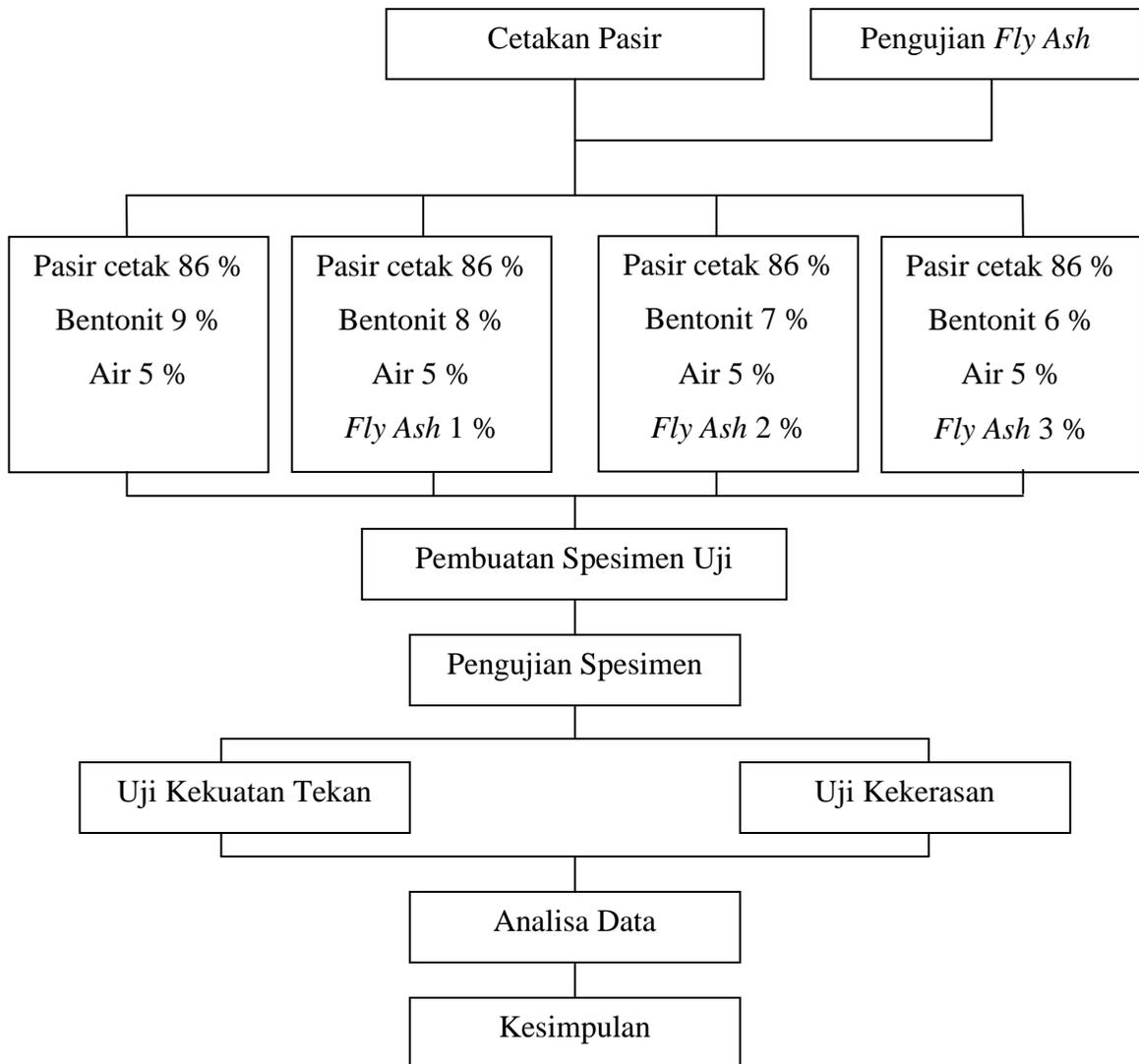


### 3. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian sangat diperlukan untuk membantu dan mempermudah dalam pelaksanaan suatu kegiatan penelitian. Dari metodologi penelitian tersebut akan ditunjukkan mengenai langkah-langkah apa saja yang akan ditempuh selama pelaksanaan suatu kegiatan penelitian. Berikut ini adalah metodologi yang digunakan selama pelaksanaan kegiatan penelitian ini.



Gambar 3.1. Diagram Alir Kegiatan Penelitian

### 3.1 Pengujian Komposisi *Fly Ash*

Tabel 3.1 Hasil Analisis Kimia *Fly Ash*

Komponen	Abu Batubara ( % )
SiO <sub>2</sub>	6.69
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.05
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.35

Tabel 3.2 Hasil Analisa Pembagian Besar Butir *Fly Ash*

Ukuran Butir (μ <sub>m</sub> )	% Fraksi
> 60	79.79
60-40	2.45
40-30	0.00
30-20	3.06
20-10	6.74
< 10	7.96

*Fly Ash* yang digunakan berasal dari sisa pembakaran batu bara yang diambil dari pusat pembangkit tenaga listrik paiton, banyuwangi. Kemudian contoh *fly ash* tersebut dikirim ke Balai Besar Kemarik Bandung untuk di uji struktur kimia dan besar butir. Pengujian dilakukan dengan menggunakan metode uji SNI 15-0449-1989 dan SNI 15-0258-1989

### 3.2. Pembuatan Spesimen Uji

Pada saat akan melakukan pengujian cetakan pasir diperlukan adanya persiapan spesimen uji, yang diantaranya meliputi persiapan pasir cetak sebagai spesimen uji dan proses pembuatan spesimen uji menjadi bentuk tertentu sesuai dengan standart pengujian yang akan dilakukan. Pada penelitian ini pengujian pasir cetak yang dilakukan adalah pengujian permeabilitas, pengujian kekuatan tekan, dan pengujian kadar air sesuai dengan SNI 15-0312-1989.

Langkah pertama yang dilakukan dalam persiapan spesimen uji adalah dengan melakukan persiapan pasir cetak sebagai spesimen yang akan diuji. Persiapan

pasir cetak yang dimaksudkan dalam hal ini adalah penentuan bahan dan komposisi dari pasir cetak serta proses pencampuran pasir cetak tersebut. Pasir cetak yang digunakan pada penelitian ini adalah pasir silika dengan ukuran butir pasir (*mesh*) 40. Sedangkan bahan-bahan lain yang dibutuhkan adalah bentonit yang berfungsi sebagai pengikat, pasir cetak serta air yang berfungsi sebagai pelarut, penyatu dan penyeimbang komposisi campuran bahan-bahan tersebut.

Tabel 3.3 Komposisi Pasir Cetak

Komposisi Pasir Cetak	Pasir Silika (%)	Bentonit (%)	Air (%)	<i>Fly Ash</i> (%)
Komposisi I	86	9	5	0
Komposisi II	86	8	5	1
Komposisi III	86	7	5	2
Komposisi IV	86	6	5	3

Setelah penentuan bahan dan komposisi pasir cetak, selanjutnya akan dilakukan proses pencampuran dari bahan-bahan tersebut. Pada proses pencampuran, pasir silika dicampur terlebih dahulu dengan pengikatnya yaitu bentonit. Bentonit yang berupa serbuk dituangkan kedalam pasir silika kemudian dicampur dan diaduk hingga merata dengan bantuan sekop.

Langkah kedua setelah dilakukan pencampuran pasir cetak adalah melakukan pembuatan spesimen uji menjadi bentuk tertentu sesuai dengan standart pengujian yang dilakukan. Setelah komposisi campuran pasir cetak tersebut tercampur secara merata dan homogen maka masing-masing komposisi campuran tersebut akan dibentuk sesuai dengan standart pengujian yang dilakukan. Untuk pengujian kekerasan dan kekuatan tekan pasir cetak, bentuk standart dari spesimen uji yang digunakan sesuai dengan SNI 15-0312-1989 adalah berbentuk silinder dengan diameter 50 mm dan tinggi 50 mm, sedangkan untuk pengujian kadar air tidak diperlukan bentuk khusus. Pembuatan spesimen uji berbentuk silinder dengan diameter 50 mm dan tinggi 50 mm dilakukan dengan cara memasukkan pasir cetak ke dalam suatu cetakan yang berbentuk tabung dengan diameter 50 mm hingga terisi penuh kemudian dipadatkan dengan menggunakan bantuan alat pemadat spesimen

yang disebut *rammer*. Setelah spesimen terbentuk sesuai dengan standart maka segera dilakukan pengujian. Pada penelitian ini untuk satu komposisi pasir cetak dilakukan lima kali percobaan, dan dilakukan pada tiap-tiap pengujian. Untuk pembuatan spesimen dan pengujian kekerasan serta pengujian kekuatan tekan dilakukan di Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.

### **3.3. Pengujian Kekuatan Tekan**

Pengujian kekuatan tekan terhadap pasir cetak diperlukan untuk mengetahui sifat dari pasir cetak yang berhubungan dengan kemampuan menentukan daya tahan dan kekuatan ikatan antara butir pasir dari pasir cetak, baik dari jenis pasir basah maupun kering. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan mesin uji kekuatan tekan pasir (*Universal Sand Strength Machine*).

Pada mesin uji kekuatan tekan ini terdapat skala pengukuran nilai kekuatan di bagian depan, Mesin ini memiliki dua lengan, lengan pertama berfungsi sebagai penggerak, sedangkan kengan kedua berfungsi sebagai beban. Saat mesin bekerja, kedua lengan bergerak keatas secara lambat dan konstan. Pada skala ukur terdapat magnet yang dapat bergerak karena terseret pergerakan kedua lengan. Magnet ini berfungsi untuk menunjukkan nilai yang terbaca ketika spesimen pecah. Jadi pada saat magnet terdorong keatas oleh kedua lengan yang ditengah-tengah terdapat spesimen uji, magnet tersebut bergerak pada lintasan skala ukur mengikuti pergerakan dari kedua lengan. Begitu spesiment yang berapada di tengah-tengah kedua lengan pecah akibat pembebanan dari lengan beban maka magnet tersebut akan tertinggal dian di tempat terakhir dan menunjukkan nilai terukur dari kekuatan pasir cetak tersebut, sedangkan kedua lengan tersebut akan bergerak turun kembali keposisi awal akibat dari lengan beban yang menyentuh tombol *switch* yang terdapat pada lengan penggerak.

Mesin ini memiliki skala yang berbeda-beda, tergantung pengujian yang kita inginkan, antara lain : uji kekuatan tekan pasir kering, pasir basah, uji kekuatan geser pasir kering, pasir basah. Semua skala yang tertera memiliki satuan Kilo Newton per meter persegi ( $\text{KN/m}^2$ ).

Untuk pengujian kekuatan tekan ini bentuk standart spesimen sesuai dengan standart SNI 15-0312-1989, yaitu berbentuk selinder dengan diameter 50mm dan

tinggi 50mm. Spesimen dibuat terlebih dahulu sebelum pengujian kekuatan tekan dilakukan, dengan menggunakan bantuan alat pemadat pasir dan cetaknya.

Setelah spesimen uji telah selesai dibentuk maka siap untuk dilakukan pengujian. Langkah-langkah untuk melakukan pengujian adalah sebagai berikut:

- Memasang spesimen uji pada mesin uji kekuatan tekan, yaitu terletak pada bagian tengah antara kedua lengan beban yang akan memegangnya.
- Memasang magnet pada lintasan skala ukur, pada posisi nol.
- Menjalankan mesin dengan menekan tombol start yang mengakibatkan kedua lengan bergerak perlahan dan konstan keatas dan mendorong magnet yang terdapat pada lintasan skala ukur hingga spesimen itu pecah dengan sendirinya.
- Setelah spesimen uji pecah akibat dari pembebanan, secara otomatis lengan beban akan menekan switch yang terdapat pada lengan penggerak, yang mengakibatkan kedua lengan akan kembali ke bawah pada posisi awal secara perlahan-lahan.
- Magnet yang terdorong oleh kedua lengan setelah spesimen uji pecah akan tertinggal pada tempatnya. Magnet tersebut akan menunjukkan nilai yang terukur.
- Mencatat nilai yang tertera pada skala pengukuran kekuatan tekan untuk cetakan pasir kering.

Untuk melakukan pengujian kembali, perlu dilakukan pembersihan terlebih dahulu pada sisa-sisa pasir cetak yang hancur dan magnet dikembalikan ke posisi nol. Dan sebelum pengujian dilakukan kembali, pada lintasan skala ukur perlu diberi

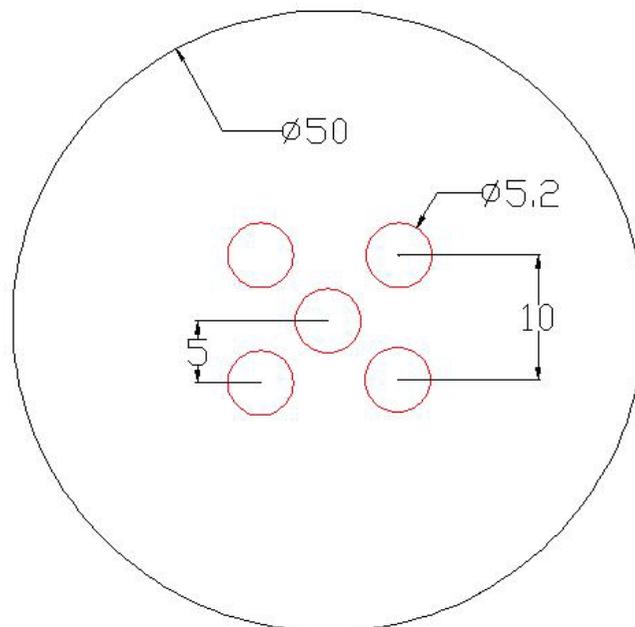
### **3.4. Pengujian Kekerasan**

Pengujian kekerasan ini dimaksudkan untuk mengetahui nilai kekerasan dari cetakan pasir. Nilai kekerasan yang dihasilkan tersebut menunjukkan mudah tidaknya cetakan pasir untuk dihancurkan. Untuk pengujian kekerasan ini menggunakan alat khusus pengujian kekerasan (*mould strength tester*), dan spesimen yang digunakan sama dengan yang digunakan dalam pengujian kekuatan tekan. Spesimen juga menggunakan standart SNI 15-0312-1989 yang berbentuk silinder dengan diameter 50 mm dan tinggi 50 mm.

Pengujian Kekerasan dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- Membuat bentuk standart spesimen uji di dalam suatu alat yang disebut *Sand Remmer*
- Mengeluarkan spesimen dari alat tersebut.
- Mengeringkan spesimen pasir cetak tersebut dalam tungku pengering pada suhu 100 sampai 110°C untuk dua jam.
- Mengeluarkan spesimen pasir cetak yang telah dikeringkan.
- Mendinginkan spesimen pasir cetak tersebut hingga mencapai temperatur kamar.
- Spesimen tersebut kemudian ditest dengan alat pengukur kekerasan (*mould strength tester*), dengan cara menaruh alat pengukur di bagian tengah spesiment, dengan sedikit menekan alat tersebut.
- Kemudian indentor yang terdapat pada alat pengukur kekuatan tekan, akan menunjukkan angka pada skala pembacanya.

Proses pengujian ini berlangsung terus menerus hingga seluruh spesimen telah selesai diuji. Pada pengujian kekuatan tekan ini juga dilakukan pengujian pada lima buah spesimen untuk tiap-tiap komposisi pasir cetak.



Gambar 3.2 Daerah Pengujian Kekerasan

### 3.5. Uji Statistik

#### 3.5.1. Analisis Variansi dengan rangking satu arah Kruskal-Wallis

Untuk jumlah sampel yang kecil, jumlah perlakuan ditetapkan oleh peneliti, dan tidak perlu mengetahui pola distribusi populasi maka metoda statistik nonparametrik adalah suatu solusi yang tepat dalam menganalisa data suatu penelitian (Walpole,1986). Salah satu metoda nonparametrik yang digunakan untuk menguji hipotesa dari suatu perlakuan adalah analisis variansi dengan rangking satu arah Kruskal-Wallis. Pada metoda ini semua data diubah kebentuk ordinal yaitu data berbentuk peringkat atau rangking (Sugiyono,2006). Jika pada pengukuran ditemukan data berbentuk interval atau rasio maka perlu diubah dulu kedalam data ordinal. Prosedur pengujian statistik dengan metoda analisis variansi dengan rangking satu arah Kruskal-Wallis sabagai berikut:

1. Nilai  $n_i$  ( $i = 1, 2, \dots, k$ ) menyatakan banyaknya pengamatan pada sampel.
2. Melakukan pengabungan semua data sampel dan mengurut semua data pengamatan.
3. Melakukan perangkingan pada masing-masing pengamatan dari 1 sampai ke- $n$ .
4. Jika terdapat lebih dari satu pengamatan yang memiliki nilai pengamatan yang sama, maka pada pengamatan tersebut diberikan nilai rata-rata rangking.
5. Menjumlahkan rangking semua pengamatan dengan dinyatakan oleh variabel  $R_i$ .
6. Melakukan uji *Kruskal-Wallis* dengan formula berikut:

$$H = \frac{12}{n(n+1)} \sum_{i=1}^k \frac{R_i^2}{n_i} - 3(n+1)$$

Dimana

$n$  = banyaknya pengamatan

$k$  = jumlah perlakuan

$R_i$  = jumlah rangking masing-masing perlakuan

7. Uji hipotesa jika  $H > \chi_{\alpha}^2$  dengan derajat bebas  $df = k-1$  tolak  $H_0$  pada selang kepercayaan  $(1-\alpha)$  100%, jika sebalik terima  $H_0$ .

### 3.5.2. Uji dwisample Wilcoxon

Untuk membandingkan dua perlakuan dengan jumlah sampel yang kecil dengan distribusi populasi tiak diketahui maka metoda yang tepat untuk uji hipotesis adalah uji dwisample Wilcoxon. Prosedur uji statistik dwisample Wilcoxon dalah sebagai berikut :

1. Membuat tabel perbandingan control dengan perlakuan yang akan dibandingkan rata-ratanya.
2. Mengubah data pengukuran menjadi data ordinal dan memberikan tanda pada pengamatan dari perlakuan yang akan dibandingkan rata-ratanya.
3. Menjumlahkan rangking dari pengamatan kontrol

$$w_1 = r_1 + r_2 + \dots + r_n$$

4. Menghitung jumlah pengamatan komposisi yang diberikan *fly ash* dengan

$$w_2 = \frac{(n_1 + n_2)(n_1 + n_2 + 1)}{2} - w_1$$

5. Mencari nilai kritis u minimum

$$u_1 = w_1 - \frac{n_1(n_1 + 1)}{2}$$

$$u_2 = w_2 - \frac{n_2(n_2 + 1)}{2}$$

6. Uji hipotesa dengan hipotesa yang digunakan sebagai berikut :

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$$

Uji peluang nilai kritis wilcoxon jika  $P(U \leq u | H_0 \text{ benar}) < \alpha$  ,  $H_0$  ditolak sebaliknya  $H_0$  diterima.