

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Salah satu material yang banyak digunakan pada kegiatan pembangunan dalam bidang teknik sipil adalah beton dan mortar. Beton dan mortar banyak digunakan sebagai material konstruksi karena kemudahan dalam memperoleh bahan-bahan penyusunannya serta kemudahan dalam pengerjaannya. Kualitas beton dan mortar dipengaruhi oleh bahan-bahan penyusunannya, penggunaan bahan penyusun yang sesuai dengan spesifikasi akan menghasilkan beton dan mortar dengan mutu yang baik.

Limbah batu bata adalah material yang berasal dari tempat pembangunan rumah yang sudah tidak terpakai biasanya meninggalkan sisa-sisa dari potongan batu bata sehingga bahan tersebut hanya menjadi limbah di lokasi pekerjaan dan terkadang hanya dijadikan untuk bahan timbunan. Dengan memanfaatkan Limbah batu bata dapat berpengaruh baik terhadap lingkungan karena dapat mengurangi limbah. apabila sisa batu bata tidak dimanfaatkan dapat mengakibatkan akan berpengaruh terhadap lingkungan sehingga alternatif yang dilakukan, dari pemanfaatan Limbah bata yaitu dengan menjadikan abunya sebagai campuran beton dan mortar.

Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui kuat tekan beton dan mortar dengan menggunakan abu batu bata sebagai pengganti sebagian semen.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

- a. Seberapa besarkah pengaruh abu batu bata sebagai bahan pengganti sebagian semen?
- b. Berapakah kuat tekan beton dan mortar dengan campuran abu batu bata?

1.3. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Semen yang digunakan pada penelitian ini adalah semen Portland tipe I
- b. Pengujian mortar dengan perbandingan campuran (1:2) dengan FAS 0,45%

- c. Perencanaan kuat tekan beton adalah dengan menggunakan campuran 1 : 2 : 3 dengan faktor air semen (FAS) sebesar 0,45% dari semen.
- d. Abu Batu Bata yang digunakan sebagai sampel harus lolos saringan No. 200.
- e. Penggunaan abu Batu Bata sebesar 0%, 6%, 8% dan 10% dengan pengurangan jumlah semen (bahan pengganti).
- f. Benda uji pada kuat tekan mortar adalah berbentuk kubus dengan ukuran 5x5x5 cm
- g. Dimensi benda uji berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.
- h. Perawatan benda uji dilakukan dengan cara merendam di dalam bak air selama 7 hari, 14 hari, 21 hari dan 28 hari.
- i. sJumlah benda uji kuat tekan mortar yang dihasilkan adalah 12 buah.
- j. Jumlah benda uji kuat tekan beton yang dihasilkan adalah 48 buah.
- k. Air yang digunakan berasal dari Laboratorium Bahan Fakultas Teknik, Prodi Tseknik Sipil Universitas HKBP Nommensen Medan.
- l. Argregat kasar yang digunakan adalah batu pecah dengan diameter 1cm-4cm dan agregat halus adalah pasir yang berasal dari Binjai.

1.4. Tujuan Penelitian

Untuk mengetahui besarnya nilai kuat tekan beton dan mortar dengan menggunakan abu batu bata sebagai pengganti sebagian semen sebesar 0%, 6%, 8%, dan 10% dari berat semen.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah :

- a. Dengan adanya penelitian ini dapat bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan khususnya dalam bidang teknologi beton dengan bahan tambahan abu batu bata.
- b. Mengurangi limbah abu batu bata.

1.6. Metode Penelitian

Berdasarkan penelitian terkait, metode yang digunakan yaitu metode experimental, yang merupak penelitian yang dilakukan dengan cara melakukan suatu percobaan untuk memperoleh data atau hasil.

1.7. Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan yang digunakan dalam penyusunan tugas akhir adalah sebagai berikut :

A. BAB I PENDAHULUAN

Dalam bab ini penulis menjelaskan umum, latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

B. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Isi BAB II menguraikan dasar-dasar teori penelitian yang menunjang penelitian ini.

C. BAB III METODE PENELITIAN

Pada bab ini menjelaskan bagaimana cara dan Langkah-langkah menjalankan penelitian.

D. BAB IV HASIL PENELITIAN DAN ANALISA PERHITUNGAN

Menjelaskan hasil penelitian dan perhitungan yang didapat.

E. BAB V SARAN DAN KESIMPULAN

Merupakan akhir dari penulisan penelitian ini, berisi hasil dan kesimpulan, saran, daftar pustaka, pengolahan data serta tujuan penelitian untuk kedepannya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Beton

Beton adalah suatu material yang terdiri dari campuran semen, air, agregat (kasar dan halus) dan dengan bahan tambah (*admixture*) apabila diperlukan. Semen dan air membentuk pasta semen yang berfungsi sebagai bahan pengikat, agregat kasar dan halus berfungsi sebagai bahan pengisi dan penguat.

Jika kita tinjau dari sudut estetika, beton hanya membutuhkan sedikit perawatan selain itu beton tahan terhadap serangan api. Pengaruh lingkungan, rangkakan penyusutan, pembebanan yang mengakibatkan perubahan terhadap dimensi dari beton.

2.1.1. Pengertian Beton

Beton adalah suatu campuran yang terdiri dari pasir, kerikil, batu pecah atau agregat agregat lain yang dicampur jadi satu dengan suatu pasta yang terbuat dari semen dan air membentuk suatu massa mirip batuan. Terkadang satu atau lebih aditif ditambahkan untuk menghasilkan beton dengan kataristik tertentu, seperti kemudahan pengerjaan (*workability*), durabilitas, dan waktu pengerasan (Mc.Cormac, 2004).

Menurut Mulyono (2006) secara umum beton dibedakan kedalam 2 kelompok, yaitu : 1. Beton berdasarkan kelas dan mutu beton. Kelas dan mutu beton ini, di bedakan menjadi 3 kelas, yaitu :

- a. Beton kelas I adalah beton untuk pekerjaan-pekerjaan non struktural. Untuk pelaksanaannya tidak diperlukan keahlian khusus. Pengawasan mutu hanya dibatasi pada pengawasan ringan terhadap mutu bahan-bahan, sedangkan terhadap kekuatan tekan tidak disyaratkan pemeriksaan. Mutu kelas I dinyatakan dengan B0.
- b. Beton kelas II adalah beton untuk pekerjaan-pekerjaan struktural secara umum. Pelaksanaannya memerlukan keahlian yang cukup dan harus dilakukan di bawah pimpinan tenaga-tenaga ahli. Beton kelas II dibagi 6 dalam mutu-mutu standar B1, K 125, K 175, dan K 225. Pada mutu B1,

pengawasan mutu hanya dibatasi pada pengawasan terhadap mutu bahan-bahan sedangkan terhadap kekuatan tekan tidak disyaratkan pemeriksaan. Pada mutu-mutu K 125 dan K 175 dengan keharusan untuk memeriksa kekuatan tekan beton secara kontinu dari hasil-hasil pemeriksaan benda uji.

- c. Beton kelas III adalah beton untuk pekerjaan-pekerjaan struktural yang lebih tinggi dari K 225. Pelaksanaannya memerlukan keahlian khusus dan harus dilakukan di bawah pimpinan tenaga-tenaga ahli. Disyaratkan adanya laboratorium beton dengan peralatan yang lengkap serta dilayani oleh tenaga-tenaga ahli yang dapat melakukan pengawasan mutu beton secara kontiu.

2.1.2. Kelebihan dan Kekurangan Beton

A. Kelebihan

Berikut ini merupakan keunggulan dari penggunaan beton secara rinci Menurut Paul Nugraha dan Antoni:

1. Ketersediaan (availability) material dasar:

- a. Biaya pembuatan relatif lebih murah karena semua bahan mudah didapat. Bahan termahal adalah semen tetapi bisa diproduksi di Indonesia.

b. Pengangkutan/mobilisasi beton bisa dilakukan dengan mudah.

2. Kemudahan untuk digunakan (versatility)

- a. Pengangkutan bahan mudah, karena masing-masing bisa diangkut secara terpisah. Beton bisa dipakai untuk berbagai struktur, seperti bendungan, pondasi, jalan, landasan bandar udara, pipa, perlindungan dari radiasi, insulator panas. Beton ringan bisa dipakai untuk blok

b. dan panel. Beton arsitektural bisa digunakan untuk keperluan dekoratif.

- c. Beton bertulang bisa dipakai untuk berbagai struktur yang lebih berat.

3. Kemampuan beradaptasi

- a. Beton bersifat mololit sehingga tidak memerlukan sambungan seperti baja.
- b. Beton dapat dicetak dengan bentuk dan ukuran berapapun, misalnya pada struktur cangkang (shell) maupun bentuk-bentuk kubus 3 dimensi
- c. Beton dapat diproduksi dengan berbagai cara yang disesuaikan dengan situasi sekitar.
- d. Konsumsi energi minimal per kapasitas jauh lebih rendah dari baja, bahkan lebih rendah dari proses pembuatan batu bata. 4. Kebutuhan pemeliharaan yang minimal
Secara umum ketahanan (durability) beton cukup tinggi, lebih tahan karat, sehingga tidak perlu dicat seperti struktur baja, dan lebih tahan terhadap bahaya kebakaran.

B. Kekurangan

- a. Bentuk yang telah dibuat sulit diubah
- b. Pelaksanaan pekerjaan membutuhkan ketelitian yang tinggi
- c. Kuat tarik lemah
- d. Berat
- e. Beton yang mengeras tidak dapat didaur ulang

2.2. Bahan-bahan Penyusun Beton

2.2.1 Semen Portland

Semen Portland adalah bahan konstruksi yang paling banyak digunakan dalam pekerjaan beton. semen Portland didefinisikan sebagai semen hidrolik yang dihasilkan dengan menggiling klinker yang terdiri dari kalsium silikat hidrolik, yang umumnya mengandung satu atau lebih bentuk kalsium sulfat sebagai bahan tambahan yang digiling bersama-sama dengan

bahan tambahannya. Semen adalah suatu jenis bahan yang memiliki sifat adhesi dan kohesi yang memungkinkan melekatnya fragmen-fragmen mineral menjadi suatu massa yang padat. Berdasarkan sifatnya semen menjadi dua bagian (Anggiat 2019):

1. Semen non hidrolis

yaitu semen yang tidak dapat mengeras dan tidak stabil didalam air, contohnya gips dan kapus keras.

2. Semen hidrolis

yaitu semen yang dapat mengeras bila di campur dengan air, contohnya semen Portland. Semen yang digunakan unuk pekerjaan beton harus disesuaikan dengan rencana kekuatan dan spesifikasi teknik yang diberikan. Pemilihan tipe semen ini kelihatannya mudah dilakukan karena semen dapat langsung diambil dari sumbernya (pabrik). Hal itu hanya benar jika standar deviasi yang ditemui kecil, sehingga semen yang berasal beberapa sumber langsung dapat digunakan. Akan tetapi, jika standar deviasi hasil uji kekuatan semen besar, dalam hal tersebut akan menjadi masalah saat ini banyak tipe semen yang ada di pasaran sehingga kemungkinan variasi kekuatannya pun besar.

Kandungan agregat dalam campuran beton berkisar 60%-70% dari berat campuran beton. Agregat yang digunakan dalam campuran beton dapat berupa agregat alam atau buatan. Agregat dapat dibedakan berdasarkan ukurannya, yaitu, agregat kasar dan agregat halus.

Fungsi utama semen adalah mengikat butir-butir agregat hingga membentuk suatu massa padat dan mengisi rongga-rongga udara di antara butir-butir agregat. Walaupun komposisi semen dalam beton hanya sekitar 10%, namun karena fungsinya sebagai bahan pengikat maka peranan semen menjadi penting (Beryah Ramdani, 2019).

Proses pembuatan semen Portland memiliki beberapa tahapan yaitu ;

- a. Penambangan di quarry.
- b. Pemecahan di (crushing plant).
- c. Penggilingan (blending).

- d. Pencampuran bahan – bahan.
- e. Pembakaran.
- f. Penggilingan kembali hasil pembakaran.
- g. Penambahan bahan tambah (gypsum).
- h. Pengikatan (packing plant).

Proses pembuatan semen Portland dapat dibedakan menjadi 2, yaitu :

a. Proses Basah

Pada proses basah, sebelum dibakar bahan dicampur dengan air(slurry) dan digiling hingga berupa bubur halus. Proses basah umumnya dilakukan jika yang diolah merupakan bahan – bahan lunak seperti kapur dan lempung.

Bubur halus yang dihasilkan selanjutnya dimasukkan dalam sebuah pengering (oven) berbentuk silinder yang dipasang miring (ciln). Suhu ciln ini sedikit dinaikkan dan diputar dengan kecepatan tertentu. Bahan akan mengalami perubahan sedikit demi sedikit akibat naiknya suhu dan akibat terjadinya sliding didalam ciln. Pada suhu 100° C air mulai menguap dan pada suhu 850° C karbondioksida dilepaskan. Pada suhu 1400° C, berlangsung permulaan perpaduan didaerah pembakaran, dimana akan terbentuk klinker yang terdiri dari senyawa kalsium silikat dan kalsium aluminat. Klinker tersebut selanjutnya didinginkan, kemudian dihaluskan menjadi butir halus dan ditambah dengan bahan gypsum sekitar 1% - 5%.

b. Proses Kering

Proses kering biasanya digunakan untuk jenis batuan yang lebih keras misalnya untuk batu kapur jenis shale. Pada proses ini bahan dicampur dan digiling dalam keadaan kering menjadi bubuk kasar. Selanjutnya bahan tersebut dimasukkan kedalam ciln dan proses selanjutnya sama dengan proses basah.

Sesuai dengan tujuan pemakaiannya semen portland dibagi menjadi 5 tipe, yaitu :

1. Jenis I
yaitu semen portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis-jenis lain.
 2. Jenis II
yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat atau kalor hidrasi sedang.
 3. Jenis III
semen yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah pengikatan terjadi.
 4. Jenis IV
yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan kalor hidrasi rendah.
 5. Jenis V
yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan tinggi terhadap sulfat.
- Sifat dan Karakteristik Semen Portland yaitu :

1. Sifat fisika semen Portland
 - a. kehalusan butir (fineness).
 - b. kepadatan (density).
 - c. konsistensi.
 - d. waktu pengikatan.
 - e. panas hidrasi.
 - f. perubahan volume (kekuatan)
2. sifat kimia semen portland
 - a. senyawa kimia
ada 4 senyawa kimia yang menyusun semen Portland,yaitu :
 1. Trikalsium silikat ($3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$) yang disingkat menjadi C3S.
 2. Dikalsium silikat ($2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$) yang disingkat menjadi C2S.
 3. Trikalsium aluminat ($3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$) yang disingkat dengan C3A
 4. Tertrakalsium aluminoferrit ($4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$) yang disingkat menjadi C4AF
 - b. Sifat kimia
 1. Kesegaran semen.
 2. Sisa yang tak larut (insoluble residue).
 3. Panas hidrasi semen.

2.2.2 Agregat

Agregat merupakan mineral penyusun beton yang merupakan hasil dari alam. Dapat diperoleh dari hasil letusan pegunungan, pengerukan dari sungai/ pantai maupun hasil dari pecahan bongkahan batuan besar. Agregat

menempati sekita 70% - 75% dari volume beton. untuk mendapatkan hasil beton yang berkualitas baik, terdapat dua pengelompokan jenis agregat.

1. Agregat halus

Agregat halus merupakan bahan pengisi rongga-rongga dari agregat kasar yang mempunyai berat jenis 1400 kg/m^3 . Agregat halus harus bersih dari kotoran organik maupun lumpur (tidak lebih dari 5% berat pasir). Agregat halus berperan sebagai perekat antara agregat kasar dan semen. Disamping itu pasir juga berguna untuk mencegah terjadinya segregasi pasta semen dengan agregat kasar.

Butiran pasir pada umumnya berukuran sekitar $0,15\text{mm} - 0,48\text{mm}$. Pasir yang baik memiliki butiran tajam dan kasar serta bersifat kekal, serta tidak mudah hancur karna pengarus cuaca. Menurut Tjokrodimulyo, pasir dapat digolongkan menjadi 3 macam :

1. Pasir galian, dapat diperoleh langsung dari permukaan tanah atau dengan cara menggali terlebih dahulu. Pasir ini biasanya tajam, bersudut berpori, dan bebas dari kandungan garam.
2. Pasir sungai diperoleh langsung dari dasar sungai, yang pada umumnya berbutir halus bulat-bulat akibat proses gesekan, sehingga daya lekat antar butir-butir berkurang. Pasir ini paling baik dipakai untuk memplester tembok.
3. Pasir laut diambil dari pantai, butir-butirnya halus dan bulat akibat gesekan. Banyak mengandung garam yang dapat menyerap kandungan air dari udara. Pasir laut tidak baik digunakan sebagai bahan bangunan.

Ada beberapa factor yang mempengaruhi kuat tekan beton dari pasir yang digunakan dalam campuran. Sifat – sifat agregat sangat berpengaruh pada mutu campuran Beton, yaitu :

1. Berat jenis dan daya serap agregat
2. Serapan air dan kadar air agregat
3. Modulus halus butir
4. Gradasi agregat
5. Ketahanan kimia

6. Kekekalan
7. Perubahan volume
8. Kotoran organik

2. Agregat Kasar

Kandungan agregat kasar dalam campuran beton mengisi 60% - 70% dari volume beton. Agregat kasar berfungsi sebagai stabilitas antara volume dan kekuatan beton. Menurut PBI 1971, kriteria agregat kasar yang digunakan dalam beton adalah sebagai berikut :

1. Agregat kasar untuk beton dapat berupa kerikil sebagai hasil desintegrasi alami dari batuan-batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari pemecahan batu. Pada umumnya yang dimaksudkan dengan agregat kasar adalah agregat dengan besar butir lebih dari 5 mm.
2. Harus terdiri dari butir-butir yang keras dan tidak berpori. Agregat kasar yang mengandung butir-butir pipih hanya dapat dipakai, apabila jumlah butir-butir pipih tersebut tidak melampaui 20% dari berat agregat seluruhnya. Butir-butir agregat kasar harus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh-pengaruh cuaca, seperti terik matahari dan hujan.
3. Agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1% (ditentukan terhadap berat kering). Yang diartikan dengan lumpur adalah bagian-bagian yang dapat melalui ayakan 0,063 mm. Apabila kadar lumpur melampaui 1%, maka agregat kasar harus dicuci.
4. Agregat kasar tidak boleh mengandung zat-zat yang dapat merusak beton, seperti zat-zat yang relatif alkali.
5. Kekerasan dari butir-butir agregat kasar diperiksa dengan bejana penguji dari Rudeloff dengan beban penguji 20 T, dengan mana harus dipenuhi syarat-syarat berikut :
 - Tidak terjadi pembubukan sampai fraksi 9,5 – 19 mm lebih dari 24% berat.

- Tidak terjadi pembubukan sampai fraksi 19 – 30 mm lebih dari 22% berat.
 - Atau dengan mesin pengaus los angeles dengan mana tidak boleh terjadi kehilangan berat lebih dari 50%.
6. Agregat kasar harus terdiri dari butir-butir yang beraneka ragam besarnya dan apabila diayak dengan susunan ayakan yang ditentukan harus memenuhi syarat-syarat berikut :
- Sisa diatas ayakan 3,15 mm, harus 0% berat.
 - Sisa diatas ayakan 4 mm, harus berkisar antara 90% dan 98% berat.
 - Selisih antara sisa-sisa kumulatif diatas dua ayakan berurutan, adalah maksimum 60% dan minimum 10% berat.
7. Berat butir agregat maksimum tidak boleh lebih daripada seperlima jarak terkecil antara bidang-bidang samping dari cetakan, sepertiga dari tebal pelat atau tigaperempat dari jarak bersih minimum diantara batang-batang atau berkas-berkas tulangan. Penyimpangan dari pembatasan ini diijinkan, apabila menurut penilaian pengawas ahli, cara-cara pengecoran beton adalah sedemikian rupa sehingga menjamin tidak terjadinya sarang-sarang kerikil.

Meburut Sukirman (2003), jika ditinjau dari asal kejadiannya agregat kasar dibedakan menjadi beberapa jenis :

1. Batuan beku (igneous rock)
Batuan beku berbentuk kristal dan terbentuk dari proses pembekuan magma.
2. Batuan sedimen (sedimentary)
Batuan yang berbentuk baik dari perbandingan bahan atau material yang tidak larut dari pecahan batuan yang ada atau sisa anorganik dari binatang laut.
3. Batuan metamorf

Batuan yang berasal dari batuan sedimen atau batuan beku yang mengalami proses perubahan bentuk akibat adanya perubahan tekanan dan temperatur dari kulit bumi.

3. Air

Peranan air dalam proses pembuatan beton cukup penting. Air tersebut berpengaruh terhadap pembuatan pasta semen, yaitu dapat dikerjakan, adukan beton, kekuatan susut dan keawetanya. Selain itu berpengaruh pada kelangsungan reaksi dari portland cement sehingga dihasilkan kekerasan dan kekuatan sesudah beberapa waktu.

Menurut SNI 03-2834-2000, faktor air semen sangat mempengaruhi kekuatan beton. Kelebihan jumlah air akan menyebabkan banyaknya gelembung air dan akan memperlama proses hidrasi. Sedangkan kekurangan air akan menyebabkan kesulitan dalam proses pemadatan dan tidak tercapai seluruh proses hidrasi. Pada umumnya penggunaan air semen sekitar 0,4 – 0,65.

Penggunaan air pada campuran beton dapat dipengaruhi oleh beberapa factor dibawah ini :

1. Jika jumlah agregat halus sedikit, maka air yang dibutuhkan semakin sedikit juga.
2. Semakin banyak jumlah agregat kasar, air yang dibutuhkan semakin menurun.
3. Bentuk agregat kasar, untuk bentuk batu bulat air yang dibutuhkan menurun sedangkan untuk batu pecah air yang digunakan semakin meningkat.

2.3. Jenis-Jenis Beton

A. Beton mortar terdiri atas mortar, pasir, dan air. Ada tiga jenis mortar yang sering digunakan antara lain semen, kapur, dan lumpur.

B. Beton Non Pasir (Beton Pervious)

Sesuai dengan namanya, beton ini tidak menggunakan pasir. Hanya tersusun dari batu, semen dan air. Beton non-pasir biasanya digunakan pada pembuatan struktur ringan, kolom dan dinding sederhana. Bata beton serta buis beton.

C. Beton Bertulang

Menurut SNI 03-2847-2002 pasal 3.13 mendefinisikan beton bertulang adalah beton yang ditulangi dengan luas dan jumlah tulangan yang tidak kurang dari nilai minimum yang disyaratkan dengan atau tanpa prategang, dan direncanakan berdasarkan asumsi bahwa kedua bahan tersebut bekerja sama dalam memikul gaya-gaya. Beton bertulang terbuat dari gabungan antara beton dan tulangan baja. Oleh karena itu, beton bertulang memiliki sifat yang sama seperti bahan-bahan penyusunnya yaitu sangat kuat terhadap beban tekan dan beban tarik. Beton bertulangan sering digunakan pada bangunan berlantai, jembatan, kolom dan lain sebagainya.

D. Beton Hampa

Beton jenis ini banyak digunakan untuk pembangunan gedung-gedung tinggi, karena memiliki kekuatan yang cukup tinggi. Hal ini disebabkan karena proses penyedotan air pengencer adonan beton dengan alat vakum sehingga adonan hanya mengandung air yang sudah tercampur dengan semen saja.

E. Beton Ringan

Beton ringan dibuat dengan memakai agregat yang berbobot ringan. Seringkali ditambahkan zat aditif yang dapat menyebabkan terbentuknya gelembung-gelembung udara di dalam adonan beton. Banyaknya gelembung udara yang terjadi menyebabkan volume adonan juga semakin besar sementara bobotnya lebih ringan dibandingkan beton lain dengan volume yang sama. Beton ringan biasanya digunakan untuk dinding non-struktural.

F. Beton Pra-Tegang

Menurut PBI – 1971 beton prategang adalah beton bertulang dimana telah ditimbulkan tegangantegangan intern dengan nilai dan pembagian yang sedemikian rupa hingga tegangan-tegangan akibat beton-beton dapat dinetralkan sampai suatu taraf yang diinginkan.

G. Beton Pra-Cetak

Merupakan beton yang dibuat diluar proyek, biasanya buatan pabrik agar kualitas yang dihasilkan baik.

H. Beton Silkop

Adalah beton yang menggunakan bahan tambahan agregat yang berukuran besar (sekitar 15-20 cm) dalam adonan beton. Biasanya digunakan pada bangunan jembatan atau bendungan

I. Beton Massa

Beton Massa adalah beton yang dibuat dengan kapasitas yang banyak, melebihi dari yang dibutuhkan. Dengan perbandingan volume dan luas permukaan yang sangat tinggi. Biasanya diaplikasikan dalam pembangunan bendungan, pondasi besar dan pilar bangunan.

J. Beton Serat

Beton yang dibuat dengan penambahan serat tertentu kedalam adonan, seperti kawat baja, asbestos bahkan tumbuh-tumbuhan. Penambahan serat bertujuan menambah kekuatan beton agar tidak mudah retak.

2.4. Abu Batu Bata

Batu bata merupakan salah satu elemen (material) pendukung dalam pendirian sebuah bangunan, terbuat dari tanah hitam (humus) dan tanah kuning (tanah liat). Bahan utama batu merah adalah tanah dan air. Bentuk dan ukuran tanah bervariasi.

Abu batu bata adalah hasil dari pemecahan batu bata yang dipecahkan di mesin Los Angeles Lab. Beton hingga sampai lolos saringan no 100, 200 dan PAN. Alumina dan silika merupakan unsur utama pada abu batu bata dimana didapatkan dari hasil perpaduan antara tanah liat dan pasir yang merupakan bahan utama pembuatan batu bata. Bahan dasar pembuatan batu bata terdiri dari lempung (tanah liat) 50 % - 60 %, pasir berkisar 30 % - 50 %, dan air secukupnya. Sampai diperoleh campuran yang bersifat plastis dan mudah dicetak (Hendro Suseno). Menurut Hendro Suseno, (2010). Batu bata umumnya memiliki kandungan senyawa kimia silika oksida (SiO_2) berkisar 55 % - 65 % dan alumina oksida (Al_2O_3) berkisar 10 % - 20 %. Berikut merupakan komposisi senyawa kimia batu bata

Tabel 2.1 Kandungan Zat Kimia Batu Bata

Abu Sisa Batu Bata	
Unsur	Kandungan (%)
Silica	60,6 %
Alumina	19,2 %
Fluorida	8,1 %
Kalsium	2,5 %
Magnesia	2,9%

Sumber: Hendro Suseno (2010)

2.4.1 Zat Kimia yang Terdapat pada Abu Bata dan Semen

Kandungan zat kimia yang terdapat di Abu Bata dan semen adalah sebagai berikut:

Tabel: 2.2 Kandungan zat kimia Abu Bata dan Semen

Kandungan Zat Kimia	
Unsur Abu Bata	Unsur Semen
Silika	Kalsium
Aluminium	Silika
Feroksida	Aluminium
Kalsium	Feroksida
Magnesium	Magnesium
	Alkalis
	Sulfur

(Sumber: Hasil Penelitian)

Jika dilihat dari table diatas ada beberapa unsur kimia yang sama yang terdapat di semen dan abu bata, yaitu silika (SiO_2), Alumina (Al_2O_3), kalsium (CaO), Magnesia (MgO), Fluorida (Fe_2O_3).

2.5. Bahan Tambahan (Admixture)

Admixture adalah bahan – bahan yang ditambahkan ke dalam campuran beton pada saat atau selama pencampuran berlangsung. Fungsi dari bahan ini adalah untuk mengubah sifat-sifat dari beton agar menjadi lebih cocok untuk pekerjaan tertentu, atau untuk menghemat biaya. Secara umum admixture terdiri dari dua jenis bahan tambah yaitu bahan tambah kimiawi (chemical admixture) dan bahan tambah mineral (additive). Bahan tambah admixture ditambahkan saat saat pengadukan dan atau saat pelaksanaan pengecoran (placing) sedangkan bahan tambah aditif yaitu yang bersifat mineral ditambahkan saat pengadukan dilaksanakan.

Bahan tambah kimia biasa digunakan untuk mengubah perilaku beton saat pelaksanaan pekerjaan sedangkan bahan tambah aditif merupakan bahan tambah yang lebih banyak bersifat penyemenan jadi bahan tambah aditif lebih banyak digunakan untuk perbaikan kinerja kekuatannya.

1. Bahan tambah kimiawi (chemical admixture)

Menurut standar ASTM C 494 (1995 ; 254) dan pedoman Beton 1989 SKBI.1.4.5.3.1989 (ulasan pedoman beton 1989 ; 29), jenis bahan tambah kimia dibedakan menjadi tujuh tipe bahan tambah yaitu :

a Tipe A : *Water reducing admixture*

Water – Admixture adalah bahan tambah yang mengurangi air pencampuran yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu .

b Tipe B : *Retarding admixture*

Retarding Admixture adalah bahan tambah yang berfungsi untuk menghemat waktu pengikatan beton .

c Tipe C : *Accelerating admixcure*

Accelerating Admixtures adalah bahan tambah yang berfungsi untuk mempercepat pengikatan dan pengembangan kekuatan awal beton.

d Tipe D : *Water reducing and retarding admixture*

Water Reducing and Retarding Admixtures adalah bahan tambah yang berfungsi ganda yaitu mungurangi jumlah air pencampuran yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu dan menghambat pengikatan awal.

e Tipe E : *Water reducing and accelerating admixture*

Water Reducing and accelerating Admixtures adalah bahan tambah yang berfungsi ganda yaitu mengurangi jumlah air pencampur yang diperlukan unuk menghasilkan beton yang konsistensinya tertentu da mempercepat pengikatan awal.

f Tipe F : *Water reducing, hing range admixture*

Water Reducing , High Range Admixtures adalah bahan tambah yang berfungsi untuk mengurangi jumlah air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu, sebanyak 12% atau lebih.

g Tipe G : *Water reducing, hing range retarding admixtures*

Water Reducing, High Range Retarding Admixtures adalah ahan tambah yang berfungsi untuk mengurangi jumlah air pencampur yang diperlukan untuk menghasulkan beton dengan konsistensi tertentu.

2. Bahan tambah berupa mineral (additive)

Bahan tambah additive merupakan bahan tambah yang lebih banyak bersifat peyemenan, sehingga bahan additive lebih banyak digunakan untuk perbaikan kinerja kekuatan, beberapa keuntungan penggunaan bahan tambah mineral ini antara lain :

1. Memperbaiki kinerja workability.
2. Mengurangi panas hidrasi.
3. Mengurangi biaya pekerjaan beton.
4. Mempertinggi daya tahan terhadap serangan sulfat.
5. Mempertinggi daya tahan terhadap serangan reaksi alkali- silika.
6. Memeperinggi usia beton.
7. Mempertinggi kekuatan tekan beton
8. Mempertinggi keawatan beton.
9. Mengurangi penyusutan.
10. Mengurangi porositas dan daya serap air dalam beton.

Beberapa macam bahan tambah additive adalah :

- a. Abu batu bata (fly ash) adalah serbuk batu bata .
- b. Slag, adalah produk non-metal yang merupakan material berbentuk halus, glanular hasil pembakaran yang kemudian didinginkan, misalkan dengan mencelupkan kedalam air.

Keuntungan penggunaan slag dalam campuran beton adalah sebai beriku (Lewis, 1982) :

- a. Mempertinggi kekuatan tekan beton
- b. Menaikan rasio antara kelenturan dan kuat tekan beton
- c. Mengurangi variasi kekuatan tekan beton
- d. Mempertinggi kerahanan terhadap sulfat dalam air laut
- e. Mengurangi serangan alkali-silika
- f. Mengurangi panas hidrasi dan menurunkan suhu
- g. Memeperbaiki penyelesaian akhir dan memberi warna cerah pada beton
- h. Mempertinggi keawetan kareena pengaruh perubahan volume
- i. Mengurangi porsitas dan serangan klorida
- j. Silica fume adalah material pozzoland yang halus, dimana komposisi silica lebih banyak dihasilkan dari tanur tinggi atau sisa produksi silicon atau alloy besi silicon (gabungan antara microsilica dengan silica fume).
- k. Penghalus gradasi (finely devided mineral admixture) digunakan untuk memperhalus perbedaan-perbedaan pada campuran beton dengan memberikan ukuran yang tidak atau kurang dalam agregat.

2.6. Pengujian Mortar

Salah satu material yang paling banyak digunakan pada kegiatan pembangunan dalam bidang teknik sipil adalah beton dan mortar. Beton dan mortar banyak digunakan sebagai material konstruksi karena kemudahan dalam memperoleh bahan-bahan penyusunannya serta kemudahan dalam pengerjaannya.

Kualitas beton dan mortar dipengaruhi oleh bahan-bahan penyusunannya, penggunaan bahan penyusun yang sesuai dengan spesifikasi akan menghasilkan beton dan mortar yang baik (Lado et al. 2018).

Kuat tekan mortar sering digunakan sebagai kriteria dasar pembagian jenis mortar, karena pengukuran tekan mortar lebih mudah dan biasanya dapat langsung dihubungkan dengan kemampuan mortar lainnya seperti kuat tarik dan daya serap mortar (ASTM C 270). Kuat tekan mortar dilakukan dengan benda uji mortar dengan dimensi 5x5x5 cm sebanyak 12 buah benda uji.

Kuat tekan mortar tersebut:

$$f'_c = \frac{P}{A} \quad 2.1$$

Dengan :

f'_c = kuat tekan (Mpa)

P = gaya tekan (N)

A = Luas permukaan tekan (mm²)

2.7. PENGUJIAN BETON

Campuran beton direncanakan dengan suatu asumsi bahwa sifat-sifat beton apabila setelah mengeras sangat bergantung pada sifat-sifat komposisi campurannya. Agar beton dapat mencapai sifat-sifat keras yang dikehendaki, maka beton harus dipadatkan dengan keseragaman yang baik. Apakah suatu campuran beton dapat dipadatkan dengan baik atau tidak, hal tersebut sangatlah bergantung pada sifat-sifat beton segar itu sendiri. Pengujian tersebut dikenal dengan istilah uji slump atau konsistensi campuran beton. Setelah beton mengeras atau berhentinya proses hidrasi, maka terbentuklah suatu benda padat dan keras dengan sifat-sifat tertentu. Sifat-sifat tersebut perlu diketahui untuk dapat digunakan dalam perencanaan, atau untuk mengevaluasi kekuatan yang ditargetkan, kekuatan beton keras untuk perkerasan kaku yang disyaratkan yaitu kekuatann tekan (compressive strength).

2.7.1 Pengujian Beton Segar

Pengujian beton segar yang dilakukan untuk penelitian ini adalah slump test. Slump test merupakan pengujian yang dilakukan untuk mengetahui kekentalan beton segar, test slump yaitu kerucut slump dengan tinggi 30 cm dengan diameter atas 10 cm dan diameter bawah 20 cm (ASTM C143), batang baja penumbuk dengan ukuran diameter 16 mm dengan panjang 60 cm dengan ujung berbentuk seperti peluru, plat baja yang digunakan dengan diameter 50 cm, penggaris atau meter dan kain lap pembersih, dari kekentalan beton tersebut kita mendapatkan nilai slump, jika nilai slump semakin besar, maka beton segar semakin encer dan begitu juga sebaliknya. Faktor yang mempengaruhi nilai slump faktor – faktor yang mempengaruhi slump ialah kuantitas air yang digunakan, untuk ukuran agregat yang digunakan. Hubungan kuat tekan beton dengan nilai slump adalah semakin tinggi nilai slump, maka semakin tinggi kuat tekannya.



Gambar 2. 1 Alat pengujian Slump Test

2.7.2 Pengujian Beton Keras

Setelah beton mengeras ada beberapa pengujian yang dilakukan, pengujian ini untuk memastikan kelayakan beton. Berikut ini beberapa jenis pengujian beton yang sudah mengering. Uji kuat tekan (compression Test) ini dilakukan dengan memberikan tekanan pada sampel beton hingga hancur, sehingga mendapatkan nilai kuat tekan. Adapun cara pengujian ini adalah sebagai berikut :

Persiapkan beton yang sudah mengeras berbentuk slinder, dengan diameter 15cm dan tinggi 30cm.

Masukan sampel kedalam alat kuat tekan.

Lalu nyalakan alat, hingga benda uji hancur, catat nilai kuat tekan yang didapat.



Gambar 2.2 Alat Kuat Tekan Contorls Milano-Italy

2.8. Kuat Tekan Beton

Kuat Tekan beton adalah besarnya beban persatuan luas yang mampu membuat benda uji hancur akibat dibebani atau ditekan oleh gaya tertentu yang dapat dihasilkan oleh mesin tekan didalam SK SNI M-14-1989-E disampaikan bahwa pengertian kuat tekan beton ialah besarnya beban persatuan luas yang menyebabkan benda uji beton hancur apabila dibebani gaya tekan tertentu, oleh mesin tekan.

2.8.1. Kuat Tekan Masing-Masing Benda Uji

Kuat tekan masing –masing benda uji dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$f^c = \frac{P_i}{A} \times \frac{1}{f_u} \quad 2.2$$

Dimana :

f^c = kuat tekan pada umur (hari) yang di dapat dari benda uji

P_i = beban maksimum (N)

A = luas penampang benda uji (mm²)

fu = Faktor umur

2.8.2. Kuat Tekan Rata-rata

Devisi Standar didapat dari pengalaman di lapangan selama produksi beton menurut rumus:

$$\bar{f}'_{ci} = \frac{\sum f'_{ci}}{N} \quad 2.3$$

Dengan :

f'_{cr} = kuat tekan rata – rata

$\sum f'_{ci}$ = jumlah kuat tekan masing – masing benda uji

N = Jumlah benda uji

2.8.3. Deviasi Standar

Devisi standar dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$SD = \sqrt{\frac{\sum (f'_{ci} - \bar{f}'_{cr})^2}{(N-1)}} \quad 2.4$$

Dengan :

SD = Deviasi Standar

f'_{cr} = Kuat tekan rata – rata

f'_{ci} = Kuat tekan masing – masing benda uji

Tabel 2.3 Faktor pengali (k) deviasi standar

Jumlah Data	30	25	20	15	< 15
Faktor Pengali	1,00	1,03	1,08	1,15	-

(Sumber : SNI 03-2834-1993)

Tabel 2.4 Nilai deviasi standar pengendalian mutu pekerjaan

Tingkat Pengendalian Mutu	Sd
Memuaskan	2,8
Sangat Baik	3,5
Baik	4,2
Cukup	5,6
Jelek	7,0
Tanpa Kendali	8,4

(Sumber : SNI 03-2834-1993)

2.8.4. Kuat Tekan Beton

$$f^{\prime}c = f^{\prime}cr - 1,64 \times SD$$

2.5

Dengan :

$f^{\prime}c$ = Kuat Tekan beton

$f^{\prime}cr$ = Kuat Tekan Rata – rata

SD = Deviasi Standar

1,64 =Tataapan static yang nilainya tergantung pada persentase kegagalan hasil uji sebesar maks 5%

2.9. Penelitain Terdahulu

Penelitian terdahulu akan memudahkan dalam menentukan langkah-langkah yang sistematis untuk penyusunan penelitian dari segi teori dan konsep. Penelitian terdahulu dapat digunakan sebagai acuan atau referensi untuk memudahkan membuat penelitian secara keseluruhan. Penelitian terdahulu tentang penggunaan Limbah batu bata sebagai bahan eksperimen telah beberapa kali dilakukan, seperti yang pernah dilakukan.

Tabel 2.5 penelitian Terdahulu

Nama peneliti	Judul penelitian	Hasil Dan Kesimpulan
Lisa Dwi Rusgiana	Penambahan Tumbukan Batu Bata Terhadap Kuat Tekan Mortar	Penambahan tumbukan batu bata sebagai bahan tambah semen dengan presentase 7,5% merupakan penambahan paling optimum dalam membantu proses pengikatan hidrasi semen.
Haris	Studi Eksperimental Kuat Tekan Beton dengan Mensubtitusikan Limbah Batu Bata Pada Semen.	Dengan mengganti serbuk limbah batu bata 25% pada semen terjadi penurunan kuat tekan yaitu 19,55 pada Mpa dari beton normal yang kuat tekannya mencapai 26,27 Mpa (terjadi penurunan 25,59). Hal ini dikarenakan berkurangnya daya ikat semen terhadap campuran bila semakin banyak serbuk limbah batu bata yang digunakan.
Ramli Humanti	Pengaruh Penambahan Campuran Material Batu Bata Terhadap Kuat Tekan Pada Paving Stone	Hasil kuat tekan yang diuji di laboratorium menunjukkan nilai kuat tekan rata-rata pada umur 28 hari untuk komposisi campuran pasir : semen : abu batu : tumbukan batu bata

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Pengertian

Metode penelitian merupakan Langkah yang dilakukan dalam penelitian untuk mendapatkan data kuantitatif maupun kualitatif. Metode penelitian menggambarkan rancangan penelitian, meliputi langkah-langkah yang dilakukan didalam penelitian, sumber data maupun waktu pelaksanaan.

3.2. Standart Penelitian

Standart yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Standart Nasional Indonesia tentang Tata Cara Perhitungan Struktur Bangunan Untuk Gedung (**SK - SNI 03 – 2847 – 2013**)
2. Peraturan Beton Bertulang Indonesia (**PBI 1971**)

Pemeriksaan bahan penyusun beton yang digunakan dalam penelitian ini :

1. **SNI 03-2530-1991** tentang Metode Pengujian Kehalusan Semen Portland
2. **SNI 15-2049-1994** tentang Semen Portland
3. **SNI 2816:2014** tentang Metode Uji Bahan Organik dalam Agregat Halus Untuk Beton
4. **SNI 03-1968-1990** tentang Metode Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar & Halus
5. **SNI 2417:2008** tentang Cara Uji Keausan Agregat dengan Mesin Arasi Los Angeles.
6. **SNI 1969:2008** tentang Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar.
7. **SNI 1970:2008** 7 tentang Cara Uji Berat Jenis dan Jenyerapan Air Agregat Halus.
8. **SNI 03 – 1971 – 1990** tentang Metode Pengujian Kadar Air Agregat

3.3.Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini dilakukan di Laboratorium Beton/ Konstruksi Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil. Universitas HKBP Nommensen Medan.

3.4. Pembuatan Abu Batu Bata dalam campuran beton

1. Alat dan bahan

Peralatan dan bahan yang digunakan dalam proses pembuatan abu bata

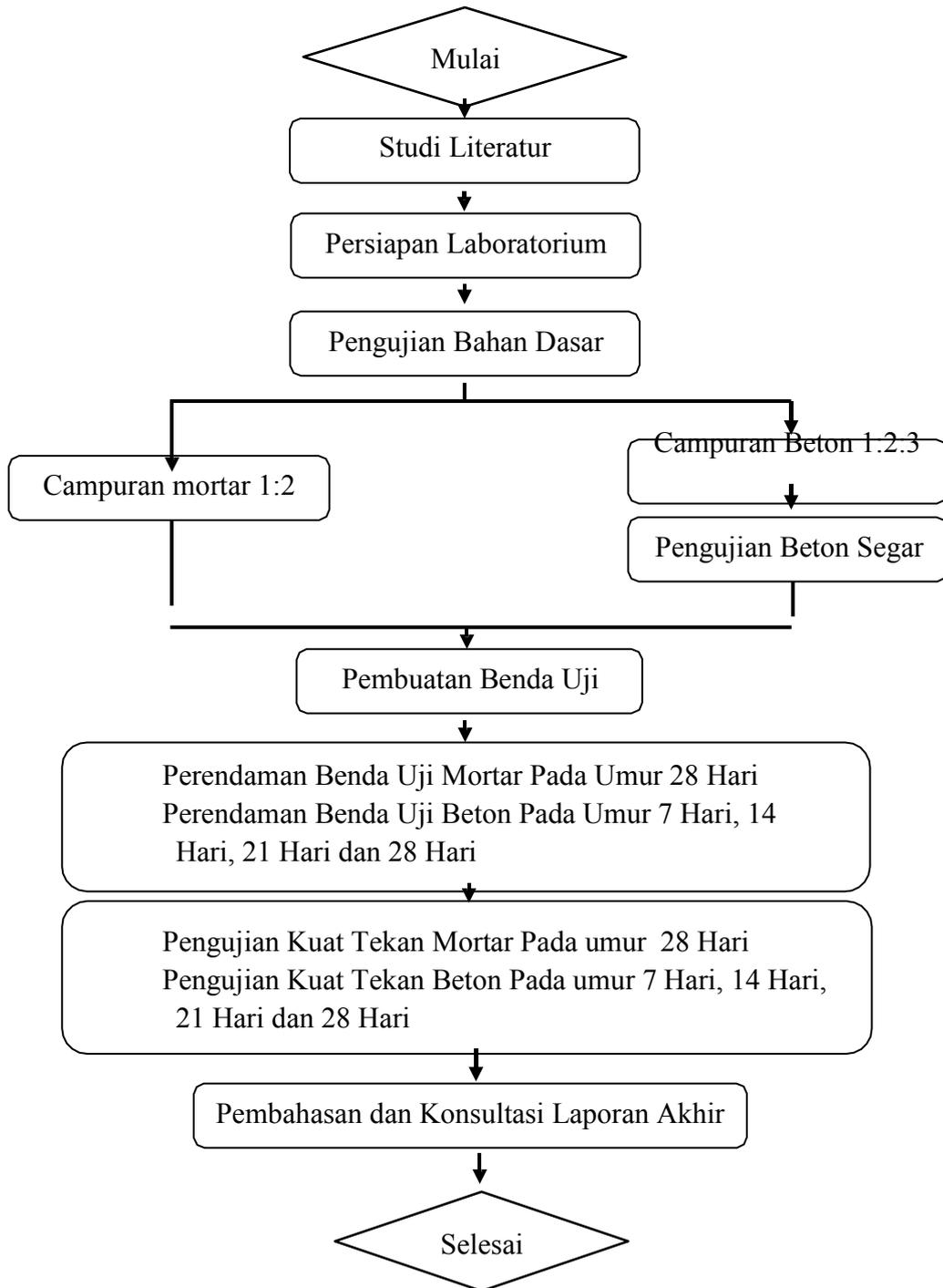
- a. Batu bata merah
- b. Mesin Los Angeles
- c. Panci/wadah
- d. Saringan

2. Proses pekerjaan

Adapun proses pekerjaan yang dilakukan untuk mendapatkan abu bata sesuai kebutuhan yang diperlukan yaitu;

- a. Siapkan batu bata yang digunakan
- b. Siapkan mesin Los Angeles dan Bola-Bola Baja
- c. Masukkan batu bata seperlunya dan Bola-Bola Baja kedalam mesin Los Angeles.
- d. Kemudian nyalakan mesin Los Angeles, tunggu sampai 15-20 menit kemudian matikan mesin Los Angeles.
- e. Setelah itu ambil abu batanya
- f. Lakukan proses penyaringan dengan menggunakan saringan no 100,200 dan PAN
- g. Abu yang telah lolos saringan yang akan digunakan sebagai bahan pengganti sebagian semen

3.5. Tahap pelaksana penelitian



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian kuat tekan beton dan mortar

3.6. Persiapan Bahan Penyusun Beton

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Semen

Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen Portland tipe I. dengan merek Semen Andalas. Ukuran kemasan 40 Kg/zak.

b. Agregat Halus

Agregat halus yang digunakan adalah pasir yang berasal dari Binjai.

c. Agregat Kasar

Agregat Kasar yang digunakan adalah batu pecah yang berasal dari Patumbak.

d. Bahan Pengganti Semen

Bahan pengganti semen yang digunakan adalah abu sisa batu bata.

e. Air

Air yang digunakan untuk pengadukan beton adalah air bersih. Berasal dari Laboratorium Beton/ Konstruksi, Universitas HKBP Nommensen Medan.

3.6.1. Variabel dan parameter

Variabel adalah atribut dari sekelompok objek yang mempunyai variasi antara satu objek dengan objek lainnya. Variabel dalam penelitian ini campuran beton dengan mensubstitusi sebagian semen dengan abu sisa batu bata. Pada penelitian ini jumlah sampel ditentukan masing-masing 3 sampel tiap umur yang ditetapkan.

Tabel 3. 1 Jumlah Sampel Benda Uji kuat tekan Beton

KELOMPOK	JUMLAH PENGUJIAN KUAT TEKAN PADA UMUR				JUMLAH BENDA UJI
	7 Hari	14 Hari	21 Hari	28 hari	
Beton Normal	3	3	3	3	12
Beton Eksperimen :					
6 % SKU dari berat semen	3	3	3	3	12

8 % SKU dari berat semen	3	3	3	3	12
10 % SKU dari berat semen	3	3	3	3	12
JUMLAH	12	12	12	12	48

3.6.2. Peralatan yang digunakan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

a) Saringan

Ada beberapa pengujian yang dilakukan dengan alat ini, seperti :

1. Analisa Saringan Agregat Kasar & Halus. Diameter saringan yang digunakan untuk Agregat Kasar adalah 31,5mm ; 25,4mm ; 19,0mm ; 12,5mm ; 9,5mm ; 4,75mm dan PAN. Sedangkan untuk Agregat Halus berdiameter 9,5mm ; 4,75mm ; 2,36mm ; 1,18mm ; 0,6mm ; 0,3mm ; 0,15mm ; 0,075mm ; dan PAN.
2. Penyaringan Abu Batu Bata
Saringan yang digunakan untuk menyaring Abu Batu Bata adalah nomor 200 serta PAN.
3. Kehalusan Semen Portland
Menggunakan saringan nomor 100, 200 dan PAN.
4. Konsistensi Normal Semen Portland
Menggunakan saringan nomor 200 dan PAN
5. Pemeriksaan Zat Organik dalam Agregat Halus
Saringan yang digunakan berdiameter 4,75mm
6. Pengikat Awal Semen Portland
Menggunakan saringan nomor 100 dan PAN
7. Keausan Agregat Kasar dengan Mesin Los Angels
Menggunkan saringan berdiameter 37,5 ; 35 ; 19 ; 12,5 ; 9,5 ; PAN
8. Berat Jenis & Penyerapan Agregat Kasar
Menggunkan diameter saringan yang lewat 31,5mm dan tertahan di 4,75mm

b) Minyak Solar

Digunakan untuk mengoles pada cetakan slinder, agar mudah saat pengeluaran sampel

c) Timbangan

Untuk mengukur berat sampel agar sesuai dengan kebutuhan

d) Sikat

Digunakan untuk membersihkan saringan setelah digunakan.

e) Tongkat pematik

Digunakan untuk memadatkan mortar saat dimasukkan ke slinder.

f) Mould

Digunakan untuk tempat Ketika percobaan konsistensi normal semen Portland.

g) Mesin Penggetar

Digunakan untuk menggetarkan sampel saat penyaringan sampel.

h) Oven

Digunakan untuk mengeringkan sampel benda uji.

i) Sekop

Untuk memindahkan sampel pasir, batu, maupun mortar.

j) Molen

Digunakan untuk mengaduk campuran beton.

k) Slinder

Slinder yang digunakan mempunyai ukuran tinggi 30cm dan berdiameter 15cm.

l) Mesin Los Angeles

Digunakan untuk pengujian Keausan Agregat Kasar.

m) Sendok semen

Digunakan untuk memindahkan sampel. Baik semen, pasir, maupun mortar.

n) Kerucut Abrams

Digunakan untuk percobaan Slump Test. Diameter bawah sebesar 300mm dan diameter atas sebesar 200mm.

o) Talam

Digunakan untuk tempat sampel sampai kering SSD

- p) Vicat
Digunakan untuk pengujian Daya Ikat Semen Portland
- q) Alat Tekan
Digunakan untuk menguji kuat tekan beton, alat yang digunakan bernama Controls Milano – Italy
- r) Ember
Digunakan untuk menampung sampel ataupun air.
- s) Mistar/ Meteran
Digunakan untuk mengukur panjang atau tinggi sampel.

3.6.3 Pengujian Bahan Penyusun

Pengujian bahan penyusun peruntukkan pada agregat halus, agregat kasar, semen dan bahan pengganti (abu batu bata). Pengujian bahan penyusun dilakukan agar bahan penyusun sesuai dengan standart yang telah ditetapkan. Dengan dilakukan pengujian pada bahan penyusun diharapkan akurat, agar proporsi campuran pada beton menghasilkan mutu beton yang diharapkan. Apapun pengujian yang dilakukan pada bahan penyusun beton adalah sebagai berikut :

3.6.4 Analisa Saringan (SNI 03-1968-1990)

Ialah penentuan persentase berat butiran agtegat yang lolos dari satu set saringan kemudian angka-angka persentase digambarkan pada grafik pembagian butir. Metode ini dimaksudkan sebagai pegangan dalam pemeriksaan untuk menentukan pembagian butir (gradasi) agregat halus dan agregat kasar dengan menggunakan saringan. Tujuan pengujian ini ialah untuk memperoleh distribusi besaran atau jumlah persentase butiran baik agregat halus maupun agregat kasar. Distribusi yang diperoleh dapat ditunjukkan dalam table atau grafik. Prosedur pengujian ini adalah sebagai berikut :

- a. Sediakan sampel sesuai dengan kebutuhan
- b. Siapkan saringan dengan, lalu susun dengan urutan sebagai berikut:
 - Agregat Kasar adalah 31,5mm ; 25,4mm ; 19,0mm ; 12,5mm ; 9,5mm ; 4,75mm dan PAN.
 - Agregat Halus berdiameter 9,5mm ; 4,75mm ; 2,36mm ; 1,18mm ; 0,6mm ; 0,3mm ; 0,15mm ; 0,075mm ; dan PAN.
- c. Masukkan sampel kedalam saringan, lalu tutup.

- d. Kemudian letakkan susunan saringan diatas mesin penggetar, lalu nyalakan mesin selama 15 menit.
- e. Setelah 15 menit angkat saringan dari mesin penggetar.
- f. Lalu timbang berat agregat dari tiap nomor saringan.

3.6.5. Kadar Air Agregat (SNI 03 – 1971 – 1990)

Kadar air agregat adalah banyaknya air yang terdapat dalam agregat tersebut dalam satuan banding dengan berat keseluruhan dari agregat. Prosedur pengujian kadar air agregat adalah sebagai berikut :

- a. Siapkan agregat kasar yang lolos saringan $\square 31,5$ mm dan tertahan di $\square 4,75$ mm sebanyak 6000 gram.
- b. Rendam benda uji kedalam dua ember berisi air (@3000 gram) selama ± 24 jam.
- c. Kemudian cuci agregat dengan kain agar tercapai kering SSD. Kemudian masukan agregat kedalam plastik, timbang dan catat beratnya ($W_2 = W_3 + W_1$).
- d. Masukan benda uji kedalam oven selama 24 jam
- e. Lalu keluarkan benda uji dan biarkan beberapa saat supaya beratnya konstan, kemudian timbang dan catat beratnya ($W_3 = W_2 + W_1$).

3.6.6. Kehalusan Semen Portland (SNI 03-2530-1991)

Metode pengujian ini digunakan untuk menentukan nilai kehalusan semen portland dengan cara penyaringan. Metode ini dimaksudkan sebagai acuan dan pegangan untuk melakukan pengujian kehalusan semen portland dengan cara penyaringan dan selanjutnya dapat digunakan dalam pengendalian mutu semen. Kehalusan semen portland adalah perbandingan berat benda uji yang tertahan di atas saringan no. 100 dan 200 dengan berat benda uji semula.

Cara pengujiannya adalah :

- a. Susun saringan no. 100 di atas no. 200 serta pan,
- b. Timbang berat benda uji kemudian masukkan ke dalam saringan no. 100 dan tutup.
- c. Selanjutnya goyang susunan saringan perlahan-lahan selama 3-4 menit.

- d. Lepaskan pan kemudian saringan diketok dengan menggunakan tongkat kuas secara perlahan-lahan sehingga partikel halus yang menempel terlepas dari saringan.
- e. Selanjutnya penyaringan digoyang-goyang lagi.
- f. Lanjutkan penyaringan dengan cara menggerakkan saringan ke kiri dan ke kanan sambil posisi saringan dimiringkan sedikit.
- g. Terakhir hitung perbandingan berat bagian benda uji yang tertahan di atas saringan.
- h. Angka perbandingan tersebut adalah kehalusan semen portland.

3.6.7. Pemeriksaan Berat Jenis Semen Portland (SNI 03-2531-1991)

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui cara pengujian dan menentukan berat jenis Portland Cement Composit (PCC). Berat jenis semen Portland komposit tidak sama dengan berat jenis semen Portland biasa. Apabila semen Portland memiliki berat jenis kisaran 3,0 - 3,2 maka semen Portland komposit memiliki berat jenis kurang dari 3,00. Untuk mengetahui berat jenis semen maka digunakan rumus sebagai berikut.

Prosedur pengujian :

- a. Mengisi Labu Le Chatlier kapasitas 24 ml dengan kerozen/ minyak tanah sampai memenuhi skala antara 0 dan 1, kemudian membersihkan dan mengeringkan bagian atas permukaan kerozen
- b. dengan menggunakan kawat yang dibalut dengan tissue.
- c. Meletakkan Labu Le Chatlier yang berisikan kerozen di ruang yang bersuhu tetap selama 15 menit untuk menyamakan suhu cairan(kerozen) dengan suhu ruangan 24,5°C.
- d. Mengamati dan mencatat volume awal (V1) dengan membaca skala pada Labu Le Chatlier.
- e. Menimbang Semen Portland Komposit 60,6 gram, kemudian memasukkan Semen Portland Komposit yang telah ditimbang kedalam Labu Le Chatlier secara perlahan menggunakan spatula dan corong kaca. Jika saluran masuk terhambat, dapat dibantu dengan menusukkan kawat ke saluran yang terhambat. Diupayakan sementidak menempel di dinding Labu Le Chatlier.

Apabila semen menempel di dinding Labu Le Chatlier, maka putar Labu Le Chatlier secara perlahan.

- f. Meletakkan kembali Labu Le Chatlier yang berisikan semen dan kerogen di ruangan yang bersuhu 24,5°C selama 15 menit.
- g. Memutar benda uji secara perlahan sampai tidak terdapat gelembung udara.
- h. Apabila gelembung udara tidak timbul kembali, kemudian membaca volume akhir (V₂) dengan skala yang terdapat pada Labu Le Chatlier.

3.6.8. Konsistensi Normal Semen Portland (SNI 03 – 6287 – 2002)

Konsistensi normal semen Portland adalah banyaknya air campuran dalam pasta beton untuk menentukan waktu pengikatan semen standart. Percobaan ini menggunakan alat Vicat. Perosedur percobaan ini adalah sebagai berikut :

- a. Sediakan semen sebanyak 300 gram yang lolos saringan No.200.
- b. Untuk mendapatkan konsistensi normal, dilakukan beberapa kali percobaan. Yaitu dengan kadar air 26% - 28%.
- c. Masukkan air sebanyak persentase yang ditentukan kedalam mangkok pengaduk.
- d. Masukkan benda uji kedalam mangkok dan diamkan selama 30 menit.
- e. Jalankan mesin pengaduk dengan kecepatan (140 lebih kurang 5) rpm, selama 30 detik.
- f. Hentikan mesin pengaduk selama 15 detik,, untuk/ sambal membersihkan pasta semen yang menempel di pinggir mangkok.
- g. Kemudian jalankan mesin pengaduk dengan kecepatan (285 lbih kurang 100) rpm, selama 60 detik.
- h. Buatlah pasta berbentuk bola dengan menggukan sarung tangan plastic. Kemudian dilemparkan enam kali dari satu tangan ke tangan yang satunya dengan jarak 15 cm.
- i. Kemudian masukan dan padatkan kedalam cincik konik yang telah dialaskan pelat. Kelebihan pasta pada permukaan cincin konik diratakan dalam posisi miring terhadap permukaan cincin.
- j. Letakkan pelat kaca diatas lubang besar cincin konik, balik, ratakan dan licinkan.

- k. Setelah selesai letakkan cincin konik dibawah jarum Vicat. Letakkan di tengah-tengah. Kemudian jatuhkan jarum Vicat dan catat penurunan yang berlangsung 30 detik.
- l. Lakukan prosedur diatas dengan kadar air yang berbeda untuk mednapatkan penurunan 10 mm.

3.6.9. Pengikat Awal Semen Portland

Pengikat awal adalah jangka waktu mulainya pengukuran pasta semen pada konsistensi normal hingga pasta semen kehilangan sebagian sifat plastiknya.

Prosedur percobaan :

1. Tentukan dan siapkan volume air suling yang diperlukan untuk mencapai konsistensi normal sesuai dengan cara yang berlaku;
2. Tuangkan air suling itu kedalam mangkok pengaduk, kemudian masukan pula secara perlahan-lahan 300 gram benda uji semen kedalam mangkok pengaduk yang sama; selanjutnya biarkan selama 30 detik.
3. Aduklah campuran air suling dan benda uji itu selama 30 detik dengan kecepatan pengadukan 140 ± 5 putaran per menit;
4. Pengadukan dihentikan selama 15 detik, bersihkan pasta semen yang menempel dipinggir mangkok pengaduk;
5. Aduk, kembali pasta semen selama 60 detik dengan kecepatan pengadukan 285 ± 10 putaran per menit
6. Buatlah pasta semen berbentuk bola dengan tangan, sambil dilemparkan sebanyak 6 kali cuci tangan kiri ke tangan kanan dengan jarak kedua tangan ± 15 cm
7. Peganglah cetakan benda uji dengan salah satu tangan, kemudian melalui lobang dasarnya masukan pasta semen sampai terisi penuh, dan ratakan kelebihan pasta pada dasar cincin dengan sekali gerakan telapak tangan; letakan dasar cincin pada pelat kaca, ratakan permukaan atas pasta dengan sekali gerakan sendok perata, tanpa mengadakan tekanan pada pasta.
8. letakan thermometer beton diatas benda uji, lalu disimpan di lemari lembab selama 30 menit; selama percobaan benda uji dalam cincin & ditahan pelat kaca;

C

9. atalah suhu udara dengan thermometer laboratorium dan suhu benda uji dengan thermometer dengan beton;
10. Letakan benda uji pada alat vicat, sentuhkan ujung jarum vicat pada tengah-tengah permukaan benda uji dan kencangkan posisi jarum vicat, letakan pembacaan skala pada nol atau catat angka permulaan, dan segera lepaskan jarum vicat.

3.6.10. Keausan Agregat dengan Mesin Los Angeles

Tujuan dari percobaan ini adalah untuk menentukan ketahanan dari agregat kasar dengan mesin Los Angeles. Metode percobaan Los Angeles adalah sebagai berikut :

1. Mempersiapkan peralatan dan bahan yang akan digunakan dalam pengujian keausan agregat dengan mesin Los Angeles setelah ditimbang sesuai dengan tabel ukuran fraksi diatas.
2. Mencuci agregat hingga bersih dan oven selama 24 jam, setelah dioven dinginkan agar suhunya sama dengan suhu ruangan.
3. Memasukkan benda uji ke dalam mesin Los Angeles dengan bola baja yang sesuai pada tabel ukuran fraksi diatas.
4. Menyalakan mesin, mesin akan berputar dengan kecepatan 30 sampai 33 rpm untuk 500 putaran.
5. Setelah putaran selesai sampel dikeluarkan kemudian melakukan penyaringan awal dengan saringan berdiameter lebih dari 1,7 mm (No.12). Saring bagian sampel yang lebih halus dengan saringan 1,7 mm (No.12). Butiran yang tertahan / lebih besar dari 1,7 mm (No.12) dicuci bersih kemudian dikeringkan dengan oven suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ sampai berat tetap lalu ditimbang.

3.6.11. Pemeriksaan Berat Isi Agregat

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan berat isi agregat halus dan kasar.

a. Peralatan

1. Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram.
2. Wadah silinder.
3. Sekop.

4. Mistar perata.
 5. Tongkat pemadatan
- b. Bahan
1. Agregat Kasar.
 2. Agregat Halus.
- c. Prosedur pengujian berat isi agregat kasar
1. Persiapkan alat dan bahan yang akan digunakan.
 2. Ukurlah diameter dan tinggi dari wadah silinder yang akan digunakan menggunakan mistar.
- Dalam melakukan pengujian berat isi akan dilakukan menggunakan 3 metode yaitu berat isi lepas, perojokan, dan penggoyangan
1. Pengujian dengan metode lepas.
 - a. Timbang dan catat berat wadah (W1).
 - b. Masukkan agregat kasar dengan hati-hati agar tidak berjatuh dan tidak terpisah dengan butir-butir yang lainnya, dengan ketinggian maksimum 5 cm diatas wadah dengan menggunakan sekop sampai penuh,
 - c. Ratakan permukaan agregat kasar dengan menggunakan mistar perata.
 - d. Timbang dan catatlah berat wadah beserta agregat kasar (W2).
 - e. Hitunglah berat agregat kasar ($W3 = W2 - W1$).
 - 2 . Pengujian dengan metode perojokan
 - a. Timbang dan catatlah berat wadah (W1).
 - b. Isilah wadah dengan agregat kasar dalam tiga lapis yang sama tebal.
 - c. Setiap lapis dipadatkan dengan tongkat pemadat yang dirojok sebanyak 25 kali secara merata. 35
 - d. Pada saat lapis ke tiga, isi agregat kasar melebihi ukuran wadah. Rojok sebanyak 25 kali kemudian ratakan dengan mistar perata.
 - e. Timbang dan catatlah berat benda wadah beserta agregat kasar (W2). f. Hitunglah berat agregat kasar ($W3 = W2 - W1$).
 - 3 . Pengujian dengan metode penggoyangan
 - a. Timbang dan catatlah berat wadah (W1).
 - b. Isilah wadah dengan agregat kasar dalam tiga lapis yang sama tebal.

- c. Letakkan wadah di tempat yang rata dan kokoh, kemudian goyangkan wadah sebanyak 25 kali secara merata.
 - d. Pada saat lapis ketiga, isi agregat kasar melebihi ukuran wadah. Goyangkan sebanyak 25 kali kemudian ratakan dengan mistar perata.
 - e. Timbang dan catatlah berat wadah beserta agregat kasar (W2).
 - f. Hitunglah berat agregat kasar ($W3 = W2 - W1$).
- d. Prosedur pengujian berat isi agregat halus
- 1. Persiapkan alat dan bahan yang akan digunakan
 - 2. Ukurlah diameter dan tinggi dari wadah silinder yang akan digunakan menggunakan mistar.
- melakukan pengujian berat isi akan dilakukan menggunakan metode yaitu berat isi lepas, perojokan, dan penggoyangan.
- 1. Pengujian dengan metode lepas
 - a. Timbang dan catat berat wadah (W1).
 - b. Masukkan agregat halus dengan hati-hati agar tidak berjatuhan dan tidak terpisah dengan butir-butir yang lainnya, dengan ketinggian maksimum 5 cm diatas wadah dengan menggunakan sekop sampai penuh.
 - c. Ratakan permukaan agregat halus dengan menggunakan mistar peratan.
 - d. Timbang dan catatlah berat wadah beserta agregat halus (W2).
 - e. Hitunglah berat agregat halus ($W3 = W2 - W1$).
 - 2. Pengujian dengan metode perojokan
 - a. Timbang dan catatlah berat wadah (W1).
- b. Isilah wadah dengan agregat halus dalam tiga lapis yang sama tebal.
- c. Setiap lapis dipadatkan dengan tongkat pemadat yang dirojok sebanyak 25 kali secara merata.
 - d. Pada saat lapis ke tiga, isi agregat halus melebihi ukuran wadah. Rojok sebanyak 25 kali kemudian ratakan dengan mistar perata.
- e. Timbang dan catatlah berat benda wadah beserta agregat halus (W2).
 - f. Hitunglah berat agregat halus ($W3 = W2 - W1$).

3. Pengujian dengan metode penggoyangan

- a. Timbang dan catatlah berat wadah (W1).
- b. Isilah wadah dengan agregat halus dalam tiga lapis yang sama tebal.
 - c. Letakkan wadah di tempat yang rata dan kokoh, kemudian goyangkan wadah sebanyak 25 kali secara merata.
 - d. Pada saat lapis ketiga, isi agregat halus melebihi ukuran wadah. Goyangkan sebanyak 25 kali kemudian ratakan dengan mistar perata.
 - e. Timbang dan catatlah berat wadah beserta agregat halus (W2).
 - f. Hitunglah berat agregat halus ($W3 = W2 - W1$).

3.6.12. Berat Jenis & Penyerapan Agregat Halus (SNI 1970:2008)

Merupakan percobaan untuk menentukan persentase perbandingan antara berat air yang terserap agregat pada kondisi jenuh permukaan, dengan berat agregat dalam keadaan kering oven. Prosedur percobaan :

1. Siapkan alat dan bahan yang akan digunakan;
2. Kemudian Periksa keadaan kering permukaan jenuh dengan mengisikan benda uji kedalam kerucut terpancung (cone), masukkan benda uji kedalam kerucut terpancung sampai 3 bagian;
3. Kemudian padatkan dengan batang penumbuk selama 25 kali angkat kerucut terpancung (cone). Keadaan kering permukaan jenuh tercapai bila benda penguji runtuh akan tetapi masih dalam keadaan tercetak, apabila masih runtuh ulangi;
4. Ambil agregat halus 500 gram lolos saringan No.4;
5. 3Timbang berat piknometer;
6. Setelah itu tambahkan air hingga mencapai 90% isi piknometer tersebut lalu timbang beratnya, kemudian buang airnya;
7. Masukkan 500 gram agregat halus dalam kondisi SSD kedalam piknometer kemudian tambahkan air hingga 90%, kemudian goyangkan piknometer sampai gelembung udara menghilang;
8. Timbang piknometer berisi air dan benda uji sampai ketelitian 0,1 gram;

Diamkan selama 24 jam dalam suhu ruangan;

9. Keluarkan benda uji dengan cara menambahkan air kemudian saring untuk memisahkan air dengan agregat menggunakan saringan, kemudian masukan kedalam wadah lalu keringkan dalam oven dengan suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ selama 24 jam;
10. Setelah 24 jam keluarkan benda uji dari oven, kemudian timbang benda uji tersebut. Dan catatlah pada form yang telah disediakan;
11. Jika sudah selesai rapihkan kembali alat yang telah di paka.

3.6.13. Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar (SNI 1969:2008)

Untuk menentukan berat jenis kering dan penyerapan dari agregat kasar.

Prosedur percobaannya adalah sebagai berikut :

- a. Cuci benda uji untuk menghilangkan debu atau bahan-bahan lain yang melekat pada permukaan;
- b. Keringkan benda uji dalam oven pada suhu $(110^{\circ} \pm 5)^{\circ}\text{C}$ sampai berat tetap sebagai catatan, bila penyerapan dan harga berat jenis digunakan dalam pekerjaan beton dimana agregatnya digunakan pada keadaan kadar air aslinya, maka tidak perlu dilakukan pengeringan dengan oven;
- c. Dinginkan benda uji pada suhu kamar selama 1-3 jam, kemudian timbang dengan ketelitian 0,5 gram (Bk);
- d. Rendam benda uji dalam air pada suhu kamar selama 24 ± 4 jam;
- e. Keluarkan benda uji dari air, lap dengan kain penyerap sampai selaput air pada permukaan hilang, untuk butiran yang besar pengeringan halus satu persatu;
- f. Timbang benda uji kering-permukaan jenuh (Bj);
- g. Letakkan benda uji didalam keranjang, goncangan batunya untuk mengeluarkan udara yang tersekap dan tentukan beratnya di dalam air (Ba), dan ukur suhu air untuk penyesuaian perhitungan kepada suhu standar (25°C);
- h. Banyak jenis bahan campuran yang mempunyai bagian butir-butir berat dan ringan; bahan semacam ini memberikan harga-harga berat jenis yang tidak tetap walaupun pemeriksaan dilakukan dengan sangat hati-hati, dalam hal ini

beberapa pemeriksaan ulangan diperlukan untuk mendapatkan harga rata-rata yang memuaskan.

3.6.14. Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan persentasi kadar lumpur dalam agregat halus. Kandungan lumpur seharusnya sebesar 5% dari berat agregat halus.

a. Peralatan

1. Gelas ukur kapasitas 100 ml 2 buah.

b. Bahan

1. Agregat halus.
2. Larutan.

c. Prosedur Pengujian

1. Siapkan alat dan bahan yang akan digunakan.
2. Masukkan pasir ke dalam gelas ukur sebanyak 15 ml dan 25 ml.
3. Masukkan air kedalam gelas ukur sebanyak 115 ml dan 125 ml.
4. Tutup permukaan gelas dan kocok untuk mencuci pasir dari lumpur.
5. Setelah dikocok, simpan gelas ukur dan biarkan selama 24 jam.
6. Setelah 24 jam ukur tinggi pasir dan lumpur yang ada di gelas ukur.

3.6.15. Pembuatan Sampel Beton

- a. Siapkan bahan yang digunakan (semen, pasir, batu pecah dan abu batu bata.)
- b. Siapkan slinder cetakan yang berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm, lalu oleskan dengan minyak solar pada permukaan dalam slinder agar mudah saat pembukaan cetakan
- c. Siapkan molen sebagai alat pengaduk
- d. Masukkan agregat halus dan kasar kedalam molen, lalu nyalakan mesin molen. Setelah itu masukkan semen dan bahan pengganti.

- e. Setelah semua tercampuran rata, masukkan air sesuai dengan FAS yang telah ditentukan.
- f. Lakukan pengadukan dibawah 3 menit.
- g. Setelah itu keluarkan mortar segar dari molen.

3.7. Pengujian Beton Segar

Pengujian beton segar yang digunakan adalah Slumpu Test. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kelecakan (consistency) beton segar. Dengan pemeriksaan slump, maka kita dapat memperoleh nilai slump yang dipakai sebagai tolak ukur atau standar kelecakan beton segar.

Arti dari slump beton adalah penurunan ketinggian pada pusat permukaan atas beton segar yang diukur segera setelah cetakan uji slump diangkat. Sedangkan beton segar adalah beton yang bersifat plastis yang terdiri dari agregat halus, agregat kasar dengan ukuran kurang dari 37,5 mm atau 1½ inchi, semen dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan atau bahan pengisi.

Langkah-langkah pengujian Slump Test dapat dilakukan sebagai berikut :

1. Ambil cetakan berbentuk kerucut dan pelat alas, lalu basahi dengan kain basah.
2. Letakkan cetakan di atas pelat
3. Masukkan beton segar kedalam cetakan kerucut
4. Isi sebanyak $\frac{1}{3}$ dari tinggi cetakkan, lalu padatkan dengan tongkat pemadat sebanyak 25 tusukan. Lakukan pemadatan sampai beton terisi penuh.
5. Setelah penuh ratakan permukaan atas kerucut dengan tongkat pemadat.
6. Kemudian angkat cetakan secara perlahan dan tegak lurus keatas.
7. Balikkan cetakan, lalu dirikan disamping benda uji
8. Ambil mistar/ meteran, lalu ukur tinggi sampel dengan acuan cetakan. Lalu catat tingginya.
9. Lakukan percobaan diatas sebanyak 2 kali pada sampel yang sama.

3.8. Perawatan Beton

Perawatan beton dilakukan setelah beton mengeras. Tujuan perawatan beton agar beton tidak terlalu cepat kehilangan air, dan menjaga kelembapan beton

agar mutu beton sesuai dengan yang direncanakan. Perawatan beton yang dilakukan ada berbagai cara, namun pada penelitian ini perawatan dilakukan dengan cara merendam beton kedalam air. Perendaman dilakukan setelah 24 jam, atau setelah beton mengering. Lamanya perendaman dilakukan sesuai dengan perencanaan, yaitu 7 hari, 14 hari, 21 hari dan 28 hari.

3.9. Pengujian Beton Keras

Pengujian beton keras yang dilakukan adalah dengan menguji kuat tekan beton. Alat yang digunakan adalah CONTROLS MILANO-ITALY. Pengujian kuat tekan bertujuan untuk mendapatkan nilai dari sampel dengan alat tersebut. pengujian kuat tekan dapat dilakukan dengan cara sebagai :

1. Persiapkan beton yang sudah mengeras berbentuk slinder, dengan diameter 15cm dan tinggi 30cm.
2. Masukkan sampel kedalam alat kuat tekan.
3. Lalu nyalakan alat, hingga benda uji hancur. Catat nilai kuat tekan yang didapat.