adalah sebagai berikut:

- 1) siapkan 3 sampel agregat halus dengan berat masing-masing 1000 gram, kemudian masukkan ke dalam oven dengan suhu $\pm 105^{\circ}\text{C}$ selama 24 jam sampai beratnya tetap,
- 2) siapkan susunan saringan/ayakan dari nomor 4, 8, 16, 30, 50, 100, 200 dan pan,
- 3) masukkan sampel ke dalam ayakan/saringan yang telah disusun kemudian ayak selama 15 menit dengan mesin pengayak,
- 4) timbang butiran agregat halus yang tertahan di masing-masing saringan, dan
- 5) hitung modulus halus butir (MHB)

$$\text{MHB} = \frac{\text{Berat Tertahan Kumulatif}}{\text{Berat Tertahan \%}}.$$

2. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air agregat halus.

Menurut SNI 03-1970-2008 (BSN 2008) adalah sebagai berikut:

- 1) siapkan agregat halus sebanyak 3 sampel dengan masing-masing seberat 1000 gram, kemudian masukkan ke dalam *oven* dengan temperatur 110°C selama 24 jam,
- 2) keluarkan agregat halus dari *oven* kemudian rendam dalam air selama 24 jam,

- 3) tiriskan air secara hati-hati agar butiran agregat halus tidak ikut terbuang, kemudian keringkan agregat halus sampai dalam keadaan jenuh kering muka (SSD),
 - 4) setelah agregat dalam keadaan SSD kemudian dimasukkan ke dalam labu *erlenmeyer* sebanyak 500 gram dan tambahkan air destilasi sebanyak 90 % dari labu *erlenmeyer*. Kocok labu *erlenmeyer* untuk menghilangkan rongga udara yang ada di sela-sela agregat halus,
 - 5) tambahkan air destilasi sampai batas penuh labu *erlenmeyer* untuk menghilangkan gelembung udara kemudian timbang dengan ketelitian 0,1 gram (B_t),
 - 6) keluarkan agregat halus dari labu *erlenmeyer* lalu keringkan di dalam oven dengan suhu 110°C selama 24 jam sampai beratnya tetap, lalu dinginkan pada temperature ruangan selama ± 2 jam dan timbang beratnya (B_k),
 - 7) timbang labu *erlenmeyer* berisi air suling sampai batas penuh (B),
 - 8) hitung berat jenis curah (*bulk specific gravity*) = $\frac{B_k}{B+SSD-B_t} \times 100\%$,
 - 9) hitung berat jenis jenuh kering muka = $\frac{SSD}{B+SSD+B_t} \times 100\%$,
 - 10) hitung berat jenis tampak = $\frac{B_k}{B+B_k-B_t} \times 100\%$, dan
 - 11) hitung nilai penyerapan air agregat halus = $\frac{SSD-B_k}{B_k} \times 100\%$.
3. Pemeriksaan kadar air agregat halus.

Untuk pemeriksaan kadar agregat halus adalah sebagai berikut:

- 1) siapkan agregat halus sebanyak 3 sampel,
- 2) timbang berat cawan (W_1),
- 3) timbang berat cawan + pasir sebelum di oven (W_2),
- 4) timbang berat cawan + pasir setelah di oven (W_3),
- 5) hitung berat air (W_4) = $W_2 - W_3$, dan
- 6) hitung kadar air (KA)

$$KA = \frac{W_4}{W_2 - W_1} \times 100\%.$$

4. Pemeriksaan berat satuan agregat halus.

Untuk pemeriksaan berat satuan agregat halus adalah sebagai berikut:

- 1) siapkan sampel agregat halus dengan kondisi lapangan,
- 2) timbang berat silinder kosong (B1),
- 3) timbang berat silinder + pasir (B2),
- 4) hitung volume silinder (V), dan
- 5) hitung berat satuan (B_{sat})

$$B_{\text{sat}} = \frac{B_2 - B_1}{v}$$

5. Pemeriksaan kadar lumpur agregat halus.

Untuk pemeriksaan kadar lumpur agregat halus adalah sebagai berikut:

- 1) siapkan sampel agregat halus kondisi lapangan,
- 2) masukkan agregat halus kedalam gelas ukur kapasitas 1000 ml sampai tinggi 350 ml, kemudian tambahkan air mencapai 500 ml,
- 3) kocok gelas ukur sebanyak 10 kali, kemudian diamkan gelas ukur selama 24 jam,
- 4) ukur tinggi pasir + lumpur (T1),
- 5) ukur tinggi pasir (T2), dan
- 6) hitung kadar lumpur agregat halus (KL)

$$KL = \frac{T_1}{T_2} \times 100\%$$

d. Perencanaan Campuran Beton (*mix design*)

Sebelum melakukan pembuatan benda uji hal yang harus dilakukan adalah perencanaan campuran beton (*mix design*) agar kekuatan beton yang dihasilkan sesuai dengan yang kita rencanakan. Langkah–langkah untuk perhitungan *mix design* beton mutu tinggi berpedoman pada ACI 211.4R–08, untuk analisis perhitungan dapat dilihat pada lampiran.

e. Pembuatan Silinder Benda Uji

Langkah–langkah pembuatan benda uji silinder adalah sebagai berikut:

- 1) siapkan bahan–bahan yang sudah disesuaikan dengan perhitungan *mix design*.
- 2) campurkan kerikil dan pasir ke dalam *concrete mixer*,

- 3) setelah kerikil dan pasir tercampur rata, kemudian masukkan semen ke dalam *concrete mixer*,
- 4) setelah ketiga bahan tersebut tercampur rata, kemudian masukkan air sesuai takaran perhitungan secara perlahan dan merata. Proses pencampuran tidak boleh lebih dari 5 menit untuk menjaga beton agar tidak mengeras pada saat beton dimasukkan ke dalam silinder,
- 5) masukkan *superplasticizer* sesuai takaran ke dalam *concrete mixer* secara merata,
- 6) tuangkan beton ke dalam nampan kemudian lakukan pengujian *slump* sebelum dimasukkan ke dalam silinder, dan
- 7) setelah pengujian *slump* selesai, tuangkan beton segar ke dalam cetakan silinder secara bertahap dengan memasukkan beton segar sebanyak sepertiga dari silinder kemudian tiap lapisan ditumbuk sebanyak 25 kali, untuk jumlah benda uji dapat dilihat pada tabel 3.1.

Tabel 3.1. Variasi jenis *superplasticizer* dan jumlah benda uji

No	Jenis <i>Superplasticizer</i>	Lama Perendaman	Jumlah Benda Uji	Total
1	<i>Viscocrete 1003</i>	7	3	9
		14	3	
		28	3	
2	<i>Sikament NN</i>	7	3	9
		14	3	
		28	3	
3	<i>Bestmittel</i>	7	3	9
		14	3	
		28	3	
Jumlah Benda Uji				27

f. Pengujian *Slump*

Cara pengujian *slump* menurut SNI 03-1972-2008 (BSN 2008) adalah sebagai berikut:

- 1) basahi kerucut *abrams* dan letakkan pada nampan dengan permukaan yang rata,
- 2) isi kerucut *abrams* dengan beton segar sebanyak 3 lapis, masing – masing sepertiga dari volume kerucut *abrams*,

- 3) tusuk beton dalam kerucut *abrams* sebanyak 25 kali pada setiap lapisnya,
- 4) ratakan bagian atas kerucut *abrams* dan tunggu sampai 30 detik,
- 5) tarik perlahan kerucut *abrams* arah vertical, dan
- 6) letakkan kerucut *abrams* disamping beton segar secara terbalik, kemudian ukur beda tinggi kerucut *abrams* dengan beton segar untuk mendapatkan nilai *slump*.

g. Perawatan Benda Uji

Untuk perawatan benda uji adalah sebagai berikut:

- 1) lepas cetakan silinder setelah 48 jam kemudian bersihkan,
- 2) rendam beton dan beri kode pada beton tersebut sesuai kadar *superplasticizer* dan umur rencana,
- 3) rendam beton selama umur rencana kemudian angkat setelah mencapai umur rencana,
- 4) timbang beton untuk mengetahui penyerapan air, dan
- 5) diamkan benda uji beberapa saat dan uji tekan.

h. Pengujian Kuat Tekan

Nilai kuat tekan beton diketahui melalui pengujian kuat tekan dan untuk membandingkan nilai kuat tekan rencana dengan yang ada di lapangan. Pengujian kuat tekan dilakukan dengan mesin uji tekan merk *Hung Ta* dan beton diuji pada umur 7 hari, 14 hari dan 28 hari. Nilai kuat tekan dapat dilihat secara langsung melalui monitor mesin atau hasil cetak nilai kuat tekan. Beban maksimum yang dapat diterima oleh benda uji dapat diketahui pada saat angka penunjuk tekanan mencapai nilai tertinggi diikuti retak atau hancur pada benda uji.

i. Analisis dan Hasil

Setelah melakukan tahapan-tahapan penelitian tersebut maka akan didapat beberapa data yang nantinya akan digunakan untuk pembahasan dan kesimpulan dari penelitian ini. Adapun data-data yang akan didapat adalah sebagai berikut ini.

1. Data pengujian agregat
 - a. Berat jenis dan peyerapan air
 - b. Kadar air
 - c. Berat satuan
 - d. Kadar lumpur

- e. Keausan agregat
 - f. Gradasi
2. Data hasil kuat tekan