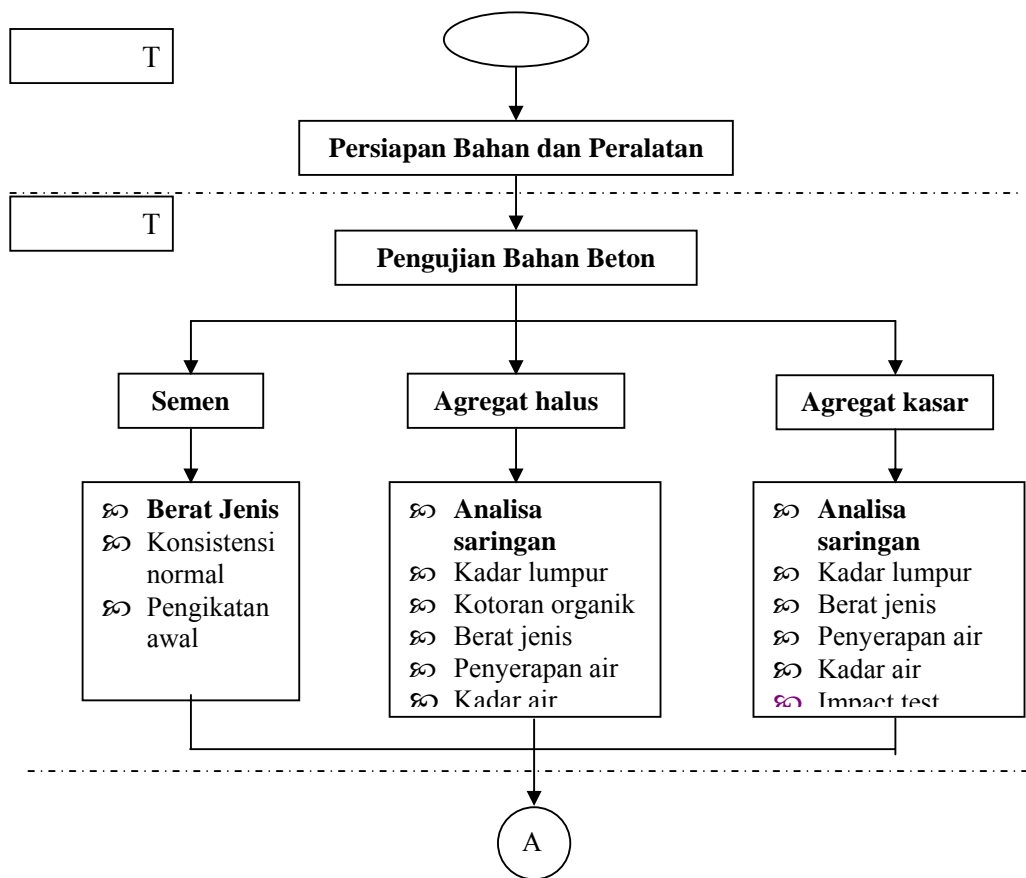


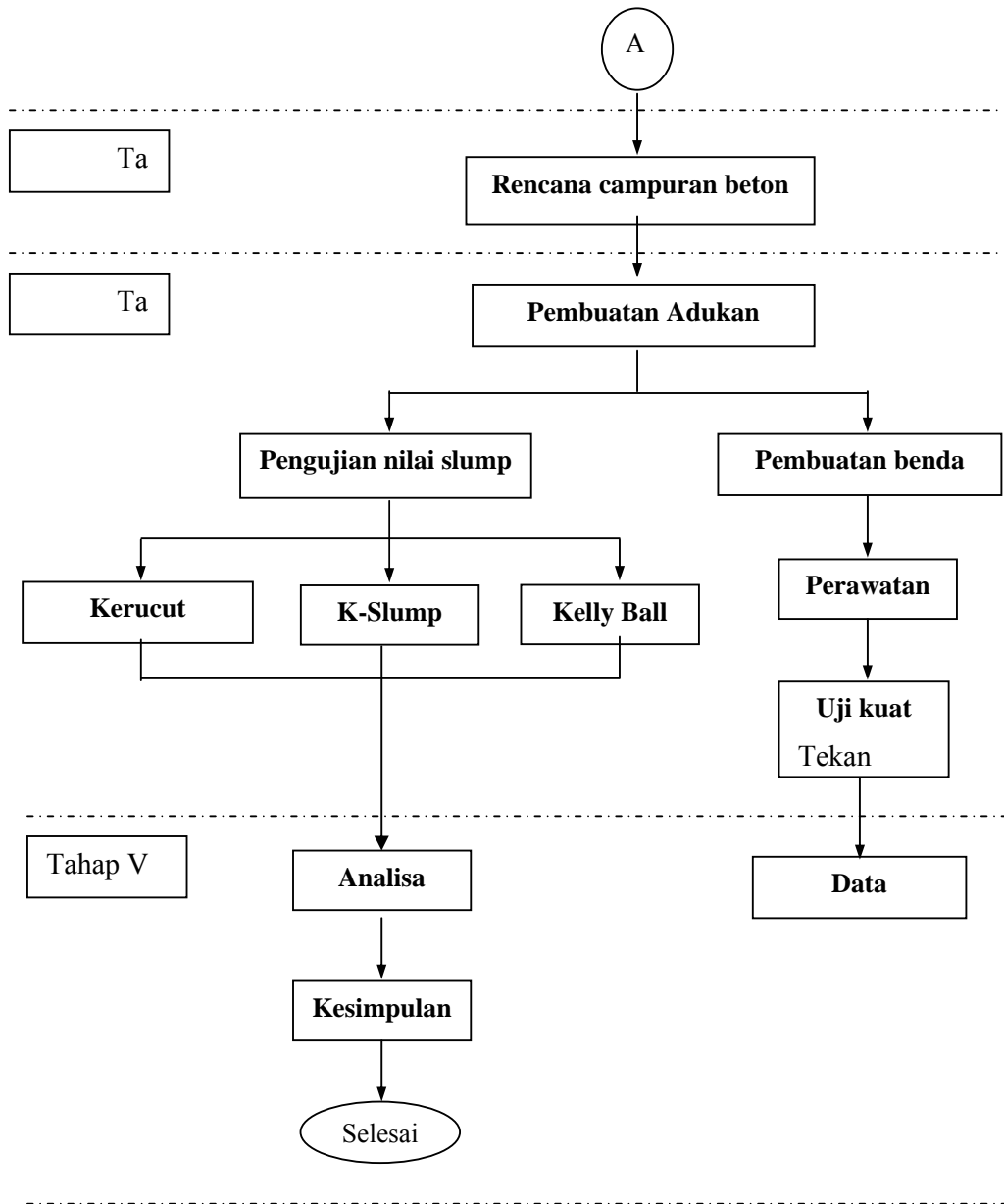
# BAB III

## METODE PENELITIAN

### 3.1. TAHAP DAN PROSEDUR PENELITIAN

Dalam penelitian ini dilakukan beberapa tahapan kerja seperti yang tercantum dalam bagan alir di bawah ini :





**Gambar 3.1.** Bagan Alir Tahapan Penelitian

Keterangan :

☞ Tahap I

Pada tahap ini dilakukan persiapan baik bahan maupun peralatan yang akan digunakan dalam pengujian material, pembuatan adukan beton, pengujian slump dan pembuatan benda uji.

☞ Tahap II

Pada tahap ini dilakukan pengujian material yaitu semen, agregat halus dan agregat kasar. Pengujian material bertujuan untuk mengetahui karakteristik material dan menentukan apakah material tersebut memenuhi syarat sebagai bahan campuran beton. Selain itu juga untuk membuat mix design.

☞ Tahap III

Pada tahap ini dilakukan mix design untuk mengetahui proporsi semen, agregat halus, agregat kasar dan air yang diperlukan dalam campuran beton agar diperoleh kuat tekan yang direncanakan.

☞ Tahap IV

Pada tahap ini dilakukan pembuatan campuran beton (*mixing*) sesuai dengan mix design. Selanjutnya dilakukan pengujian workabilitas dengan kerucut Abrams, K-Slump dan Kelly Ball secara bersamaan. Untuk mengetahui kuat tekan campuran beton, dibuat benda uji kubus ukuran 15 cmx15 cmx15 cm sebanyak 2 sampel. Hasil kuat tekannya sebagai data tambahan.

☞ Tahap V

Pada tahap ini dilakukan analisa data dari hasil pengujian workabilitas dengan tiga alat, sehingga diperoleh hubungan antara nilai slump, K-Slump dan Kelly Ball.

### 3.2. PENGUJIAN MATERIAL

Pengujian material bertujuan untuk mengetahui sifat atau karakteristik dari material yang digunakan, serta untuk memperoleh variabel-variabel yang diperlukan dalam perhitungan *mix design* beton. Pada penelitian ini dilakukan

pengujian terhadap material penyusun beton yaitu semen, agregat halus dan agregat kasar.

### 3.2.1. Analisa Semen

Semen berfungsi untuk mengikat butir-butir agregat sehingga membentuk suatu massa padat, dan untuk mengisi rongga-rongga udara diantara butir-butir agregat. Karena fungsinya sangat penting, maka perlu diadakan pengujian untuk mengetahui karakteristik serta kualitas dari semen yang akan digunakan sebagai bahan campuran beton. Pengujian yang dilakukan terhadap semen meliputi :

1. Pengujian berat jenis semen dengan menggunakan metode *Le Chatelier* (ASTM C-188).
2. Pengujian konsistensi normal semen dengan menggunakan metode jarum *Vicat* (ASTM C-190).
3. Pengujian waktu ikat awal semen dengan menggunakan metode jarum *Vicat* (ASTM C-191).

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, diperoleh data sebagai berikut :

#### 1) Berat Jenis Semen

Berat jenis semen dicari dengan menggunakan metode *Le Chatelier*. Semen yang digunakan adalah semen portland pozolan (PPC) merk Gresik. Dari hasil pengujian diperoleh berat jenis semen = 3,142 gram/ml

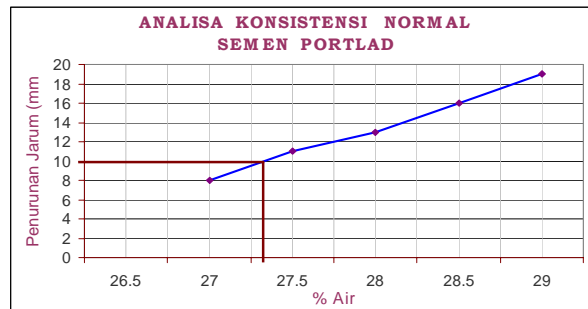
Sesuai dengan standar ASTM C-188, berat jenis semen normal yang didapatkan melalui pengujian dengan metode *Le Chatelier* adalah 3.15 gram/ml.

#### 2) Konsistensi Normal

Percobaan ini digunakan untuk menentukan prosentase air yang diperlukan untuk mencapai konsistensi normal. Air berpengaruh pada sifat workabilitas adukan beton, kekuatan, susut, dan keawetan betonnya. Konsistensi normal tercapai jika jarum berdiameter 10 mm menembus pasta semen sedalam 10 mm pada detik ke-30 setelah jarum tersebut dilepaskan. Dari hasil percobaan konsistensi normal, air yang diperlukan untuk bereaksi

dengan semen hanya sekitar 27,3 % dari berat semen. Nilai fas yang akan digunakan harus lebih dari 27,3 %. Karena selebihnya akan dipakai sebagai pelicin agregat agar beton lebih mudah dikerjakan.

Berikut ini grafik 3.1. hasil percobaan konsistensi normal :



Grafik 3.1. Konsistensi normal semen

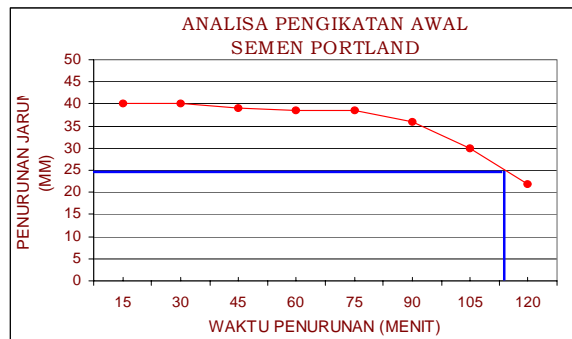


Gambar 3.2. Pengujian konsistensi normal semen

### 3) Pengikatan Awal Semen.

Waktu dari pencampuran semen dan air sampai kehilangan sifat keplastisannya disebut waktu ikatan awal (*initial setting time*), dan waktu sampai pastinya menjadi massa yang keras disebut waktu ikatan akhir (*final setting time*). Waktu ikat awal semen diuji dengan metode jarum vicat diameter 1 mm yang menembus pasta semen sedalam 25 mm pada detik ke-30 setelah jarum tersebut dilepaskan. Kadar air yang digunakan untuk pengujian pengikatan awal semen adalah kadar air konsistensi normal (27,3 %). Menurut standar ASTM C-191, waktu pengikatan awal tidak boleh kurang dari 45 menit, dan waktu ikat akhir tidak boleh lebih dari 375 menit.

Dari percobaan diperoleh waktu pengikatan awal semen adalah 110 menit. Selang waktu pencampuran air dengan semen sampai dengan pengujian workabilitas yang terakhir adalah sekitar 30 menit. Sehingga beton masih dalam keadaan plastis, belum mencapai pengikatan awal.



**Grafik 3.2.** Pengikatan awal semen



**Gambar 3.3.** Pengujian pengikatan awal semen

### 3.2.2 Analisa Agregat Halus

Pasir yang digunakan adalah Pasir Muntilan. Analisa agregat halus ini dilakukan untuk mengetahui kualitas dari pasir yang akan digunakan sebagai material dalam pembuatan campuran beton. Pengujian yang dilakukan adalah :

(a). Analisa Saringan

Analisa saringan dilakukan untuk mengetahui gradasi dan modulus kehalusan pasir.

(b). Analisa Kadar Air

Untuk mengetahui kadar air ( *absorbision* ) pasir, baik pada kondisi asli lapangan maupun pada kondisi SSD.

(c). Berat Isi

Untuk mengetahui berat isi pasir, baik berat isi asli pada kondisi lapangan maupun berat isi pasir pada kondisi SSD. Berat isi ini dibedakan menjadi 2 yaitu, berat isi gembur dan berat isi padat.

(d). Analisa Kadar Lumpur dan Kandungan Zat Organik

Dilakukan untuk mengetahui kadar lumpur dan kandungan zat organik yang terdapat pada pasir. Untuk pengujian kadar lumpur pasir, dapat dilakukan dengan 2 cara yaitu cara kocokan dan cara cucian.

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, diperoleh data sebagaimana dalam tabel 3.1 dan 3.2 berikut :

**Tabel 3.1.** Hasil pengujian agregat halus

N o	PERCOBAAN	HASIL
1.	Analisa saringan ( modulus kehalusan )	2.276
2.	Kadar air asli	4,97 %
3.	Kadar air SSD	3,7 %
4.	Berat isi asli ( gembur dan padat )	1,113 kg/dm <sup>3</sup> dan 1,287 kg/dm <sup>3</sup>
5.	Berat isi SSD ( gembur dan padat )	1,248 kg/dm <sup>3</sup> dan 1,457 kg/dm <sup>3</sup>
6.	Berat jenis asli	2,439 gr/ml
7.	Berat jenis SSD	2,639 gr/ml
8.	Kadar lumpur	3,29 %
9.	Kandungan zat organik	Warna NaOH kuning

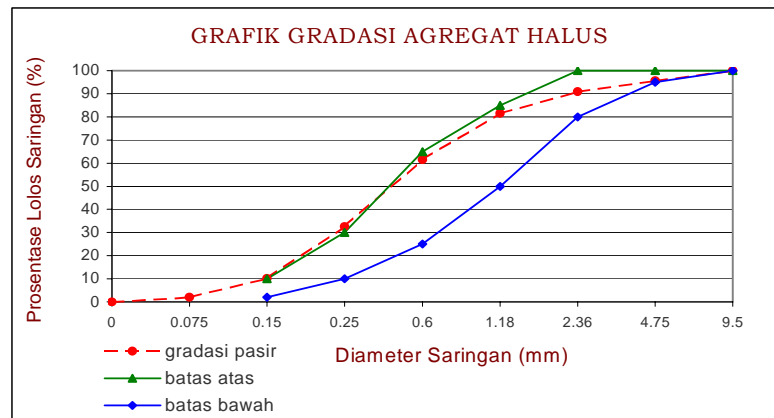
**Tabel 3.2.** Hasil Analisa Saringan Agregat Halus

Diameter saringan Mm	Sisa pada setiap saringan				Jumlah sisa komulatif %	Jumlah yang lolos %
	percb.1	percb.2	rata-rata			
			gram	%		
25.4	0	0	0	0	0	100
19	0	0	0	0	0	100
9.5	0	0	0	0	0	100
4.75	39	48	43.5	4.394	4.394	95.606
2.36	48	44	46	4.646	9.040	90.960
1.18	94	92	93	9.394	18.434	81.566
0.6	200	196	198	20	38.434	61.566
0.25	288	287	287.5	29.040	67.475	32.525
0.15	222	221	221.5	22.374	89.848	10.152
0.07	86	76	81	8.182	98.030	1.970
0	22	17	19.5	1.970	100	0
Total	999	981	990	100		

Modulus kehalusan butir (FM)

$$= \frac{4,394 + 9,04 + 18,434 + 38,434 + 67,475 + 89,848}{100} = 2,276$$

100



**Grafik 3.3.** Gradasi Agregat Halus

Data-data pengujian pasir tersebut, sangat diperlukan sebagai data masukan dalam pembuatan *mix design* beton. Misalnya untuk data analisa saringan pasir akan diolah bersama data analisa saringan batu pecah untuk menentukan prosentase perbandingan pasir dan batu pecah dalam campuran beton. Selain itu data kadar air asli dan penyerapan air juga dibutuhkan untuk koreksi berat agregat dan berat air dalam campuran beton.

Selain untuk keperluan *mix design*, data-data tersebut juga dapat dipergunakan sebagai data pendukung yang dapat memberikan gambaran mengenai karakteristik serta mutu beton yang dihasilkan. Data analisa saringan dapat memberikan informasi mengenai gradasi dari pasir yang digunakan. Gradasi agregat yang baik adalah gradasi yang menerus, karena butir-butir agregat akan saling mengisi dengan baik, sehingga jumlah pori atau ruang antar agregat yang dihasilkan sedikit. Kandungan pori dalam agregat berhubungan langsung dengan kekuatan beton yang dihasilkan, dimana



semakin tinggi angka pori pada agregat berarti semakin tinggi pula angka pori dalam beton, yang pada akhirnya akan menyebabkan turunnya kekuatan beton.

Kadar lumpur juga dapat mempengaruhi kekuatan beton. Lumpur tidak dapat menjadi satu dengan semen, sehingga adanya kadar lumpur yang tinggi pada pasir akan menghalangi penggabungan dan mengurangi kekuatan ikatan antara pasir dengan semen, dan pada akhirnya akan mengurangi kekuatan beton. Selain itu, kandungan zat organik pada pasir, seperti humus, asam, atau sisa-sisa bahan organik yang telah membusuk lainnya, dapat mempengaruhi proses hidrasi pada semen. Terganggunya proses hidrasi dari semen akan menyebabkan proses hidrasi semen menjadi tidak sempurna, sehingga dapat mempengaruhi waktu ikat serta kekuatan dari beton yang dihasilkan.

### **3.2.3. Analisa Agregat Kasar**

Agregat kasar yang digunakan adalah batu pecah Puduk Payung - Ungaran. Analisa agregat kasar ini dilakukan untuk mengetahui kualitas dari agregat kasar yang akan digunakan sebagai material dalam pembuatan campuran beton. Pengujian yang dilakukan adalah :

(a). Analisa Saringan

Analisa saringan dilakukan untuk mengetahui gradasi dari agregat kasar

(b). Analisa Kadar Air

Untuk mengetahui kadar air ( *absorbision* ) split, baik pada kondisi asli lapangan maupun pada kondisi SSD.

(c). Berat Isi

Untuk mengetahui berat isi split, baik berat isi asli pada kondisi lapangan maupun berat isi split pada kondisi SSD. Berat isi ini dibedakan menjadi 2 yaitu, berat isi gembur dan berat isi padat.

(d). Analisa Kadar Lumpur

Untuk mengetahui kadar lumpur dari agregat kasar. Analisa kadar lumpur pada agregat kasar ini dilakukan dengan menggunakan cara cucian.

(e). Impact Test

Untuk mengetahui ketahanan agregat kasar terhadap tumbukan.

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, diperoleh data sebagaimana dalam tabel 3.3 dan 3.4 berikut :

**Tabel 3.3.** Hasil pengujian agregat kasar

No	PERCOBAAN	HASIL
1	Analisa saringan ( modulus kehalusan )	7.169
2	Kadar air asli	1.54 %
3	Kadar air SSD	0,875 %
4	Berat isi asli ( gembur dan padat )	1.388 kg/dm <sup>3</sup> dan 1.499 kg/dm <sup>3</sup>
5	Berat isi SSD ( gembur dan padat )	1.39 kg/dm <sup>3</sup> dan 1.52 kg/dm <sup>3</sup>
6	Berat jenis asli	2.74 gr/ml
7	Berat jenis SSD	2.778 gr/ml
8	Kadar lumpur	1,5 %

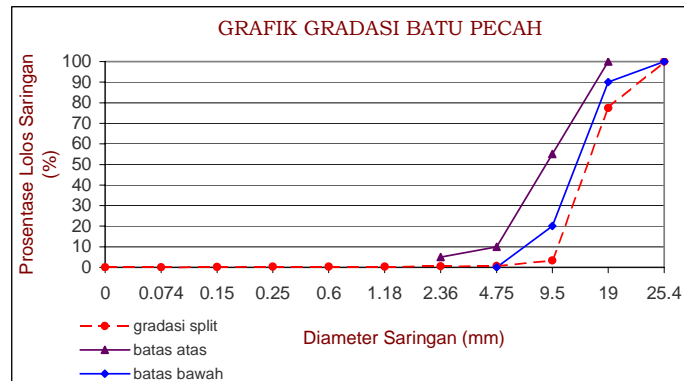
**Tabel 3.4.** Hasil Analisa Saringan Agregat Kasar

Diameter saringan mm	Sisa pada setiap saringan				Jumlah sisa Komulatif %	Jumlah yang lolos %
	percb.1 gram	percb.2 gram	rata-rata Gram      %			
25.4	0	0	0	0	0	100
19	801	1448	1124.5	22.5	22.5	77.5
9.5	3978	3437	3707.5	74.183	96.684	3.316
4.75	181.5	84	132.75	2.656	99.340	0.660
2.36	13.5	5.5	9.5	0.190	99.530	0.470
1.18	5	3.5	4.25	0.085	99.615	0.385
0.6	4	2	3	0.060	99.675	0.325
0.25	3	2	2.5	0.050	99.725	0.275
0.15	2.5	4	3.25	0.065	99.790	0.210
0.07	6	7	6.5	0.130	99.920	0.080
0	4	4	4	0.080	100	0
Total	4998.5	4997	4997.75			

Modulus kehalusan butir (FM)

$$= \frac{22,5 + 96,684 + 99,34 + 99,53 + 99,615 + 99,675 + 99,725 + 99,79}{100} = 7,169$$

100



. **Grafik 3.4.** Gradasi Agregat Kasar

Data-data tersebut juga digunakan dalam pembuatan *mix design* beton. Seperti yang telah dijelaskan di atas bahwa untuk menentukan proporsi agregat kasar diperlukan data hasil analisa saringan. Sedangkan untuk keperluan koreksi berat agregat kasar dan berat air dilakukan analisa kadar air asli dan penyerapan air.

Pada dasarnya kuat beton merupakan fungsi dari dua faktor utama yaitu, mutu agregat kasar dan ikatan antara matrix semen dengan agregat. Kekuatan lekatan antara agregat kasar dengan semen dipengaruhi tekstur permukaan agregat kasar, dimana semakin kasar tekstur permukaan agregat kasar maka akan semakin baik lekatannya. Kadar lumpur yang tinggi dapat menyebabkan berkurangnya lekatan antara semen dengan agregat kasar, karena pada umumnya lumpur tersebut menempel dipermukaan agregat kasar sehingga menghalangi lekatan yang terjadi.

Kekuatan beton juga ditentukan oleh kekuatan dari agregat kasar. Kekuatan beton akan semakin tinggi apabila agregat kasar yang digunakan keras, padat dan tidak berpori. Untuk mengetahui tingkat kekerasan agregat kasar dapat diuji dengan *impact test*, dari hasil percobaan diperoleh prosentase kehancuran agregat adalah sebesar 11,4965%. Sedangkan kepadatan dan kadar pori dalam agregat kasar dapat diketahui dari berat jenisnya. Semakin besar berat jenis agregat maka agregat tersebut akan semakin padat dan kandungan porinya juga akan semakin kecil.

### **3.3. PERENCANAAN CAMPURAN BETON**

Perencanaan campuran beton dengan perbandingan berat material dilakukan untuk menentukan kekuatan beton yang diinginkan. Dalam penelitian ini digunakan metode *Development Of Environment (DOE)*.

Adapun langkah-langkah dalam perencanaan campuran beton dengan metode DOE adalah sebagai berikut.

1. Menentukan kuat tekan beton pada usia 28 hari.
2. Menentukan deviasi standar
3. Menghitung nilai faktor air semen
4. Menghitung kadar semen yang dibutuhkan
5. Menghitung prosentase agregat gabungan
6. Mencari jumlah agregat yang dipakai
7. Mencari perbandingan bahan untuk 1 m<sup>3</sup> beton dalam keadaan agregat berkadar air sesuai kondisi lapangan.

Dalam penelitian ini dilakukan lima kali mixing dengan lima macam mix design. Untuk mix design yang pertama direncanakan kuat tekan beton sebesar 225 kg/cm<sup>2</sup> (beton mutu K225) dengan nilai fas 0,6. Untuk mix design selanjutnya dilakukan dengan kadar semen yang sama dan mengubah nilai faktor air semen (fas). Adapun nilai fas yang digunakan adalah 0,5 ; 0,55 ; 0,575 ; 0,6 ; 0,625 dan 0,65.

### **3.4. PEMBUATAN ADUKAN BETON ( MIXING BETON )**

Pengujian yang dilakukan menitikberatkan pada saat beton masih segar (*fresh concrete*) yaitu berkenaan dengan tingkat workabilitas adukan beton. Adapun untuk data tambahan dibuat pula sampel benda uji yang akan diuji kuat tekannya dengan menggunakan 2 buah sampel kubus berukuran 15 cm x 15 cm x 15 cm.

Adukan beton dibuat berdasarkan hasil mix design. Dimana dilakukan 5 kali mix design. Untuk setiap adukan akan dilakukan pengujian workabilitas

sebanyak dua kali dan diambil dua buah sampel benda uji kubus untuk pemeriksaan kuat tekan.

Sebagaimana telah diuraikan diatas, bahwa dalam penelitian ini sangat dipengaruhi oleh kondisi beton segar, karena data yang diharapkan berupa nilai hasil pengujian workabilitas dari kerucut Abrams, K-Slump dan Kelly Ball. Ketiga alat itu memiliki tiga prosedur kerja yang berbeda satu dengan yang lainnya. Nilai-nilai yang didapat dari ketiga alat tersebut diharapkan dapat ditemukan korelasi nilai antara ketiganya, sehingga kedua alat yang masih jarang digunakan di Indonesia yaitu Kelly Ball dan K- slump dapat dijadikan alternatif dalam pelaksanaan pekerjaan di lapangan.

Agar penelitian berjalan dengan baik, maka pembuatan adukan harus memperhatikan hal – hal sebagai berikut :

1. Memastikan apakah mesin untuk memutar molen dalam kondisi yang cukup baik dan sudah terisi cukup bahan bakar.
2. Pembuatan adukan beton dilakukan berdasarkan perhitungan mix design yang telah dilakukan. Proporsi takaran campuran beton agar seteliti mungkin dan dipisahkan antara air, agregat kasar, agregat halus dan semen.
3. Menyiapkan alat sesuai kebutuhan, karena tiap mix design diharapkan mendapat dua data, maka perlu disiapkan dengan matang. Dalam hal ini alat juga memperhatikan persyaratan yang ditetapkan. Sebagai contoh untuk alat Kelly Ball, maka menggunakan 2 buah ember berdiameter 50 cm dan tinggi 25 cm. Kemudian untuk alat K-Slump menggunakan 2 buah silinder tinggi 30 cm dengan diameter 15 cm, Sedangkan untuk alat Kerucut Abrams, menggunakan 2 buah alas , 2 buah kerucut dan 2 buah penumbuk ( tamping rod ).
4. Pada saat penuangan bahan ke dalam molen dapat dibiasakan dengan urutan pasir dan semen terlebih dahulu, kemudian dengan perlahan diaduk agar pasir dan semen nampak menyatu, kemudian disiram dengan kira – kira 0, 6 persen air sambil tetap memutar molen. Ketiga bahan tersebut sudah terlihat kental dan homogen, maka agregat kasar ( ukuran 1-2 ) dapat dimasukkan semua , diselingi dengan siraman air sesuai dengan perhitungan mix design.

5. Pada saat penuangan beton segar ke media alat uji , sebagai contoh molen ke ember atau molen ke silinder, diharapkan tidak terlalu banyak dilakukan campur tangan, maksudnya supaya kondisi beton segar dapat disimulasikan seperti pada saat pelaksanaan sesungguhnya dilapangan.
6. Untuk cetakan benda uji kubus , perlu diperhatikan kekencangan baut-bautnya dan harus diolesi dengan pelumas terlebih dahulu. dan juga pada saat

#### **3.4.1. Persiapan Peralatan**

Peralatan yang diperlukan harus dalam keadaan bersih pada saat sebelum digunakan, kemudian diatur dengan rapi sesuai dengan rencana posisinya.

Peralatan yang dibutuhkan antara lain :

- a. ember penakar
- b. timbangan
- c. stopwatch
- d. molen dan mesinnya
- e. cetok 4 buah , sekop 1 buah
- f. penggaris atau meteran
- g. besi penumbuk
- h. kerucut Abrams
- i. Kelly Ball
- j. K- slump
- k. cetakan silinder beton dengan ukuran tinggi 30 cm , diameter 15 cm
- l. ember bulat diameter 50 cm , tinggi 25 cm, oli dan kuas
- m. 2 buah gerobak pengangkut
- n. loyang pengaduk / bak pencampur 3 buah
- o. cetakan kubus beton 2 buah ukuran sisi 150 mm
- p. papan triplek berukuran 40 cm x 40 cm



Gambar 3.4. **Persiapan Alat dan Pemeriksaan Kondisi Alat**

### 3.4.2. **Pembuatan Campuran adukan beton**

- a. Menakar seluruh campuran yang dibutuhkan , baik semen , pasir , kerikil dan air sesuai dengan mix design yang dibuat.
- b. Memasukkan bahan – bahan tersebut kedalam molen dengan urutan sebagai berikut:
  - ☞ Memasukkan semen dan pasir terlebih dahulu
  - ☞ Memutar molen dengan manual tangan hingga terlihat keduanya homogen
  - ☞ Memasukkan air sedikit demi sedikit , kurang lebih 60 % dari seluruh air yang akan dituangkan. Putar dengan tenaga mesin .
  - ☞ Setelah nampak mengental seperti bubur, seluruh batu pecah dimasukkan dengan ditambah air sedikit demi sedikit hingga habis
- q. Memutar molen selama 10 menit agar campuran merata. Untuk memastikan sudah merata , molen dibolak – balik kekanan – kekiri dengan kemiringan tertentu, namun jangan sampai menumpahkan isi molen.
- r. Menuangkan campuran diatas loyang , atau ember atau silinder sebanyak separuh dari isi molen.
- s. Pada saat sedang dilakukan pengujian workabilitas yang pertama, molen tetap diputar agar tetap terjaga homogenitas dari campuran beton yang tersisa untuk pengujian workabilitas yang kedua.

- t. Setelah pengujian pertama selesai maka separuh terakhir campuran beton tersebut dituangkan pula ketempat yang sama untuk pengujian nilai slump.



**Gambar 3.5.** Persiapan Material



**Gambar 3.6.** Pencampuran material beton ( mixing beton )

### 3.4.3. Pengujian Workabilitas

Pemeriksaan workabilitas merupakan inti dari penelitian ini , karena dari sinilah akan didapatkan data utama yang nantinya akan dianalisa untuk mendapatkan korelasi antara alat satu dengan yang lainnya. Adapun langkah-langkah pengujian dari ketiga alat tersebut adalah :

#### a. Kerucut Abrams

1. Campuran beton tersebut sesegera mungkin dimasukkan kedalam kerucut secara bertahap, sebanyak 3 lapisan dengan ketinggian yang sama. Setiap lapis dipadatkan dengan cara ditusuk dengan menjatuhkan secara bebas



tongkat baja berdiameter 16 mm, panjang 60 cm. Dilakukan sebanyak 25 kali untuk tiap lapis.

2. Meratakan adukan pada bidang atas kerucut Abrams dan didiamkan selama 30 detik.
3. Mengangkat kerucut Abrams secara perlahan dengan arah vertical keatas, diusahakan jangan sampai terjadi singgungan terhadap campuran beton.
4. Pengukuran slump dilakukan dengan membalikkan posisi kerucut Abrams di sebelah adukan. Kemudian dilakukan pengukuran ketinggian penurunan dihitung terhadap bagian atas kerucut Abrams. Dilakukan tiga kali pengukuran dengan mistar pengukur atau meteran, kemudian hasilnya dirata – rata
5. Nilai rata – rata menunjukkan nilai slump dari campuran beton.



Gambar 3.7. Pengujian Workabilitas dengan Kerucut Abrams

*b. K – Slump*

1. Menuangkan campuran beton dari molen secara langsung kedalam cetakan silinder beton, ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.
2. Memasahi alat K-Slump. Menaikkan tangkai pengukur lalu dikaitkan.
3. Memasukkan alat K–slump secara vertikal ke dalam campuran beton perlahan-lahan sampai disc floater mencapai permukaan. Perlu diperhatikan bahwa saat memasukkan alat tidak boleh diputar.
4. Setelah 60 detik menurunkan tangkai pengukur perlahan-lahan sampai ujungnya menyentuh permukaan beton yang masuk dalam tabung tester.
5. Membaca skala sebagai nilai “ K “



**Gambar 3.8.** Pengujian workabilitas dengan K- Slump

*c. Kelly Ball*

1. Menuangkan campuran beton dari molen secara langsung kedalam tempat berupa ember ukuran diameter 50 cm, tinggi 25 cm.
2. Memastikan alat Kelly Ball menunjukkan angka nol pada tempat yang datar.
3. Meratakan permukaan beton segar, namun tanpa penggetaran ataupun pemadatan
4. Meletakkan alat Kelly Ball diatas campuran beton. Melepaskan alat perlahan-lahan. Perlu diperhatikan bahwa posisi alat pada waktu pengujian harus benar-benar vertical.
5. Membaca angka pada alat setelah Kelly Ball menunjukkan nilai yang tetap (kondisi stabil).
6. Mencatat besarnya penurunan Kelly Ball.



**Gambar 3.9.** Pengujian workabilitas dengan Kelly Ball

#### 3.4.4. Pembuatan Benda Uji Kubus

Untuk setiap adukan beton dibuat 2 buah benda uji. Di mana setiap penuangan beton untuk pengujian workabilitas dibuat satu benda uji. Adapaun cara pembuatan benda uji kubus adalah sebagai berikut :

- a. Menyiapkan cetakan kubus yang telah diolesi dengan oli
- b. Memasukkan campuran beton tadi kedalam cetakan kubus dalam 3 lapis. Masing-masing lapis ditumbuk sebanyak 25 kali dengan alat penumbuk.
- c. Kemudian diketuk-ketuk dengan palu karet pada bagian luar cetakan dengan tujuan untuk menghilangkan gelembung-gelembung udara yang ada dalam cetakan.
- d. Meratakan bagian samping dengan cetok , agar rata dan padat.
- e. Setelah penuh, meratakan dan memadatkan bagian atas cetakan dengan cetok, dengan jalan agak ditekan kebawah
- f. Memberi label pada cetakan untuk mengetahui spesifikasi benda uji.



**Gambar 3.10.** Pembuatan benda Uji kubus

#### 3.4.5. Perawatan (*curing*)

Perawatan benda uji dilakukan dengan cara perendaman. Perawatan beton ini bertujuan untuk menjamin proses hidrasi semen dapat berlangsung dengan sempurna, sehingga retak-retak pada permukaan beton dapat dihindari serta mutu beton yang diinginkan dapat tercapai. Selain itu kelembaban permukaan beton juga dapat menambah ketahanan beton terhadap pengaruh cuaca dan lebih kedap air.

Adapun cara perendamannya adalah sebagai berikut:

- a. setelah 24 jam maka cetakan beton kubus dibuka, lalu dilakukan perendaman terhadap sampel beton tersebut.
- b. Perendaman dilakukan sampai umur beton 14 hari.
- c. Sebelum beton direndam terlebih dahulu diberi nama pada permukaannya.



**Gambar 3.11.** Perawatan Beton

### 3.4.6. Pengujian Kuat Tekan Sampel Beton

Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada umur beton 14 hari. Langkah-langkah pengujiannya adalah :

- a. Kubus beton diangkat dari rendaman, kemudian dianginkan atau dilap hingga kering permukaan
- d. Menimbang dan mencatat berat sampel beton , kemudian diamati apakah terdapat cacat pada beton sebagai bahan laporan
- e. Pengujian Kuat Tekan dengan menggunakan mesin uji tekan beton
- f. Meletakkan sampel beton ke dalam alat penguji, lalu menghidupkan mesin dan secara perlahan alat menekan sampel beton
- g. Mencatat hasil kuat tekan beton untuk tiap sampelnya.



**Gambar 3.12.** Penimbangan Benda Uji Kubus



**Gambar 3.13.** Pengujian Kuat Tekan Beton