

BAB III METODE PENELITIAN

A. Desain Penelitian

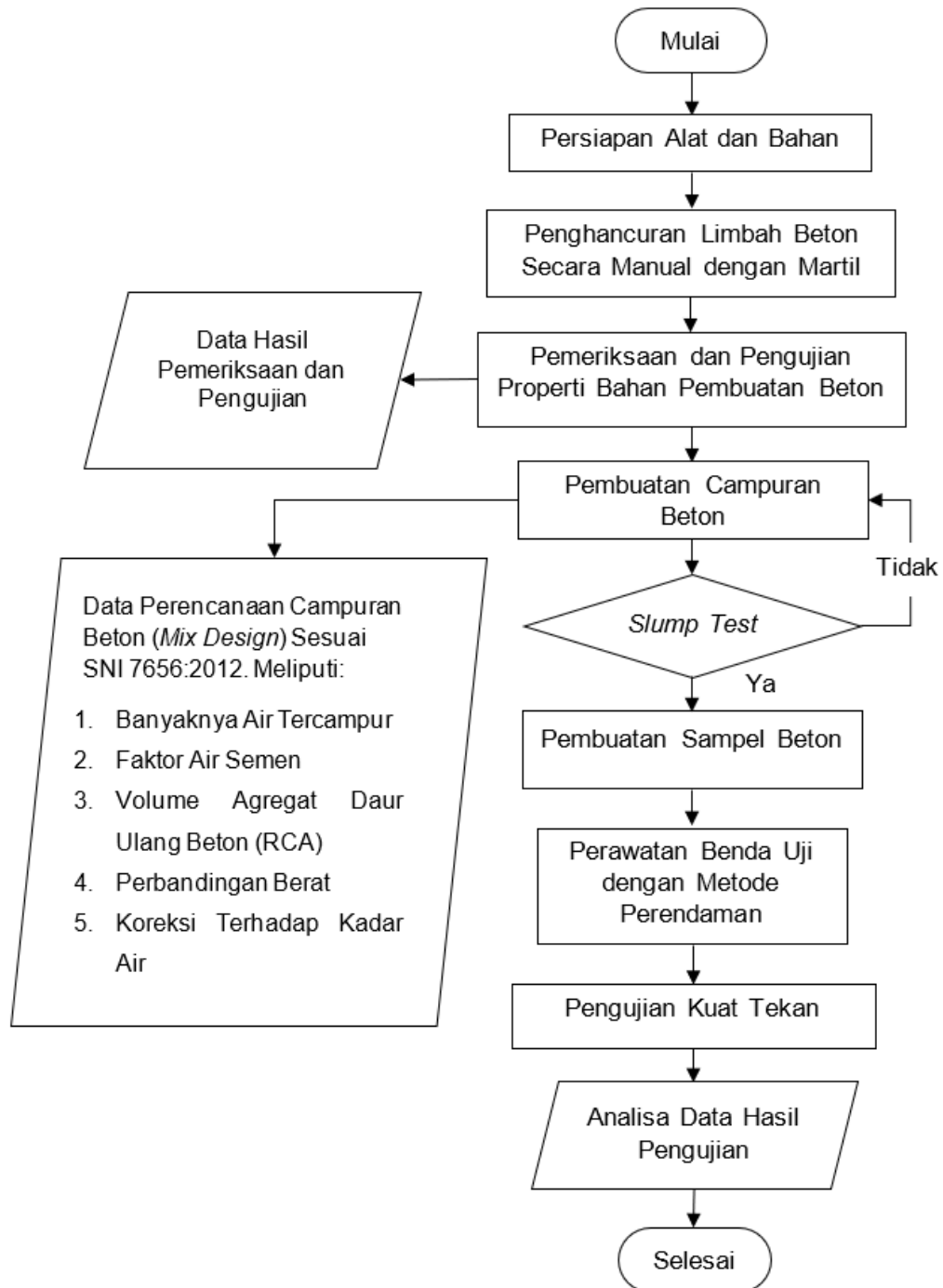
Penelitian ini merupakan penelitian ekperimental dengan menggunakan *RCA* hasil limbah beton yang dilakukan di Laboratorium Universitas Muhammadiyah Metro. Pengujian berfokus pada penambahan agregat halus daur ulang dengan komposisi presentase 0%, 20%, 50%, dan 80% menggunakan campuran jenis air suhu normal sekitar 25°, 60°C dan suhu 100°C. Pengujian beton dilakukan pada hari ke 7 dan 14. Jumlah sampel disetiap variasi 5 buah sehingga jumlah total sampel 120 buah dengan mutu beton yang rencana $f'c$ 25 MPa. Beton yang digunakan dalam penelitian ini merupakan beton silinder \varnothing 15 cm dan tinggi 30 cm. Pengujian kuat tekan mengacu pada SNI 7656:2012.

Tabel 3. Jumlah Sampel Beton

Suhu Air	<i>RCA Content</i>	Hari Pengujian	Jumlah Sampel
25 °C	0%	7 dan 14	10
	20%	7 dan 14	10
	50%	7 dan 14	10
	80%	7 dan 14	10
60 °C	0%	7 dan 14	10
	20%	7 dan 14	10
	50%	7 dan 14	10
	80%	7 dan 14	10
100 °C	0%	7 dan 14	10
	20%	7 dan 14	10
	50%	7 dan 14	10
	80%	7 dan 14	10
Total Jumlah Sampel			120

(Novia Lumintu Wati, 2022)

Berikut ini adalah bagan alur penelitian yang akan dilakukan:



Gambar 6. Bagan Alur Penelitian

(Sumber: Novia Lumintu Wati, 2022)

B. Prosedur Penelitian

a. Teknik Sampling

Teknik sampling adalah suatu metode pengambilan sampel untuk dapat menentukan sampel yang akan digunakan dalam penelitian. Dengan cara memahami sifat material atau bahan yang akan digunakan untuk membuat beton. Selain itu, juga dengan cara membaca literatur untuk mengetahui karakteristik bahan material pembentuk beton.

b. Tahapan

Tahapan selanjutnya adalah pengelolaan data yang didapat sehingga mendapat data yang akurat. Tahapan yang dilakukan dengan perencanaan campuran beton memerlukan data yang saling terkait dengan pengkajian secara detail sehingga setiap data yang digunakan akan efektif dan efisien untuk digunakan sebagai analisis lebih lanjut. Beberapa tahapan pelaksanaan penelitian:

Penyediaan bahan penyusun beton seperti: semen, agregat halus, agregat kasar, dan air meliputi:

A. Pemeriksaan agregat kasar

- 1) Berat jenis dan penyerapan air. (SNI_1969, 2016)
- 2) Analisa saringan. (SNI_ASTM-C-136, 2012)
- 3) Kadar air. (SNI_1965, 2019)
- 4) Kadar lumpur. (SK_SNI_S-04-1989-F, 1989)
- 5) Berat volume. (SNI_03-4804, 1998)
- 6) Uji keausan dengan mesin *Los Angeles*. (SNI-2417, 2008)

B. Pemeriksaan agregat halus

- 1) Berat jenis dan penyerapan air. (SNI_1969, 2016)
- 2) Analisa saringan. (SNI_ASTM-C-136, 2012)
- 3) Kadar air. (SNI_1965, 2019)
- 4) Kadar lumpur. (SNI_03-4804, 1998)
- 5) Berat volume. (SNI-2417, 2008)

C. *Mix Design* berdasarkan SNI 7656:2012

D. Pengujian *Slump* berdasarkan SNI 7656:2012

- E. Pembuatan benda uji beton (silinder)
- F. Perawatan beton dengan cara perendaman dalam air
- G. Pengujian kuat tekan benda uji pada umur 7 dan 14 hari
- H. Pengolahan dan analisis data dari hasil pengujian benda uji beton.

C. Variabel Penelitian

Variabel adalah suatu yang dapat mengubah nilai. Variabel penelitian adalah suatu atribut/sifat/nilai dari orang, objek atau kegiatan yang mempunyai variabel tertentu yang di tetapkan oleh peneliti untuk di pelajari dan di tarik kesimpulan (Sugiyono, 2012). Dalam penelitian ini terdapat dua variable yaitu:

1. Variabel terikat Y adalah merupakan kuat tekan beton.
2. Variabel bebas X adalah perbedaan suhu air dan persentase agregat kasar RCA pada *mix-design*.

D. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data adalah cara-cara yang digunakan untuk memperoleh data dan keterangan-keterangan yang dibutuhkan guna melakukan penelitian. Untuk mendukung kebutuhan data analisis dalam penelitian memerlukan sejumlah data. Adapun teknik pengumpulan data dan informasi yang dapat digunakan sebagai berikut:

1. Teknik Observasi. Menurut (Nawawi, 1992), observasi adalah pengamatan dan pencatatan secara sistematis terhadap unsur-unsur yang tampak dalam suatu gejala pada objek penelitian. Adanya observasi penelitian guna menyempurnakan penelitian agar mencapai hasil maksimal.
2. Teknik Dokumentasi. Menurut (Hamdani, 2004), metode dokumentasi adalah pengambilan gambar oleh peneliti untuk memperkuat hasil penelitian. Sedangkan menurut (Sugiyono, 2013), dokumentasi bisa berupa tulisan, gambar, atau kutipan dari kata-kata seseorang.

E. Instrumen Penelitian

Pengujian dilakukan dilaboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Metro. Pengujian yang dilakukan yaitu menghancurkan limbah beton, berat jenis dan penyerapan agregat, pengujian kadar lumpur, pengujian analisa saringan, pengujian *Slump Test*, pengujian suhu beton segar dan pengujian kuat tekan beton, pengujian-pengujian tersebut adalah sebagai berikut:

1. Penghancuran Limbah Beton

Tujuan penghancuran limbah beton yaitu sebagai pengganti agregat alam khususnya agregat kasar yang akan digunakan dalam penelitian. Metode yang digunakan dalam proses penghancuran, yaitu secara manual dengan menggunakan palu hingga mendapatkan ukuran agregat kasar sesuai SNI ASTM C 136:2012.

2. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat

Berat jenis digunakan untuk menentukan volume yang diisi oleh agregat. Hubungan antara berat jenis dengan serap adalah jika semakin tinggi nilai berat jenis agregat maka semakin kecil daya serap adalah jika semakin tinggi nilai berat jenis agregat maka semakin kecil daya serap air agregat. Cara kerja sebagai berikut: (SNI 1969, 2016)

- a. Agregat seberat yang dibutuhkan, direndam dalam ember yang berisi air selama 24 jam.
- b. Agregat dalam kondisi jenuh air kemudian dibuat dalam kondisi SSD.
- c. Untuk batu pecah ditiriskan, kemudian air pada permukaan dihilangkan menggunakan kain lap, dengan rumus, yaitu:

$$\text{BJ Kering} = \frac{\text{BK}}{(\text{W2} + \text{Bj} - \text{W1})}$$

$$\text{BJ SSD} = \frac{\text{BJ}}{(\text{W2} + \text{Bj} - \text{W1})}$$

$$\text{Penyerapan} = \frac{\text{BJ} - \text{BK}}{(\text{BK})} \times 100\%$$

Dimana:

BJ = Berat Jenis

BJ = Berat Jenis permukaan jenuh (gr)

BK = Berat Kering oven (gr)

W1 = Berat piknometer + benda uji = air (gr)

W2 = Berat piknometer + air (gr)

3. Pengujian Kadar air

Tujuannya adalah menentukan kadar air agregat dengan pengeringan. Kadar air agregat adalah perbandingan antara berat air yang terkandung dalam agregat dengan berat agregat dalam keadaan kering. Nilai kadar air ini

digunakan untuk koreksi takaran air pada adukan beton yang disesuaikan dengan kondisi agregat dilapangan. Adapun cara kerjanya:

- a. Timbang dan catat berat wadah (W1)
- b. Masukkan benda uji kedalam wadah, dan kemudian berat wadah+benda uji ditimbang, catatlah beratna (W2)
- c. Hitung berat benda uji (W3) = W2-W1
- d. Keringkan benda uji bersama wadah dalamoven pada suhu 110 C
- e. Setelah kering, ditimbang dan dicatat berat benda uji serta wadah (W4)
- f. Hitunglah berat benda uji kering: (W5) = W4-W1

4. Pengujian Kadar Lumpur Agregat Kasar dan Halus

Pemeriksaan kadar lumpur pada agregat bertujuan untuk mengetahui kadar lumpur pada agregat Kadar lumpur tidak boleh lebih dari 5% untuk agregat halus dan 1 % untuk agregat kasar. Jika memang kadar lumpur melebihi dari standar yang telah ditentukan. Maka, agregat harus dicuci kembali sampai kadar lumpurnya rendah atau dengan dengan cara mengganti agregatnya. (SK_SNI_S-04-1989-F, 1989)

Adapun cara yang dilakukan untuk menentukan kadar lumpur agregat halus yaitu:

- a. Peralatan
 - 1) Gelas ukur
 - 2) Alat pengaduk
- b. Bahan
 - 1) Agregat Halus
- c. Prosedur pengujian
 - 1) Masukkan benda uji kedalam gelas ukur
 - 2) Tambahkan air untuk melarutkan benda uji.
 - 3) Gelas ukur di kocok untuk mencuci pasir dari lumpur.
 - 4) Diamkan gelas ukur sampai 24 jam di tempat yang rata agar lumpur mengendap.
 - 5) Kemudian catat tinggi pasir dan tinggi lumpur pada gelas ukur.
 - 6) Hitung kadar lumpur benda uji.

$$\text{Perhitungan kadar Lumpur Agregat Halus} = \frac{A-B}{A} \times 100$$

Dimana:

A : tinggi lumpur + pasir

B : tinggi pasir

Sedangkan untuk pengujian kadar lumpur pada agregat kasar adalah dengan menggunakan metode berdasarkan berat/pencucian dengan kadar lumpur pada agregat kasar maksimum 1%

5. Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus

Tujuannya adalah menentukan pembagian butiran (gradasi) agregat dan modulus kehalusan. Data distribusi butiran pada agregat diperlukan dalam perencanaan adukan beton. Pelaksanaan penentuan gradasi ini dilakukan pada agregat halus dan agregat kasar. Cara uji:

- a. Ambil Agregat benda uji sekurang-kurangnya sebanyak ketentuan diatas
- b. Disiapkan atau disusun seperangkat saringan yang ukuran telah ditentukan
- c. mulai dari atas saringan yang paling besar sampai kebawah saringan yang paling kecil Lalu masukan benda uji secara perlahan, bersamaan dengan seperangkat saringan diguncang dengan tangan atau mesin selama 15 menit. Lalu timbang dan catat berat benda uji yang tertahan pada masing-masing saringan.

6. Pengujian Berat Volume Agregat

Pemeriksaan berat volume agregat digunakan untuk menentukan proporsi agregat yang digunakan dalam campuran (berat volume agregat halus, kasar, ataupun campuran). Berat volume agregat diartikan sebagai perbandingan antara berat material kering dengan volumenya.

7. Pengujian Keausan Agregat

Keausan adalah perbandingan antara berat bahan aus lewat saringan no 12(1,18 mm) terhadap berat semula dalam persen (SNI-2417, 2008). Pengujian dilakukan dengan menggunakan *Los Angeles Machine* ini merupakan cara menentukan ketahanan keausan agregat kasar dengan prinsip pukulan dan gesekan. Adapun cara pengujian keausan agregat yaitu:

- a. Benda uji dan bola baja dimasukkan ke dalam mesin abrasi *Los Angeles*
- b. Putaran mesin dengan kecepatan 30 rpm - 33 rpm; jumlah putaran gradasi A, gradasi B, gradasi C dan gradasi D adalah 500 putaran dan untuk gradasi E, gradasi F dan gradasi G adalah 1000 putaran.

- c. Setelah pemutaran, keluarkan benda uji dari mesin kemudian saring dengan saringan No.12 (1,70 mm); butiran yang tertahan di atasnya dicuci bersih, selanjutnya dikeringkan dalam oven pada temperatur $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ sampai berat tetap.
- d. Untuk material homogen, pengujian cukup dilakukan dengan 100 putaran, dan setelah selesai pengujian disaring dengan saringan No.12 (1,70 mm) tanpa pencucian.

Perhitungan:

$$\text{Keausan} = \frac{a-b}{a} \times 100\%$$

Keterangan:

a = berat benda uji semula, (gram);

b = berat benda uji tertahan saringan No.12 (1,70 mm), (gram)

8. Pengujian Berat Jenis Semen Portland

Tujuan pengujian Berat Jenis Semen Portland ini adalah untuk mendapatkan nilai berat isi semen portland, yang digunakan untuk pengendalian mutu semen. Metode ini digunakan sebagai acuan untuk melakukan pengujian Berat Jenis Semen Portland.

Adapun pengujian berat jenis semen berdasarkan SNI 2531 – 2015 dalah sebagai berikut:

- a. Letakkan kertas saring di atas corong kaca, kemudian tuang kerosin/minyak tanah
- b. Saring kerosin/minyak tanah menggunakan kertas saring, agar kotoran yang berada dalam kerosin/minyak tanah tidak terbawa ke dalam kerosin/minyak tanah.
- c. Masukkan kerosin/minyak tanah ke dalam tabung *Le Chatelier* dengan menggunakan corong kaca. Masukkan minyak tanah kurang lebih 1 ml.
- d. Bersihkan dinding *Le Chatelier* hingga kering.
- e. Timbang semen PCC sebanyak 60-64 gram menggunakan timbangan dengan ketelitian 0,001 gram.
- f. Masukkan semen yang sudah ditimbang, sedikit demi sedikit ke dalam tabung *Le Chatelier* menggunakan corong kaca.

- g. Putar tabung *Le Chatelier* menggunakan kedua tangan agar tidak ada gelembung udara yang terperangkap.
- h. Masukkan tabung ke dalam wadah berisi air es dengan suhu 20°C selama kurang lebih 15-20 menit
- i. Catat volume akhir lalu hitung BJ semen yang diuji.

9. Pengujian Waktu Ikat Semen Portland

Berdasarkan SNI-03-6827-2002, pengujian waktu ikat semen dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut:

- a. Tentukan dan siapkan volume air suling yang diperlukan untuk mencapai konsistensi normal sesuai dengan cara yang berlaku;
- b. 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;
- c. Aduklah campuran air suling dan benda uji itu selama 30 detik dengan kecepatan pengadukan 140 ± 5 putaran per menit;
- d. Pengadukan dihentikan selama 15 detik, bersihkan pasta semen yang menempel dipinggir mangkok pengaduk;
- e. Aduk, kembali pasta semen selama 60 detik dengan kecepatan pengadukan 285 ± 10 putaran per menit;
- f. Buatlah pasta semen berbentuk bola dengan tangan, sambil dilemparkan sebanyak 6 kali dari tangan kiri ke tangan kanan dengan jarak kedua tangan ± 15 cm;
- g. 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;
- h. Letakan thermometer beton diatas benda uji, lalu disimpan di lemari lembab selama 30 menit; selama percobaan benda uji dalam cincin dan ditahan pelat kaca;
- i. Catatlah suhu udara dengan thermometer laboratorium dan suhu benda uji dengan thermometer dengan beton;
- j. Letakan benda uji pada alat vicat, sentuhkan ujung jarum vicat pada tengah-tengah permukaan benda uji dan kencangkan posisi jarum vicat,

letakkan pembacaan skala pada nol atau catat angka permulaan, dan segera lepaskan jarum vikat;

10. Pembuatan Benda Uji

Pada pembuatan benda uji ada beberapa langkah pekerjaan harus dilakukan dengan sungguh-sungguh dan teliti. Benda uji yang digunakan yaitu benda uji silinder sebanyak 120 sampel. Material yang akan dipakai untuk membuat benda uji terlebih dahulu ditimbang sesuai dengan rancangan yang sebelumnya telah ditentukan. Adapun tahap pembuatan benda uji dilakukan adalah sebagai berikut:

- a. Mempersiapkan cetakan silinder dengan ukuran tinggi 30 cm dan diameter 15 cm.
- b. Memberikan pelumas pada permukaan dinding bagian dalam dan alas bagian dalam cetakan.
- c. Timbang bahan-bahan untuk pembuatan beton, seperti semen, agregat halus (pasir), agregat kasar (batu pecah), dan timbangan yang di gunakan dalam pembuatan benda uji adalah timbangan digital, agar dapat meminimalisir kesalahan.
- d. Siapkan agregat-agregat yang akan di aduk.
- e. Masukkan agregat pasir, dan semen terlebih dahulu dan memutar mesin pengaduk.
- f. Masukan agregat kasar dan putar kembali sampai campuran merata
- g. masukan air sedikit demi sedikit untuk mengatur sesuai dengan *Slump* yang diinginkan.
- h. Ukur *Slump* sesuai dengan SNI 7656:2012.
- i. Masukan adukan beton ke dalam silinder
- j. Selanjutnya dilakukan pemadatan adukan dengan menusuk besi pemadat sebanyak 25 tusukan pada setiap lapisan adukan.
- k. Ratakan permukaan beton dan licinkan sesuai dengan metode yang disyaratkan. Jika tidak ada pekerjaan akhir yang disyaratkan, ratakan permukaan dengan perata kayu atau magnesium. Lakukan semua pekerjaan akhir dengan gangguan minimum yang diperlukan untuk menghasilkan permukaan yang datar dan rata dimana sejajar dengan sisi cetakan dan tidak ada lekukan atau tonjolan yang lebih dari 3,2 mm.
- l. Kemudian cetakan dibuka setelah berumur 24 jam, lalu dilakukan perawatan dengan cara direndam untuk mempertahankan kelembaban benda uji.

11. *Slump Test* Beton

Slump Test bertujuan untuk mengetahui kadar air beton yang berhubungan dengan mutu beton, salah satunya dengan menggunakan kerucut Abraham. Adapun cara kerjanya:

- a. Kerucut diletakan pada bidang rata dan datar namun tidak menerap air
- b. Adukan beton yang dicampur merata dimasukan kedalam kerucut sambil ditekan kebawah penokong-penokongnya.
- c. Adukan beton dimasukan dalam 3 lapis ang kira-kira sama tebalnya dan setiap lapisan ditusuk sebanyak 25 kali dengan menggunakan tongkat baja agar adukan yang masuk kedalam kerucut lebih padat.
- d. Adukan yang jatuh disekitar kerucut diberishkan dengan hati-hati
- e. Dibuka dan diukur penurunan puncak kerucut terhadap tinggi semula
- f. Perhitungan nilai Slump: Nilai Slump = Tinggi cetakan – tinggi rata-rata benda

12. Pengujian Suhu Beton Segar

Tujuan pemeriksaan ini ialah untuk mengetahui besar suhu pada beton dengan berbagai variasi abu terbang. Hal ini berkaitan dengan masalah keretakan yang terjadi pada beton. Adapun cara pengujian suhu pada beton segar menurut SNI 4807:1998:

- a. Ambil contoh beton segar
- b. Tuangkan beton segar ke dalam cetakan
- c. Tempelkan *thermometer* dan tekan ddengan hati-hati permukaan beton disekeliling *thermometer*.
- d. Biarkan *thermometer* terendam dalam beton selama 2 menit, baca dan catat hasil pembacaan suhu.

13. Perawatan Beton (*Curing*)

Curing atau perawatan beton dilakukan saat beton sudah mulai mengeras yang bertujuan untuk menjaga agar beton tidak cepat kehilangan air dan sebagai tindakan menjaga kelembaban/suhu beton sehingga beton dapat mencapai mutu beton yang diinginkan. Proses curing pada beton berperan penting pada kekuatan dan daya tahan beton. Proses curing ini meliputi pemeliharaan kelembaban dan kondisi suhu, baik dalam beton maupun di permukaan beton dalam periode waktu tertentu.

14. Pengujian Kuat Tekan

Pengujian Uji kuat tekan beton dilakukan setelah benda uji dilakukan perawatan pada umur 7 dan 14 hari. Adapun Langkah-langkahnya:

- a. Sehari sebelum dilakukan pengetesan kuat tekan, benda uji harus dikeluarkan dari bak perendam dan dibiarkan selama 24 jam
- b. Setelah 24 jam, ambil benda uji lalu timbang dan catatat berat benda uji, setelah itu letakan benda uji di alat tekan.
- c. Jalankan mesin tekan, sehingga membuat benda uji hancur bersamaan perhatikan dan catat jarum mesin tekan tidak bergerak lagi menunjukan angka makisimum hancur dari benda uji tersebut, catat beban tekan maksimum yang ditunjukan oleh jarum, Nilai ini menunjukan beban tekan maksimum yang dicapai.
- d. Kemudian masukan datanya kedalam tabel.
- e. Ulangi dan lakukan lakangkah-langkah diatas untuk benda uji selanjutnya. Dari hasil kuat tekan yang dilakukan didapan besarna gaya P sehingga benda uji hancur atau jarum spidometer dari alat uji tidak bergerak keatas lagi sehingga berlaku beban maksimum yang ditunjukan alat penguji.

F. Teknik Perhitungan Data

Perhitungan dan pengolahan data dilaksanakan berdasarkan data-data yang diperlukan untuk selanjutnya dikelompokan sesuai identifikasi permasalahan. Semua hasil yang didapat dari pengujian-pengujian yang dilaksanakan dilaboratorium yang akan ditampilkan dalam bentuk tabel, grafik hubungan serta penjelasan-penjelasan yang didapat dari:

- a. Hasil dari pengujian sampel beton yang ditampilkan dalam bentuk tabel.
- b. Dari hasil pengujian sampel beton terhadap masing-masing pengujian seperti pengujian agregat kasar, agregat halus, semen, air, yang ditampilkan dalam bentuk tabel.
- c. Dari hasil pengujian slump test ditampilkan dalam bentuk tabel.
- d. Dari hasil pengujian kuat tekan beton setelah umur yang ditentukan akan ditampilakan dalam bentuk tabel dan grafik.