

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Pendahuluan

Metodologi penelitian adalah proses atau cara ilmiah untuk mendapatkan data yang akan digunakan untuk keperluan penelitian. Dalam metodologi penelitian terdiri dari suatu tahapan-tahapan yang akan digunakan untuk menentukan langkah-langkah didalam suatu penelitian. Adapun objek masalah dalam penelitian ini adalah *Pervious Concrete* dengan berfokus pada masalah pengaruh pada karakteristik campuran *pervious concrete* yang dilakukan perawatan (*curing*) dengan menggunakan bahan tambahan mineral berupa *silica fume* sebagai substitusi semen dan penggunaan agregat limbah botol kaca atau *waste glass aggregate (WGA)* sebagai substitusi sebagian agregat kasar.

Penelitian ini dilakukan dengan membuat 10 variasi penambahan *silica fume* dan *waste glass aggregate* yaitu sebesar :

- 1) 0% *silica fume* dan 0% *waste glass aggregate*
- 2) 10% *silica fume* dan 2,5% *waste glass aggregate*
- 3) 10% *silica fume* dan 7,5% *waste glass aggregate*
- 4) 10% *silica fume* dan 12,5% *waste glass aggregate*
- 5) 15% *silica fume* dan 2,5% *waste glass aggregate*
- 6) 15% *silica fume* dan 7,5% *waste glass aggregate*
- 7) 15% *silica fume* dan 12,5% *waste glass aggregate*
- 8) 20% *silica fume* dan 2,5% *waste glass aggregate*
- 9) 20% *silica fume* dan 7,5% *waste glass aggregate*
- 10) 20% *silica fume* dan 12,5% *waste glass aggregate*

Pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah *slump* test pada beton segar, pengujian permeabilitas dan pengujian kuat tekan beton pada umur beton 7, 14 dan 28 hari.

3.2. Studi Literatur

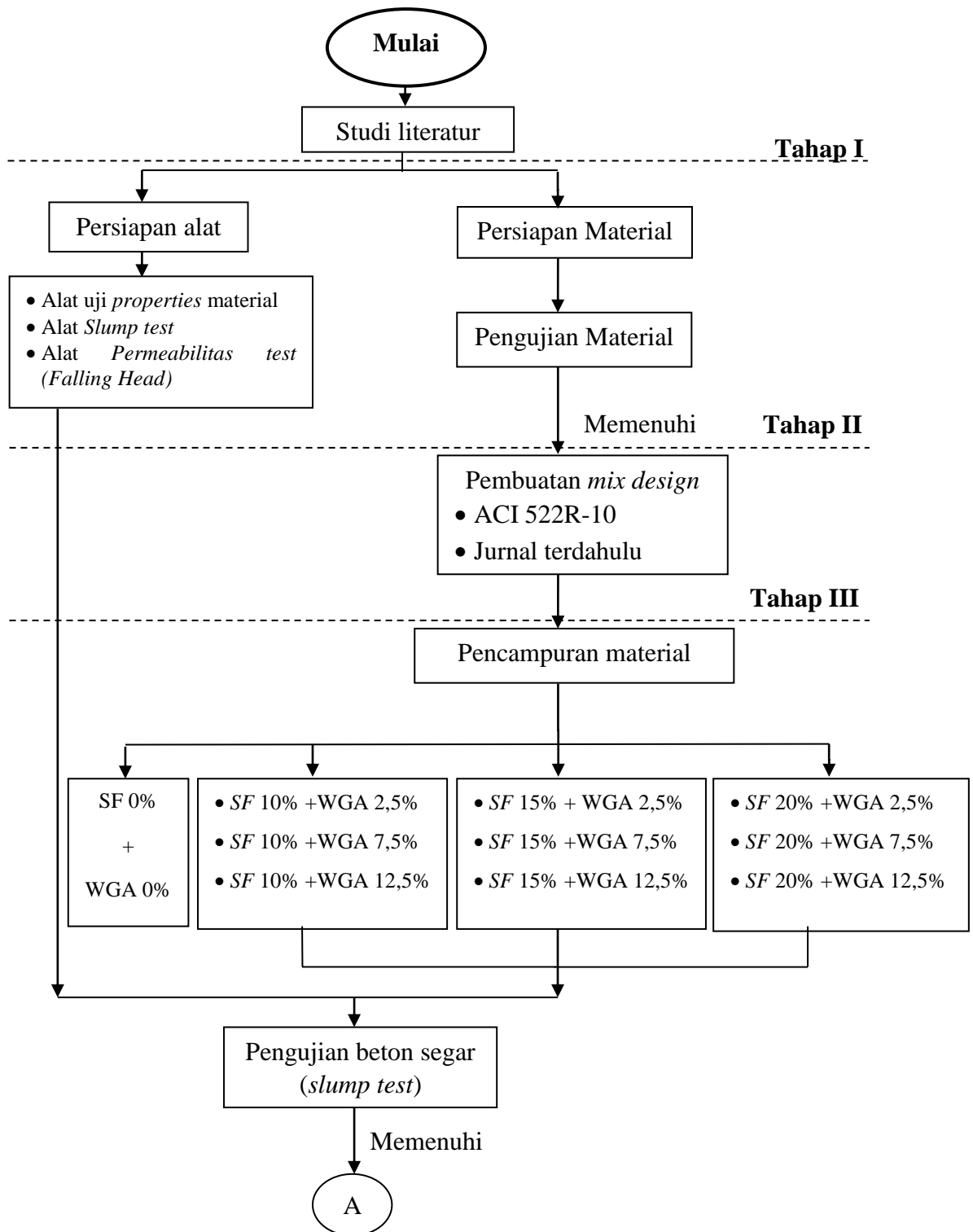
Studi literatur merupakan suatu tahapan pengumpulan data dan bahan acuan yang berkaitan dengan masalah dalam fokus penelitian. Dari data-data hasil penelitian tersebut kemudian dibahas, dianalisa, dan diolah sesuai dengan acuan yang ada dan pernah dilakukan oleh penelitian sebelumnya yang berhubungan dengan permasalahan yang akan dibahas.

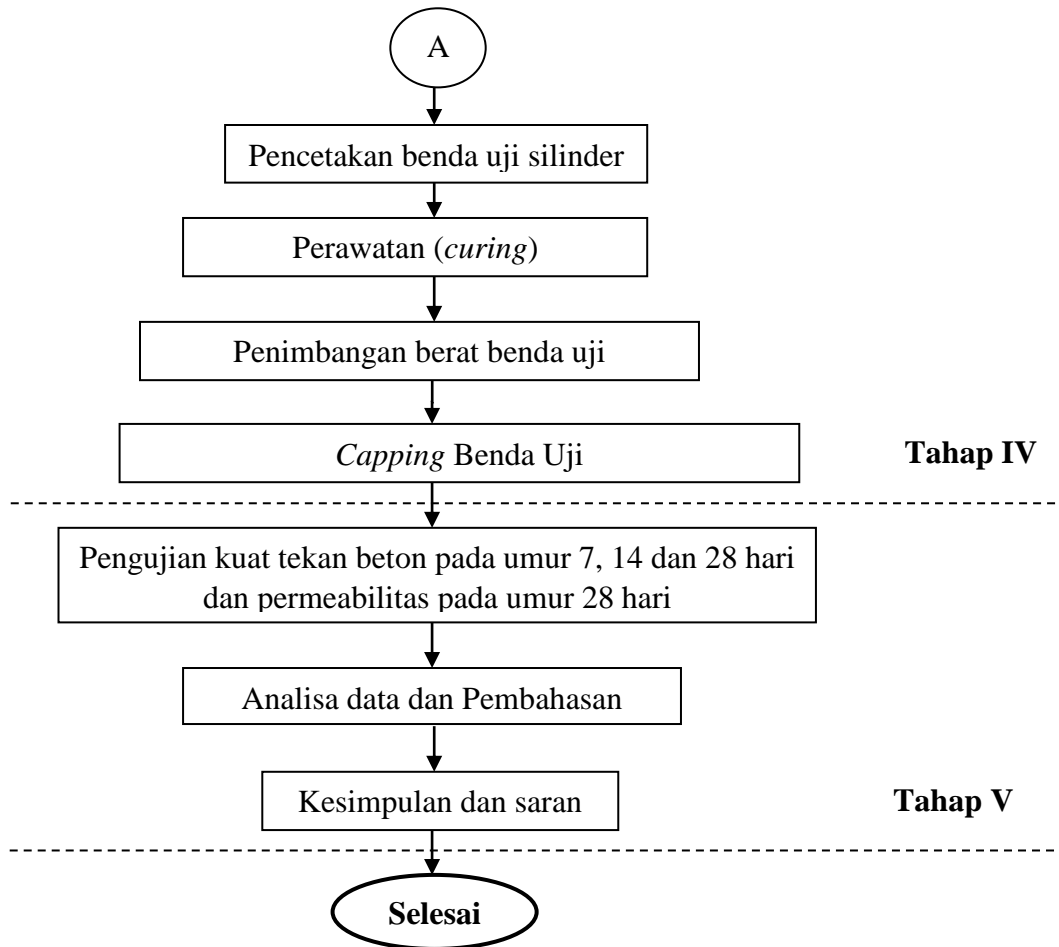
Pada tahapan ini, peneliti menghimpun dan menginventarisasi bahan acuan tersebut dari karya ilmiah, jurnal, *paper*, standar dan peraturan, buku, *project report*, naskah publikasi, tesis penelitian, diktat, internet standar-standar acuan dan referensi-referensi terpercaya lainnya. Untuk data yang didapat berupa literatur mengenai hal yang berhubungan dengan pengaruh penggunaan *silica fume* sebagai substitusi sebagian semen dan *waste glass aggregate* sebagai substitusi sebagian agregat kasar pada campuran *pervious concrete* dengan *curing*.

3.3. Alur Penelitian

Alur penelitian merupakan tahapan-tahapan metodologi yang disajikan dalam bentuk diagram alir (*flow chart*) yang digunakan sebagai panduan dalam melakukan penelitian. *Flow chart* atau diagram alir adalah bagan-bagan berbentuk grafis yang terdiri dari simbol kotak yang beragam yang menyatakan proses atau langkah-langkah dari suatu pekerjaan dan disambungkan oleh garis alir yang menandakan bahwa antara satu pekerjaan dan pekerjaan yang lain saling berhubungan.

Pada penelitian ini terdapat lima tahap yaitu tahap pertama terdiri dari studi literatur dan persiapan penelitian. Tahap kedua terdiri dari persiapan alat dan bahan serta pengujian material terlebih dahulu (uji properties bahan-bahan yang akan digunakan dalam campuran *pervious concrete*). Tahap ketiga terdiri dari pembuatan *mix design pervious concrete*. Tahap keempat terdiri dari proses pencampuran lalu melakukan pengujian beton segar (*slump test*) kemudian melakukan perawatan (*curing*) benda uji hingga *capping* benda uji. Tahap kelima terdiri dari pengujian tekan beton dan pengujian permeabilitas pada benda uji selanjutnya menganalisa data dan menarik kesimpulan. Diagram alir pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.1.





Gambar 3.1. Diagram tahap metodologi penelitian

3.4. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini bertempat di PT. Waskita Beton Precast Tbk *Batching Plant* Jakabaring III yang terlihat pada gambar 3.2.



Gambar 3.2. Laboratorium PT. Waskita Beton Precast Tbk BP. Jakabaring III

3.5. Material Penyusun *Pervious Concrete*

Berikut ini merupakan material penyusun *pervious concrete* yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut :

3.5.1. Semen

Semen yang digunakan pada penelitian ini adalah semen padang dengan jenis OPC (*Ordinary Portland Cement*) Tipe 1 yang ditunjukkan pada gambar 3.3



Gambar 3.3. *Ordinary Portland Cement*

3.5.2. Air

Air yang digunakan pada penelitian ini adalah air PAM bersih yang telah memenuhi syarat ASTM C1602 berasal dari Laboratorium PT. Waskita Beton Precast Plant Jakabaring 3 yang ditunjukkan pada gambar 3.4.



Gambar 3.4 Air

3.5.3. Agregat Kasar

Agregat kasar yang digunakan pada penelitian ini adalah split Bojonegoro. Ukuran batu pecah yang digunakan pada penelitian ini adalah 1-2 cm yang ditunjukkan pada gambar 3.5.



Gambar 3.5. Agregat Kasar

3.5.4. *Waste Glass Aggregate*

Waste Glass Aggregate merupakan Limbah Botol kaca yang berasal dari botol minuman bekas hasil limbah rumah tangga. Kemudian dipecahkan menggunakan mesin *Los Angeles Abrasion* sehingga ukurannya menjadi 1-2 cm sebagai substitusi sebagian agregat kasar yang ditunjukkan pada gambar 3.6.



Gambar 3.6. *Waste Glass Aggregate*

3.5.5. *Silica Fume*

Bahan tambah *Silica Fume* adalah sisa produk industri silikon yang mengandung logam yang diproduksi oleh PT. SIKKA yang ditunjukkan pada gambar 3.7.



Gambar 3.7. *Silica Fume*

3.5.6. *Superplasticizer*

Penggunaan *superplasticizer* berfungsi untuk mengurangi faktor air semen (w/c) tanpa mengurangi *workability* beton segar. Bahan tambah *superplasticizer* yang digunakan berbahan dasar *Sikament In* yaitu *superplasticizer* tipe F yang ditunjukkan pada gambar 3.8.



Gambar 3.8. *Superplasticizer*

3.5.7. Belerang

Belerang merupakan bahan yang digunakan untuk *capping* pada beton. Belerang ditunjukkan pada Gambar 3.9.



Gambar 3.9. Belerang

3.6. Persiapan Alat

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini yaitu alat untuk pengambilan material, saringan agregat, *los angeles abrasion machine*, *mixer*, gelas ukur, timbangan dengan kapasitas 5 kg dan 50 kg, alat uji slump, *bekisting* silinder, alat *capping* beton, alat pengujian kuat tekan beton, dan alat pengujian permeabilitas seperti berikut :

3.6.1. Saringan Agregat

Saringan agregat kasar berdiameter 3/4“ sampai 3/8” diperlukan untuk mendapatkan ukuran butiran agregat kasar dan ukuran butiran limbah botol kaca yang sesuai dengan desain rencana campuran beton segar. Saringan agregat dapat dilihat pada gambar 3.10.



Gambar 3.10. Saringan agregat

3.6.2. *Los Angeles Abrasion machine*

Los angeles abrasion machine adalah mesin yang diperlukan untuk menghancurkan limbah botol kaca. *Los Angeles Abrasion machine* ditunjukkan pada gambar 3.11.



Gambar 3.11. *Los Angeles Abrasion Machine*

3.6.3. *Mixer*

Mixer pada penelitian ini memiliki 2 blade yang berfungsi untuk mengaduk material agar material yang masuk kedalam *mixer* dapat tercampur dengan merata. *Mixer* ini berkapasitas 30 liter yang dapat dilihat pada gambar 3.12.



Gambar 3.12. *Mixer*

3.6.4. Gelas Ukur

Gelas ukur pada penelitian ini digunakan untuk menimbang material berupa bahan tambahan *superplasticizer* yang ditunjukkan pada gambar 3.13.



Gambar 3.13. Gelas Ukur

3.6.5. Timbangan

Timbangan yang digunakan pada penelitian ini diperlukan untuk menimbang berat material sesuai dengan mix design. Timbangan yang ditunjukkan pada gambar 3.14 (a). memiliki ketelitian 0,5 berkapasitas 50 kg. Timbangan yang ditunjukkan pada gambar 3.14 (b). memiliki ketelitian 0,1 berkapasitas 5 kg



(a)



(b)

Gambar 3.14. (a) Timbangan kapasitas 50 kg dan (b) kapasitas 5 kg

3.6.6. *Slump Cone*

Slump cone adalah alat yang digunakan untuk uji slump yang bertujuan untuk menguji *workability* pada *pervious concrete*. *Slump cone* terdiri dari corong *slump*, *base plate*, tongkat pemadat, dan meteran. Berikut ini satu set *slump cone* dapat dilihat pada gambar 3.15.



Gambar 3.15. *Slump Cone*

3.6.7. *Bekisting Silinder*

Bekisting silinder pada penelitian ini digunakan untuk mencetak beton segar. *Bekisting* silinder yang digunakan pada penelitian ini berukuran diameter 10 cm dan tinggi 20 cm yang ditunjukkan pada gambar 3.16.



Gambar 3.16. *Bekisting Silinder*

3.6.8. *Vertical Cylinder Capping Set*

Vertical cylinder capping set digunakan untuk meratakan bagian ujung beton yang berbentuk silinder berdiameter 15 cm. Berdasarkan standar proses *capping* pada sampel beton bertujuan untuk menyeragamkan permukaan pembebanan pada saat dilakukan pengujian kuat tekan berdasarkan ASTM C-617. *Vertical cylinder capping set* dapat dilihat pada gambar 3.17.



Gambar 3.17. *Vertical cylinder capping set*

3.7. Tahapan Pengujian di Laboratorium

Berikut ini tahapan yang harus dilakukan pada penelitian ini agar mendapatkan hasil penelitian yang diharapkan antara lain:

3.7.1. Tahapan Persiapan Peralatan dan Material

Pada tahap I hal yang harus dilakukan yaitu menyiapkan material dan peralatan yang akan digunakan pada penelitian ini. Material yang harus disiapkan antara lain agregat kasar, air, semen padang OPC tipe 1, *waste glass aggregate*, *silica fume*, dan *superplasticizer*. Peralatan yang harus disiapkan adalah alat pengujian material, saringan agregat, *concrete mixer*, timbangan, alat penguji *slump*, bekisting silinder, alat pengujian kuat tekan beton dan alat pengujian permeabilitas.

Pada tahapan persiapan ini, *waste glass aggregate* atau limbah botol kaca bening ini terlebih dahulu di bersihkan dan dicuci agar bau dan kotoran yang menempel di bagian luar dan dalam botol tersebut hilang. Pada gambar 3.20.

Limbah botol kaca yang telah di cuci dan dibersihkan kemudian dijemur terlebih dahulu agar limbah botol kaca dalam keadaan kering. Setelah proses penjemuran, kemudian limbah botol kaca dilakukan proses penggilingan dengan menggunakan mesin *los angeles abration* guna mendapatkan pecahan ukuran butiran kaca sehingga mempermudah pada saat proses penyaringan. Proses selanjutnya yaitu proses penyaringan pada limbah botol kaca yang telah dihancurkan sebelumnya agar mendapatkan butiran kaca yang lolos saringan agregat berukuran 3/4” dan tertahan 3/8” atau ukuran butiran kaca sebesar 1-2 cm.



Gambar 3.18. Limbah botol kaca yang dijemur yang kemudian dihancurkan

Tahap selanjutnya dalam penggunaan agregat kasar pada penelitian ini menggunakan split bojonegoro dengan ukuran butiran 1-2 cm yang diperoleh dari laboratorium PT. Waskita Beton Precast Batching Plant Jakabaring III. Penggunaan agregat kasar berpengaruh pada kualitas dan mutu beton, maka dari itu untuk mendapatkan hasil yang optimal, agregat kasar terlebih dahulu harus dibersihkan dari kadar lumpur, senyawa kimia, dan unsur-unsur lain. Setelah agregat kasar dibersihkan dan dikeringkan, kemudian dilakukan penggetaran dan penyaringan menggunakan *sieve shaker* dan saringan agregat kasar guna mendapatkan ukuran butiran sebesar 1-2 cm.

Berikut ini pada gambar 3.19. terlihat proses pembersihan agregat kasar.



Gambar 3.19. proses pembersihan agregat kasar

3.7.2. Tahap Pemeriksaan Karakteristik Material

Pada Tahap II merupakan tahap pemeriksaan karakteristik dari setiap material. Pemeriksaan karakteristik material penyusun beton (*uji properties*) dilakukan untuk mengetahui kandungan yang ada pada material. Pada penelitian ini dilakukan pengujian pada agregat kasar diantaranya pengujian kadar air berdasarkan referensi ASTM C 566, pengujian berat volume dalam kondisi padat dan gembur berdasarkan ASTM C 29/ C 29 M, pengujian SSD (*Saturated Surface Dry*) berdasarkan ASTM C 128, penyerapan agregat berdasarkan ASTM C 127, dan analisis saringan agregat kasar berdasarkan ASTM C 117. Hasil pengujian material terlampir.

3.7.3. Tahap Penentuan Komposisi Campuran *Pervious Concrete*

Pada Tahap III adalah tahap menentukan komposisi campuran *pervious concrete*. Komposisi campuran *pervious concrete* dilakukan dengan pengumpulan data dari jurnal dan mengacu pada standar ACI 522R-10 yang dapat dilihat pada tabel 2.6. Persentase variasi *waste glass aggregate* dan *silica fume* sebagai pada beton *pervious concrete* dapat dilihat pada Tabel 3.1. dan untuk komposisi campuran *pervious concrete* yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.1. Persentase Variasi *Silica Fume* dan *Waste Glass Aggregate*

Kode	Persentase Kadar (%)			
	<i>Silica Fume</i>	Semen	<i>Waste Glass Aggregate</i>	Agregat Kasar
SF ₀ WG ₀	0	100	0	100
SF ₁₀ WG _{2,5}	10	90	2,5	97,5
SF ₁₀ WG _{7,5}	10	90	7,5	92,5
SF ₁₀ WG _{12,5}	10	90	12,5	87,5
SF ₁₅ WG _{2,5}	15	85	2,5	97,5
SF ₁₅ WG _{7,5}	15	85	7,5	92,5
SF ₁₅ WG _{12,5}	15	85	12,5	87,5
SF ₂₀ WG _{2,5}	20	80	2,5	97,5
SF ₂₀ WG _{7,5}	20	80	7,5	92,5
SF ₂₀ WG _{12,5}	20	80	12,5	87,5

Tabel 3.2. Komposisi Campuran *Pervious Concrete*

Kode	% SF	% WGA	Semen (Kg/m ³)	SF (Kg/m ³)	Agregat Kasar (Kg/m ³)	Air (Kg/m ³)	WGA (Kg/m ³)	SP (Kg/m ³)
SF ₀ WG ₀	0	0	373,6	0	1980,8	119,5	0	0
SF ₁₀ WG _{2,5}	10	2,5	336,2	37,4	1918,3	117,8	49,2	1,7
SF ₁₀ WG _{7,5}	10	7,5	336,2	37,4	1820,0	117,8	147,6	1,7
SF ₁₀ WG _{12,5}	10	12,5	336,2	37,4	1721,6	117,8	245,9	1,7
SF ₁₅ WG _{2,5}	15	2,5	317,5	56,0	1911,8	117,9	49,0	1,6
SF ₁₅ WG _{7,5}	15	7,5	317,5	56,0	1813,8	117,9	147,1	1,6
SF ₁₅ WG _{12,5}	15	12,5	317,5	56,0	1715,8	117,9	245,1	1,6
SF ₂₀ WG _{2,5}	20	2,5	298,9	74,7	1905,4	118,0	48,9	1,5
SF ₂₀ WG _{7,5}	20	7,5	298,9	74,7	1807,6	118,0	146,6	1,5
SF ₂₀ WG _{12,5}	20	12,5	298,9	74,7	1709,9	118,0	244,3	1,5

3.7.4. Tahap Pembuatan *Pervious Concrete*

Pada Tahap IV adalah tahap pengecoran benda uji *pervious concrete* di Laboratorium PT. Waskita Beton Precast Plant Jakabaring III. Proses pencampuran material dilakukan seperti pencampuran beton konvensional pada umumnya. Sebelum dilakukan pencampuran seluruh material, dipastikan agregat kasar harus dalam kondisi SSD. SSD atau *Saturated Surface Dry* adalah keadaan pada agregat dimana tidak terdapat air pada permukaannya tetapi pada rongganya

terisi oleh air sehingga tidak mengakibatkan penambahan maupun pengurangan kadar air dalam beton. Setelah agregat kasar sudah dalam kondisi SSD. Lalu dilakukan tahap proses pengecoran beton *pervious concrete* menggunakan *mixer* yang terlihat pada gambar 3.20.



Gambar 3.20. Proses Pengecoran *Pervious Concrete*

Setelah dilakukan pengecoran, maka sebagian campuran beton *pervious* tersebut dibentuk menjadi bola. Apabila pada sampel campuran tersebut saling mengikat antara pasta semen dan agregat maka tingkat rasio air semen dalam *mix design* sudah optimal sehingga memudahkan dalam pengerjaan campuran seperti yang terlihat pada gambar 3.21.



Gambar 3.21. Sampel campuran *pervious concrete* dibentuk menjadi bola

Proses selanjutnya dilakukan uji *slump*. Pengujian *slump* bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan *silica fume* terhadap semen dan pengaruh penambahan *waste glass aggregate* terhadap agregat kasar pada perilaku *workability pervious concrete*. Syarat pengujian *slump pervious concrete* berbeda dengan beton konvensional. Uji *slump* pada *pervious concrete* mengacu pada standar ACI 522R-10 yaitu dengan syarat 0 atau >20 mm. Uji *slump* terlihat pada gambar 3.22.



Gambar 3.22. Uji *Slump Pervious Concrete*

Setelah dilakukan uji *slump*, benda uji di cetak dalam *bekisting* silinder ukuran 10 cm x 20 cm. Kemudian setelah *bekisting* dibuka, selanjutnya dilakukan *curing* jika beton sudah mencapai umur 7, 14 dan 28 hari. *Curing* dilakukan dengan cara benda uji direndam didalam bak berisi air untuk dijaga suhu kelembapannya yang terlihat pada gambar 3.23.



Gambar 3.23. Proses *Curing* beton dengan direndam di dalam air

3.7.5. Tahap Penimbangan Berat Benda Uji

Pada tahap V adalah tahap penimbangan berat benda uji menggunakan timbangan berkapasitas 5 kg. Hal ini bertujuan untuk mengetahui dan membandingkan data berat dari setiap variasi persentase benda uji. Penimbangan berat benda uji terlihat pada gambar 3.24.



Gambar 3.24. Penimbangan berat benda uji

3.7.6. Tahap Pengujian *Pervious Concrete*

Pada Tahap VI adalah tahap pengujian kuat tekan dan permeabilitas pada benda uji. Sebelum beton di uji kuat tekannya terlebih dahulu beton harus di dilakukan *capping* beton. Berikut ini *capping* beton *pervious concrete* yang terlihat pada gambar 3.25.



Gambar 3.25. *Capping Pervious Concrete*

1. Pengujian Kuat Tekan *Pervious Concrete*

Setelah beton dilakukan capping kemudian beton diuji kuat tekannya pada umur 7,14, dan 28 hari dengan menggunakan alat *Compression Testing Machine* seperti terlihat pada gambar 3.26. Hasil pengujian 3 sampel *pervious concrete* dapat dilihat pada lampiran 1 (kuat tekan umur 7 hari), lampiran 2 (kuat tekan umur 14 hari) dan lampiran 3 (kuat tekan umur 28 hari).



Gambar 3.26. Proses Pengujian Kuat Tekan *Pervious Concrete*

2. Pengujian Permeabilitas *Pervious Concrete*

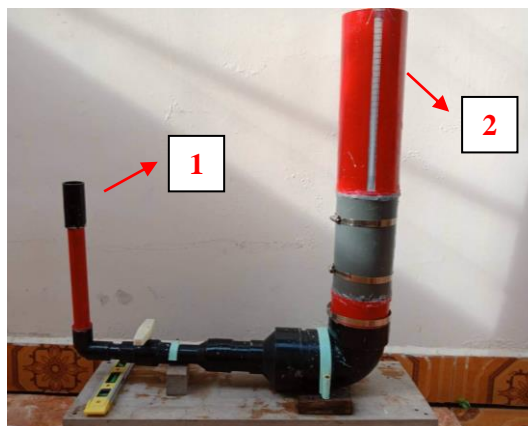
Pengujian permeabilitas dilakukan pada umur 28 hari dengan menggunakan metode *Falling Head*.

Adapun tahapan-tahapan pengujian permeabilitas sebagai berikut :

- a. Persiapkan peralatan pengujian permeabilitas (seperti yang terlihat pada gambar 3.28.), benda uji (sampel beton), dan *stopwatch*.
- b. Sampel beton yang telah dipersiapkan kemudian dimasukkan ke pipa uji yang berukuran 10 cm x 20 cm
- c. Kemudian sampel beton tersebut disambungkan ke tabung ukur pada alat uji permeabilitas
- d. Di sekeliling sambungan antara tabung ukur dan pipa uji diberi lem silikon agar pada saat pengujian tidak keluar air diantara sela-sela sambungan

- e. Pastikan posisi alat uji permeabilitas dalam keadaan datar dengan menggunakan waterpass sehingga data yang didapatkan lebih akurat.
- f. Pengisian air dilakukan pada tabung akrilik (1) sampai penuh hingga air keluar pada sisi tersebut kemudian tutup katup air. Selanjutnya air diisi kembali pada tabung ukur (2) sampai ketinggian 29 cm.
- g. Buka katup air secara bersamaan dengan menekan stopwatch kemudian hitung waktu pengaliran air hingga air yang ada didalam tabung akrilik (1) berhenti keluar atau sampai permukaan benda uji 0 cm dan catat waktu yang telah dilakukan pengujian.

Berikut ini proses pengujian permeabilitas beton *pervious concrete* seperti terlihat pada gambar 3.27.



Gambar 3.27. Proses Pengujian Permeabilitas *Pervious Concrete*