

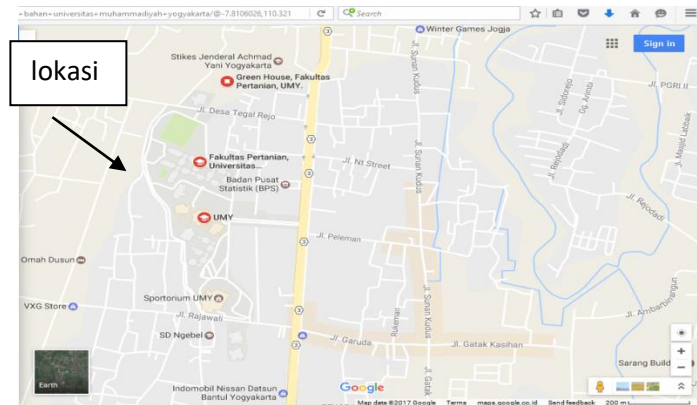
BAB IV

METODOLOGI PENELITIAN

A. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi, Jl. Lingkar Selatan, Kasihan, Tamantirto, Bantul, Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta, 55183, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

1. Lokasi penelitian di laboratorium teknologi bahan konstruksi digambarkan berdasarkan *google maps* 2017 dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Lokasi laboratorium teknologi bahan konstruksi berdasarkan *google maps* 2017

2. Laboratorium teknologi bahan konstruksi, yang berlokasi di Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, sebagai tempat penelitian dan pengujian kuat tekan beton, kuat tarik baja, kuat lentur dan sebagainya, dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Laboratorium teknologi bahan konstruksi, UMY

B. Bahan Penelitian

1. Agregat halus yang digunakan, berasal dari sungai Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta. Agregat halus ini berupa pasir berfungsi untuk bahan pembuatan dan bahan pengisi campuran beton. Agregat halus ini dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Agregat halus

2. Agregat kasar yang digunakan berasal dari Celereng, Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta. Agregat kasar ini berupa batu pecah atau krikil yang memiliki diameter ukuran maksimum 20 mm dan sangat keras dikarenakan untuk bahan pengisi pembuatan beton, agregat kasar juga harus bebas dari kandungan lumpur dan sebagainya. Agregat kasar ini dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Agregat kasar

3. Semen yang digunakan adalah jenis semen *Portland* (Semen tipe 1) dengan merk semen yaitu “Tiga Roda”. Semen yang berfungsi sebagai bahan pengikat beton. Dalam penelitian ini, kandungan semen akan dicampurkan sebagai bahan pembuatan beton harus seminimal mungkin dikarenakan untuk mengurangi kadar CO₂ atau karbondioksida dalam pembuatan beton. Semen dengan merk “Tiga Roda” dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Semen *portland* dengan merk “Tiga Roda”

4. Bahan tambah yang digunakan berupa limbah *gypsum*. Limbah *gypsum* diambil dari PT Jaya Utama *Gypsum*, Jl. Bantul Km 8,5 Cepit Bantul, Yogyakarta. Bahan

tambah limbah *gypsum* sebagai pengurangan dari berat semen dalam pembuatan beton, dengan persentase kebutuhan limbah *gypsum* sebagai bahan penelitian yaitu 5% ; 7,5% ; 10% dan 12,5% dari berat semen. Limbah *gypsum* tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Bahan tambah limbah *gypsum*

5. Air yang digunakan berasal dari laboratorium teknologi bahan konstruksi, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Air berfungsi untuk memudahkan campuran pembuatan beton agar dapat saling mengikat antara bahan-bahan pembuatan beton, namun air yang dicampurkan juga jangan terlalu banyak karena dapat menyebabkan *bleeding* pada proses *workability* beton. Syarat air sebagai bahan penelitian harus bersih, tidak mengandung lumpur, tidak berbau, tidak berbahaya, tidak mengandung zat kimia dan lain-lain. Air dapat dilihat pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7 Air kran laboratorium teknologi bahan konstruksi, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

C. Alat-alat Penelitian

1. Neraca *Ohaus* adalah neraca yang memiliki ketelitian 0,1 gram dan digunakan untuk menimbang serta mengetahui berat bahan-bahan penyusun campuran beton yang akan digunakan sebagai takaran dalam pembuatan beton. Neraca *Ohaus* dapat dilihat pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Neraca *ohauss*

2. Mistar adalah alat untuk mengukur dimensi benda uji berupa tinggi dan diameter serta mengukur tinggi nilai *slump*. Mistar atau penggaris dapat dilihat pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9 Mistar

3. Mesin *Los Angeles* adalah suatu alat pengujian yang berupa tingkat keausan agregat kasar. Agregat kasar dapat memenuhi syarat keausan agregat dalam pembuatan beton. Mesin *Los Angeles* dapat dilihat pada Gambar 4.10.



Gambar 4.10 Mesin *los angeles*

4. *Concrete Mixer/molen* dengan merk “Kuda” adalah suatu alat yang dapat digunakan untuk mengaduk dan mencampur agregat halus, agregat kasar, semen, limbah *gypsum* dan air agar campuran pembuatan beton dapat lebih merata. Alat ini berkapasitas hingga 150 liter. *Concrete Mixer* ini dapat dilihat pada Gambar 4.11.



Gambar 4.11 *Concrete mixer/molen*

5. Cetakan beton silinder memiliki dimensi dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm sebagai alat yang digunakan untuk mencetak beton segar setelah diaduk secara merata dengan menggunakan *Concrete Mixer/molen*. Cetakan beton silinder dapat dilihat pada Gambar 4.12.



Gambar 4.12 Cetakan beton silinder 15 cm x 30 cm

6. Bak perendaman, digunakan untuk merendam beton silinder yang memiliki dimensi berupa tinggi 15 cm dan diameter 30 cm. Perendaman dilakukan agar dapat

mengetahui umur beton selama masa perendaman 28 hari. Bak perendaman dapat dilihat pada Gambar 4.13.



Gambar 4.13 Bak perendam beton

7. Corong *slump* adalah alat yang digunakan untuk mengetahui nilai *slump* setiap adonan benda uji. Nilai *slump* yang disyaratkan berdasarkan SNI 1972:2008 (Cara Uji *Slump*). Corong *slump* dapat dilihat pada Gambar 4.14.



Gambar 4.14 Corong *slump*

8. Saringan dan mesin pengayak adalah alat yang digunakan untuk mengayak agregat halus dan menguji *gypsum* yang telah lolos saringan. Saringan atau ayakan dapat dilihat pada Gambar 4.15.



Gambar 4.15 Saringan agregat

9. Tabung *erlenmeyer* dengan merk *Herma* atau *Pyrex* (Kapasitas 1000 ml), digunakan untuk pengujian Agregat halus. Tabung *erlenmeyer* dapat dilihat pada Gambar 4.16.



Gambar 4.16 Tabung *erlenmeyer* kapasitas 1000 ml

10. Sekop atau cetok, untuk memasukkan dan meletakkan adonan beton setelah keluar dari molen. Sekop dapat dilihat pada Gambar 4.17.



Gambar 4.17 Sekop atau cetok

11. Oven dengan merk "*Binder*" adalah suatu alat yang memiliki suhu maksimum 300°C dan sebagai alat untuk pengujian agregat halus dan agregat kasar yang dikeringkan ke dalam oven. Pada proses pengeringan agregat, hasil yang didapatkan berupa berat agregat dalam kondisi kering permukaan. Oven dengan merk "*Binder*" dapat dilihat pada Gambar 4.18.



Gambar 4.18 Oven merk "*Binder*"

12. Mesin uji tekan dengan merk "*Hungta*" adalah alat yang memiliki kapasitas 45 MPa. Alat ini sebagai pengujian nilai kuat tekan beton. Mesin uji kuat tekan beton dapat dilihat pada Gambar 4.19.



Gambar 4.19 Alat uji tekan *concrete compression tester machine* merk “Hungta”

D. Metode Pengumpulan Data

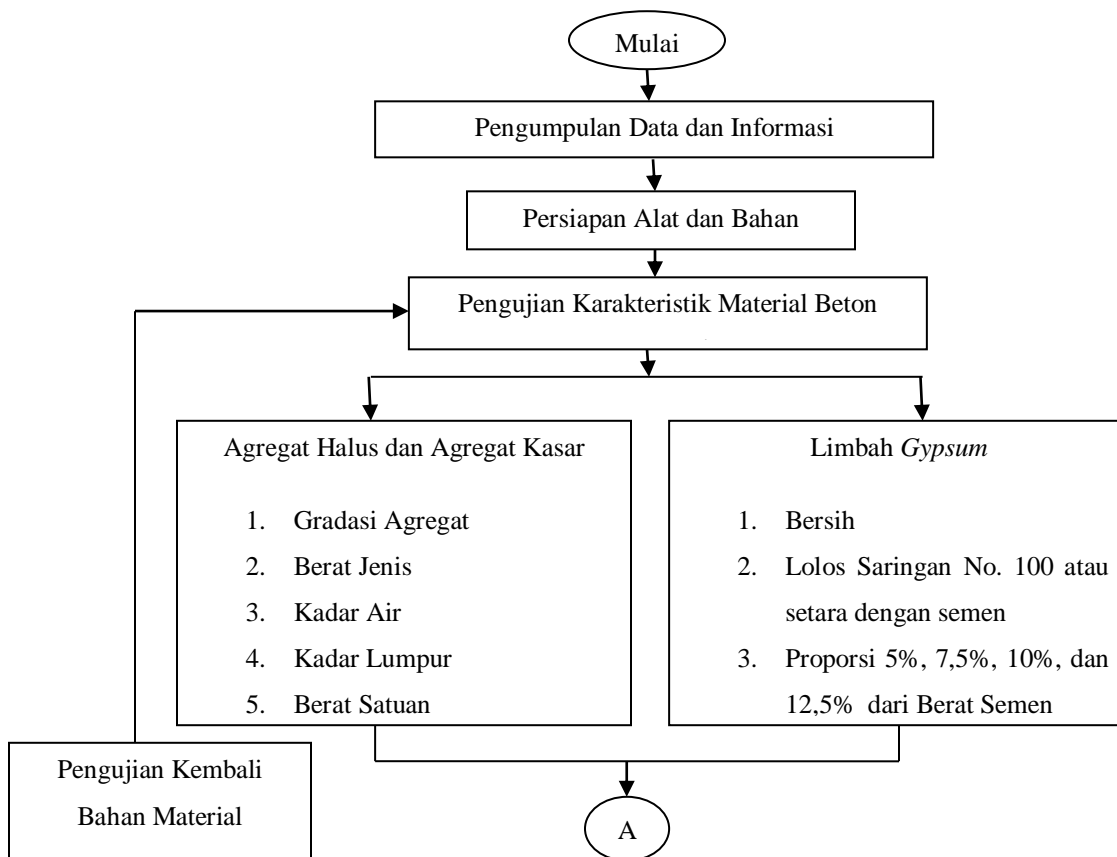
Metode yang digunakan oleh peneliti yaitu metode eksperimen/melakukan suatu percobaan dari bahan penyusun pembuatan beton yang berupa krikil, pasir, semen dan limbah *gypsum* sebagai bahan untuk pengolahan campuran beton. Sehingga dapat menghasilkan suatu benda uji dan mengetahui hasil kuat tekan beton normal terhadap variasi limbah *gypsum* terhadap beton. Selain melakukan eksperimen peneliti juga menulis sebuah laporan sebagai laporan penelitian, dengan menggunakan metode pengumpulan data yaitu studi literatur yang berupa mengumpulkan beberapa informasi baik berupa jurnal, buku, internet maupun daftar pustaka lainnya.

1. Studi Literatur

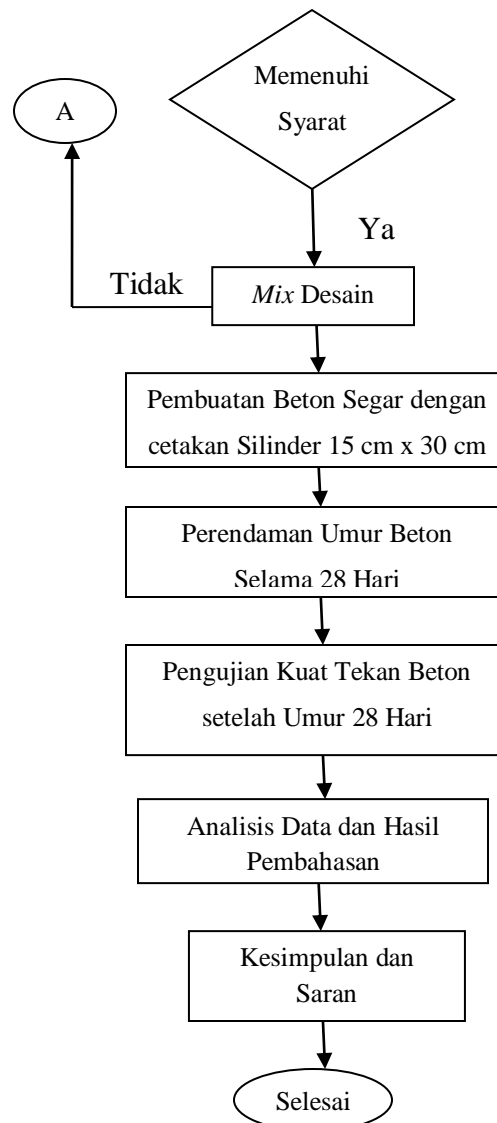
Metode yang digunakan oleh peneliti yaitu metode studi literatur. Metode studi literatur dapat dilakukan dengan cara menghimpun data-data atau sumber-sumber yang berhubungan dengan topik yang diangkat dalam suatu penelitian. Studi literatur dapat diperoleh dari berbagai sumber yang ada, baik seperti jurnal, buku dokumentasi, internet dan pustaka.

2. Pengujian Laboratorium

Pengujian laboratorium adalah salah satu metode yang dilakukan oleh peneliti untuk melakukan uji kuat tekan beton. Pengujian laboratorium berfungsi sebagai tempat penelitian dan pengujian untuk memperoleh data-data laboratorium, berupa pengujian agregat halus, agregat kasar, limbah *gypsum* dan kuat tekan. Pengujian dilakukan sesuai dengan standar dan ketentuan-ketentuan yang berlaku. Pencampuran adukan beton berdasarkan SNI 03-2834-2000 yaitu tata cara pencampuran pembuatan beton normal. Sehingga dapat sesuai dengan rumus yang tercantum pada SNI 03-2834-2000 yaitu tata cara pencampuran pembuatan beton normal. Bagan alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.20.



Gambar 4.20 Bagan alir penelitian



Gambar 4.20 Lanjutan bagan alir penelitian

E. Pengujian Pendahuluan

1. Karakteristik Material Beton Normal

Pengujian pendahuluan dalam pembuatan beton berupa pengujian agregat halus yang terdiri dari pengujian gradasi butiran, pengujian berat jenis, pengujian kadar lumpur, pengujian kadar air dan pengujian berat satuan agregat halus. Pengujian agregat kasar yang terdiri dari pengujian berat jenis, pengujian

kadar air, pengujian kadar lumpur, pengujian keausan dan berat satuan agregat kasar. Pengujian limbah *gypsum* yaitu dengan cara mengeluarkan limbah *gypsum* dari dalam oven, setelah limbah *gypsum* dalam keadaan kering, maka pengujian selanjutnya dengan cara menumbuk dan menyaring dengan saringan no 100 atau setara dengan semen. Hal ini dilakukan untuk mengetahui sifat-sifat bahan dalam pembuatan beton.

a. Pengujian agregat halus

1) Pemeriksaan gradasi agregat halus/pasir (SNI 03-1968-1990)

- a) Menimbang benda uji dengan berat 1000 gram.
- b) Memasukkan benda uji ke dalam oven dengan suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$, sampai berat tetap, untuk proses pengeringan benda uji.
- c) Menyaring dengan saringan set dan mengurutkan mulai dari yang terbesar hingga yang terkecil.
- d) Mengguncang saringan dengan tangan atau dengan mesin selama 15 menit.
- e) Menghitung persentase benda uji yang tertahan pada masing-masing saringan.

2) Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air agregat halus/pasir (SNI 03-1970-2008)

- a) Menyiapkan agregat halus dari contoh uji kira-kira 1 kg dan mengeringkan dalam wadah yang sesuai sampai beratnya tetap pada suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$.
- b) Merendam agregat halus dalam air selama 24 jam.
- c) Membuang kelebihan air dengan hati-hati untuk menghindari hilangnya butiran yang halus, kemudian mengeringkan hingga mencapai keadaan jenuh kering muka (SSD).
- d) Memasukkan pasir ke dalam piknometer (500 ± 10) gram dan menambahkan air suling 90% penuh, kemudian memutar dan

mengguncang piknometer tersebut untuk mengeluarkan gelembung udara dari sela-sela pasir.

- e) Menambahkan air hingga piknometer penuh 100%, kemudian menimbang dengan ketelitian 0,1 gram.
- f) Mengeluarkan agregat halus dari dalam piknometer dan mengeringkan sampai berat tetap pada temperatur $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$ serta mendinginkan pada temperatur ruang selama $(1,0 \pm 0,5)$ jam, kemudian menimbang beratnya.
- g) Menimbang berat piknometer pada saat terisi air saja sampai batas pembacaan yang telah ditentukan pada suhu $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$.

3) Pemeriksaan kadar lumpur agregat halus/pasir

- a) Mengeringkan benda uji di dalam oven pada suhu $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$, sampai beratnya tetap, kemudian menimbang dan mengambil sampel sebanyak ± 1000 gram (B1).
- b) Mencuci benda uji beberapa kali sampai bersih, yang telah ditandai dengan air cucian tampak jernih, setelah itu mengeluarkan benda uji dari gelas ukur pencuci dengan hati-hati jangan sampai benda uji tersebut ada yang hilang.
- c) Mengeringkan benda uji dengan menggunakan oven pada suhu $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$, sampai beratnya tetap, kemudian menimbang beratnya (B2), dan menghitung kadar lumpur.

4) Pemeriksaan kadar air agregat halus/pasir (SNI 03-1971-1990)

- a) Menimbang dan mencatat berat talem (W1).
- b) Memasukkan benda uji ke dalam talem, kemudian menimbang dan mencatat beratnya (W2).
- c) Menghitung berat benda uji ($W3 = W2 - W1$).
- d) Mengeringkan benda uji dalam oven dengan suhu $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$ sampai beratnya tetap.
- e) Menimbang talem beserta benda uji setelah kering dan mencatat beratnya (W4).

f) Menghitung berat benda uji setelah kering ($W5 = W4 - W1$).

5) Pemeriksaan berat satuan agregat halus/pasir (SNI 03-4804-1998)

Pengujian berat satuan agregat halus (pasir) terdapat dua metode, yaitu metode tusuk dan metode ketuk. Metode yang digunakan saat pengujian adalah metode tusuk.

- a) Mengisi dan meratakan agregat halus ke dalam silinder sepertiga dari volume penuh.
- b) Menusuk lapisan agregat halus/pasir sebanyak 25 kali tusukan dengan batang penusuk, yang terbuat dari baja dan memiliki dimensi dengan diameter 16 mm dan panjang 610 mm.
- c) Mengisi kembali agregat halus ke dalam cetakan sampai volume menjadi dua per tiga penuh, kemudian meratakan dan menusuknya seperti langkah sebelumnya.
- d) Mengisi dan menusuk kembali agregat halus ke dalam cetakan silinder sampai penuh.
- e) Meratakan permukaan agregat halus, kemudian menimbang berat silinder beserta isinya, dan berat silinder itu sendiri.
- f) Mencatat beratnya sampai ketelitian 0,05 kg, kemudian menghitung berat isi agregat dan kadar rongga udara.

b. Pengujian agregat kasar

1) Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air agregat kasar/*split* (SNI 03-1969-2008)

- a) Mencuci benda uji kira-kira 5 kg untuk menghilangkan debu atau bahan-bahan lain yang melekat pada permukaan.
- b) Mengeringkan benda uji ke dalam oven pada suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ sampai berat tetap, jika penyerapan dan berat harga jenis yang digunakan pada keadaan air aslinya, maka tidak perlu digunakan pengeringan dengan oven.

- c) Mendinginkan benda uji pada suhu kamar selama 1-3 jam, kemudian menimbang dengan ketelitian 0,5 gram (Bk).
- d) Merendam benda uji dalam air pada suhu kamar selama 24 ± 4 jam.
- e) Mengeluarkan benda uji dari air, dan mengeringkan dengan kain penyerap sampai selaput air pada permukaan hilang, untuk butiran yang besar pengeringan harus satu persatu.
- f) Menimbang benda uji dalam keadaan kering-permukaan jenuh (Bi).
- g) Meletakkan benda uji ke dalam keranjang dan menggoncangkan batunya untuk mengeluarkan udara yang tersekap serta menentukan beratnya di dalam air (Ba).

2) Pemeriksaan keausan agregat kasar/*split* (SNI 2417-2008)

- a) Memasukkan benda uji dan bola baja ke dalam mesin abrasi *Los Angeles*.
- b) Jumlah putaran telah ditentukan dari gradasi agregat. 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) Mengeluarkan benda uji dari mesin setelah selesai pemutaran dan menyaring dengan saringan No.12 (1,70 mm), kemudian mencuci bersih butiran yang tertahan di atasnya, selanjutnya mengeringkan ke dalam oven pada temperatur $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ sampai berat tetap.
- d) Melakukan pengujian dengan 100 putaran (jika material contoh uji homogen) dan menyaring hasil pengujian tersebut dengan menggunakan saringan No.12 (1,70 mm) tanpa pencucian.
- e) Perbandingan hasil pengujian antara 100 putaran dan 500 putaran agregat tertahan di atas saringan No.12 (1,70 mm) tanpa pencucian tidak boleh lebih besar dari 0,20.

3) Pemeriksaan kadar lumpur agregat kasar/*split*

- a) Mengeringkan benda uji ke dalam oven pada suhu $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$ sampai beratnya tetap, kemudian menimbang dan mengambil sampel sebanyak ± 1000 gram (B1).
- b) Mencuci benda uji beberapa kali sampai bersih, yang telah ditandai dengan air cucian tampak jernih, kemudian mengeluarkan benda uji dari gelas ukur pencuci dengan hati-hati jangan sampai benda uji tersebut ada yang hilang.
- c) Mengeringkan benda uji dengan menggunakan oven pada suhu $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$ sampai beratnya tetap, kemudian menimbang beratnya (B2).
- d) Menghitung kadar lumpur.

4) Pemeriksaan kadar air agregat kasar/*split* (SNI 03-1971-1990)

- a) Menimbang dan mencatat berat talam (W1).
- b) Memasukkan benda uji ke dalam talam kemudian menimbang dan mencatat beratnya (W2).
- c) Menghitung berat benda uji ($W3 = W2 - W1$).
- d) Mengeringkan benda uji ke dalam oven dengan suhu $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$ sampai beratnya tetap.
- e) Menimbang benda uji setelah kering beserta talam, kemudian mencatat beratnya (W4).
- f) Menghitung berat benda uji ($W5 = W4 - W1$).

5) Pemeriksaan berat satuan agregat kasar/*split* (SNI 03-4804-1998)

- a) Mengisi dan meratakan cetakan berupa silinder sepertiga dari volume penuh.
- b) Menusuk lapisan agregat halus/pasir sebanyak 25 kali tusukan dengan batang penusuk, yang terbuat dari baja dan memiliki dimensi dengan diameter 16 mm dan panjang 610 mm.

- c) Mengisi kembali agregat halus ke dalam cetakan sampai volume menjadi dua per tiga penuh, kemudian meratakan dan menusuknya seperti langkah sebelumnya.
- d) Mengisi dan menusuk kembali agregat halus ke dalam cetakan silinder sampai penuh.
- e) Meratakan permukaan agregat halus, kemudian menimbang berat silinder beserta isinya, dan berat silinder itu sendiri.
- f) Mencatat beratnya sampai ketelitian 0,05 kg, kemudian menghitung berat isi agregat dan kadar rongga udara.

c. Pengujian limbah *gypsum*

Pengujian limbah *gypsum* yang berupa puing-puing atau bongkahan *gypsum* yang telah terbuang dilakukan dengan menghaluskan limbah *gypsum* agar setara dengan semen. Hal ini dikarenakan belum adanya ketentuan atau peraturan tentang pengujian berat jenis *gypsum*.

- 1) Melakukan pengambilan limbah *gypsum* di PT Jaya Utama *Gypsum*, Jl. Bantul Km 8,5 Cepit Bantul, Yogyakarta.
- 2) Mengeringkan limbah *gypsum* dengan menggunakan oven pada temperatur $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$ sampai limbah *gypsum* terasa benar-benar dalam kondisi kering.
- 3) Mengeluarkan limbah *gypsum* dari dalam oven dan menumbuk sampai hancur. Hal ini bertujuan untuk memudahkan dalam melakukan ayakan terhadap limbah *gypsum*. Selanjutnya menyaring dengan saringan no.100 atau setara dengan semen. Langkah berikutnya membuang serat limbah *gypsum* yang tertahan pada ayakan atau saringan no.100. Bahan limbah *gypsum* dapat dilihat pada gambar 4.21.



Gambar 4.21 Limbah *gypsum* yang lolos saringan No. 100 atau setara dengan semen

2. Perhitungan *Mix* Desain Beton Normal

Pengujian pendahuluan terdiri dari pengujian agregat halus dan agregat kasar dapat menghasilkan suatu nilai yang berupa kadar air, kadar lumpur, berat jenis, keausan agregat kasar dan gradasi butiran agregat halus. Peneliti, kemudian melakukan perhitungan *mix* desain beton. Hal ini bertujuan untuk mengetahui jumlah kebutuhan dari suatu agregat kasar, agregat halus, semen, air dan bahan tambah yang digunakan dalam pencampuran beton. Hasil perhitungan *mix* desain beton normal dapat dilihat pada Tabel 4.1 menggambarkan kebutuhan campuran beton per m^3 , Tabel 4.2 menggambarkan kebutuhan campuran beton dengan menggunakan bahan tambah limbah *gypsum* untuk 2 benda uji dalam 1 adukan beton dengan faktor pengali 2,3 benda uji pada setiap variasi limbah *gypsum*. Faktor pengali bertujuan untuk mengantisipasi terjadinya tumpahan beton segar, pada saat pengadukan beton dalam 1 adukan menggunakan *concrete mixer*. Tabel 4.3 menggambarkan perhitungan *mix* desain dan kebutuhan campuran beton dalam 4 benda uji, tanpa adanya faktor pengali. Kapasitas yang dimiliki oleh *concrete mixer* untuk pengadukan dan pencampuran beton maksimal 3 buah benda uji silinder. Oleh karena itu, dalam pengadukan dan pencampuran beton tidak boleh melebihi dari 3 buah benda

uji pada setiap variasi limbah *gypsum*. Hasil perhitungan kebutuhan campuran beton dapat dilihat pada Tabel 4.1, Tabel 4.2 dan Tabel 4.3.

Tabel 4.1 Kebutuhan campuran beton per m³

Nama Bahan	Berat Bahan	Satuan
Semen	428,87	kg/m ³
Pasir	583,15	kg/m ³
Kerikil	1082,98	kg/m ³
Air	205	kg/m ³

Tabel 4.2 Kebutuhan campuran beton dalam 1 adukan beton pada setiap variasi limbah *gypsum*

Variasi	Bahan				
	Semen	Agregat kasar	Agregat halus	Limbah <i>gypsum</i>	Air
5%	4,967 kg	13,202 kg	7,109 kg	263 gram	2530 ml
7,5%	4,836 kg	13,202 kg	7,109 kg	392 gram	2530 ml
10%	4,705 kg	13,202 kg	7,109 kg	523 gram	2530 ml
12,5%	4,574 kg	13,202 kg	7,109 kg	654 gram	2530 ml

Tabel 4.3 Perhitungan *Mix Design* Beton dengan bahan tambah limbah *gypsum* untuk 4 buah benda uji menggunakan Silinder Beton

Variasi	Bahan				
	Semen	Agregat kasar	Agregat halus	Limbah <i>gypsum</i>	Air
5%	8,636 kg	22,96 kg	12,364 kg	456 gram	4,4 liter
7,5%	8,408 kg	22,96 kg	12,364 kg	684 gram	4,4 liter
10%	8,064 kg	22,96 kg	12,364 kg	909,2 gram	4,4 liter
12,5%	7,956 kg	22,96 kg	12,364 kg	1,136 kg	4,4 liter

F. Pengujian dan Pengumpulan Data

1. Pembuatan beton segar (beton normal)

Pembuatan beton segar dengan bahan tambah limbah *gypsum* bertujuan untuk mendapatkan suatu campuran beton yang tercampur merata dalam 1 adukan beton. Hasil pembuatan beton dapat diaplikasikan pada sebuah konstruksi bangunan. Peneliti melakukan proses pembuatan beton, setelah hasil pengujian pendahuluan yang berupa berat jenis agregat, kadar air, kadar lumpur, berat satuan agregat, keausan agregat kasar, gradasi butiran agregat halus dan pengujian limbah *gypsum* yang telah lolos saringan no. 100 atau setara dengan semen telah didapatkan. Data-data pengujian pendahuluan kemudian digunakan dalam perhitungan *mix* desain beton. Perhitungan *mix* desain beton diperoleh suatu hasil yang berupa nilai kebutuhan campuran dalam 1 adukan per m³, nilai kebutuhan campuran beton dalam 1 adukan setiap variasi limbah *gypsum* dan kebutuhan campuran beton untuk 4 benda uji. Langkah selanjutnya menentukan dan menyiapkan alat dan bahan yang akan digunakan untuk pembuatan beton dan harus sesuai dengan kebutuhan setiap variasi limbah *gypsum*. Alat dan bahan berupa *concrete mixer*, cetakan beton silinder yang memiliki dimensi dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm, sekop, mistar, kerucut *abrahams* dan talam. Selanjutnya menyiapkan dan menimbang bahan-bahan untuk campuran pembuatan beton dalam 1 adukan dan harus sesuai dengan setiap variasi limbah *gypsum*. Bahannya berupa semen, pasir, air, kerikil dan limbah *gypsum*. Alat dan bahan dapat dilihat pada Gambar 4.22 dan Gambar 4.23.



(a) *Concrete mixer*



(b) Silinder beton



(c) Sekop



(d) Mistar



(e) Kerucut abrahams



(f) Talam

Gambar 4.22 Persiapan alat untuk pembuatan beton segar



Gambar 4.23 Bahan pembuatan beton dalam 1 adukan

Langkah kedua memasukan kerikil ke dalam mesin pengaduk (*concrete mixer*), hingga bahan tercampur secara merata. Mesin pengaduk (*concrete mixer*) harus diputar ke arah kiri (berlawanan arah jarum jam). Hal ini dikarenakan untuk menghindari tumpahan pada saat pencampuran dan pengadukan beton. Selanjutnya menambahkan limbah *gypsum* ke dalam adukan dan mengaduk limbah *gypsum*. Berikutnya menambahkan semen sedikit demi sedikit agar semen tidak menggumpal. Setelah semua bahan tercampur secara merata, maka langkah

selanjutnya mengambil dan menuangkan air sedikit demi sedikit dan mengaduknya hingga adukan beton segar tercampur secara merata tanpa adanya agregat yang menggumpal. Hal ini dikarenakan untuk menghindari *segragasi* dalam pencampuran beton. Proses adukan beton dalam *concrete mixer* yang telah tercampur secara merata dalam 1 adukan beton dapat dilihat pada Gambar 4.24.



Gambar 4.24 Proses pencampuran beton dalam 1 adukan beton menggunakan *concrete mixer*

Beton segar yang telah tercampur secara merata, langkah selanjutnya mengeluarkan beton segar tersebut dari dalam mesin pengaduk dan menaruhnya ke atas talam dan melakukan pengujian *slump* beton segar. Kemudian setelah mendapatkan nilai *slump*, berikutnya memasukan beton ke dalam cetakan silinder yang memiliki dimensi dengan tinggi 30 cm dan diameter 15 cm. Berikutnya memasukkan beton segar ke dalam cetakan silinder dan menumbuknya sebanyak 75 kali tumbukan dengan pola tumbukan 1/3 cetakan sebanyak 25 kali tumbukan, 1/2 cetakan sebanyak 25 kali tumbukan dan mengisi cetakan dengan penuh serta menumbuknya kembali sebanyak 25 kali tumbukan. Kemudian setelah selesai menumbuk hingga penuh, selanjutnya meratakan beton segar pada permukaan cetakan beton. Proses pengujian *slump* dan memadatkan beton dapat dilihat pada Gambar 4.25.



(a) Pengujian
slump



(b) Menumbuk dan
meratakan beton segar

Gambar 4.25 Proses pengujian *slump* dan memadatkan beton

Langkah berikutnya setelah beton segar tercetak dan tercampur secara merata dan beton telah dipadatkan. Kemudian mendiamkan beton selama ± 24 jam agar beton yang di dalam cetakan silinder dapat mengeras. Langkah terakhir mengeluarkan beton yang sudah mengeras setelah ± 24 jam di dalam cetakan.

2. Perendaman beton

Perendaman beton bertujuan untuk melakukan suatu perawatan (*curing*) pada beton setelah beton tersebut tercetak. Perawatan beton atau *curing* merupakan suatu tahap akhir dalam pekerjaan pembetonan untuk menjaga permukaan beton segar selalu lembab sejak beton mengeras di dalam cetakan. Beton dengan ukuran kecil berupa silinder beton dilakukan dengan cara merendam beton tersebut di dalam ruangan yang lembab atau memasukkannya ke dalam air selama 28 hari. Hal ini untuk menjamin proses panas hidrasi berlangsung dengan sempurna, apabila beton tidak direndam atau tidak dilakukan perawatan maka akan timbul keretakan pada permukaan betonnya (Tjokrodimulyo, 2010).

Proses awal dalam pengujian perendaman beton adalah setelah beton mengeras selama ± 24 jam di dalam cetakan. Kemudian melepas cetakan beton tersebut dan mengeluarkannya. Selanjutnya mengukur dimensi berupa diameter dan tinggi beton serta menimbang berat beton tersebut. Hal ini untuk mengetahui proses

pengembangan dan penyusutan beton pada saat merendam beton ke dalam bak perendaman dan agar beton tetap dalam kondisi baik. Langkah terakhir memasukkan beton ke dalam bak perendaman dengan suhu ruangan, perendaman beton dilakukan selama 28 hari. Langkah-langkah perendaman beton dapat dilihat pada Gambar 4.26.



(a) Melepas
cetakan beton



(b) Mengukur
dimensi beton



(c) Menimbang
beton



(d) Perendaman beton dalam bak perendaman

Gambar 4.26 Proses perendaman beton 28 hari (*Curing* beton)

3. Pengujian kuat tekan beton.

Dalam pengujian kuat tekan beton selama 28 hari, yang harus diperhatikan adalah menguji kuat tekan beton yang terhitung pada saat melakukan proses pembuatan beton segar, bukan pada saat dimulainya perendaman beton. Misalnya mencetak beton pada tanggal 19 Juni 2017, maka melekasnya pada tanggal 20 Juni 2017 dan merendamnya selama 28 hari. Oleh karena itu, pada tanggal 16 Juni 2017 beton siap diuji tekan 28 hari. Penulis melakukan penelitian ini tanpa membandingkan umur beton 7 hari, 14 hari dan 28 hari. Hal ini dikarenakan hanya

membandingkan kuat tekan beton terhadap variasi limbah *gypsum* pada umur 28 hari.

Proses awal dalam pengujian kuat tekan beton adalah mengeluarkan beton dari dalam bak perendaman setelah 28 hari. Kemudian dibiarkan kering terlebih dahulu, setelah kering mengukur dimensi beton berupa diameter dan tinggi beton. Langkah berikutnya menyerahkan nilai hasil pengukuran dimensi beton tersebut kepada rekan peneliti yang bertugas mengatur alat uji tekan beton berupa *Concrete Compression Tester Machine* merk “*Hungta*”. Selanjutnya memasukkan beton ke dalam alat uji kuat tekan beton berupa *Concrete Compression Tester Machine* merk “*Hungta*”. Berikutnya alat tersebut menekan beton dengan menghasilkan grafik *peak load* dan grafik *break point*, grafik tersebut menghasilkan suatu nilai hitungan berupa luas area (cm^2), *peak force* (kg), *compression test* (psi) dan *adjust strees* (kgf/cm^2). *Adjust strees* (kgf/cm^2) merupakan nilai kuat tekan beton dalam satuan kgf/cm^2 . Sehingga untuk mendapatkan nilai kuat tekan beton dalam satuan (MPa) maka mengonversi nilai kuat tekan beton dalam satuan kgf/cm^2 ke satuan (MPa) yaitu dengan cara $((\text{kgf/cm}^2)/9,81)$. Nilai 9,81 berasal dari ketetapan gaya gravitasi bumi. Hasil nilai kuat tekan kemudian dapat dilihat pada Lampiran 12 dan untuk langkah-langkah dalam pengujian kuat tekan beton dapat dilihat pada Gambar 4.27 sebagai berikut



(a) Mengukur
dimensi beton



(b) Beton
telah siap diuji tekan



(c) Menguji
kuat tekan beton



(d) Beton
setelah uji tekan

Gambar 4.27 Proses pengujian kuat tekan beton

G. Analisis Data

Data yang diperoleh diantaranya sebagai berikut.

- a. Data uji pendahuluan (data uji karakteristik material beton).
- b. Data perhitungan campuran beton normal (*mix design* beton dengan menggunakan SNI 03-2834-2000).
- c. Data perhitungan uji *bleeding* beton normal (cara uji *bleeding* dari beton segar menggunakan SNI 4156:2008), dan hasil perhitungan nilai *bleeding* dapat dilihat dalam BAB V (Hasil dan Pembahasan).
- d. Data hasil pengujian kuat tekan beton terhadap variasi limbah *gypsum* dapat dilampirkan pada lampiran 12 dan hasil perhitungan kuat tekan beton dapat dilihat dalam BAB V (Hasil dan Pembahasan).