

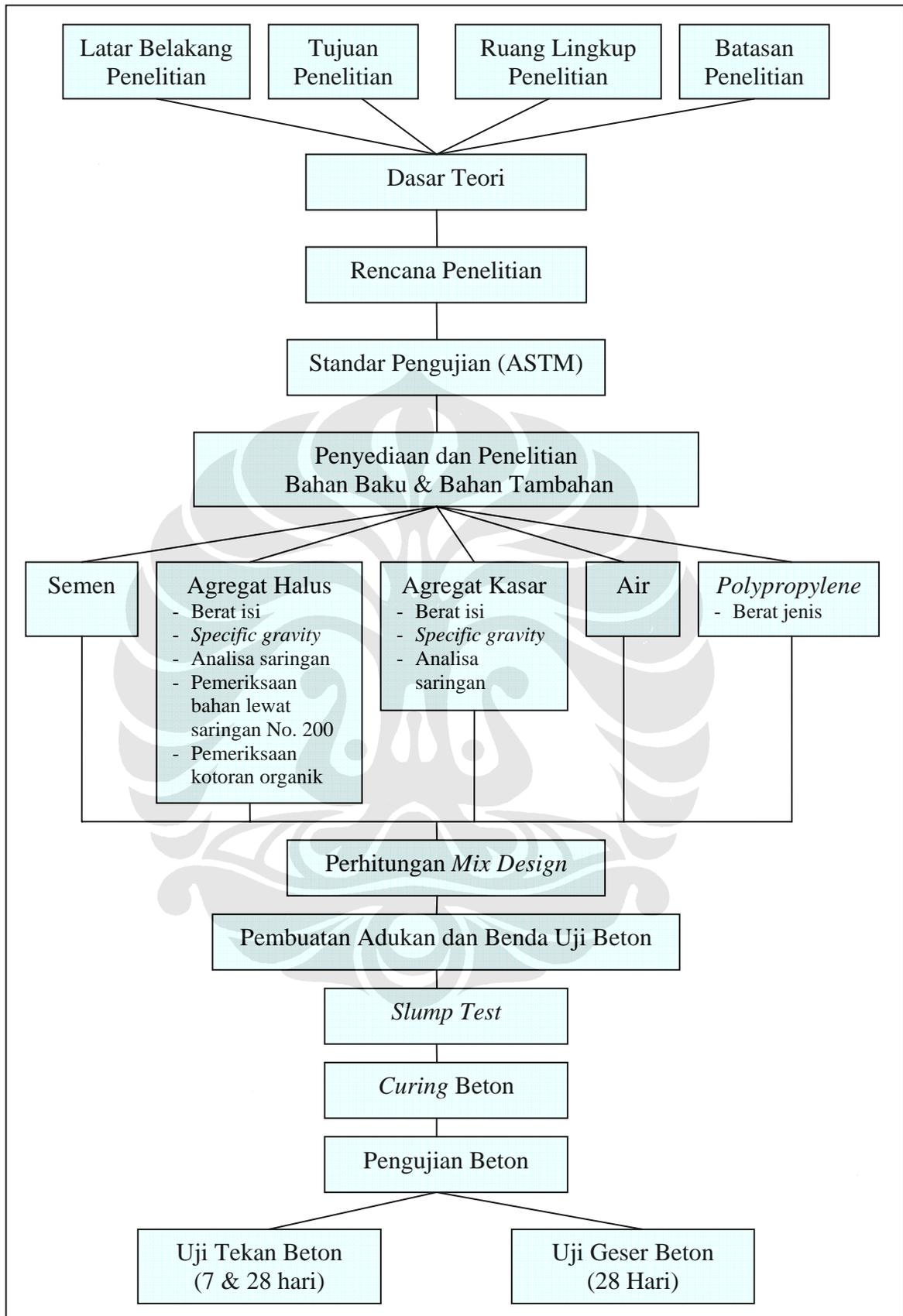
BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 RENCANA PENELITIAN

Untuk mengetahui sejauh mana pengaruh penambahan cacahan *polypropylene* pada beton normal, maka dilakukan beberapa pengujian, antara lain terhadap kuat tekan beton dan kuat geser beton. Penelitian ini berdasarkan metode eksperimental dengan menggunakan campuran beton dengan $f_c' = 25$ MPa dan benda uji yang mengandung bahan tambahan berupa cacahan *polypropylene* dengan sembilan (9) variasi cacahan:

- $0,00 \text{ kg/m}^3$ (0,00 %).
- $0,90 \text{ kg/m}^3$ (0,10 %).
- $1,80 \text{ kg/m}^3$ (0,20 %).
- $2,70 \text{ kg/m}^3$ (0,30 %).
- $4,50 \text{ kg/m}^3$ (0,50 %).
- $6,30 \text{ kg/m}^3$ (0,70 %).
- $9,00 \text{ kg/m}^3$ (1,00 %).
- $18,0 \text{ kg/m}^3$ (2,00 %).
- $27,0 \text{ kg/m}^3$ (3,00 %).



Gambar 3.1 Pemetaan penelitian

3.2 PERSIAPAN PENELITIAN

Persiapan penelitian meliputi pemahaman mengenai standar ASTM untuk pemeriksaan & pengujian bahan baku material beton dan beton serta penyediaan bahan baku penelitian.

3.2.1 Standar Pengujian

Dalam penelitian di laboratorium dilakukan pemeriksaan terhadap bahan-bahan pembentuk beton, khususnya terhadap agregat halus dan agregat kasar, pengujian terhadap beton segar dan pengujian terhadap beton yang telah mengeras. Sebagai standar dalam pemeriksaan dan pengujian ini berdasarkan ASTM Standard (*American Society for Testing and Materials*). Beberapa metode standar yang digunakan antara lain :

- a. Metode standar untuk tes agregat halus
 - ASTM C – 29
Pemeriksaan berat isi agregat halus.
 - ASTM C – 128
Analisa *specific gravity and absorption* dari agregat halus.
 - ASTM C – 136
Analisa saringan agregat halus.
 - ASTM C – 177
Pemeriksaan bahan lewat saringan No. 200.
 - ASTM C – 40
Pemeriksaan kotoran organik dalam agregat halus.

- b. Metode standar untuk tes agregat kasar
 - ASTM C – 29
Pemeriksaan berat isi agregat kasar.
 - ASTM C – 127
Analisa *specific gravity and absorption* dari agregat kasar.
 - ASTM C – 136
Analisa saringan agregat kasar.

- c. Metode standar untuk pengujian beton
 - ASTM C – 143
Percobaan *slump* beton.
 - ASTM C – 192
Pembuatan dan *curing* benda uji di laboratorium.
 - ASTM C – 617
Pembuatan lapisan mortar (*capping*) untuk benda uji silinder.
 - ASTM C – 39
Kuat tekan dari benda uji silinder.
 - ASTM C – 469
Tes modulus elastisitas beton dan rasio poisson.

3.2.2 Bahan Baku Penelitian

Bahan baku yang dibutuhkan dalam penelitian ini meliputi :

- Semen
 - Merk : Semen Tiga Roda.
 - Tipe : I (PCC).
 - Berat jenis : 3150 kg/m³.
- Agregat halus
 - Tipe : pasir alam.
 - Ukuran : 0,074 mm – 4,75 mm.
 - Sumber : Sukabumi.
- Agregat kasar
 - Tipe : batu pecah (*split*).
 - Ukuran maksimum : 20 mm.
 - Sumber : Sukabumi.
- Air
 - Sumber : air PAM dari Laboratorium Struktur dan Material Departemen Sipil FTUI
- Bahan tambahan
 - Cacahan sampah plastik *polypropylene* berupa kepingan-kepingan plastik *polypropylene* dengan dimensi berkisar 3 – 25 mm.

3.3 PEMBUATAN BAHAN TAMBAHAN CACAHAN *POLYPROPYLENE*

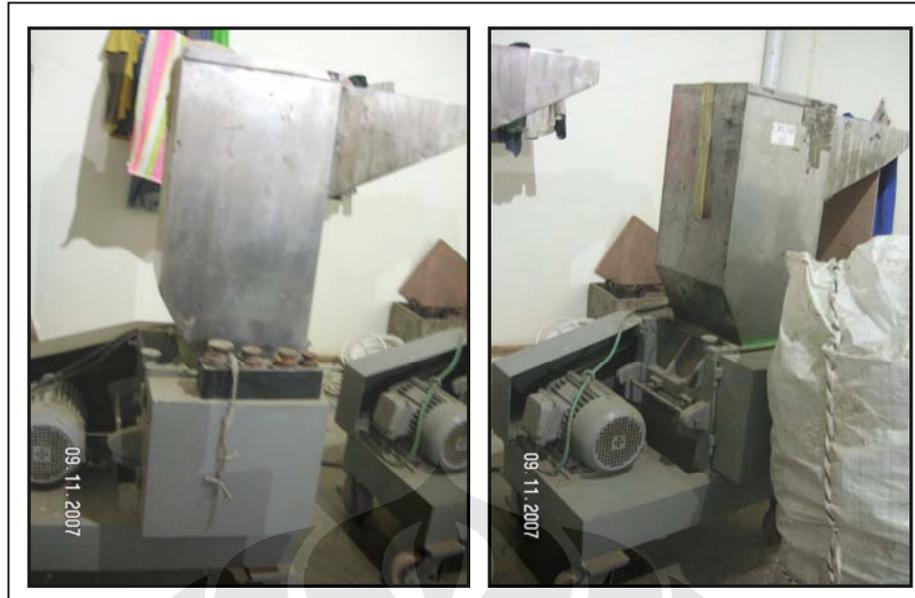
Untuk membuat bahan tambahan berupa cacahan dari limbah gelas plastik *polypropylene* diperlukan sebuah mesin pencacah mekanik. Proses pencacahan limbah gelas plastik minuman adalah :

- Membersihkan limbah gelas plastik minuman.
- Mempersiapkan bahan dasar berupa limbah gelas plastik minuman dengan memotong bagian tutup minuman yang bersifat lebih keras. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan hasil campuran (beton dan cacahan plastik *polypropylene*) yang homogen.



Gambar 3.2 Sampah gelas plastik minuman yang akan dicacah

- Mencacah sampah gelas plastik minuman menjadi kepingan-kepingan dengan dimensi berkisar antara 3 – 25 mm. Diharapkan dengan dimensi tersebut dalam proses pencampurannya dapat bersifat homogen.



Gambar 3.3 Mesin pencacah limbah plastik

3.4 PENGUJIAN BAHAN BAKU PENELITIAN

Pada penelitian ini dilakukan pengujian terhadap agregat halus, agregat kasar, dan *polypropylene*, sedangkan semen dan air tidak dilakukan pengujian. Sifat – sifat semen diambil dari standar pabrik dan air yang digunakan sudah memenuhi standar air baku.

3.4.1 Pengujian Agregat Halus

Agregat yang digunakan dalam campuran beton pada penelitian ini adalah agregat halus dari Sukabumi (Gunung Pangrango dan Gunung Gede). Beberapa pengujian yang dilakukan untuk mengetahui karakteristik agregat halus diantaranya adalah :

- **Pemeriksaan berat isi agregat halus**

Tujuan : menentukan berat isi agregat halus. Berat isi adalah perbandingan berat dengan isi.

Bahan : agregat halus kering oven sebanyak kapasitas wadah.

Peralatan :

- Timbangan.
- Talam kapasitas cukup besar untuk mengeringkan contoh agregat.

- Tongkat pemadat diameter 15 mm, panjang 60 cm dengan ujung bulat yang terbuat dari baja tahan karat.
- Mistar perata.
- Wadah baja yang cukup kaku berbentuk silinder dengan alat pemegang.

Prosedur pemeriksaan berat isi agregat halus dengan dua metode :

1. Berat isi lepas

- Menimbang dan mencatat berat wadah (w_1)
- Memasukkan benda uji dengan hati-hati agar tidak terjadi pemisahan butir-butir dari ketinggian maksimum 5 cm di atas wadah dengan menggunakan sendok atau sekop sampai penuh.
- Meratakan permukaan benda uji dengan mistar perata.
- Menimbang dan mencatat berat wadah beserta benda uji (w_2).
- Menghitung berat benda uji ($w_3 = w_2 - w_1$).

2. Metode penusukan

- Menimbang dan mencatat berat wadah (w_1).
- Mengisi wadah dengan agregat halus dalam tiga lapis yang sama tebal. Setiap lapis dipadatkan dengan tongkat pemadat sebanyak 25 kali tusukan secara merata. Pada pemadatan, tongkat harus tepat masuk sampai lapisan bagian bawah tiap-tiap lapisan.
- Meratakan permukaan agregat halus dengan menggunakan perata.
- Menimbang dan mencatat berat wadah beserta agregat halus (w_2).
- Menghitung berat benda uji ($w_3 = w_2 - w_1$).

▪ Analisa *Specific Gravity and Absorption* agregat halus

Tujuan : menentukan *specific gravity* dan *absorption* agregat halus untuk menentukan volume agregat dalam beton.

Bahan : 1000 gram agregat halus.

Peralatan :

- Timbangan.
- Piknometer kapasitas 500 gram.

- Cetakan kerucut pasir.
- Tongkat pemadat dari logam untuk cetakan kerucut pasir.

Prosedur analisa *specific gravity and absorption* agregat halus :

- Agregat halus yang jenuh air dikeringkan sampai didapat keadaan kering merata. Agregat halus disebut kering merata jika telah dapat tercurah.
- Sebagian benda uji dimasukkan pada *Metal Sand Cone Mold*. Benda uji dipadatkan dengan tongkat pemadat sampai 25 kali tumbukan. Kondisi SSD (*Saturated Surface Dry*) diperoleh jika cetakan diangkat, agregat halus runtuh/longsor.
- Agregat halus 500 gram dimasukkan dalam piknometer dan diisi air sampai 90% kapasitas. Gelembung-gelembung udara dibebaskan dengan cara menggoyang-goyangkan piknometer. Direndam selama 1 hari.
- Menentukan berat piknometer, benda uji dan air.
- Memisahkan benda uji dari piknometer dan mengeringkan benda uji dalam oven selama 1 hari kemudian ditimbang.



Gambar 3.4 Piknometer untuk analisa *specific gravity and absorption* dari agregat halus

▪ Analisa saringan agregat halus

Tujuan : menentukan pembagian butir (gradasi) agregat halus dengan menggunakan saringan.

Bahan : 1000 gram agregat halus.

Peralatan :

- Timbangan.

- Satu set saringan agregat halus:
 - No 3/8 (9,5 mm); No. 4 (4,75 mm); No. 8 (2,36 mm); No. 16 (1,18 mm);
 - No. 30 (0,60 mm); No. 50 (0,30 mm); No. 100 (0,15 mm); No. 200 (0,074 mm).
- Oven.
- Mesin penggetar saringan.

Prosedur analisa saringan agregat halus :

- Agregat halus dikeringkan di dalam oven selama 1 hari.
- Saring benda uji lewat susunan saringan dengan ukuran paling besar ditempatkan paling atas. Saringan diguncang dengan mesin pengguncang selama 15 menit
- Menimbang agregat yang berada dalam tiap saringan.



Gambar 3.5 Susunan saringan agregat halus pada mesin pengguncang

- Pemeriksaan bahan lewat saringan No. 200
 - Tujuan : menentukan jumlah bahan yang terdapat dalam agregat lewat saringan No. 200 dengan cara pencucian.
 - Bahan : 500 gram agregat halus kering oven (w_1).
 - Peralatan :
 - Saringan No. 16 dan No. 200.
 - Wadah pencucian benda uji berkapasitas cukup besar sehingga pada waktu diguncang-guncang benda uji dan atau air pencuci tidak tumpah.

- Oven.
- Timbangan.
- Talam berkapasitas cukup besar untuk mengeringkan contoh agregat.

Prosedur pemeriksaan bahan lewat saringan No. 200 :

- Memasukkan benda uji ke dalam wadah, dan memberikan air pencuci secukupnya sehingga benda uji terendam.
 - Mengguncang wadah dan menuang air cucian ke dalam susunan saringan No. 16 dan No. 200. Pada waktu menuangkan air cucian, diusahakan agar bahan-bahan yang kasar tidak ikut tertuang.
 - Memasukkan air pencuci baru, dan mengulang pekerjaan sebelumnya sampai air cucian jernih.
 - Semua bahan yang tertahan saringan No. 16 dan No. 200 dikembalikan ke dalam wadah; kemudian memasukkan seluruh bahan tersebut ke dalam talam yang telah diketahui beratnya (w_2) dan keringkan dalam oven sampai berat tetap.
 - Setelah kering, timbang dan mencatat beratnya (w_3).
 - Menghitung berat bahan kering tersebut ($w_4 = w_3 - w_2$).
- Pemeriksaan kotoran organik dalam agregat halus

Tujuan : menentukan adanya bahan organik dalam pasir alam yang akan digunakan sebagai bahan campuran beton. Kotoran organik adalah bahan-bahan organik yang terdapat di dalam pasir dan menimbulkan efek merugikan terhadap mutu beton.

Bahan : 500 gram agregat halus.

Larutan NaOH (15 gram tablet NaOH dicampur air 500 ml).

Peralatan :

- Botol gelas tidak berwarna mempunyai tutup dari karet, gabus atau lainnya yang tidak larut dalam larutan NaOH, dengan isi sekitar 350 ml.
- Standar warna (*organic plate*).

Prosedur pemeriksaan kotoran organik dalam agregat halus :

- Memasukkan benda uji ke dalam botol.

- Menambahkan larutan NaOH 3 %, setelah dikocok isinya harus mencapai 2/3 isi botol.
- Menutup botol, mengocok lagi kuat-kuat dan dibiarkan selama 24 jam.
- Setelah 24 jam, membandingkan warna cairan yang terlihat di atas benda uji dengan warna standar No.3.

3.4.2 Pengujian Agregat Kasar

Agregat yang digunakan dalam campuran beton pada penelitian ini adalah agregat kasar dari Sukabumi (Gunung Pangrango dan Gunung Gede). Beberapa pengujian yang dilakukan untuk mengetahui karakteristik agregat kasar diantaranya adalah :

- Pemeriksaan berat isi agregat kasar

Tujuan : menentukan berat isi agregat kasar. Berat isi adalah perbandingan berat dengan isi.

Bahan : agregat kasar kering oven sebanyak kapasitas wadah.

Peralatan :

- Timbangan.
- Talam kapasitas cukup besar untuk mengeringkan contoh agregat.
- Tongkat pemadat diameter 15 mm, panjang 60 cm dengan ujung bulat yang terbuat dari baja tahan karat.
- Mistar perata.
- Wadah baja yang cukup kaku berbentuk silinder dengan alat pemegang.

Prosedur pemeriksaan berat isi agregat kasar :

- Menimbang wadah sehingga diperoleh *weight of measure* (dalam kilogram) dan *capacity of measure* (dalam liter).
- Mengisi wadah dengan agregat kasar dalam tiga lapis yang sama tebal. Setiap lapis dipadatkan dengan tongkat pemadat sebanyak 25 kali tusukan secara merata. Pada pemadatan, tongkat harus tepat masuk sampai lapisan bagian bawah tiap-tiap lapisan.
- Meratakan permukaan agregat kasar dengan menggunakan mistar perata.

- Menimbang wadah berisi penuh agregat sehingga diperoleh *weight of measure and sample*.

▪ Analisa *Specific Gravity and Absorption* agregat kasar

Tujuan : menentukan *specific gravity* dan *absorption* dari agregat kasar guna menentukan volume agregat dalam beton.

Bahan : 11 liter agregat kasar SSD (*Saturated Surface Dry*).

Peralatan :

- Timbangan.
- Alat penggantung keranjang.
- Oven.
- Handuk.

Prosedur analisa *specific gravity and absorption* agregat kasar :

- Merendam benda uji selama 24 jam.
- Benda uji digulung dengan handuk, sehingga air permukaannya habis, tetapi harus masih tanpa lembab (kondisi SSD), kemudian ditimbang.
- Benda uji dimasukkan ke dalam keranjang dan direndam kembali dalam air. Kemudian ditimbang. Sebelum ditimbang *container* diisi benda uji, digoyang-goyang dalam air untuk melepaskan udara yang terperangkap.
- Benda uji dikeringkan dalam oven. Didinginkan lalu ditimbang.



Gambar 3.6 Memperoleh kondisi SSD dalam analisa *specific gravity and absorption* dari agregat kasar

- Analisa saringan agregat kasar

Tujuan : menentukan pembagian butir (gradasi) agregat kasar dengan menggunakan saringan.

Bahan : 10 kg agregat kasar kering oven.

Peralatan :

- Timbangan.
- Satu set saringan agregat kasar:
No. 3/4 (19,1 mm); No. 1/2 (12,5 mm); No. 3/8 (9,5 mm); No. 4 (4,75 mm).
- Oven.
- Mesin penggetar saringan.

Prosedur analisa saringan agregat kasar :

- Agregat kasar dikeringkan di dalam oven.
- Saring benda uji lewat susunan saringan dengan ukuran paling besar ditempatkan paling atas. Saringan diguncang dengan mesin pengguncang selama 15 menit.
- Menimbang agregat yang tertahan dalam tiap saringan.

3.4.3 Pengujian Bahan Tambahan Cacahan *Polypropylene*

Bahan tambahan yang digunakan dalam campuran beton pada penelitian ini adalah cacahan *polypropylene*. Pengujian yang dilakukan untuk mengetahui karakteristik cacahan *polypropylene* diantaranya adalah :

- Pemeriksaan berat jenis *polypropylene*

Tujuan : menentukan berat jenis *polypropylene*.

Bahan : cacahan *polypropylene* secukupnya.

Peralatan :

- Timbangan.
- Wadah.
- Kompor.

Prosedur pemeriksaan berat jenis *polypropylene* :

- Memanaskan cacahan *polypropylene* dalam sebuah wadah sampai meleleh.
- Menuang lelehan *polypropylene* pada sebuah wadah.
- Lelehan *polypropylene* didiamkan hingga mengeras.
- Mengeluarkan lelehan *polypropylene* yang telah mengeras dari wadah tersebut.
- Menimbang berat lelehan *polypropylene* yang telah mengeras.
- Menyiapkan dan menimbang sebuah wadah berisi air.
- Memasukkan lelehan *polypropylene* yang telah mengeras dalam wadah berisi air tersebut.
- Menghitung volume air yang terbuang dari wadah.
- Menentukan berat jenis *polypropylene* dengan cara membagi berat lelehan *polypropylene* yang telah mengeras dengan volume air yang terbuang.

3.5 ANALISIS RANCANG CAMPUR

Maksud perancangan adalah untuk menentukan perbandingan campuran bahan untuk mendapat beton dengan kuat tekan rata-rata pada 28 hari sebesar 25 MPa. Perbandingan campuran bahan-bahan beton harus dipilih untuk mendapatkan beton yang paling ekonomis, sehingga dengan menggunakan bahan-bahan yang tersedia akan menghasilkan beton yang mempunyai *durability*, *workability*, dan kekuatan seperti yang diinginkan.

Setelah melakukan pengujian karakteristik bahan baku penelitian, maka dilakukan perhitungan rencana campuran beton. Dalam penelitian ini perhitungan rencana campuran diperuntukkan untuk beton normal dengan bahan dasar pembentuk beton yaitu semen portland tipe I, agregat halus, agregat kasar dan air. Perhitungan campuran beton berdasarkan U.S. Bureau of Reclamation (Lampiran B).

3.6 PROSES PERCOBAAN BETON

Proses percobaan beton di laboratorium meliputi pembuatan adukan & benda uji beton, pengujian beton segar dan pengujian beton yang telah mengeras.

3.6.1 Pembuatan Adukan dan Benda Uji Beton

Umumnya dalam pembuatan adukan dan benda uji beton ditempuh tiga tahap pekerjaan, yaitu pertama tahap persiapan, dimana dipersiapkan semua bahan sesuai dengan proporsi yang direncanakan juga alat yang diperlukan telah dipersiapkan, tahap kedua adalah pengecoran dimana perlu diperhatikan adukan beton supaya tercampur secara merata dan homogen, tahap ketiga merupakan tahap pencetakan.

- Tahap persiapan
 - Mempersiapkan semen, agregat kasar, agregat halus dan air dengan berat masing-masing yang telah diperhitungkan dalam perhitungan campuran beton dengan metode U.S. Bureau of reclamation.
 - Agregat kasar dan agregat halus harus memenuhi kondisi SSD (*Saturated Surface Dry*).
 - Mempersiapkan bahan tambahan yaitu cacahan *polypropylene*.
 - Mempersiapkan mesin pengaduk.
 - Melapisi cetakan silinder dan *double – L* dengan oli supaya beton mudah dibuka dari cetakannya setelah beton mengeras.
- Tahap pelaksanaan pengecoran
 - Memasukkan agregat halus dan cacahan *polypropylene* ke dalam mesin pengaduk kemudian diaduk secara manual sampai campuran merata.
 - Memasukkan agregat kasar ke dalam mesin pengaduk kemudian diaduk kembali hingga merata.
 - Memasukkan semen ke dalam mesin pengaduk kemudian diaduk kembali hingga merata.
 - Memasukkan air secara perlahan-lahan dalam mesin pengaduk yang menyala sampai campuran merata.
 - Menghentikan mesin pengaduk.
- Tahap pencetakan

Tujuan : membuat benda uji beton yang dibutuhkan dan merawat (*curing*) beton.

Bahan : semen portland tipe I, agregat kasar, agregat halus, air.

Bahan tambahan : cacahan *polypropylene*.

Peralatan :

- Mesin pengaduk (alat untuk mencampur semua bahan).
- Timbangan.
- Cetakan benda uji silinder $\phi 15 \times 30$ cm.
- Cetakan benda uji *double – L* ($20 \times 30 \times 7,5$)cm.

Pencetakan dilakukan dengan menggunakan alat cetak silinder diameter 15 cm dengan tinggi 30 cm dan alat cetak berupa balok *double – L* dengan ukuran $20 \times 30 \times 7,5$ cm³. Pada tahap ini dilakukan langkah-langkah berikut :

- Campuran beton yang telah diaduk tersebut dimasukkan ke dalam cetakan yang sebelumnya telah dilapisi dengan oli.
- Campuran beton yang telah mengisi penuh cetakan-cetakan tersebut ditumbuk-tumbuk 25 kali setiap pengisian sepertiga bagian cetakan agar agregat kasar tersebar secara merata dalam cetakan.
- Setelah cetakan terisi penuh, permukaannya diratakan.
- Campuran beton dalam cetakan didiamkan selama 1 (satu) hari.
- Setelah didiamkan selama 1 (satu) hari, beton dikeluarkan dari cetakan.
- Kemudian beton dirawat (*curing*) dengan direndam dalam bak air.

3.6.2 Pengujian Beton Segar (*Slump Test*)

Pengujian untuk beton segar adalah menentukan *slump* beton. *Slump* beton merupakan ukuran kekentalan beton segar. Alat yang digunakan adalah kerucut dengan dimensi diameter bawah 20 cm, diameter atas 10 cm, tinggi 30 cm, dengan bagian atas dan bawah terbuka.

Prosedur dari pengujian slump beton adalah :

- Cetakan dan pelat dibasahi dengan air.
- Cetakan diletakkan di atas pelat.
- Mengisi cetakan sampai penuh dengan beton muda dalam 3 lapis, tiap lapis kira-kira sepertiga isi cetakan.

- Setiap lapis dipadatkan dengan tongkat pemadat sebanyak 25 tusukan secara merata. Pada pemadatan, tongkat harus tepat masuk sampai lapisan bagian bawah tiap-tiap lapisan.
- Segera setelah pemadatan, ratakan permukaan benda uji dengan tongkat; tunggu selama setengah menit dan dalam jangka waktu ini semua benda uji yang jatuh di sekitar cetakan harus disingkirkan.
- Kemudian cetakan diangkat perlahan-lahan tegak lurus ke atas.
- Cetakan diletakkan perlahan-lahan di samping benda uji.
- Ukurlah *slump* yang terjadi dengan menentukan perbedaan tinggi cetakan dengan tinggi rata-rata benda uji.



Gambar 3.7 Alat uji *slump*

3.6.3 Pengujian Beton yang Telah Mengeras

Pengujian beton yang telah mengeras dalam penelitian ini meliputi uji kuat tekan beton, uji kuat geser beton dan uji modulus elastisitas beton.

3.6.3.1 Kuat Tekan

Kuat tekan beton adalah beban per satuan luas yang menyebabkan beton hancur. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kuat tekan beton yang telah mengeras dengan benda uji berbentuk silinder. Pengujian ini dilakukan pada umur

beton 7 hari dan 28 hari. Peralatan yang dibutuhkan dalam pengujian kuat tekan beton adalah timbangan, mesin uji tekan dan satu set alat *capping*.



Gambar 3.8 Mesin uji tekan beton

Prosedur uji kuat tekan beton adalah :

- Silinder beton yang akan diuji sesuai dengan umur perawatan diambil dari tempat perawatan satu hari sebelum pengujian dilaksanakan.
- Permukaan benda uji silinder diratakan dengan mortar belerang dengan cara sebagai berikut :
 - Lelehkan mortar belerang sampai suhu kira-kira 130°C.
 - Tuang belerang cair ke dalam cetakan pelapis (*capping plate*).
 - Letakkan benda uji tegak lurus pada cetakan pelapis sampai mortar belerang cair menjadi keras.
 - Mengangkat benda uji dari cetakan pelapis setelah mortar belerang mengeras.
 - Mendinginkan benda uji selama satu jam .
- Masing-masing silinder beton ditimbang beratnya.
- meletakkan benda uji pada mesin tekan secara sentris.

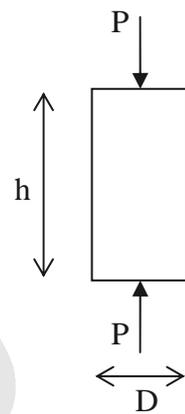
- Jalankan mesin, tekan dengan penambahan beban yang konstan berkisar antara 2 – 4 kg/cm² per detik.
- Lakukan pembebanan sampai benda uji menjadi hancur dan catatlah beban maksimum yang terjadi selama pemeriksaan benda uji.

Perhitungan kuat tekan beton berdasarkan rumus berikut :

$$f = \frac{P}{A} = \frac{P}{\frac{1}{4}\pi D^2} \dots\dots\dots(3.1)$$

Dimana :

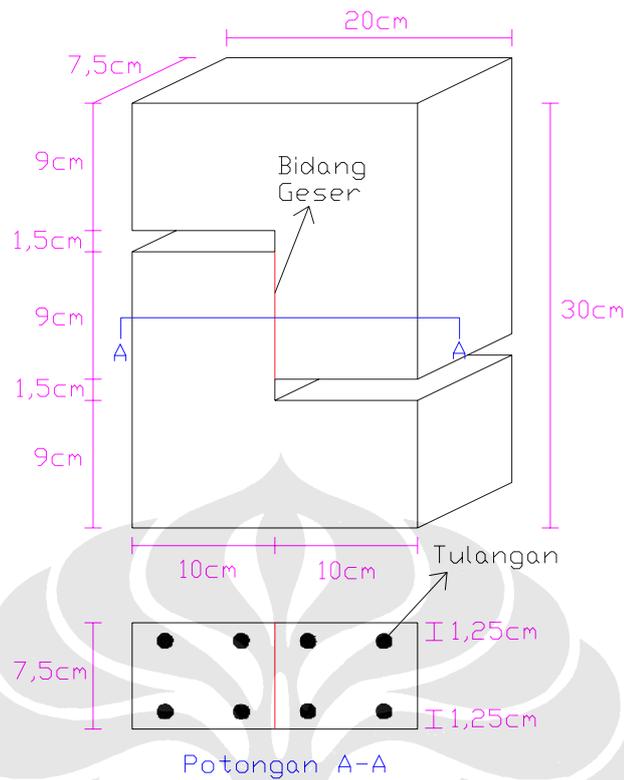
- f = tegangan tekan beton (kg/cm²)
- P = gaya tekan (kg)
- A = luas penampang silinder beton (cm²)
- D = diameter silinder beton (cm)



Gambar 3.9 Uji tekan

3.6.3.2 Kuat Geser

Benda uji yang digunakan berupa sample *double – L* yang diberi besi tulangan sebagai *reinforcement*. Tulangan ini dimaksudkan untuk memperkuat sisi-sisi sample *double – L* yang tidak diharapkan hancur. Dengan demikian dapat dipastikan kehancuran akan terjadi pada daerah lemah sampel *double – L* yaitu pada garis sentris tengah sampel. Untuk tulangan sengkang digunakan baja diameter 8 mm dan 6 mm. Pengujian dilakukan pada benda uji (20×30×7,5) cm umur 28 hari. Peralatan yang dibutuhkan dalam pengujian kuat geser beton adalah timbangan dan mesin uji tekan.



Gambar 3.10 Bentuk dan ukuran benda uji *double – L*

Prosedur uji kuat geser beton adalah :

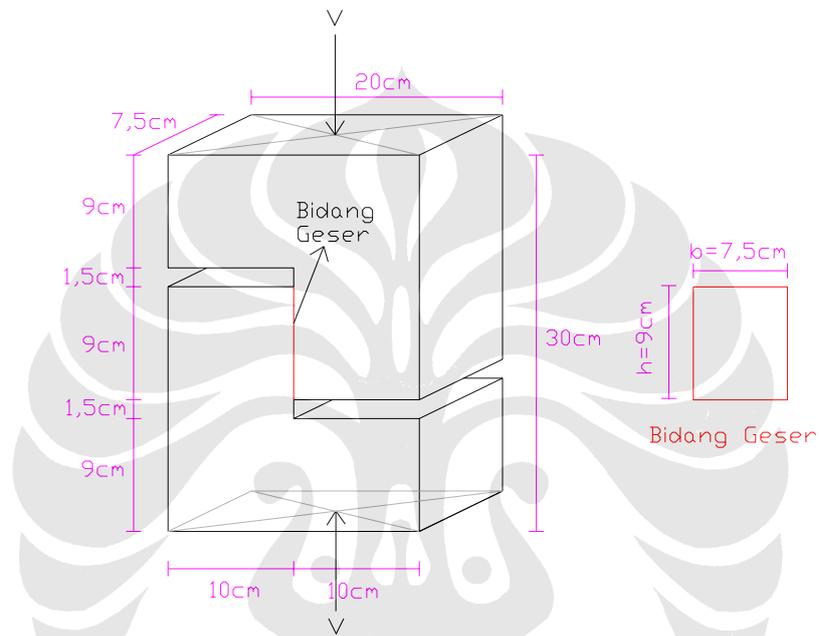
- Benda uji beton *double – L* yang akan diuji sesuai dengan umur perawatan diambil dari tempat perawatan satu hari sebelum pengujian dilaksanakan.
- Masing-masing benda uji beton *double – L* ditimbang beratnya.
- Meletakkan benda uji pada mesin uji geser beton secara sentris.
- Menjalankan mesin.
- Lakukan pembebanan sampai bidang geser benda uji menjadi hancur dan mencatat beban maksimum yang terjadi.

Perhitungan kuat geser beton berdasarkan rumus berikut :

$$v = \frac{V}{A} = \frac{V}{b \times h} \dots\dots\dots(3.2)$$

Dimana :

- v = tegangan geser beton (kg/cm²)
- V = gaya maksimum (kg)
- A = luas bidang geser beton (cm²)
- b = lebar bidang geser beton (cm)
- h = tinggi bidang geser beton (cm)



Gambar 3.11 Uji geser *double - L*

- Modulus elastisitas dari benda uji silinder

Tujuan : mendapatkan nilai modulus elastisitas yaitu perbandingan antara tegangan terhadap regangan dan rasio poisson yaitu perbandingan antara regangan arah lateral terhadap regangan arah aksial.

Bahan : 1 buah benda uji silinder $\phi 15 \times 30$ cm dengan kadar cacahan *polypropylene* 0,70%.

Peralatan :

- Timbangan.
- Mesin tekan.
- Satu set alat pelapis (*caping*).

- Dial gage.
- Kompresometer.

Pelaksanaan pengujian ini dilakukan dengan menggunakan alat dial gage, yaitu:

- Benda uji ditimbang beratnya, kemudian permukaan atas dan bawah benda uji diberi mortar belerang (*Capping*).
- Kemudian benda uji dipasang dengan alat uji modulus elastisitas. Alat uji ini terdiri dari alat pengukur regangan vertikal dan horisontal.
- Mengukur konversi untuk deformasi vertikal dan deformasi horizontal.
- Kemudian benda uji diletakkan pada mesin tekan dengan hati-hati agar alat uji yang telah terpasang tidak bergeser.
- Pembebanan dilakukan secara kontinu dengan tiap kenaikan 2500 kg, deformasi yang terjadi dicatat. Pembebanan dilakukan sampai beban 40% dari kuat tekan benda uji. Kemudian diturunkan dengan selisih yang sama dan deformasi yang terjadi dicatat.
- Pembebanan diulangi lagi sampai 3 siklus.
- Setelah 3 siklus, pembebanan dilakukan sampai benda uji hancur.

Perhitungan modulus elastisitas beton sampai ketepatan 50000 psi (344,74 MPa) sebagai berikut :

$$E = (S_2 - S_1) / (\epsilon_2 - 0,000050) \dots \dots \dots (3.3)$$

dimana :

E = modulus elastisitas.

S₂ = tegangan pada 40 % beban ultimate.

S₁ = tegangan pada regangan longitudinal ϵ_1 , mencapai seperlima puluh juta, psi.

ϵ_2 = regangan longitudinal yang disebabkan oleh S₂.

Perhitungan rasio poisson beton sampai ketelitian 0,01 sebagai berikut :

$$\mu = (\epsilon_{t2} - \epsilon_{t1}) / (\epsilon_2 - 0,00005) \dots \dots \dots (3.4)$$

dimana :

μ = rasio poisson.

ϵ_{t2} = regangan transversal di tengah panjang spesimen disebabkan oleh tegangan S₂.

ϵ_{t1} = regangan transversal di tengah panjang spesimen disebabkan oleh tegangan S₁.

3.7 PENGUMPULAN DATA

Dalam setiap proses percobaan penentuan karakteristik agregat halus, karakteristik agregat kasar, karakteristik *polypropylene*, pengujian kuat tekan beton, pengujian kuat geser beton dan pengujian modulus elastisitas akan diperoleh data-data yang dapat dilihat pada Lampiran C.

3.8 PENGKODEAN BENDA UJI BETON

Pengkodean Benda Uji berguna untuk memberikan kode pada benda uji sehingga mempermudah dalam menganalisa data benda uji beton tertentu.

Pengkodean ditulis sebagai berikut :

$$XX - X - X$$

Variabel pertama menunjukkan jenis pengujian, yaitu T untuk uji tekan dan G untuk uji geser. Variabel kedua menunjukkan umur benda uji saat pengujian, yaitu 7 untuk umur 7 hari dan 28 untuk umur 28 hari. Variabel ketiga menunjukkan variasi kadar cacahan *polypropylene* yang dicampur. Variabel keempat menunjukkan urutan benda uji dengan jumlah total 3 benda uji untuk setiap variasi kadar cacahan *polypropylene*.

Contoh pengkodean: benda uji T7-0,1-3, berarti benda uji untuk uji tekan pada umur 7 hari, dengan kadar cacahan 0,1% dan merupakan benda uji ketiga.