

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium PT. Wanayasa Beton, mulai terbitnya SK sampai selesai. Kegiatan penelitian ini dimulai dari studi pustaka, persiapan bahan, pengujian bahan, pembuatan benda uji dan perawatan benda uji, serta pengujian kuat tekan dilakukan di Laboratorium PT. Wanayasa Beton berlokasi di Dusun Budiasih Desa Cibenda Kec. Parigi, Pangandaran. 46393.



Gambar 3. 1Map lokasi penelitian

3.2 Tahapan Penelitian

Secara umum tahapan penelitian ini dibagi menjadi beberapa tahapan yaitu:

- Tahap I : Persiapan dan pengujian bahan campuran beton.
- Tahap II : Perhitungan rencana campuran bahan pembuat beton, Pembuatan adukan beton, dan slump tes beton.
- Tahap III : Pengujian Kuat Tekan Beton.
- Tahap IV : Analisis dan Kesimpulan.

3.3 Metode penelitian

Metode yang dipakai dalam penelitian ini adalah dengan cara eksperimen dan studi pustaka atau literatur. Tahapan awal dalam eksperimen ini adalah dengan memahami bahan pembentukan beton atau sifat material. Selain itu juga dengan cara studi pustaka untuk mendapatkan karakteristik bahan pembuatan beton, seperti pengujian berat isi agregat, berat jenis agregat, analisis saringan, kadar lumpur agregat, dan kadar air. Penelitian pencampuran bahan ini berdasarkan atas standar pekerjaan umum (SNI 03-2834-2000). Persiapan bahan tambah abu cangkang kerang hijau dilakukan dengan cara dicuci terlebih dahulu dan dikeringkan setelah itu dibakar dengan suhu 100° c lalu dihaluskan sampai mendapat kriteria yang diinginkan, Penambahan abu cangkang kerang hijau pada campuran beton sebagai bahan tambah semen sebagian dengan presentase 0%, 6%, 9%, 12% dari berat semen, metode penambahan abu cangkang kerang hijau dilakukan dengan dua jenis penambahan cangkang kerang yang pertama cangkang kerang dihaluskan tanpa proses pembakaran, kedua cangkang kerang melalui pembakaran dengan suhu 100° c. Pengujian kuat tekan beton berdasarkan umur rencana 7, 14, dan 28 hari untuk mengetahui variasi mana yang memberi peningkatan kuat tekan beton yang optimal.

Tabel 3.1 Jumlah benda uji

No	Jenis Bahan Tambah	Komposisi Tambah	Umur Rencana			Jumlah Benda Uji
			7	21	28	
1	Beton Normal	0%	3	3	3	9
2	Kerang tanpa pembakaran	6%	3	3	3	9
		9%	3	3	3	9
		12%	3	3	3	9
3	Kerang dengan pembakaran suhu 100°C	6%	3	3	3	9
		9%	3	3	3	9
		12%	3	3	3	9
Total						63

Keterangan :

1. 0% abu cangkang kerang hijau yang digunakan.
2. 6% abu cangkang kerang hijau yang digunakan dari berat semen.
3. 9% abu cangkang kerang hijau yang digunakan dari berat semen.
4. 12% abu cangkang kerang hijau yang digunakan dari berat semen.

Eksperimen ini merupakan percobaan dilaboratorium untuk melakukan hasil pengujian, dimana prosesnya meliputi:

1. Persiapan peralatan atau fasilitas di laboratorium
2. Persiapan bahan pembentuk beton meliputi agregat halus, agregat kasar, semen.
3. Pengujian dan pemeriksaan bahan pembentuk beton
4. Pembuatan benda uji silinder ukuran 15 cm × 30 cm.
5. Pengujian kuat tekan beton.
6. Teknik pengumpulan data.

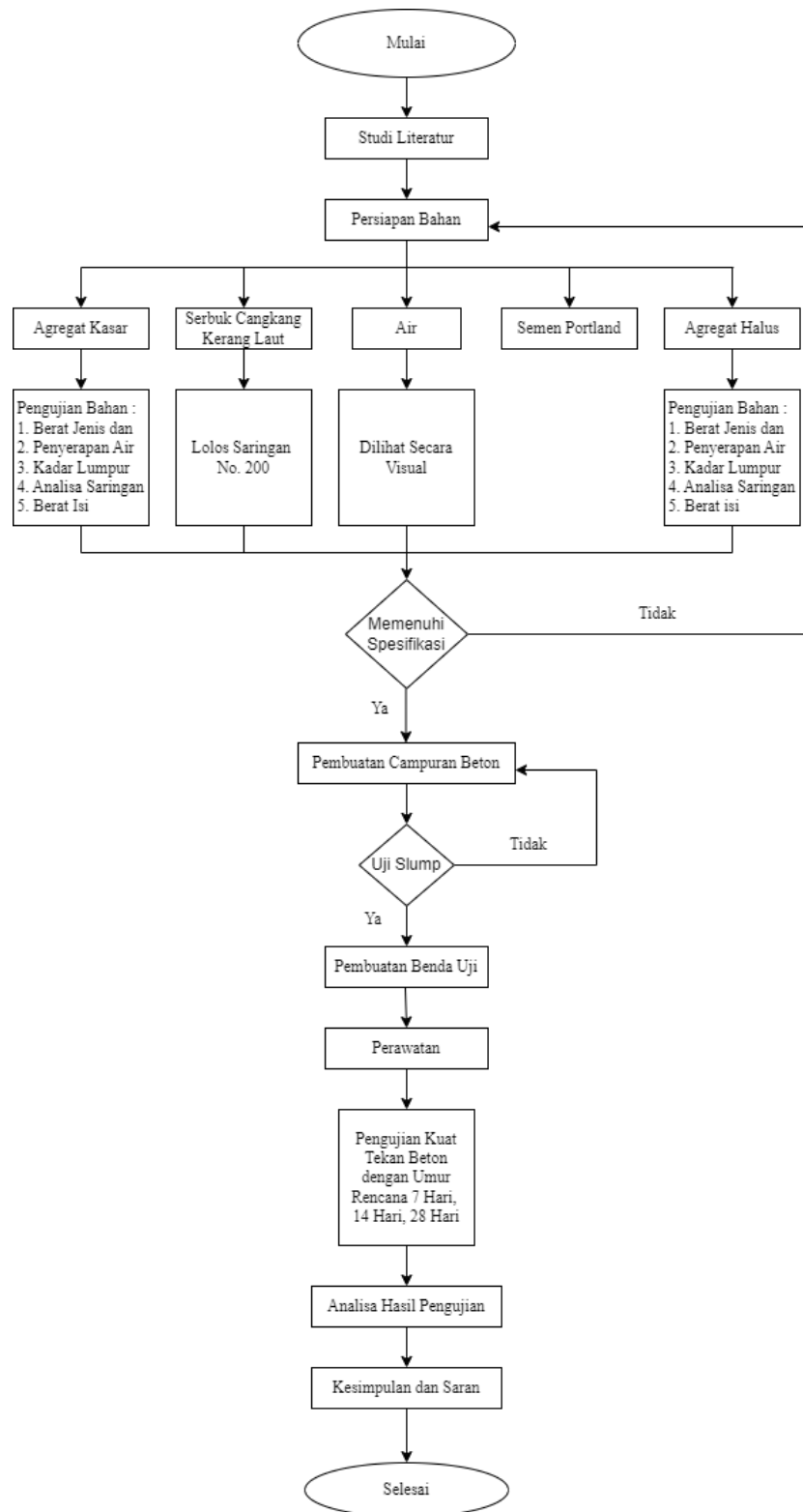
Pengumpulan data diambil dari hasil pengujian variable sample yang ada sehingga memperoleh suatu besaran nilai yang dicatat, dikumpulkan dan dianalisa agar mendapatkan hasil yang direncanakan baik dalam bentuk table dan grafik. Data yang didapat dari pengujian sampel tersebut adalah pada beton segar yang meliputi pengukuran nilai kuat tekan dan pengukuran berat isi beton.

Selain itu yang menjadi acuan dalam pengambilan data untuk memenuhi penulisan tugas akhir ini dapat melalui:

1. Observasi, merupakan pengamatan terhadap beberapa hasil pengujian
2. Studi literatur, merupakan membaca buku-buku yang berhubungan dengan masalah pengujian.
3. Dokumentasi, merupakan melakukan pemotretan terhadap beberapa pelaksanaan pekerjaan.
4. Ikut andil secara langsung dalam proses suatu pekerjaan serta melaksanakan kegiatan yang dilaksanakan dilaboratorium.

3.4 Alur Penelitian

Alur penelitian dalam pekerjaan beton meliputi semua tahapan yang dimulai dari pengujian bahan-bahan penyusun beton, perancangan komposisi campuran, pembuatan adukan beton, pengambilan contoh dan pengujian beton segar (*slump test*), pembuatan beda uji, perawatan dan pengujian beton keras. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat dalam bagan berikut ini:



Gambar 3. 2 Alur Penelitian

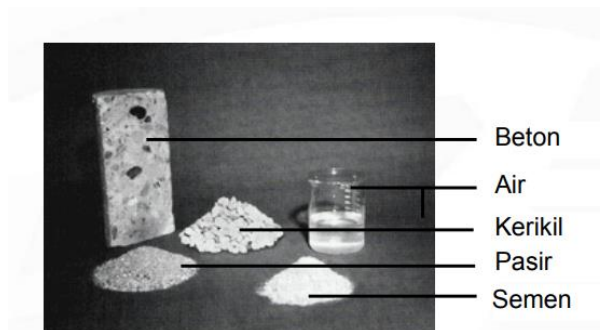
3.5 Proses Pengolahan Cangkang kerang hijau

Proses pengolahan cangkang kerang hijau sampai menjadi abu cangkang kerang hijau adalah sebagai berikut :

1. Cangkang kerang laut dibersihkan dengan air mengalir dilakukan secara berulang sampai kotoran yang menempel pada cangkang kerang laut terlepas dan bersih.
2. Jemur cangkang kerang laut dibawah sinar matahari sampai cangkang kerang laut benar – benar kering pastikan cangkang kerang laut tidak ada yang lembab dan tempat penjemuran cangkang kerang laut bersih.
3. Bakar cangkang kerang laut diatas pembakaran dengan suhu 100°.
4. Tumbuk cangkang kerang laut yang sudah dibakar dan tidak dibakar sampai menjadi abu.

3.6 Persiapan bahan

Persiapan bahan-bahan atau material penyusun beton merupakan langkah utama yang harus dilakukan pada saat melakukan penelitian dilaboratorium.



Gambar 3. 3 Material utama pembentuk beton

Sumber : Wijaya karya

Berikut ini adalah bahan-bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini :

1. Semen
Semen berfungsi sebagai bahan pengisi dan pengikat pada campuran beton.
Pada penelitian ini semen yang digunakan yaitu semen portlant tipe I.
2. Agregat Kasar

Agregat kasar atau batu pecah yang digunakan pada penelitian ini yaitu agregat kasar dengan ukuran maksimum 20 mm.

3. Agregat halus

Agregat halus yang digunakan adalah pasir cor dan sebelum melakukan pembuatan beton, dilakukan penyaringan untuk menentukan zona pasir.

4. Air

Air yang digunakan yaitu air yang berasal dari Laboratorium PT. Wanayasa Beton.

5. Abu cangkang kerang hijau

Abu cangkang kerang hijau yang digunakan adalah sebagai material bahan tambah semen dengan persentase tertentu.

3.7 Persiapan Peralatan

Dalam pembuatan beton menggunakan alat-alat yang tersedia di PT. Wanayasa Beton Pangandaran dan juga menggunakan bahan-bahan yang sudah tersedia sebelumnya agar terlaksananya pembuatan beton yang baik.

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Saringan

saringan berfungsi untuk menyaring sampel untuk mengetahui modulus halus dan gradasi perbutir pada agregat.

2. Timbangan

Timbangan berfungsi untuk menimbang berat sampel agar sesuai dengan yang dibutuhkan.

3. Sekop

Sekop berfungsi untuk memindahkan bahan-bahan dan mengaduk campuran beton.

4. Termometer mekanik

Termometer mekanik berfungsi untuk mengukur suhu panas pada cangkang kerang yang dibakar.

5. Tempat pembakaran

Tempat pembakaran berfungsi untuk membakar cangkang kerang.

6. *Concrete Mixer*

Berfungsi untuk mengaduk semua bahan supaya tercampur merata.

7. Sendok spesi

Berfungsi untuk mencampur atau memasukkan adonan beton ke dalam cetakan.

8. Cetakan

Cetakan yang digunakan pada penelitian ini berbentuk Silinder.

9. Bak Air

Berfungsi untuk merendam benda uji yang sudah dilepas dari cetakan.

10. Mesin Pengujian Beton

Sebagai alat untuk menguji kekuatan beton keras.

3.8 Tahapan Pengujian Material Beton

Pengujian terhadap material beton dilakukan untuk memahami sifat-sifat dan karakteristik bahan-bahan tersebut untuk menganalisis dampaknya terhadap sifat dan karakteristik beton yang dihasilkan, baik pada kondisi beton segar, beton muda maupun beton yang telah mengeras. Pengujian bahan ini meliputi pemeriksaan bahan agregat halus, agregat kasar, dan bahan tambah lainnya. Pengujian ini dilakukan menggunakan alat yang telah tersedia dilaboratorium. Berikut ini adalah langkah-langkah dalam material penyusun beton:

3.8.1 Pemeriksaan Volume Agregat

Menentukan berat isi agregat halus, agregat kasar atau campuran yang didefinisikan sebagai perbandingan antara berat material kering dengan volumenya.

Peralatan yang digunakan:

1. Timbangan dengan ketelitian 0,1% berat contoh.
2. Talam kapasitas cukup besar untuk mengeringkan contoh agregat.
3. Tongkat pemadat diameter 15 mm, panjang 60 cm, yang ujungnya bulat, terbuat dari baja tahan karat.
4. Mistar perata.

5. Sekop.
6. Wadah baja yang cukup kaku berbentuk kubus.

Bahan yang digunakan:

1. Agregat Halus.
2. Agregat Hasar.

Prosedur pelaksanaan, agregat dimasukkan kedalam talam sekurang-kurangnya kapasitas wadah, kemudian dikeringkan dengan suhu $110^{\circ} \text{C} \pm 5^{\circ}\text{c}$ sampai berat menjadi tetap untuk digunakan sebagai benda uji. Berat isi padat agregat dengan cara penusukan:

1. Wadah ditimbang dan dicatat, (W1).
2. Wadah diisi dengan benda uji dalam tiga lapis yang sama tebal. Setiap lapis dipadatkan dengan tongkat pemadat yang dimasukkan sebanyak 25 kali secara merata.
3. Permukaan benda uji diratakan dengan menggunakan mistar perata.
4. Benda uji ditimbang dan dicatat, (W2).
5. Berat benda uji ditimbang, (W3 = W2 – W1).

3.8.2 Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar

Menentukan pembagian butir (gradasi) agregat. Data distribusi butiran pada agregat diperlukan dalam perencanaan adukan beton. Pelaksanaan penentuan gradasi ini dilakukan pada agregat halus dan agregat lasar. Alat yang digunakan adalah seperangkat saringan dengan ukuran jarring-jaring tertentu.

Peralatan yang digunakan:

1. Timbangan dan neraca dengan ketelitian 0,2% dari berat benda uji.
2. Seperangkat saringan untuk analisis agregat halus dengan ukuran:
9.5 mm (3/8"), 4.75 mm (No. 4), 2.36 mm (No. 8), 1.18 mm (No. 10), 0.59 mm (No. 30), 0.297 mm (No. 60), 0.149 mm (No. 100) dan 0.075 mm (No. 200).
3. Seperangkat saringan untuk analisis agregat kasar dengan ukuran:
50 mm (2"), 37.5 mm (1½"), 25 mm (1"), 19.10 mm (3/4"), 12.5 mm (1/2") dan 9.5 mm (3/8").
4. Oven, yang dilengkapi pengaturan suhu untuk pemanasan sampai $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ} \text{C}$.

5. Alat pemisah contoh (Sample splitter).
6. Mesin penggetar saringan.
7. Talam-talam
8. Kuas, sikat kuning, sendok, dan alat lain-lainnya.

Bahan yang digunakan:

1. Agregat Halus
2. Agregat Kasar

Prosedur Pelaksanaan:

1. Benda uji dikeringkan didalam oven dengan suhu $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ sampai berat contoh berat.
2. Contoh dicurahkan pada perangkat saringan. Susunan saringan dimulai dari saringan paling besar diatas. Perangkat saringan diguncang dengan tangan atau mesin pengguncang selama 15 menit.

Perhitungan :

Persentase berat benda uji yang bertahan diatas masing-masing saringan terhadap berat total benda uji dihitung.

3.8.3 Pemeriksaan Kadar Lumpur dalam Agregat Halus

Menentukan persentase kadar lumpur dalam agregat halus. Kandungan lumpur <5% merupakan ketentuan dalam peraturan bagi penggunaan agregat halus untuk pembuatan beton.

Peralatan yang digunakan:

1. Gelas Ukur
2. Alat Pengaduk

Bahan yang digunakan:

Contoh pasir secukupnya dalam kondisi lapangan dengan bahan pelarut air biasa.

Prosedur pelaksanaan:

1. Contoh benda uji dimasukan kedalam gelas ukur.
2. Air ditambahkan pada gelas ukur guna melarutkan lumpur.
3. Gelas dikocok untuk mencuci pasir dari lumpur.

4. Gelas disimpan pada tempat yang datar dan biarkan lumpur mengendap setelah 24 jam.
5. Tinggi pasir (V_1) dan tinggi lumpur (V_2) diukur.

Perhitungan :

$$\text{Kadar Lumpur} = \frac{V_2}{V_1+V_2} \times 100\%$$

Keterangan: V_1 = Tinggi Pasir

V_2 = Tinggi Lumpur

3.8.4 Pemeriksaan Kadar Air dalam Agregat Halus dan Kasar

Menentukan kadar air agregat dengan cara 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 untuk adukan beton yang disesuaikan dengan kondisi agregat lapangan.

Peralatan yang digunakan:

1. Timbangan dengan ketelitian 0,1% dari berat contoh.
2. Oven yang suhunya dapat diatur sampai $110^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$.
3. Talam logam tahan karat berkapasitas cukup besar bagi tempat pengeringan.

Bahan yang digunakan:

1. Agregat Halus
2. Agregat Kasar

Prosedur Pelaksanaan:

1. Berat Talam ditimbang dan dicatat, (W_1).
2. Benda uji dimasukkan kedalam talam, dan kemudian berat talam + benda uji ditimbang kemudian dicatat, (W_2).
3. Berat Benda uji dihitung, ($W_3 = W_2 - W_1$)
4. Contoh benda uji dikeringkan bersama talam dalam oven pada suhu ($110 \pm 5^\circ\text{C}$) hingga mencapai bobot tetap.
5. Setelah kering contoh ditimbang dan dicatat berat benda uji beserta Talam (W_4).
6. Berat benda uji kering dihitung, ($W_5 = W_4 - W_1$).

Perhitungan:

$$\text{Kadar air agregat} = \frac{W_3 - W_5}{W_5} \times 100\%$$

Dengan: W_3 = Berat contoh semula (gram)

W_5 = Berat Contoh kering (gram)

3.8.5 Analisis Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

Tujuan pengujian ini adalah untuk mendapatkan angka untuk berat jenis curah, berat jenis kering permukaan jenuh, berat jenis semu, dan angka penyerapan dari agregat halus. Nilai ini diperlukan untuk menentukan besarnya komposisi volume agregat dalam adukan beton.

Peralatan yang digunakan:

1. Timbangan dengan ketelitian 0,5 gram yang mempunyai kapasitas minimum sebesar 1000 gram.
2. Piknometer dengan kapasitas 500 gram.
3. Cetakan kerucut pasir
4. Tongkat pemadat dari logam untuk cetakan kerucut pasir.

Benda uji:

Benda uji merupakan agregat yang lewat saringan No. 4 (4,75 mm) diperoleh dari alat pemisah contoh atau cara perempat sebanyak 100 gr. Berat contoh agregat halus disiapkan sesuai kapasitas piknometer.

Prosedur pelaksanaan:

1. Agregat halus yang jenuh air dikeringkan sampai diperoleh kondisi dengan indikasi contoh tercurah dengan baik.
2. Sebagian dari contoh dimasukkan pada metal *sand cone mold*. Benda uji dipadatkan dengan tongkat pemadat (tamper). Jumlah tumbukan adalah 25 kali. Jika cetakan diangkat dan butiran-butiran pasir longsor/runtuh, maka contoh benda uji dalam kondisi SSD.
3. Berat piknometer yang berisi air sesuai kapasitas ditimbang dengan ketelitian 0.1 gram.

4. Contoh agregat halus dimasukkan ke dalam piknometer sesuai kapasitasnya. Piknometer diisi dengan air sampai 90% penuh kemudian digoyangkan untuk membebaskan gelombang-gelombang udara. Timbang piknometer yang berisi contoh dan air, diamkan selama 24 jam.
5. Contoh benda uji dipisahkan dari piknometer dan keringkan pada suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ selama 24 jam, setelah kering kemudian benda uji ditimbang.

Perhitungan:

$$\text{Berat jenis curah} = \frac{B_k}{B + B_a - B_t}$$

$$\text{Berat jenis kering permukaan jenuh} = \frac{B_a}{B + B_a - B_t}$$

$$\text{Berat jenis semu} = \frac{B_k}{B + B_k - B_t}$$

$$\text{Penyerapan} = \frac{B_a - B_t}{B_k} \times 100\%$$

Keterangan :

B_k = Berat benda uji kering oven, dalam gram.

B = Berat Piknometer berisi air, dalam gram.

B_t = Berat Piknometer berisi benda uji dan air, dalam gram.

B_a = Berat benda uji dalam keadaan kering permukaan jenuh, dalam gram.

3.8.6 Analisis Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

Tujuan pengujian ini adalah untuk mendapatkan angka untuk berat jenis curah, berat jenis kering permukaan jenuh, berat jenis semu, dan angka penyerapan dari agregat halus. Nilai ini diperlukan untuk menetapkan besarnya komposisi volume agregat dalam adukan beton.

Peralatan yang diperlukan :

1. Timbangan dengan ketelitian 0.5 gram yang mempunyai kapasitas 5 kg.
2. Keranjang kawat dengan ukuran 3,35 mm (No. 6) atau 2,36 mm (No. 8) dengan kapasitas kira-kira 5 kg.
3. Tempat air dengan kapasitas dan bentuk yang sesuai dengan pemeriksaan. Tempat ini harus dilengkapi dengan sehingga permukaan air selalu tetap.

4. Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai 110°C.
5. Alat pemisah sampel.
6. Saringan No. 4 (4,75 mm).

Benda Uji :

Benda uji adalah agregat yang tertahan saringan No. 4 (4,75 mm) diperoleh dari alat pemisah contoh atau cara perempat, kira-kira 5 kg.

Prosedur Pelaksanaan :

1. Cuci benda uji untuk menghilangkan debu atau bahan-bahan lain yang melekat pada permukaan.
2. Keringkan benda uji dalam oven pada suhu 110°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 pengeringan dengan oven.
3. Keringkan benda uji pada suhu kamar selama 1-3 jam kemudian timbang dengan ketelitian 0,5 gram (B_k).
4. Rendam benda uji dalam air pada suhu kamar selama 24 jam.
5. Keluarkan benda uji dari dalam air, lap dengan kain penyerap sampai selaput air pada permukaan hilang, untuk butiran yang besar pengeringan harus satu persatu.
6. Timbang benda uji kering-permukaan jenuh (B_j).
7. Letakkan benda uji didalam keranjang, getarkan batunya untuk mengeluarkan udara yang tersekap dan tentukan beratnya di dalam air (B_a).

Perhitungan :

$$\text{Berat jenis curah} = \frac{B_k}{B_j - B_a}$$

$$\text{Berat jenis kering permukaan jenuh} = \frac{B_j}{B_j - B_a}$$

$$\text{Berat jenis semu} = \frac{B_k}{B_k - B_a}$$

$$\text{Penyerapan} = \frac{B_j - B_k}{B_k} \times 100\%$$

Keterangan :

Bk = Berat benda uji kering oven, dalam gram.

Bj = Berat benda uji dalam keadaan kering permukaan, jenuh dalam gram.

Ba = Berat benda uji dalam keadaan kering permukaan jenuh di dalam air, dalam gram.

3.9 Perencanaan Campuran Beton

Campuran beton adalah gabungan dari komposit penyusunnya. Sifat dan karakteristik bahan akan mempengaruhi hasil rancangan. Perancangan campuran beton bertujuan untuk mengetahui komposisi atau proporsi bahan-bahan penyusun beton. Proporsi campuran dari bahan-bahan penyusun beton ini ditentukan melalui sebuah perhitungan (*mix design*). Metode yang dilakukan dalam menentukan proporsi pada penelitian ini menggunakan standar sesuai SNI 03-2834-2000 tentang tata cara rencana pembuatan beton normal.

Perhitungan ini dilakukan dengan berdasarkan kekuatan tekan rencana serta workabilitas yang digunakan. Dua indikator ini sangat kontradiktif, dimana kekuatan beton akan meningkat jika penggunaan air pada pencampuran rendah. Namun demikian, workabilitas yang dicapai juga rendah sehingga sulit dikerjakan. Sebaliknya, jika workabilitas yang direncanakan tinggi, jumlah air yang digunakan tinggi sementara kuat tekan yang dihasilkan menjadi rendah.

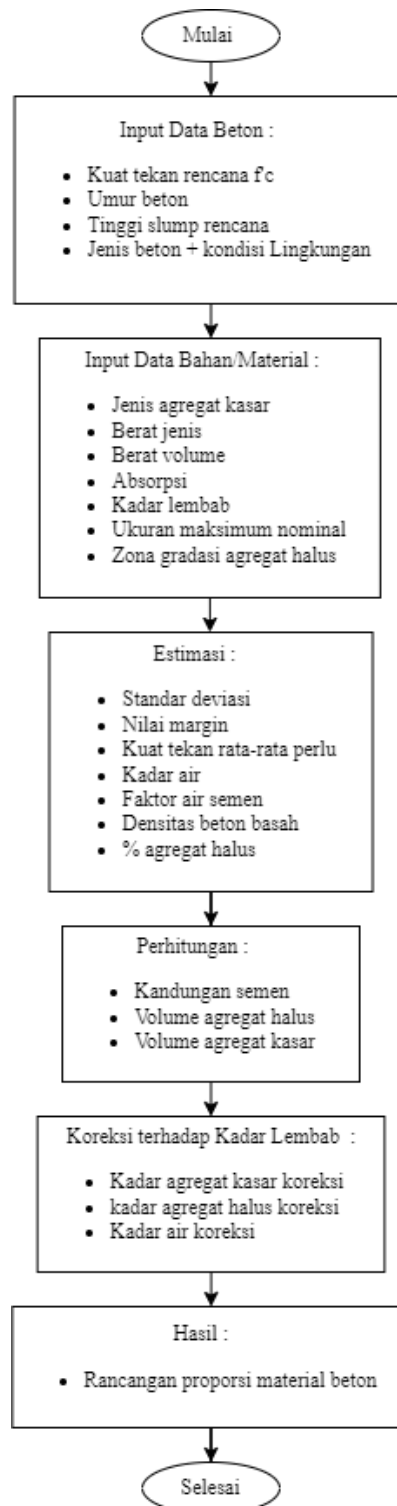
Pemilihan agregat juga mempengaruhi sifat pengerjaan beton. Butiran yang besar akan menyebabkan segregasi, sedangkan butiran yang kecil menyebabkan kuat tekan beton yang rendah.

Sifat-sifat beton dapat direncanakan berdasarkan sifat material penyusunnya. *Mix design* adalah pemilihan bahan penyusun beserta proporsinya. Proporsi campuran beton harus menghasilkan beton yang memenuhi persyaratan berikut :

1. Kekentalan yang memungkinkan pengerjaan beton (penuangan, pemadatan dan perataan) dengan mudah dapat mengisi acuan dan menutup permukaan secara serba sama (homogen).

2. Keawetan terhadap pengaruh-pengaruh serangan agresif lingkungan (durabilitas).
3. Ketentuan tekan karakteristik atau kekuatan tekan minimum yang dikehendaki (*Compressive strength*).
4. Harga adukan harus ekonomis.

Dalam praktek ada beberapa metode rancangan campuran beton yang telah dikenal, antara lain Metode DOE yang dikembangkan oleh *Department of Environment* di Inggris dan Metode ACI (*American Concrete Institute*). Metode rancangan campuran dengan cara DOE ini di Indonesia dikenal sebagai standar perencanaan oleh Departemen Pekerjaan Umum dan dimuat dalam Standar SNI 03-2834-2000 “Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal”. Secara garis besar metode tersebut didasarkan pada hubungan empiris, bagan, grafik dan tabel. Berikut adalah prosedur perancangan campuran beton.



Gambar 3. 4 Prosedur perencanaan campuran beton

Sumber : Kementerian Pekerjaan umum, 2017

3.10 Penjelasan Bahan Campuran Beton yang dipakai

1. Agregat halus yang digunakan adalah pasir Cikalong.
2. Semen yang digunakan semen type I.
3. Agregat kasar yang digunakan adalah batu kerikil.

3.11 Pembuatan Benda Uji

Pencampuran bahan-bahan penyusun beton dilakukan supaya diperoleh komposisi yang baik dari bahan-bahan penyusun didasarkan oleh rancangan campuran beton. Berikut tahapan dalam pelaksanaan pembuatan beton dilapangan:

1. Persiapan yang dilakukan

Sebelum penuangan beton dilaksanakan, hal-hal yang dilakukan adalah membersihkan semua peralatan untuk pengangkutan dan pengadukan beton, membersihkan cetakan benda uji dan mengoleskan cetakan tersebut dengan minyak mineral supaya memudahkan pembukaan benda uji.

2. Penakaran

Penakaran bahan-bahan penyusun beton dihasilkan dari hasil rancangan yang telah dihitung sebelumnya.

3. Pengadukan (Mixing)

Setelah mendapatkan komposisi yang direncanakan, maka proses selanjutnya adalah pencampuran dilapangan. Komposisinya disesuaikan dengan kapasitas alat aduk. Alat yang digunakan dalam pengadukan adalah *pan mixer* lalu dituangkan kedalam *truck mixer*.

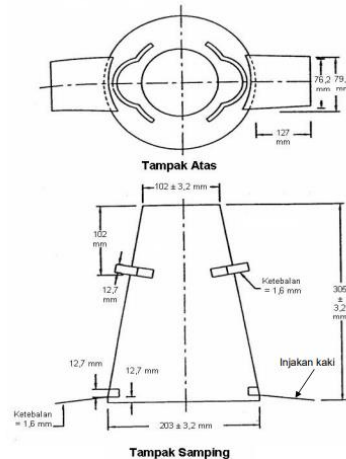
4. Pengujian Beton Segar (*Slump*)

Menentukan ukuran derajat kemudahan pengecoran adukan beton segar.

Peralatan yang diperlukan :

1. Cetakan dari logam tebal minimum 1,2 mm berupa kerucut terpancung (*cone*) dengan diameter bagian bawah 203 mm, bagian atas 102 mm dan tinggi 305 mm. Bagian atas dan bawah cetakan terbuka.
2. Tongkat pemadat dengan diameter 16 mm, panjang 600 mm. ujung tongkat bulat dan bahan tongkat dibuat dari baja tahan karat.

3. Pelat logam dengan permukaan yang kokoh, rata dan kedap air.
4. Sendok cekung.
5. Mistar cukur.
6. Cetakan uji Slump.



Gambar 3. 5 Cetakan uji *slump* (Kerucut abras)

Sumber : SNI-03-1972-2008

Prosedur Pelaksanaan :

1. Cetakan dan pelat dibasahi dengan kain basah.
2. Cetakan diletakkan diatas pelat.
3. Cetakan diisi sampai penuh dengan beton segar dalam 3 lapis. Tiap lapis kira-kira 1/3 isi cetakan. Setiap lapis dipadatkan dengan tongkat pemadat sebanyak 25 kali tusukan secara merata. Tongkat pemadat harus masuk tepat sampai lapisan bagian bawah tiap-tiap lapisan. Pada lapisan pertama, penusukan bagian tepi dilakukan dengan tongkat dimiringkan sesuai dengan kemiringan dinding cetakan.
4. Setelah selesai pemadatan, permukaan benda uji diratakan dengan tongkat, tunggu selama 30 detik dan dalam jangka waktu ini semua kelebihan beton segar disekitar cetakan dibersihkan. Kemudian diangkat perlahan-lahan tegak lurus keatas, seluruh pengujian mulai dari pengisian sampai cetakan diangkat harus selesai dalam jangka waktu 2,5 menit.

5. Balikkan cetakan dan letakan perlahan-lahan disamping benda uji, ukurlah slump yang terjadi dengan menentukan perbandingan tinggi cetakan dengan tinggi rata-rata benda uji.
 6. Pengukuran slump harus segera dilakukan dengan cara mengukur tegak lurus antara tepi atas cetakan dengan tinggi rata-rata benda uji. Untuk plat, balok, kolom dan dinding mempunyai nilai maksimum sebesar 15 cm dan minimum 7,5 cm.
5. Penuangan atau Pengecoran (*Placing*)

Penuangan beton segar kedalam cetakan dilakukan secara manual, alat yang digunakan adalah sendok dan tongkat pemadat.

Peralatan yang diperlukan :

1. Cetakan Silinder dengan ukuran 15 cm × 30 cm.
2. Tongkat pemadat, diameter 16 mm, panjang 60 cm, dengan ujung dibualatkan terbuat dari baja tahan karat.
3. Bak pengaduk beton kedap air atau mesin pengaduk.
4. Satu set alat pelapis (*capping*).
5. Peralatan tambahan : ember, skop, sendok perata dan talam.

Prosedur pelaksanaan:

1. Benda-benda uji (balok) dibuat dengan cetakan yang sesuai dengan bentuk benda uji. Cetakan disapu sebelumnya dengan vaselin atau minyak agar beton mudah dilepaskan dengan mudah dari cetakan.
2. Adukan beton diambil langsung dari *truck mixer* adukan beton dengan menggunakan roda pengakut dan ember.
3. Cetakan diisi dengan adukan beton dalam 3 lapis, tiap-tiap lapis dipadatkan dengan 25 kali tusukan secara merata. Pada saat melakukan pemadatan lapisan pertama, tongkat tidak boleh mengenai dasar cetakan. Pada saat melakukan pemadatan kedua dan ketiga tongkat pemadat boleh maduk antara 25.4 mm kedalam lapisan dibawahnya. Ketuk sisi-sisi cetakan agar rongga bekas tusukannya tertutup.

4. Untuk benda uji berbentuk silinder ukuran 15 cm x 30 cm mengisi cetakan dengan adukan dalam 3 lapis dan tiap lapis dipadatkan dengan 25 kali tusukan secara merata.
5. Setelah 24 jam, benda uji dikeluarkan dari cetakan kemudian direndam dalam bak perendam berisi air yang telah memenuhi persyaratan untuk perawatan (*curing*) selama waktu yang dikehendaki.

3.12 Perawatan (Curing)

Perawatan (*Curing*), perawatan dilakukan setelah beton mencapai *final setting*, artinya telah mengeras dan dapat dibuka dari cetakan. Perawatan dilakukan agar proses hidrasi selanjutnya tidak mengalami gangguan. Jika hal ini terjadi, beton akan mengalami keretakan karena kehilangan air yang begitu cepat. Perawatan dilakukan minimal selama 7 (tujuh) hari dan beton berkekuatan awal tinggi minimal selama 3 (tiga) hari serta harus dipertahankan dalam kondisi lembab, kecuali dilakukan dengan perawatan yang dipercepat.

Perawatan ini tidak hanya dimaksudkan untuk mendapatkan kekuatan tekan beton yang tinggi tapi juga dimaksudkan untuk memperbaiki mutu dari keawetan beton, kedekatan terhadap air, ketahanan terhadap aus, serta stabilitas dari dimensi struktur.

Jumlah air di dalam beton cair sebetulnya sudah lebih dari cukup (sekitar 12 liter per sak semen) untuk menyelesaikan reaksi hidrasi. Namun sebagian air hilang karena menguap sehingga hidrasi selanjutnya terganggu. Karena hidrasi relatif cepat pada hari-hari pertama, perawatan paling penting adalah pada umur mudanya. Kehilangan air yang cepat juga menyebabkan beton menyusut, terjadi tegangan tarik pada beton yang sedang mengering sehingga dapat menimbulkan retak. Beton yang dirawat selama 7 hari akan lebih kuat sekitar 50% daripada yang tidak dirawat. Jadi perawatan perlu untuk mengisi pori-pori kapiler dengan air, karena hidrasi terjadi di dalamnya.

Perawatan beton ini dapat dilakukan dengan perendaman atau penguapan (*steam*) serta dengan menggunakan membran. Pemilihan cara mana yang digunakan

semata-mata mempertimbangkan biaya yang dikeluarkan. Fungsi utama dari perawatan beton adalah untuk menghindarkan beton dari :

1. Kehilangan air semen yang banyak pada saat-saat *setting time* beton.
2. Kehilangan air akibat penguapan pada hari-hari pertama.
3. Perbedaan suhu beton dengan lingkungan yang terlalu besar.

Untuk menghindari penguapan air dari beton yang belum mengeras, tutup benda uji segera setelah pekerjaan akhir, lebih dipilih dengan pelat yang tak menyerap dan tidak reaktif atau lembaran plastik yang kuat, awet dan kedap air. Benda uji dibuka dari cetakan 24 jam \pm 8 jam setelah pencetakan. Kecuali bila ada persyaratan lain, semua benda uji dirawat basah pada temperatur $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ mulai dari waktu pencetakan sampai saat pengujian. Penyimpanan selama 48 jam pertama perawatan harus pada lingkungan bebas getaran. Perawatan benda uji kuat lentur sesuai dengan perawatan benda uji kuat tekan, kecuali selama penyimpanan untuk masa minimum 20 jam segera sebelum pengujian benda uji harus direndam dalam cairan jenuh kapur pada $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1,7\text{ }^{\circ}\text{C}$. Saat terakhir masa perawatan, antara waktu benda uji dipindahkan dari perawatan sampai pengujian diselesaikan, pengeringan benda uji harus dihindarkan.

3.13 Pengujian Kuat Tekan Beton

Tujuan pengujian kuat tekan beton berbentuk silinder dan kubus yang dibuat dan dirawat (*cured*) di laboratorium. Kekuatan tekan beton adalah perbandingan beban terhadap luas penampang beton.

Peralatan yang digunakan :

1. Timbangan dengan ketelitian 0.3% dari berat contoh
2. Mesin penguji

Prosedur pengujian :

1. Benda uji diambil dari tempat perawatan (bak perendam) sesuai dengan umur beton yang dikehendaki, kemudian bersihkan dari kotoran yang menempel dengan kain lembab.
2. Lalu keringkan benda uji kemudian benda uji ditimbang.

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

Perhitungan :

Hitung kuat tekan benda uji dengan membagi beban maksimum yang diterima oleh benda uji selama pengujian dengan luas penampang melintang rata. Nyatakan hasil dengan membulatkan ke 1 (satu) desimal dengan satuan 0,1 MPa.

$$\text{Kekuatan tekan beton} = \frac{P}{A}$$

Keterangan : P = Beban maksimum (N).

A = luas penampang benda uji (mm²).