BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini dilaksanakan di laboratorium Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Siliwangi, mulai dari Mei 2023 sampai dengan Juni 2023.

3.2 Alat dan Bahan yang Digunakan

3.2.1 Alat yang Digunakan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya ;

1. Timbangan digital
2. Satu set saringan
3. Cetakan benda uji
4. Mesin oven
5. Mesin abrasi
6. Kerucut abrams
7. Gelas ukur
8. Mixer beton kapasitas 75 kg
9. CTM

3.2.2 Bahan yang Digunakan

Material bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya ;

1. Semen

Semen sebagai bahan perekat dan pengisi pada campuran beton, dalam penelitian ini menggunakan semen jenis PPC (Semen R) dan semen jenis PCC

(Semen D) dengan satuan sama 50 kg/zak.

Gambar 3.1 Semen PCC (Semen D) dan Semen PPC (Semen R)

Kandungan Properti Kimia dan Fisik jenis semen PPC dan PCC sebagai berikut:

Tabel 3.1 Properti Kimia dan Fisik

Jenis Semen	PPC	PCC
Al_2O_3 (%)	8,76	7,40
CaO (%)	58,66	57,38
S_iO_2 (%)	23,13	23,04
Fe_2O_3 (%)	4,62	3,36
Kehalusan (%)	5,00	2,00
Berat Isi (Kg/l)	1,19	1,15

2. Agregat Kasar

Agregat kasar atau kerikil yang digunakan pada penelitian ini yaitu agregat kasar dengan ukuran lebih 0,5–2,0 cm. Agregat kasar yang digunakan diambil dari TB. Sinar Cahaya yang berlokasi di Padayungan.

3. Agregat Halus

Agregat halus atau pasir menggunakan pasir Galunggung yang lolos saringan no.4 (4,75mm), diambil dari TB. Sinar Cahaya yang berlokasi di Padayungan.

4. Air

Air yang digunakan berasal dari laboratorium Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Siliwangi. Air hanya dilihat secara visual air tampak jernih, tidak berwarna dan tidak berbau.

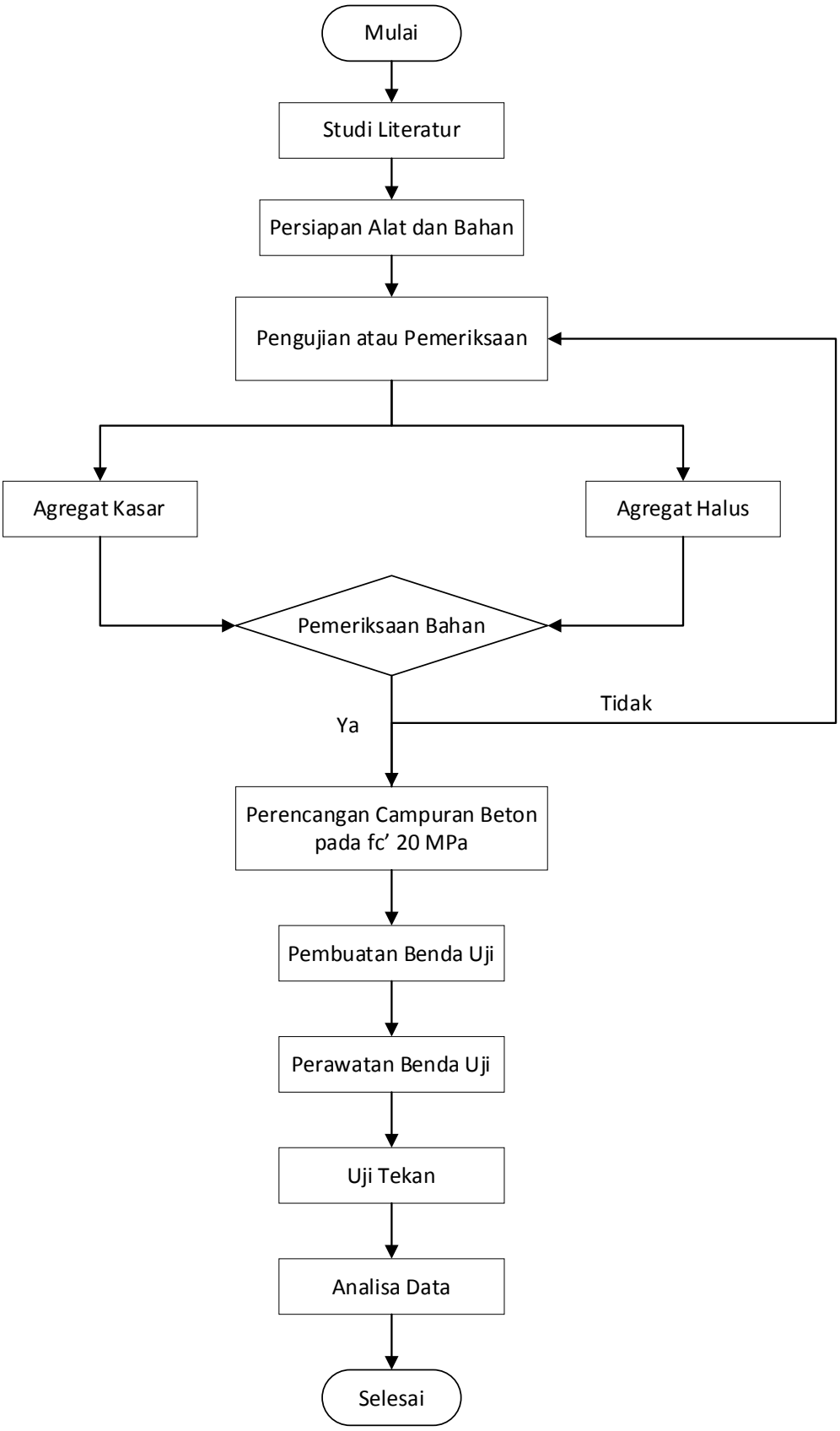
3.3 Rancangan Penelitian Pembuatan Beton

Pada penelitian ini menggunakan metode eksperimental di laboratorium, yaitu dengan membuat benda uji beton berbentuk silinder dengan ukuran diameter 15 x 30 cm. Pengujian kuat tekan beton ini dilakukan pada umur 7, 14, 21, dan 28 hari dengan mutu beton rencana f'c 20 MPa. Setiap variasi campuran dilakukan pengujian sebanyak tiga buah benda uji dan dilakukan sesuai dengan umur rencana beton. Berikut ini rencana variasi jumlah pembuatan benda uji pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 Variasi Jumlah Rencana Pembuatan Benda Uji

NO	Jenis Semen	Umur Benda Uji				Total
		7	14	21	28	
1	PCC (Semen D)	3	3	3	3	12
2	PPC (Semen R)	3	3	3	3	12
3	PCC + PPC	3	3	3	3	12
Total		9	9	9	9	36

Proses penelitian dalam pekerjaan beton meliputi semua tahapan yang dimulai dari pengujian bahan-bahan penyusun beton, perancangan komposisi campuran beton, pembuatan adukan beton, pengambilan contoh dan pengujian beton segar, pembuatan benda uji, perawatan dan pengujian beton keras. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 3.1 di bawah ini :



Gambar 3.2 Tahapan Alur Penelitian

3.4 Analisa Pengujian Bahan

Pengujian terhadap bahan-bahan penyusun beton dilakukan untuk memahami sifat-sifat dan karakteristik bahan-bahan tersebut serta untuk menganalisis dampaknya terhadap sifat dan karakteristik beton yang dihasilkan, baik pada kondisi beton segar, beton muda maupun beton yang telah mengeras. Pengujian bahan ini meliputi pemeriksaan bahan agregat halus, agregat kasar dan bahan tambah lainnya.

Pengujian bahan ini meliputi pengujian terhadap material penyusun beton seperti agregat halus, agregat kasar,air, semen. Pengujian dilakukan menggunakan alat yang tersedia dilabolatorium dan di sesuaikan dengan SNI – 2847 - 2013 . Berikut ini merupakan pengujian – pengujian yang dilakukan terhadap material – material penyusun beton yang terdiri atas :

3.5 Pengujian Agregat Kasar

3.5.1 Berat Isi

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk menentukan berat isi dan rongga udara dalam agregat kasar. Berat isi adalah perbandingan berat dengan isi. Peralatan yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Timbangan dengan ketelitian 0,1% berat contoh.
2. Talam kapasitas cukup besar untuk mengeringkan contoh agregat.
3. Tongkat pemadat diameter 15 mm, panjang 60 cm dengan ujung bulat sebaiknya terbuat dari baja tahan karat.
4. Mistar perata (*straight edge*).
5. Wadah baja yang cukup kaku berbentuk silinder.

Pengujian berat isi agregat kasar dibagi menjadi dua prosedur pengerjaan yaitu :

- Prosedur pengerjaan berat isi lepas

Prosedur pemeriksaan berat isi lepas agregat kasar diantaranya sebagai berikut ;

1. Timbang dan catat berat wadah (W1) dan berat wadah + air.
2. Masukkan agregat kasar ke dalam wadah baja dengan ketinggian maksimum 5 cm dari atas wadah.
3. Ratakan permukaan benda uji (agregat) dengan mistar perata. Jika wadah belum terisi penuh tambahkan lagi dengan agregat, lalu ratakan.
4. Timbang dan catatlah berat wadah beserta benda uji (W2).
5. Hitung berat benda uji (W3 = W2 – W1).

- Prosedur berat isi padat

Prosedur pemeriksaan berat isi pada agregat kasar dengan cara penusukan adalah sebagai berikut ;

1. Timbang dan catat berat wadah (W1) dan berat wadah + air.
2. Isilah wadah dengan benda uji dengan tiga lapis sama tebal. Setiap lapis di padatkan dengan tongkat pemadatan sebanyak 25 kali tusukan secara merta ke seluruh permukaan lapisan. Saat pemadatan, tongkat harus tepat masuk sampsi lapisan bagian bawah lapisan.
3. Ratakan permukaan benda uji dengan mistar perata.
4. Timbang dan catatlah berat wadah beserta benda uji (W2). Hitung berat benda uji (W3 = W2 – W1).

3.5.2 Kadar Air

Pengujian ini dirancang untuk menentukan kadar air agregat melalui pengeringan. Kadar air dalam agregat adalah rasio berat air yang terkandung dalam agregat terhadap berat agregat kering. Jika kadar air pada beton berubah, percobaan ini dapat digunakan untuk mengatur berat beton. Peralatan dan bahan yang digunakan adalah ;

1. Timbangan dengan ketelitian 0,1 % berat contoh
2. Oven, dilengkapi dengan pengatur suhu
3. Cawan logam
4. Agregat kasar sebanyak 5000 gram.

Prosedur pengujian kadar air agregat kasar adalah sebagi berikut ;

1. Timbang dan catatlah berat talam [w1].
2. Masukkan benda uji ke dalam talam kemudian timbang dan catat beratnya [w2].
3. Hitunglah berat benda uji [w3 = w2-w1].
4. Keringkan benda uji beserta talam dalam oven dengan suhu $(110 \pm 5)^0$C sampai beratnya tetap.
5. Setelah kering, timbang dan catatlah benda uji beserta cawan [w4].

   Hitunglah berat benda uji kering [w5=w4-w1].

3.5.3 Analisa Saringan Agregat Kasar

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan pembagian butir (gradasi) agregat kasar dengan menggunakan saringan. Peralatan yang digunakan adalah :

1. Timbangan dan neraca dengan ketelitian 0,2%dari berat benda uji.
2. Satu set saringan: 76,2 mm (3”); 63,5 mm (2 ½”); 50,8 mm (2”); 37,5 mm

(1 ½"); 25 mm (1"); 19,1 mm (3/4"); 12,5 mm (1/2"); 9,5mm (1/4").

3. Oven yang dilengkapi dengan pengukur suhu.
4. Alat pemisah contoh (*Sample Splitter*). Mesin penggetar saringan.
5. Kuas, sikat kawat, sendok, dan alat-alat lainnya.

Prosedur percobaan pengujian analisa saringan agregat kasar adalah sebagai berikut:

1. Sediakan benda uji.
2. Bagi menjadi dua sampel benda uji dengan mengunakan uji spliter.
3. Benda uji dikeringkan di dalam oven pada suhu (110 ± 5)°C sampai berat tetap.
4. Menyaring benda uji lewat susunan saringan dengan ukuran 1, 3/4, 3/8, 1/2, 4, 8, dan pan. Kemudian saringan diguncang dengan tangan atau mesin pengguncang selama 15 menit.
5. Timbang berat agregat halus pada masing-masing saringan.
6. Hitung persentase berat benda uji yang tertahan diatas masing–masing saringan terhadap berat total benda uji hitung.

3.5.4 Berat Jenis dan Penyerapan

Pengujian ini bertujuan untuk memperoleh angka berat jenis curah, berat kering permukaan serta besarnya angka penyerapan. Peralatan yang dipakai untuk pengujian berat jenis dan penyerapan meliputi :

1. Neraca Timbang jenuh air dengan kepekaan 0,5 gram dan kapasitas minimum 5 kg.
2. Keranjang kawat
3. Oven, dengan ukuran yang mencukupi dan dapat mempertahankan suhu

(110+5) ^{o}C

4. Handuk
5. Saringan no. 4 (4,75mm).

Prosedur pengujian berat jenis dan penyerapan adalah sebagai berikut :

1. Benda uji direndam 24 jam.
2. Benda uji digulung dengan handuk, sampai air permukaannya habis, tetapi harus masih tampak lembab (Kondisi SSD). Timbang.
3. Benda uji dimasukkan ke keranjang dan direndam kembali dalam air. Temperatur air (73,4 ± 3)^{0}F dan ditimbang. Sebelum ditimbang, container diisi benda uji, lalu digoyang-goyangkan dalam air untuk melepaskan udara yang terperangkap.
4. Benda uji dikeringkan dalam oven pada temperatur (212 – 230)^{0}F.
5. Didinginkan, kemudian ditimbang.
6. Kemudian hitung
   a) Berat jenis curah (*Bulk Specific Gravity*) = Bk/(Bj-Ba)
   b) Berat jenis kering-permukaan jenuh (SSD) = Bj/(Bj-Ba)
   c) Berat jenis semu (Apparent Specific Gravity) = Bk/(Bk-Ba)
   d) Presentasi Absorbsi = (Bj-Bk)/Ba 100%

Keterangan:

Bk = berat benda uji kering oven, dalam gram

B j = berat benda uji kering permukaan, jenuh dalam gram

Ba = berat benda uji dalam keadaan kering permukaan jenuh didalam air, dalam gram .

3.5.5 Abrasi

Tujuan dari pengujian abrasi ini adalah untuk menentukan ketahanan agregat kasar terhadap keausan. Peralatan yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Mesin *loss angles*
2. Saringan no.12 dan saringan-saringan lainnya
3. Bola-bola baja dengan diameter rata-rata 4,68 cm (1,84") dan berat masing-masing antara 390 gram sampai 445 gram.
4. Timbangan dengan ketelitian 5gram.
5. Oven, yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai (110 ± 5)ºC.

Prosedur percobaan dari pengujia abrasi agregat kasar diantaranya ;

1. Benda uji dan bola-bola baja dimasukkan kedalam mesin *Los Angeles*.
2. Putar mesin dengan kecepatan 30 sampai 33 rpm, 500 putaran untuk gradasi A,B,C dan D; 1000 putaran untuk gradasi E,F, dan G.
3. Setelah selesai pemutaran, keluarkan benda uji dari mesin kemudian saring dengan saringan no.12. Butiran yang tertahan datanya dicuci bersih, selanjutnya keringkan dalam oven suhu 110 ± 5 ºC sampai berat tetap.

3.5.6 Jumlah Bahan yang Lolos Saringan No.200

Tujuan metode ini adalah untuk memperoleh persentase jumlah bahandalam agregat yang lolos saringan Nomor 200 (0,075 mm). Peralatan dan benda uji yang digunakan adalah sebagai berikut ;

1. Saringan terdiri dari dua ukuran yang bagian bawah dipasang saringan Nomor 200 (0,075 mm) dan di atasnya, saringan Nomor 16 (1,18 mm).
2. Wadah untuk mencuci mempunyai kapasitas yang dapat menampung benda

uji sehingga pada waktu pengadukan (pelaksanaan pencucian) benda uji dan air pencuci tidak mudah tumpah.

3. Timbangan dengan ketelitian maksimum 0,1 % dari berat benda uji.
4. Oven, yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai (110 - 5)°C.
5. Benda uji adalah agregat dalam kondisi kering oven dengan berat tergantung pada ukuran maksimum agregat sesuai dengan Tabel dibawah ini.

Tabel 3.2 Ketentuan Berat Kering Minimum Benda Uji

Ukuran Maksimum Agregat		Berat Kering Benda Uji
Ukuran Saringan	mm	Gram
No.8	2,36	100
No.4	4,75	500
3/8	9,50	1000
3/4	19,00	2500
1 ½	38,10	5000

Prosedur pengujian bahan yang lolos saringan no.200 adalah sebagai berikut;

1. Timbang wadah tanpa benda uji.
2. Timbang benda uji dan masukan ke dalam wadah,
3. Masukan air pencuci yang sudah berisi sejumlah bahan pembersih kedalam wadah, sehingga benda uji terendam.
4. Aduk benda uji dalam wadah sehingga menghasilkan pemisahan sempurna antara butir-butir kasar dan bahan halus yang lolos saringan Nomor 200 (0,075 mm). Usahakan bahan halus tersebut menjadi melayang di dalam larutan air pencuci sehingga mempermudah memisahkannya.
5. Tuangkan air pencuci dengan segera di atas saringan Nomor 16 (1,18 mm) yang di bawahnya dipasang saringan Nomor 200 (0,075 mm) pada waktu

menuangkan air pencuci harus hati-hati supaya bahan yang kasar tidak ikut tertuang.

6. Ulangi pekerjaan butir (3), (4) dan (5), sehingga tuangan air pencuci terlihat jernih.
7. Kembalikan semua benda Uji yang tertahan saringan Nomor 16 (1,18 mm) dan Nomor 200 (0,075 mm) ke dalam wadah lalu keringkan dalam oven.

3.5.7 Gumpalan Lempung

Metode pengujian ini dimaksudkan sebagai acuan dan pegangan dalam pelaksanaan pengujian untuk menentukan gumpalan lempung dan butir-butir mudah pecah dalam agregat. Alat dan benda uji yang digunakan sebagai berikut:

1. Saringan terdiri dari ukuran Nomor 20 (0,85 mm), Nomor 16 (1,18 mm), Nomor 8 (2,36 mm), Nomor 4 (4,75 mm), 3/8" (9,50 mm), 3/4" (19,00 mm) dan 11/ 2" (38,10 mm).
2. Wadah tahan karat yang cukup untuk menebarkan benda uji, sehingga dapat menyebar tipis pada dasar wadah.
3. Timbangan untuk menentukan berat benda uji mempunyai ketelitian ± 0,1% dari berat benda uji.
4. Oven, yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai (110 ± 5)°C.
5. Benda uji agregat halus adalah agregat yang butirannya lolos saringan Nomor 4 (4,75 mm) dan tertahan Nomor 16 (1,18 mm) dengan berat mininium 100 gram.

Prosedur pengujian ini meliputi sebagai berikut ;

1. Timbang wadah tanpa benda uji.

2. Timbang benda uji dan masukkan ke dalam wadah, lalu diratakan dalam bentuk tipis pada dasar wadah.
3. Masukkan air suling ke dalam wadah, sehingga benda uji cukup terendam dan biarkan selama (24 ± 4) jam.
4. Pecahkan butir-butir yang mudah dipecah dengan jari-jari, hingga menjadi halus. Cara memecahnya adalah dengan cara menekan butiran antara ibu jari dan jari telunjuk, kuku jari tidak digunakan untuk memecah butiran.
5. Pisahkan benda uji yang sudah pecah dari sisa benda uji yang masih utuh dengan penyaringan basah.
6. Keluarkan butir-butir yang tertahan pada saringan dengan hati-hati dan keringkan dalam oven pada suhu (110 ± 5)°C sampai mencapai berat tetap dan timbang sampai ketelitian ± 0,1% dari berat contoh.

3.6 Pengujian Agregat Halus

3.6.1 Berat Isi

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk menentukan berat isi dan rongga udara dalam agregat halus. Berat isi adalah perbandingan berat dengan isi.

Peralatan yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Timbangan dengan ketelitian 0,1% berat contoh.
2. Talam kapasitas cukup besar untuk mengeringkan contoh agregat.
3. Tongkat pemadat diameter 15 mm, panjang 60 cm dengan ujung bulat sebaiknya terbuat dari baja tahan karat.
4. Mistar perata (*straight edge*).
5. Wadah baja yang cukup kaku berbentuk silinder dengan alat pemegang.

Pengujian berat isi agregat halus di bagi menjadi dua prosedur pengerjaan yaitu :

- Prosedur pengerjaan berat isi lepas

  Prosedur berat isi lepas agregat halus diantaranya sebagai berikut ;

1. Timbang dan catat berat wadah (W1) dan berat wadah + air.
2. Masukkan agregat halus ke dalam wadah baja dengan ketinggian maksimum 5 cm dari atas wadah.
3. Ratakan permukaan benda uji (agregat) dengan mistar perata. Jika wadah belum terisi penuh tambahkan lagi dengan agregat, lalu ratakan.
4. Timbang dan catatlah berat wadah beserta benda uji (W2).
5. Hitung berat benda uji (W3 = W2 – W1).

- Prosedur berat isi padat

  Prosedur pemeriksaan berat isi pada agregat halus dengan cara penusukan adalah sebagai berikut;

1. Timbang dan catat berat wadah (W1) dan berat wadah + air.
2. Isilah wadah dengan benda uji dengan tiga lapis sama tebal. Setiap lapis di padatkan dengan tongkat pemadatan sebanyak 25 kali tusukan secara merta ke seluruh permukaan lapisan. Saat pemadatan, tongkat harus tepat masuk sampai lapisan bagian bawah lapisan.
3. Ratakan permukaan benda uji dengan mistar perata.
4. Timbang dan catat berat wadah beserta benda uji (W2).
5. Hitung berat benda uji (W3 = W2 – W1).

3.6.2 Kadar Lumpur

Pengujian kadar lumpur ini bertujuan untuk menentukan persentase kadar lumpur dalam agregat halus. Kandungan lumpur <5% merupakan ketentuan dalam peraturan sesuai dengan SNI 03-4142-1996.

Prosedur Pelaksanaan pengujian kadar lumpur ini sebagi berikut :

1. Contoh benda uji dimasukan ke dalam gelas ukur.
2. Air ditambahkan pada gelas ukur guna melarutkan lumpur.
3. Gelas di kocok untuk mencuci pasir dari lumpur.
4. Gelas di simpan pada tempat yang datar dan biarkan lumpur mengendap setelah 24 jam.
5. Tinggi pasir (V_1) dan tinggi lumpur (V_2) diukur.
6. Kemudian hitunglah kadar lumpur menggunakan persamaan

Kadar Lumpur = $\frac{V2}{V1+V2}\ x\ 100\%$

3.6.3 Kadar Air

Pengujian ini dirancang untuk menentukan kadar air agregat melalui pengeringan. Kadar air dalam agregat adalah rasio berat air yang terkandung dalam agregat terhadap berat agregat kering. Jika kadar air pada beton berubah, percobaan ini dapat digunakan untuk mengatur berat beton. Peralatan dan bahan yang digunakan adalah :

1. Timbangan dengan ketelitian 0,1 % berat contoh
2. Oven, dilengkapi dengan pengatur suhu
3. Cawan logam
4. Agregat halus sebanyak 500 gram.

Prosedur pengujian kadar air agregat kasar adalahsebagi berikut ;

1. Timbang dan catatlah berat talam [w1].
2. Masukkan benda uji ke dalam talam kemudian timbang dan catat beratnya [w2].
3. Hitunglah berat benda uji [w3 = w2 - w1].

4. Keringkan benda uji beserta talam dalam oven dengan suhu [110 ± 5] ^{0}C sampai beratnya tetap.
5. Setelah kering, timbang dan catatlah benda uji beserta cawan [w4].
6. Hitunglah berat benda uji kering [w5= w4 - w1].

3.6.4 Analisa Saringan

Pemeriksaan analisa saringan bertujuan untuk menentukan pembagian butir (gradasi) agregat halus dengan menggunakan saringan. Peralatan yang dipakai dalam percobaan ini adalah ;

1. Timbangan dan neraca dengan ketelitian 0,2 % dari berat uji.
2. Satu set saringan : No. 4 ; No. 8 ; No. 16 ; No. 30 ; No. 50 ; No. 100 ; No. 200 (Standar SNI).
3. Oven yang dilengkapi dengan pengukur suhu untuk memanasi sampai [110 ± 5] ^{0}C
4. Alat pemisah contoh (*Sample Splitter*)
5. Mesin penggetar saringan.
6. Kuas, sikat kawat, sendok, dan alat-alat lainnya.

Prosedur pengujianya adalah sebagai berikut :

1. Sediakan benda uji sebanyak 500 gram.
2. Benda uji dikeringkan di dalam oven pada suhu (110 ± 5)°C sampai berat tetap.
3. Menyaring benda uji lewat susunan saringan dengan ukuran No. 8, 16, 30, 50, 100, 200, pan. Kemudian saringan diguncang dengan tangan atau mesin pengguncang selama 15 menit.
4. Timbang berat agregat halus pada masing-masing saringan.

3.6.5 Berat Jenis dan Penyerapan

Pengujian ini untuk menentukan *bulk dan apparent spesific gravity* dan absorsi dari agregat halus menurut SNI 03-1970-1990, guna menentukan volume agregat dalam beton. Peralatan yang digunakan adalah ;

1. Neraca timbangan dengan kepekaan 0,1 gram dan kapasitas maksimum 1 kg.
2. Piknometer kapasitas 500 ml.
3. Cetakan kerucut pasir.
4. Tongkat pemadat (*Tamper*) dari logam untuk cetekan kerucut pasir.
5. Oven, dengan ukuran yang mencukupi dan dapat mempertahankan suhu $(110 \pm 5)^0$C.

Prosedur pengujian ini adalah sebagi berikut ;

1. Benda uji direndam 24 jam.
2. Benda uji digulung dengan handuk, sampai air permukaannya habis, tetapi harus masih tampak lembab (Kondisi SSD). Timbang.
3. Benda uji dimasukkan ke keranjang dan direndam kembali dalam air. Temperatur air $(73{,}4 \pm 3)$ ^{0}F dan ditimbang. Sebelum ditimbang, container diisi benda uji, lalu digoyang-goyangkan dalam air untuk melepaskan udara yang terperangkap.
4. Benda uji dikeringkan dalam oven pada temperatur $(212 - 230)^0$F. Didinginkan, kemudian ditimbang.
5. Kemudian hitung

a) Berat jenis curah (*Bulk Specific Gravity*) = Bk/(Bj-Ba)

b) Berat jenis kering-permukaan jenuh (SSD) = Bj/(Bj-Ba)

c) Berat jenis semu (*Apparent Specific Gravity*) = Bk/(Bk-Ba)

d) Presentase Absorbsi = (Bj-Bk)/Ba x 100%

Keterangan:

Bk = berat benda uji kering oven, dalam gram

B j = berat benda uj ikering permukaan, jenuh dalam gram

Ba = berat benda uji dalam keadaan kering permukaan jenuh didalam air, dalam gram .

3.6.6 Jumlah Bahan yang Lolos Saringan No 200

Tujuan metode ini adalah untuk memperoleh persentase jumlah bahan dalam agregat yang lolos saringan Nomor 200 (0,075 mm). Peralatan dan benda uji yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Saringan terdiri dari dua ukuran yang bagian bawah dipasang saringan Nomor 200 (0,075 mm) dan di atasnya, saringan Nomor 16 (1,18 mm).
2. Wadah untuk mencuci mempunyai kapasitas yang dapat menampung benda uji sehingga pada waktu pengadukan (pelaksanaan pencucian) benda uji dan air pencuci tidak mudah tumpah.
3. Timbangan dengan ketelitian maksimum 0,1 % dari berat benda uji.
4. Oven, yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai (110 - 5)°C.
5. Benda uji adalah agregat dalam kondisi kering oven dengan berat tergantung pada ukuran maksimum agregat sesuai dengan Tabel.

Prosedur pengujian adalah sebagai berikut :

1. Timbang wadah tanpa benda uji.
2. Timbang benda uji dan masukan ke dalam wadah.
3. Masukan air pencuci yang sudah berisi sejumlah bahan pembersih kedalam

wadah, sehingga benda uji terendam.

4. Aduk benda uji dalam wadah sehingga menghasilkan pemisahan sempurna antara butir-butir kasar dan bahan halus yang lolos saringan Nomor 200 (0,075 mm). Usahakan bahan halus tersebut menjadi melayang di dalam larutan air pencuci sehingga mempermudah memisahkannya.
5. Tuangkan air pencuci dengan segera di atas saringan Nomor 16 (1,18 mm) yang di bawahnya dipasang saringan Nomor 200 (0,075 mm) pada waktu menuangkan air pencuci harus hati-hati supaya bahan yang kasar tidak ikut tertuang.
6. Ulangi pekerjaan butir (3), (4) dan (5), sehingga tuangan air pencuci terlihat jernih.
7. Kembalikan semua benda Uji yang tertahan saringan Nomor 16 (1,18 mm) dan Nomor 200 (0,075 mm) ke dalam wadah lalu keringkan dalam oven dengan suhu (110 ± 5)°C, sampai mencapai berat tetap, dan timbang sampai ketelitian maksimum 0,1 % dari berat contoh.

3.6.7 Kotoran Organik Dalam Pasir Untuk Campuran Beton

Pengujian ini adalah untuk mendapatkan angka dengan petunjuk larutan standar atau standar warna yang telah ditentukan terhadap larutan benda uji pasir. Pengujian ini selanjutnya dapat digunakan dalam pekerjaan pengendalian mutu agregat. Ketentuan-ketentuan adalah sebagai berikut ;

1. Pengambilan benda uji pasir harus lolos saringan No. 4, berat minimum 500 gram dan dalam keadaan kering, kalau perlu di keringkan di udara terbuka.
2. Botol gelas yang mempuyai skala, tidak berwarna mempunyai tutup dari karet, gabus atau lainnya yang tidak larut dalam larutan NaOH, dengan isi

sekitar 350 ml.

3. Larutan standar terdiri dari larutan 0,250 gram KCr^2O^7 di dalam 100 ml H^2So^4 (kerapatan 1,84) atau menggunakan warna standar organik place.

Urutan proses pengujian ini adalah sebagai berikut :

1. Masukkan benda uji kedalam botol gelas sampai mencapai garis skala 130 ml.
2. Tambahkan larutan (3% NaOH + 97% air) dan dikocok sampai volume mencapai 200 ml.
3. Tutup botol gelas, kemudian kocok kuat-kuat, setelah itu di diamkanselama 24 jam.
4. Warna standar dapat menggunakan larutan standar atau organik place No.3.
5. Jika warna larutan benda uji lebih gelap dari warna larutan standar atau menunjukkan warna standar lebih besar dari No.3, maka kemungkinan mengandung bahan organik yang tidak di izinkan untuk bahan campuran mortar atau beton.

3.6.8 Gumpalan Lempung

Metode pengujian ini dimaksudkan sebagai acuan dan pegangan dalam pelaksanaan pengujian untuk menentukan gumpalan lempung dan butir-butir mudah pecah dalam agregat. Alat dan benda uji yang digunakan sebagai berikut:

1. Saringan terdiri dari ukuran Nomor 20 (0,85 mm), Nomor 16 (1,18 mm), Nomor 8 (2,36 mm), Nomor 4 (4,75 mm), 3/8" (9,50 mm), 3/4" (19,00 mm) dan 11/ 2" (38,10 mm).
2. Wadah tahan karat yang cukup untuk menebarkan benda uji, sehingga dapat

menyebar tipis pada dasar wadah.

3. Timbangan untuk menentukan berat benda uji mempunyai ketelitian ± 0,1% dari berat benda uji.
4. Oven, yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai (110 ± 5)°C.
5. Benda uji agregat halus adalah agregat yang butirannya lolos saringan Nomor 4 (4,75 mm) dan tertahan Nomor 16 (1,18 mm) dengan berat mininium 100 gram.

Prosedur pengujian ini meliputi sebagai berikut ;

1. Timbang wadah tanpa benda uji.
2. Timbang benda uji dan masukkan ke dalam wadah, lalu diratakan dalam bentuk tipis pada dasar wadah.
3. Masukkan air suling ke dalam wadah, sehingga benda uji cukup terendam dan biarkan selama (24 ± 4) jam.
4. Pecahkan butir-butir yang mudah dipecah dengan jari-jari, hingga menjadi halus. Cara memecahnya adalah dengan cara menekan butiran antara ibu jari dan jari telunjuk, kuku jari tidak digunakan untuk memecah butiran.
5. Pisahkan benda uji yang sudah pecah dari sisa benda uji yang masih utuh dengan penyaringan basah.
6. Keluarkan butir-butir yang tertahan pada saringan dengan hati-hati dan keringkan dalam oven pada suhu (110 ± 5)°C sampai mencapai berat tetap dan timbang sampai ketelitian ± 0,1%.

3.7 Pembuatan Benda Uji

Pembuatan benda uji beton dilakukan sesuai dengan perencanaan campuran beton yang telah di buat. Adapun tahapan dalam pelaksanaan di lapangan meliputi;

3.8 Persiapan

Sebelum pelaksanaan, hal hal yang dilakukan dalam perencanaan mix desain beton f'c 20 MPa, langkah pertama yang dilakukan yaitu membersihkan semua peralatan untuk pengadukan dan pengangkutan beton, membersihkan cetakan benda uji dan melapisi cetakan tersebut dengan minyak mineral untuk memudahkan pembukaan benda uji.

3.9 *Mix Design*

Penakaran bahan-bahan penyusun beton dihasilkan dari hasil rancangan yang telah dihitung dan telah melalui pengujian bahan sebelumnya yang dilakukan di laboratorium.

3.10 Pengadukan (*Mixing*)

Setelah didapatkan komposisi yang direncanakan untuk kuat tekan tertentu, maka proses selanjutnya adalah pencampuran semua bahan. Komposisinya disesuaikan dengan kapasitas alat aduk. Alat yang digunakan dalam pengadukan adalah molen. Pengadukan setiap campuran dilakukan dalam tiga tahap untuk membuat benda uji sebanyak 12 buah, sedangkan kebutuhan seluruh variasi campuran membutuhkan 36 buah benda uji. Selama proses pengadukan, kekentalan campuran beton diuji dengan cara memeriksa nilai *slump* sesuai sesuai dengan *slump* rencana.

3.11 Pengujian Beton Segar (*Slump*)

Pengujian nilai *slump* bertujaun untuk menentukan ukuran derajat kemudahan pengecoran adukan beton segar. Cetakan yang digunakan berupa kerucut terpancung dengan diameter bagian bawah 20cm, bagian atas 10cm dan tinggi 30cm. Selain cetakan kerucut, alat lain yang digunakan yaitu plat logam, sendok cekung, serta tongkat pemadat dengan ukuran diameter 16mm, panjang 60cm.

Cetakan diisi sampai penuh dengan beton segar dalam 3 lapis. Tiap lapis kira-kira 1/3 isi cetakan. Setiap lapis dipadatkan dengan tongkat pemadat sebanyak 25 kali tusukan secara merata. Tongkat pemadat harus masuk tepat sampai lapisan bagian bawah tiap-tiap lapisan. Pada lapisan pertama, penusukan bagian tepi dilakukan dengan tongkat dimiringkan sesuai dengan kemiringan dinding cetakan.

Setelah selesai pemadatan, permukaan benda uji diratakan dengan tongkat dan tunggu selama setengah menit, kemudian setakan diangkat secara tegak lurus keatas. Pengukuran niali *slump* yang terjadi dengan menentukan perbedaan tinggi cetakan dengan tingggi rata-rata dari benda uji.

3.12 Penuangan Beton Segar (*Plancing*)

Penuangan beton segar kedalam cetakan dilakukan secara manual. Cetakan yang digunakan berupa silinder dengan ukuran diameter 15cm dan tinggi 30cm. Alat yang digunakan adalah sendok,dan tongkat pemadat. Cetakan diisi adukan beton dengan adukan sampai 1/3 bagian lalu di tusuk tusuk dengan besi sebanyak 25 tusukan kemudian di masukan lagi adukan sampai 2/3 bagian dan di tusuk tusuk lagi seperti yang sebelunya hingga cetakan terisi penuh kemudian di ratakan sesuai tinggi cetakan.

Setelah adukan beton penuh dalam cetakan langkah selanjutnya yaitu meletakan benda uji diatas vibrator yang berfungsi untuk mehilangkan gelembung-gelembung udara yang terjebak didalam benda uji yang telah dibuat.

3.13 Perawatan (*Curring*)

Perawatan beton dilakukan setelah beton mencapai *final setting*, artinya beton telah mengeras dan dapat dibuka dari cetakan. Perawatan dilakukan agar proses hidrasi selanjutnya tidak mengalami gangguan. Jika hal ini terjadi, beton akan mengalami keretakan karena kehilangan air yang begitu cepat. Perawatan dilakukan sepanjang benton dilakukan pengujian yang telah ditentukan yaitu 28 hari, dengan menaruh benda uji dalam bak penampungan yang di isi dengan air.

3.14 Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian ini bertujaan untuk menentukan kekuatan tekan beton berbentuk kubus maupun silinder yang dibuat dan dirawat (*cured*) di laboratorium.kekuatan tekan beton adalah perbandingan beban terhadap luas penampang beton. Peralatan yang digunakan yaitu timbangan dengan ketelitian 0,3% dari berat contoh, serta mesin penguji (*Hydraulik jack*). Prosedur dalam pengujian kuat tekan ini diantaranya ;

1. Benda uji diambil dari tempat perawatan (bak perendam) sesuai dengan umur beton yang direncanakan, kemudian bersihkan dari kotoran yang menempel dengan kain lembab.
2. Untuk benda uji berbentuk silinder, apabila permukaan beton tidak rata lapisi (*capping*) permukaan atas dan bawah benda uji dan biarkan hingga kering kemudian benda uji ditimbang.

3. Benda uji diletakkan pada mesin tekan secara sentris, setelah itu mesin uji tekan dinyalakan.
4. Pembebanan dilakukan sampai benda uji hancur dan catat beban maksimum hancur yang terjadi selama pengujian.
5. Langkah (1), (2), (3), dan (4) diulangi sesuai dengan jumlah benda uji yang akan ditentukan kekuaan tekan karateristiknya.

Setelah semua benda uji dilakukan pengujian, langkah selanjutnya yaitu melakukan perhitungan olah data hasil pengujian dengan menggunakan rumus dibawah ini.

Kekuatan tekan beton (f'c) $= \frac{P}{A}$ [MPa]

Dimana :

P = beban maksimum, N

A = luas penampang benda uji, mm^2