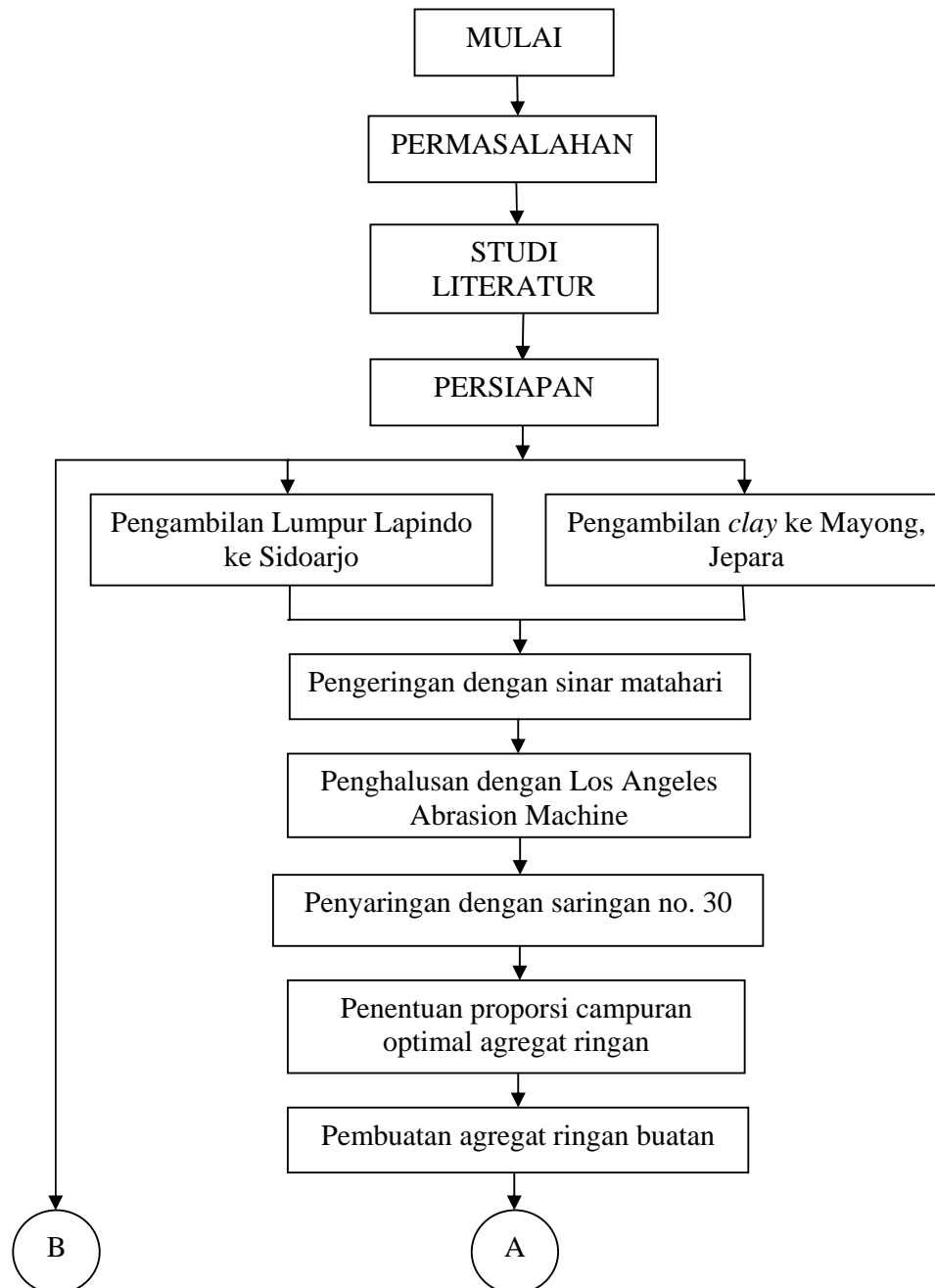
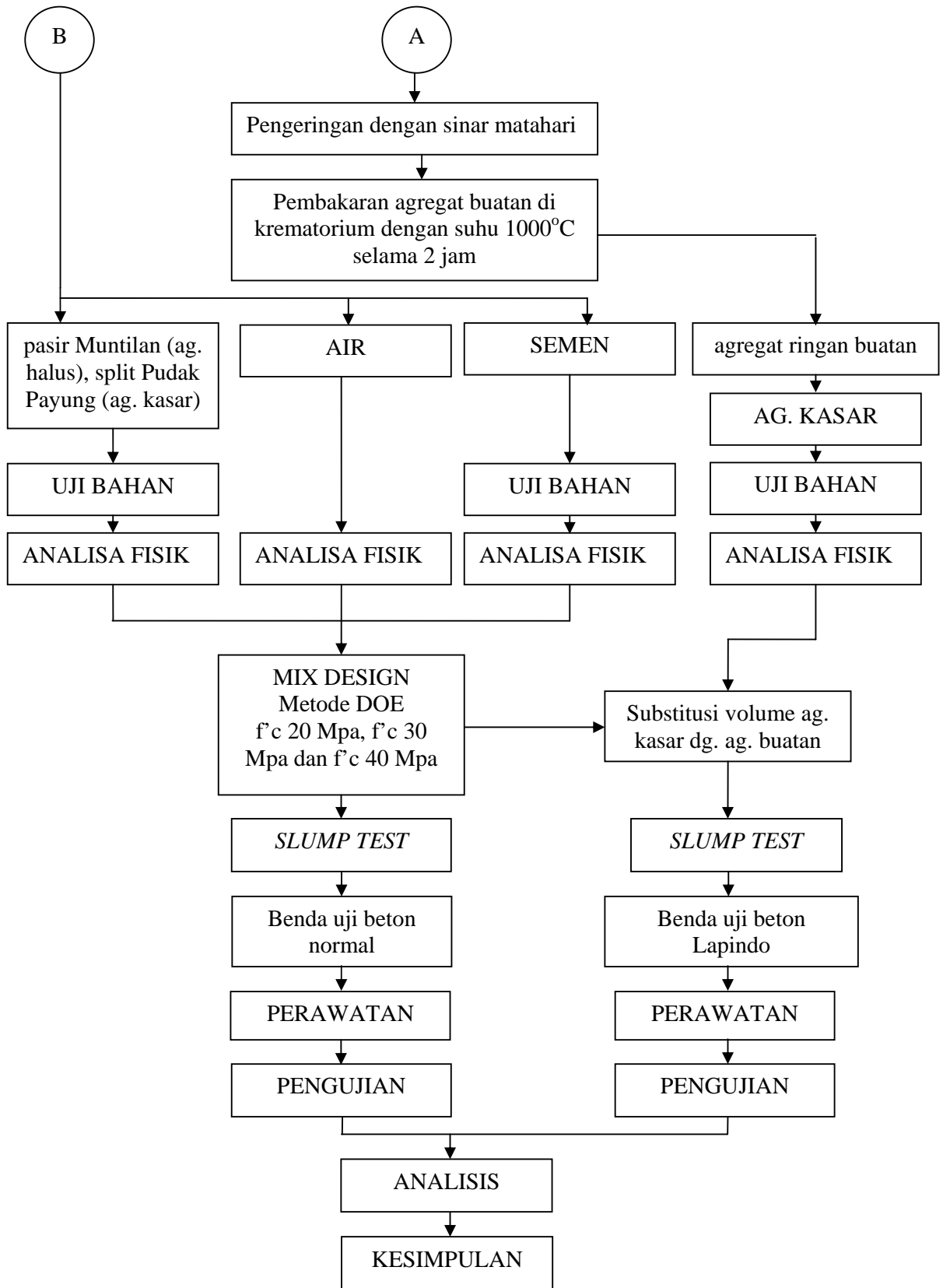


BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Diagram Alir Penelitian

Penelitian yang dilakukan memiliki alur kegiatan seperti berikut :





Gambar 3.1. Diagram Alir Kegiatan

3.2. Pengujian Material

Pengujian material diperlukan untuk mendapatkan bahan campuran beton yang memenuhi spesifikasi material. Dalam hal ini sesuai dengan standar SK-SNI atau ASTM. Selain itu pengujian material juga digunakan untuk menganalisis sifat dan karakteristik beton yang dibuat agar sesuai dengan kinerja tertentu yang diharapkan. Adapun pengujian-pengujian material yang dilakukan adalah sebagai berikut

3.2.1. Pengujian Semen

Semen berfungsi untuk mengikat butir-butir agregat sehingga membentuk suatu massa yang padat serta untuk mengisi rongga udara di antara butiran agregat. Pengujian terhadap semen meliputi pengujian berat jenis dan berat isi semen.

3.2.2. Pengujian Agregat Halus

3.2.2.1. Pengujian Kadar Lumpur dan Kandungan Organik

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan banyaknya kandungan butir lebih kecil dari 50 micron (lumpur) yang terdapat dalam pasir serta menentukan prosentase zat organik yang terkandung dalam agregat halus. Dalam pengujian ini, alat dan bahan yang digunakan antara lain:

1. Timbangan dengan ketelitian 1 gram.
2. Gelas ukur berkapasitas 250 cc, dua buah.
3. Bejana gelas diameter 10 cm, tinggi 20 cm, 1 buah.
4. Pengaduk dari kayu.
5. cawan
6. oven
7. pasir kering
8. NaOH 3 %
9. air

Langkah-langkah pengujian ini adalah sebagai berikut:

a. Pengujian Kandungan Lumpur dengan Cara Cucian

1. Menimbang pasir kering sebanyak ± 200 gram (kering oven).
2. Memasukkan pasir sebanyak ± 100 gram ke dalam bejana gelas diameter 10 cm setinggi 20 cm.
3. Menuangkan air ke dalam bejana gelas sampai pasir jenuh air dan air mencapai ketinggian ± 12 cm di atas permukaan pasir.
4. Mengaduk perlahan-lahan sampai keruh dan mendinginkan selama ± 1 menit.

5. Membuang air secara perlahan-lahan dari bejana sampai air tinggal setengahnya (cara menuangnya harus sedemikian rupa sehingga pasir tidak ikut terbang).
 6. Mengulangi penambahan air bersih sampai setinggi ± 12 cm di atas permukaan pasir.
 7. Mengaduk perlahan-lahan sampai keruh dan mendinginkan selama ± 1 menit.
 8. Membuang air dari bejana sampai air tinggal setengahnya.
 9. Pencucian dilakukan berkali-kali sehingga air menjadi tetap jernih setelah diaduk.
 10. Memanaskan sisa contoh pasir yang telah dicuci dalam oven sampai kering. Setelah kering dan dingin pasir ditimbang dengan teliti.
 11. Selisih berat semula dengan berat setelah dicuci adalah bagian yang hilang (kandungan lumpur atau butiran <50 micron).
 12. Melakukan pengujian sebanyak 2 kali kemudian menghitung hasil rata-ratanya.
- b. Pengujian Kandungan Zat Organik
1. Memasukkan pasir kering ke dalam bejana ukuran 250 cc sampai setinggi ± 130 cc.
 2. Menambahkan larutan NaOH 3% ke dalam bejana hingga meresap ke dalam pasir (jenuh) setinggi ± 200 cc.
 3. Menutup mulut bejana dengan plastik hingga rapat dan bejana tersebut dikocok selama ± 30 menit.
 4. Mendinginkan bejana selama ± 24 jam.
 5. Menganalisis dan mencatat hasil pengujian mengenai warna, tinggi lapisan pasir dan tinggi lapisan lumpur.

3.2.2.2. Pengujian Kadar Air

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan prosentase air yang dikandung dalam agregat halus, baik dalam kondisi asli maupun SSD (jenuh air tapi kering pada permukaan).

Dalam pengujian ini, alat dan bahan yang digunakan antara lain:

1. Timbangan dengan ketelitian 1 gram.
2. oven pengering
3. cawan
4. agregat halus (berupa pasir asli dan pasir SSD)

Langkah-langkah pengujian ini adalah sebagai berikut:

1. Meletakkan cawan di atas timbangan yang skalanya telah diposisikan pada angka nol.
2. Memasukkan benda uji ke dalam cawan dan menimbang berat agregat tersebut (W_1).

3. Mengeringkan benda uji berikut cawannya ke dalam oven dengan suhu sebesar 110 ± 5 °C sampai benda uji memiliki berat yang tetap.
4. Menimbang kembali benda uji dengan prosedur penimbangan yang sama dengan sebelumnya (W_2).

3.2.2.3. Pengujian Berat Isi

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui berat isi agregat halus. Ada 2 berat isi yang diperlukan, yaitu berat isi gembur dan berat isi padat. Alat dan bahan yang diperlukan dalam pengujian ini antara lain:

1. Timbangan dengan ketelitian 1 gram.
2. Batang penusuk terbuat dari baja yang ujungnya dibulatkan.
3. Wadah ukur berbentuk silinder.
4. sekop kecil
5. cawan

Langkah-langkah pengujian ini adalah sebagai berikut:

1. Memasukkan agregat halus kedalam wadah ukur yang berbentuk silinder secara bertahap sebanyak 2x lapisan, setiap lapisan ditusuk dengan dengan batang baja setinggi 50 cm sebanyak 25x.
2. Meratakan dengan sekop kecil sampai wadah ukur yang berbentuk silinder penuh.
3. Menuang agregat halus yang ada di dalam wadah silinder ke dalam cawan kemudian menimbangnya.
4. Mencatat hasil timbangan kemudian membaginya dengan volume wadah ukur silinder, maka akan diperoleh berat isi.

Untuk mencari berat isi gembur, cara yang digunakan hampir sama tetapi tidak ditusuk dengan batang penusuk, melainkan agregat halus langsung dimasukan kedalam wadah sampai rata permukaannya.

3.2.2.4. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk menentukan berat jenis dan prosentase berat air yang dapat diserap oleh agregat halus, dihitung terhadap berat kering. Alat dan bahan-bahan yang digunakan dalam pengujian ini antara lain:

1. Timbangan dengan ketelitian 1 gram.
2. Kerucut Abrahms/kerucut terpacung, diameter bagian atas (40 ± 3) mm, diameter bagian bawah (90 ± 3) mm dan tinggi (75 ± 30) mm yang terbuat dari logam dengan ketebalan minimum 0,8 mm.

3. Gelas ukur dengan kapasitas 500 ml.
4. Penumbuk besi dengan diameter 16 mm, panjang 60 cm.
5. oven pengering
6. cawan

Langkah-langkah pengujian ini adalah sebagai berikut:

a. Penentuan SSD agregat halus

1. Pertama, membuat campuran agregat halus dalam keadaan basah, kemudian mengangin-anginkannya dalam ruangan terbuka sambil mengaduk secara merata agar homogen.
2. Setelah kadar air dinilai telah berkurang kemudian memasukkan agregat halus ke dalam Kerucut Abrams sedikit demi sedikit dengan menumbuknya sebanyak 8 kali pada tiap lapisan untuk tiga lapisan pengisiannya. Setelah tumbukan terakhir kemudian menambahkan pasir lagi hingga penuh dan menumbuknya sebanyak 1 kali sehingga total tumbukan adalah 25 kali.
3. Kerucut dibersihkan dari butiran agregat yang di luar cetakan, kemudian cetakan diangkat secara vertikal dan hasil cetakan tersebut diperiksa.

Hasil cetakan menunjukkan pasir dalam keadaan SSD jika penurunannya tidak terlalu besar atau kecil. Jika keadaan cetakan agregat basah, maka perlu dikeringkan udara dan sebaliknya ditambahkan air jika keadaan kering.

b. Penentuan berat jenis dan penyerapan air agregat halus

1. Menimbang agregat halus dalam keadaan SSD dan asli seberat masing-masing 500 gram (A). Kemudian memasukkannya ke dalam pge
2. Menimbang air sebanyak 500 ml (B_1).
3. Menambah air bersih pada gelas ukur hingga batas air menunjukkan angka 500 ml. Menimbang piknometer yang berisi air dan benda uji (B_2).
4. Membuang airnya, kemudian mengeringkan benda uji dalam oven dengan suhu 110 ± 5 °C sampai berat tetap, mendinginkannya kemudian menimbanginya (B_3).
5. Menghitung volume benda uji dihitung dengan perumusan sebagai berikut:
6. Volume tambahan air (V_a) = $B_2 - A$
7. Volume benda uji (V) = $B_1 - V_a$
8. Berat jenis agregat halus $B_J = A/V$ dan besar penyerapan air agregat halus dapat dihitung = $A - B_3$.

3.2.2.6. Pengujian Analisa Saringan

Pada penelitian ini tidak dilakukan pengggujian analisa saringan karena beton yang dibuat adalah beton ideal dengan gradasi agregat halus yang telah ditentukan.

3.2.3. Pengujian Agregat Kasar

3.2.3.1. Pengujian Kandungan Lumpur

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk menentukan prosentase kadar lumpur yang terkandung dalam agregat kasar. Adapun peralatan serta bahan yang digunakan antara lain.

1. Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram.
2. oven
3. cawan
4. agregat kasar 3 x 100 gram

Prosedur dalam pengujian ini adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan agregat kasar yang telah kering oven sebanyak 300 gram dalam 3 buah cawan (@ cawan 100 gram).
2. Menimbang masing-masing cawan beserta isinya.
3. Mencuci agregat kasar tersebut, kemudian mendiarkannya selama 5 menit lalu dibuang air cuciannya. Pembersihan diulang sampai air rendaman kelihatan bening.
4. Memasukkan benda uji ke dalam oven dengan suhu 100 ± 5 ° C.
5. Menimbang agregat kasar yang telah dioven.

3.2.3.2. Pengujian Kadar Air

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan prosentase air yang dikandung dalam agregat kasar. Dalam pengujian ini, alat dan bahan yang digunakan antara lain.

1. Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram.
2. oven pengering
3. cawan
4. benda uji (agregat kasar)

Langkah-langkah pelaksanaan pengujian ini yaitu:

1. Menimbang cawan (W1).
2. Memasukkan benda uji ke dalam cawan dan menimbang beratnya (W2).
3. Menghitung berat benda uji (tanpa cawan) ($W3 = W2 - W1$).
4. Mengeringkan benda uji dan cawan di dalam oven bersuhu 110 ° C sampai beratnya tetap.

5. Menimbang cawan dan benda uji kering (W4).
6. Menghitung berat benda uji kering oven (W5).

3.2.3.3. Pengujian Berat Isi

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui berat isi agregat kasar. Ada 2 berat isi yang diperlukan, yaitu berat isi gembur dan berat isi padat. Alat dan bahan yang digunakan dalam pengujian ini adalah:

1. Timbangan dengan ketelitian 1 gram.
2. Wadah ukur berbentuk silinder.
3. sekop kecil
4. cawan

Prosedur pelaksanaan berat isi padat:

1. Memasukkan agregat kasar kedalam wadah ukur yang berbentuk silinder secara bertahap sebanyak 2 lapisan, setiap lapisan diketuk- ketuk sebanyak 25 x.
2. Meratakan dengan sekop kecil sampai wadah ukur yang berbentuk silinder penuh.
3. Menuang agregat kasar yang ada di dalam wadah silinder ke dalam cawan kemudian menimbangnya.
4. Mencatat hasil timbangan, kemudian membaginya dengan volume wadah ukur silinder, maka akan diperoleh berat isi padat.
5. Untuk mencari berat isi gembur, cara yang digunakan hampir sama. Namun, tidak ada penketukan karena agregat kasar langsung dimasukan ke dalam wadah sampai rata permukaannya.

3.2.3.4. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk menentukan berat jenis dan prosentase berat air yang dapat diserap agregat kasar, dihitung terhadap berat kering. Alat dan bahan-bahan yang digunakan dalam pengujian ini antara lain:

1. timbangan
2. oven pengering
3. kain penyerap
4. agregat kasar sebanyak 500 gram

Langkah-langkah pengujian ini adalah sebagai berikut:

1. Mencuci benda uji untuk menghilangkan debu atau bahan-bahan lain yang melekat pada permukaan agregat.
2. Mengeringkan benda uji pada oven dengan suhu (110 ± 5)° C sampai berat tetap.
3. Mendinginkan benda uji, kemudian menimbang beratnya (BK).

4. Merendam benda uji dalam air pada suhu kamar selama 24 jam.
5. Mengeluarkan benda uji dari air, lalu membuat kering permukaannya (SSD).
6. Menimbang berat benda uji dalam keadaan jenuh air kering permukaan (BJ).
7. Memasukkan benda uji ke dalam bejana gelas dan tambahkan air hingga benda uji terendam permukaan air pada tanda batas.
8. Menimbang berat bejana yang berisi benda uji (W1).
9. Membersihkan bejana dari benda uji dan memasukkan lagi air sampai permukaannya ada pada tanda batas, kemudian menimbang beratnya (W2).

3.3. Proses Pembuatan Agregat Buatan

3.3.1. Pengambilan Lumpur Lapindo dan Clay

Pengambilan Lumpur Lapindo dilakukan di Porong, Sidoarjo. Lumpur yang diambil harus sedekat mungkin dengan pusat semburan untuk menjaga keasliannya. Lokasi terdekat yang masih dapat dikunjungi berada di radius ± 300 m dari pusat semburan. Pengambilan dilakukan pada tempat tersebut.

Sedangkan pengambilan *clay* dilakukan di Mayong, Jepara, yang merupakan *quarry clay* untuk kerajinan gerabah masyarakat setempat. Pemilihan *clay* yang berasal dari Mayong didasarkan atas kualitasnya yang baik. Hal ini dibuktikan dari pemanfaatan *clay* Mayong untuk kerajinan gerabah. Kerajinan gerabah membutuhkan kualitas *clay* yang baik dengan butiran yang halus serta tidak tercampur dengan pasir.

3.3.2. Pengeringan, Penghancuran dan Penyaringan Lumpur Lapindo dan Clay

Setelah proses pengambilan, Lumpur Lapindo dan *clay* dikeringkan dengan cara dijemur atau dioven. Pengeringan sementara ini bertujuan untuk menghilangkan kadar air agar proses pengerjaan menjadi lebih mudah. Setelah kadar air hilang, dilakukan proses penghancuran bongkahan-bongkahan Lumpur Lapindo dan *clay* menjadi serbuk kasar dan bongkahan yang lebih kecil dengan menggunakan Los Angeles Abrasion Machine. Proses selanjutnya adalah penyaringan dengan menggunakan saringan no. 30. Proses penyaringan bertujuan untuk merubah bentuk Lumpur Lapindo dan *clay* yang semula berbentuk bongkahan menyerupai batu menjadi serbuk dengan ukuran yang seragam. Selain itu juga dapat memisahkan material dari bahan-bahan yang tidak diinginkan.

3.3.3. Penambahan Clay

Hasil penelitian sebelumnya menyebutkan bahwa komposisi terbesar Lumpur Lapindo adalah debu, yaitu sebesar 59,36 % (Arya Mufti, 2009). Hal ini menyebabkan kohesi Lumpur Lapindo sangat kecil sehingga perlu ditambahkan *clay* untuk memberikan kemudahan dalam pembuatan agregat buatan.

3.3.4. Pengujian Berat Jenis Lumpur Lapindo dan Clay

Pengujian berat jenis Lumpur Lapindo dan *clay* dilakukan pada kondisi kering dan SSD dengan cara kerja sebagai berikut.

1. Mengambil benda uji Lumpur Lapindo dan *clay* dalam kondisi kering dan SSD dengan ukuran tertentu (diameter $\pm 1,5$ cm).
2. Menimbang masing-masing benda uji pada timbangan elektrik yang telah diatur.
3. Menyiapkan silinder uji dan meletakkannya di dalam cawan.
4. Menuang air raksa dari botol ke dalam silinder uji hingga penuh.
5. Meletakkan benda uji di atas silinder uji secara hati-hati agar tidak ada air raksa yang tumpah.
6. Menekan benda uji dengan kaca secara rata hingga air raksa tumpah ke dalam cawan.
7. Menimbang berat air raksa yang tumpah.
8. Menghitung volume air raksa yang tumpah (berat air raksa yang tumpah dibagi dengan berat jenis air raksa).
9. Menghitung berat jenis benda uji dengan membagi massa benda uji dengan volume air raksa yang tumpah.

3.3.5. Penentuan Campuran Optimal antara Lumpur Lapindo dengan Clay

Penentuan campuran ini bertujuan untuk mendapatkan prosentase Lumpur Lapindo dan *clay* yang akan menghasilkan kekuatan terbesar. Angka prosentase tersebut akan digunakan sebagai acuan dalam pembuatan agregat buatan. Penentuan campuran optimal dilakukan dengan cara sebagai berikut.

1. Menentukan perkiraan prosentase, antara lain:
 - a. 100% *clay* dengan 0% Lumpur Lapindo
 - b. 90% *clay* dengan 10% Lumpur Lapindo
 - c. 80% *clay* dengan 20% Lumpur Lapindo
 - d. 70% *clay* dengan 30% Lumpur Lapindo
 - e. 60% *clay* dengan 40% Lumpur Lapindo
 - f. 50% *clay* dengan 50% Lumpur Lapindo

2. Mencampur *clay* dengan Lumpur Lapindo sesuai dengan perkiraan prosentase masing-masing dengan air secukupnya.
3. Memasukkan campuran ke dalam cetakan mortar 5 cm x 5 cm x 5 cm. Pembuatan benda uji sebanyak 3 buah untuk masing-masing perkiraan prosentase.
4. Mengeringkan hasil cetakan dengan cara dijemur dan diangin-anginkan.
5. Melepas cetakan, mengeluarkan benda uji serta menjemurnya kembali agar kering.

3.3.6. Pembakaran dan Uji Tekan Benda Uji

Setelah keseluruhan benda uji yang berjumlah 18 buah menjadi kering dan dapat dibawa, kemudian dilakukan proses pembakaran di krematorium dengan suhu mencapai 1000°C selama 2 jam. Pembakaran benda uji pada suhu yang tinggi ini bertujuan untuk menghilangkan kadar air serta memecah ikatan kimia. Dengan pecahnya ikatan kimia, unsur-unsur berbahaya yang terkandung di dalam benda uji dapat dihilangkan.

Proses selanjutnya adalah uji kuat tekan masing-masing benda uji. Alat uji yang digunakan adalah alat *compression test* yang biasa digunakan untuk menguji kuat tekan beton dan mortar. Masing-masing prosentase kekuatan yang terdiri dari 3 buah benda uji diambil rata-ratanya. Membuat grafik berdasarkan nilai kuat tekan seluruh benda uji yang telah dirata-rata.

3.3.7. Pembuatan Agregat Buatan

Setelah mendapatkan prosentase optimal antara Lumpur Lapindo dengan *clay*, maka pembuatan agregat buatan dapat dilaksanakan. Cara kerjanya adalah sebagai berikut.

1. Menimbang Lumpur Lapindo dan *clay* sesuai dengan prosentase dan volume yang diinginkan.
2. Mencampur keduanya dalam keadaan kering sampai campuran menjadi homogen.
3. Menambahkan air sedikit demi sedikit ke dalam campuran hingga merata. Air yang ditambahkan harus sesuai. Hasil campuran tidak boleh terlalu encer maupun terlalu kering.
4. Membentuk agregat buatan dengan diameter ± 1 cm.
5. Mengeringkan agregat buatan yang masih basah dengan cara dijemur atau dioven agar kadar airnya berkurang sehingga tidak berubah bentuk saat dibawa.
6. Menyusun agregat buatan di ruang kremasi. Agregat buatan diletakkan di atas nampan dan disebar hingga merata. Tebal lapisan agregat buatan tidak boleh lebih dari 3 cm agar pembakaran dapat merata (seluruh agregat dapat terbakar semua).
7. Membakar agregat buatan hingga suhu mencapai 1000°C selama 2 jam.
8. Mengambil agregat buatan yang telah dibakar dari ruang kremasi.

3.4. Proses Pembuatan Beton Normal dan Beton Lapindo

3.4.1. Proses Pembuatan Beton Normal

3.4.1.1. Persiapan

Peralatan yang digunakan dalam proses pembuatan beton normal antara lain:

1. timbangan
2. loyang pengaduk
3. cetakan silinder 10 cm x 20 cm sebanyak 12 buah
4. kerucut *Abrams*
5. besi dan pisau penumbuk
6. cetok
7. alas triplek berlapis seng
8. meteran
9. *stopwatch*

Beberapa hal yang harus diperhatikan dalam tahapan persiapan ini, antara lain:

1. Menimbang berat tiap bahan yang diperlukan sesuai dengan rancangan campuran/*Mix Design*, antara lain air, semen, agregat halus, dan agregat kasar.
2. Melindungi/menutup bahan-bahan yang telah ditimbang dengan karung. Tujuannya agar tidak terpengaruh kondisi sekitar tempat pengujian, misalnya penguapan.
3. Memastikan semua peralatan, baik untuk pengadukan maupun cetakan silinder, telah bersih dari kotoran dan debu.
4. Mengolesi permukaan cetakan silinder bagian dalam dengan minyak pelumas agar beton tidak menempel di cetakan sehingga mudah dibuka saat akan mengeluarkan benda uji.
5. Membasahi peralatan yang digunakan untuk mengaduk campuran beton, di antaranya molen, loyang, besi pengaduk, pisau pengaduk, kerucut *Abrams* dan alas papan. Tujuannya agar air dalam campuran beton tidak berkurang akibat terserap oleh peralatan yang kering.

3.4.1.2. Pembuatan Adukan Beton

Langkah-langkah pembuatan adukan beton yaitu:

1. Memasukkan bahan-bahan yang telah disiapkan ke dalam loyang pengaduk (agregat kasar, agregat halus dan semen), kecuali air.
2. Mencampur bahan-bahan kering yang telah dimasukkan ke dalam loyang hingga merata.
3. Memasukkan air sedikit demi sedikit ke dalam loyang pengaduk.

4. Mengaduk bahan-bahan kering dengan air hingga campuran menjadi homogen.
5. Menuangkan campuran ke dalam cetakan untuk pengujian nilai slump.
6. Menuangkan sisa campuran ke dalam loyang untuk dicetak.

3.4.1.3. Pengujian *Workability*

Pengujian *workability* dalam penelitian ini adalah pengujian nilai *slump* dengan menggunakan kerucut *Abrams*. Langkah-langkah pengujian adalah sebagai berikut:

1. Memasukkan campuran beton sesegera mungkin dimasukkan ke dalam kerucut secara bertahap, sebanyak 3 lapisan dengan ketinggian yang sama. Setiap lapis dipadatkan dengan menjatuhkan secara bebas tongkat baja berdiameter 16 mm, panjang 60 cm. Dilakukan sebanyak 25 kali untuk setiap lapis.
2. Meratakan adukan pada bidang atas kerucut *Abrams* dan didiamkan selama 30 detik.
3. Mengangkat kerucut *Abrams* secara perlahan dengan arah vertikal ke atas, usahakan tidak terjadi singgungan terhadap campuran beton.
4. Mengukur ketinggian puncak hasil cetakan terhadap puncak kerucut *Abrams*. Pengukuran *slump* dilakukan dengan memposisikan kerucut di sebelah hasil cetakan kerucut dalam posisi terbalik.

3.4.1.5. Pembuatan Benda Uji

Jumlah benda uji yang dibuat sebanyak 12 buah dengan 3 variasi mutu yang berbeda.

Cara pembuatan benda uji silinder adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan cetakan silinder yang telah diolesi pelumas/oli.
2. Memasukkan campuran beton ke dalam cetakan silinder dalam 3 kali lapis pengisian. Masing-masing lapis ditumbuk sebanyak 25 kali dengan besi penumbuk dan beberapa kali dengan pisau penumbuk untuk bagian tepi untuk menghindari hasil cetakan yang keropos.
3. Meratakan dan memadatkan bagian atas cetakan dengan cetok setelah cetakan penuh.
4. Memadatkan campuran dengan menggunakan *concrete vibrator*.
5. Meletakkan cetakan benda uji di tempat yang terlindung.

3.4.2. Proses Pembuatan Beton Lapindo

Beton Lapindo adalah beton yang agregat kasarnya merupakan artificial aggregate dari lumpur Lapindo dan tanah liat setelah mengalami proses pembakaran (*furnacing*). Pada dasarnya, proses pembuatan beton normal dan beton Lapindo adalah sama. Namun, terdapat sedikit perbedaan, yaitu pada kondisi agregat kasarnya. Pada pembuatan beton normal, agregat kasar yang digunakan dalam keadaan asli. Sedangkan pada pembuatan beton Lapindo, agregat kasar buatan yang digunakan dalam kondisi SSD. Hal ini diasumsikan

penyerapannya yang sangat tinggi.. Apabila digunakan agregat kasar buatan dalam kondisi asli, dikhawatirkan akan menyerap air yang digunakan untuk proses pengerasan beton dalam jumlah yang cukup banyak. Hal ini dapat menyebabkan kerusakan pada beton. Dengan demikian, proses pembuatan adukan beton menjadi sedikit berbeda. Adapun langkah-langkahnya adalah sebagai berikut.

1. Merendam agregat buatan yang telah dibakar di krematorium selama minimal 24 jam. Selain untuk membuat agregat buatan menjadi jenuh air, proses perendaman ini juga bertujuan untuk meyeleksi agregat buatan. Agregat buatan yang terbakar sempurna tidak akan berubah bentuk saat direndam dalam waktu yang cukup lama. Sedangkan agregat buatan yang tidak terbakar sempurna akan mengalami kehancuran, berubah bentuk menjadi serbuk kembali dan larut di dalam air rendaman. Hanya agregat yang terbakar sempurna saja yang layak digunakan dalam pembuatan beton ringan.
2. Mengangkat agregat kasar buatan yang layak pakai dari air rendaman.
3. Mengangin-anginkan agregat kasar buatan hingga mencapai kondisi SSD.
4. Memasukkan agregat kasar buatan, agregat halus dan semen ke dalam loyang pengaduk. Proses ini harus dilakukan sesegera mungkin setelah agregat kasar buatan telah mencapai kondisi SSD.
5. Mencampur bahan-bahan kering yang telah dimasukkan ke dalam loyang hingga merata.
6. Memasukkan air sedikit demi sedikit ke dalam loyang pengaduk.
7. Mengaduk bahan-bahan kering dengan air hingga campuran menjadi homogen.
8. Menuangkan campuran ke dalam cetakan untuk pengujian nilai slump.
9. Menuangkan sisa campuran ke dalam loyang untuk dicetak.

Untuk proses sebelum dan setelah proses pembuatan adukan beton ringan dengan agregat buatan (persiapan, pengujian *workability* dan pembuatan benda uji) adalah sama dengan proses yang serupa pada pembuatan beton normal.

3.5. Proses Perawatan Beton Normal dan Beton Lapindo

Perawatan beton dilaksanakan untuk menjaga kelembaban dalam benda uji beton agar memenuhi syarat yang telah ditentukan. Proses perawatan beton dimulai dengan menyimpan benda uji dalam ruangan yang terhindar dari gangguan dan getaran selama 1 hari. Hal ini dimaksudkan agar beton dapat terbentuk dengan baik. Setelah 1 hari didiamkan,

maka benda uji dapat dibongkar dari cetakan untuk selanjutnya dilakukan perawatan terhadap beton tersebut.

Permukaan cetakan bagian luar harus dijaga jangan sampai berhubungan langsung dengan air selama 24 jam pertama setelah beton dicetak, sebab dapat merubah air dalam adukan dan dapat menyebabkan rusaknya benda uji. Pelepasan benda uji dilakukan minimal 20 jam setelah pencetakan benda uji, dan tidak boleh lebih dari 48 jam setelah pencetakan.

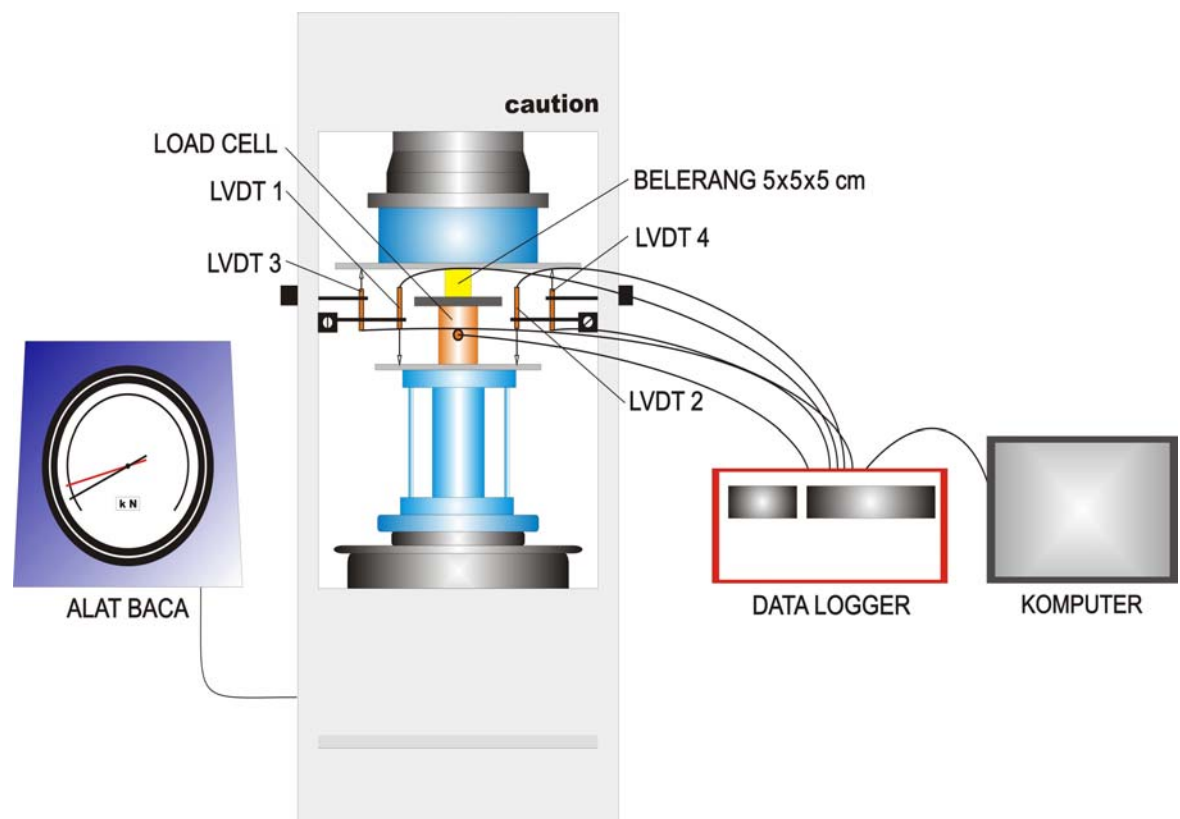
Perawatan benda uji dengan cara merendam seluruh permukaan benda uji dalam air yang memiliki suhu 23 ± 3 °C mulai dari pelepasan cetakan hingga beberapa saat (jam atau hari) sebelum dilakukan pengujian. Perawatan beton dilakukan hingga beton tersebut berumur ± 26 hari. Kemudian benda uji beton dikeringkan sedemikian rupa hingga pada umur 28 hari siap untuk dilakukan uji kuat tekan.

3.6. Pengujian Beton Normal dan Beton Lapindo

Pengujian beton normal dan beton ringan dengan agregat buatan mempunyai metode yang sama. Untuk mendapatkan grafik tegangan-regangan pada beton normal maupun beton agregat buatan, maka dalam penelitian ini digunakan *Linear Vertical Displacement Transducer* (LVDT), yaitu alat yang dapat mencatat penurunan ketinggian beton pada saat dibebani. Prosedur pengujiannya adalah sesbagai berikut.

1. Mengangkat beton dari bak penampungan saat berumur ± 25 hari.
2. Mengeringkan beton dengan cara dijemur selama ± 3 hari.
3. Memasang *capping* belerang pada permukaan atas dan bawah beton.
4. Menimbang benda uji.
5. Memasang *load cell* dengan kapasitas 500 kN pada alat uji tekan (*Compression Testing Machine*) secara sentris.
6. Memasang *base plate* di atas *load cell*.
7. Memasang *plate* LVDT bagian bawah di atas *base plate*.
8. Meletakkan benda uji secara sentris di atas *plate* LVDT.
9. Memasang *plate* LVDT bagian atas di atas beton.
10. Memasang LVDT dengan posisi sebagai berikut: atas depan, atas belakang, bawah depan dan bawah belakang (sesuai dengan posisi *plate* LVDT). Pada saat pemasangan, jarum LVDT harus tepat berada pada plat LVDT.
11. Menghubungkan kabel *load cell* dan LVDT pada *data logger*.
12. Menghubungkan *load cell* dengan computer.

13. Melakukan pembebanan pada beton dengan memompa tuas *Compression Testing Machine*. Agar kenaikan pembebanan dapat terjadi secara konstan, maka pemompaan tuas harus dilakukan dengan kecepatan dan kekuatan yang konstan pula. Selama proses pembebanan LVDT akan memendek mengikuti pemendekan pada beton. Pemendekan pada LVDT secara otomatis akan tercatat pada komputer.
14. Memindah data yang telah tersimpan pada program xxx ke program Ms. Excel.
15. Mengolah data yang ada.



Gambar 3.2. Set up pengujian beton menggunakan LVDT

