

II. TINJAUAN PUSTAKA

II. a. Pozolan

Pozolan adalah bahan yang mengandung senyawa silika atau silika alumina dan alumina, yang tidak mempunyai sifat mengikat seperti semen akan tetapi dalam bentuk yang halus dan dengan adanya air maka senyawa- senyawa tersebut akan bereaksi dengan kalsium hidroksida pada suhu normal membentuk senyawa kalsium hidrat yang bersifat hidraulis dan mempunyai angka kelarutan yang cukup rendah.

Standar mutu pozolan menurut ASTM C618-92a dibedakan menjadi tiga kelas, dimana tiap-tiap kelas ditentukan komposisi kimia dan sifat fisiknya. Pozzolan mempunyai mutu yang baik apabila jumlah kadar $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ tinggi dan reaktifitasnya tinggi dengan kapur. Ketiga kelas pozzolan tersebut adalah :

- Kelas N : Pozolan alam atau hasil pembakaran, pozzolan alam yang dapat digolongkan didalam jenis ini seperti tanah diatomik, opaline cherts dan shales, tuff dan abu vulkanik atau pumicite, dimana bisa diproses melalui pembakaran atau tidak. Selain itu juga berbagai material hasil pembakaran yang mempunyai sifat pozzolan yang baik.
- Kelas C : Fly ash yang mengandung CaO di atas 10% yang dihasilkan dari pembakaran lignite atau sub-bitumen batubara.
- Kelas F : Fly ash yang mengandung CaO kurang dari 10% yang dihasilkan dari pembakaran lignite atau sub-bitumen batubara.

Menurut Persyaratan Kimia Berdasarkan ASTM C618-92a, kandungan *pozzoland* dapat dilihat pada Tabel berikut :

Tabel.2. Persyaratan Kimia Berdasarkan ASTM C618-92a

Komposisi	Kelas		
	N	F	C
Jumlah $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ (min, %)	70.0	70.0	70.0
SO_3 (max, %)	4.0	5.0	5.0
Na_2O (max, %)	1.5	1.5	1.5
Kadar kelembaban (max, %)	3.0	3.0	3.0
Hilang pijar (max, %)	10.0	6 ^A	12

^A Penggunaan pozzolan kelas F dengan hilang pijar sampai 12 % harus dengan persetujuan dan didukung oleh hasil pengujian laboratorium.

Tabel. 3. Persyaratan Fisik Berdasarkan ASTM C618-92a

Uraian	Kelas		
	N	C	F
Kehalusan : Jumlah yang tertahan di atas ayakan 45 μm (No. 325) (max, %)	34	34	34
Indeks keaktifan pozzolan portland : - Dengan menggunakan semen, kuat tekan pada umur 7 hari (min, %)	75	75	75
- Dengan menggunakan semen, kuat tekan pada umur 28 hari (min, %)	75	75	75
Persyaratan air (max, %)	115	105	105
Pengembangan atau penyusutan dengan autoclave (max, %)	0.8	0.8	0.8
Persyaratan keseragaman : Berat jenis dan kehalusan dari contoh benda uji, masing-masing tidak boleh berbeda dari rata-rata yang ditetapkan dengan 10 benda uji atau dari seluruh benda uji yang jumlahnya kurang dari 10 buah, maka untuk : - Berat jenis, perbedaan maximum dari rata-rata (%)	5	5	5
- Persentasi partikel yang tertahan pada ayakan 45 μm (No. 325) perbedaan maximum dari rata-rata (%)	5	5	5
Faktor pengali, dihitung sebagai perkalian hilang pijar dan kehalusan yang tertahan pada ayakan 45 μm (No. 325) (max, %)	...	255	...
Pertambahan penyusutan dari mortar pada umur 28 hari, perbedaan max (in, %)	0.03	0.03	0.03
Persyaratan keseragaman : Sebagai tambahan , pada beton air-entraining jumlah air entraining agent yang disyaratkan untuk menghasilkan kadar udara sebesar 18 %, volume mortar tidak boleh berbeda darirata-rata yang ditetapkan atau dari seluruh pengujian jika kurang dari 10, maka untuk : reaktifitas dengan alkali semen : - Pengurangan pengembangan mortar pada umur 14 hari (min, %)	75
- Pengembangan mortar pada umur 14 hari (max, %)	0.020	0.020	0.020

Jenis-jenis pozzolan menurut proses pembentukannya (asalnya) di dalam ASTM 593-82 dibedakan menjadi dua jenis yaitu Pozzolan alam dan Pozzolan buatan. Pozzolan alam adalah bahan alam yang merupakan sedimentasi dari abu atau lava gunung berapi yang mengandung silica aktif, yang bila dicampur dengan kapur padam akan mengadakan proses sementasi. Sedangkan untuk pozzolan buatan sebenarnya banyak macamnya, baik merupakan sisa pembakaran dari tungku, maupun hasil pemanfaatan limbah yang diolah menjadi abu yang mengandung silica reaktif dengan melalui proses pembakaran, seperti abu terbang (*fly ash*), abu sekam (*rice husk ash*), silica fume dan lain-lain.

Pozzolan alam mempunyai mutu, bentuk serta warna yang berbeda-beda antara satu deposit dengan deposit yang lainnya. Misalkan mutu pozzolan di daerah Kalibagor, Situbondo mempunyai mutu jauh lebih baik dari pada yang berasal dari daerah Wlingi, Blitar. Karena mutu pozzolan alam yang tidak sama disetiap teMPat, maka untuk

mengontrol kualitasnya digunakan standarisasi mutu pozzolan dari ASTM yang terperinci seperti di atas.

Sifat pozzolan alam terhadap beton pada dasarnya mirip dengan pozzolan lainnya, yaitu memperlambat waktu setting sehingga kekuatan awal beton rendah, bereaksi dengan CaO(OH)_2 membentuk senyawa kalsium silikat hidrat (CSH) sehingga mengurangi kandungan CA(OH)_2 dalam beton, membuat beton tahan terhadap air laut dan sulfat..

Berdasarkan hasil analisis kimia yang telah dilakukan di Balai Penyelidikan dan Pengembangan Kegunungpian (BPPK) Yogyakarta, tanah dari Tulakan-Pacitan tersebut mempunyai kandungan unsur sebagai berikut :

Tabel. 4. Hasil Analisis Kimia (Dalam satuan % berat)

Unsur-unsur	Tanah Tulakan-Pacitan	Semen
SiO_2	53,36%	17-25%
Al_2O_3	14,68%	3-8%
Fe_2O_3	7,66%	0,5-6%
CaO	4,87%	60-65%
MgO	1,10%	0,5-4%
Na_2O	2,15%	0,5-1%.
K_2O	2,69%	0,5-1%.
mmMnO	0,07%	-
TiO_2	1,08%	-
P_2O_5	0,27%	-
H_2O	4,20%.	-
HD	7,40%.	-

Berdasarkan kandungan yang dimiliki, tanah Tulakan yang digunakan dalam penelitian ini termasuk dalam pozzolan kelas N, terlihat dari tabel di atas jumlah $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ lebih dari 70 % dan kandungan SO_3 kurang dari 4% dari beratnya (Berdasarkan ASTM C618-92a).

II. b. Sifat-sifat Semen yang Memakai Pozolan

Di dalam proses hidrasi semen selain menghasilkan senyawa CSH, CAH dan CAF yang bersifat sebagai bahan perekat juga menghasilkan kapur yang angka kelarutannya tinggi dan bersifat basa. Dengan adanya pozzolan maka kapur yang timbul akan beraksi membentuk CSH, CAH dan CAF yang mempunyai sifat sebagai bahan perekat.

Semen yang mempunyai bahan tambahan pozzolan akan mempunyai sifat-sifat sebagai berikut :

- Panas hidrasi akan turun karena dengan adanya tambahan pozzolan kandungan C_3A dalam semen berkurang
- Campuran pasta semen pada keadaan konsistensi normal maka faktor air semen akan meningkat dengan adanya pozzolan
- Workabilitas dari beton yang memakai semen pozzolan akan lebih baik
- Merubah waktu setting
- Merubah kekuatan beton

II. c. Uji Bahan Pembentuk Beton (*Concrete Ingredient Testing*)

Dalam penelitian ini salah satu fokus utama dalam pengujian bahan pembentuk beton yang akan diuji adalah pada uji pasta semen-tanah dan uji mortar (kuat tekan, berat jenis dan serapan air mortar).

Mortar adalah adukan yang terdiri dari pasir, bahan perekat dan air. Dalam penelitian ini semen yang akan dipakai akan dikomposisikan secara tepat dengan tanah Tulakan dalam pembuatan mortar. Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui sejauh mana komposisi campuran tersebut berpengaruh dalam upaya untuk mengurangi pembebasan kapur dan menutup pori-pori mortar akibat reaksi antara semen dan air dengan membentuk zat perekat, sehingga dihasilkan mortar dengan karakteristik lebih baik. Pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi uji karakteristik pasir, uji karakteristik tanah Tulakan dan uji karakteristik mortar (kuat tekan, berat jenis dan serapan air mortar)

II. d. Uji Beton Keras (*Hard Concrete Testing*)

Uji destruktif dilakukan untuk mengetahui kuat tekan, permeabilitas, kuat lentur dan kuat lekat tulangan.

D.1. Uji Kuat Tekan.

Pengujian yang paling dikenal yang dilakukan pada beton adalah pengujian kekuatan tekan. Ada beberapa alasan dilakukan pengujian ini :

- Ada suatu dugaan bahwa kondisi yang dipandang penting dari sifat beton secara langsung dikaitkan (minimal dari segi kualitatif) dengan kekuatan tekan beton.
- Karena beton memiliki kekuatan yang kurang terhadap tarikan maka kekuatan daya tekan menjadi penting.
- Pedoman rencana struktural lebih didasarkan pada kekuatan tekan
- Pengujian ini sangat sederhana dan tidak memakan biaya banyak dalam pelaksanaannya.

Pengujian kuat tekan beton dilaksanakan dengan memberikan beban pada permukaan benda uji silinder beton sampai retak. Besarnya kuat tekan beton masing-masing benda uji digunakan rumus sebagai berikut (Sagel dkk, 1994) :

$$f_c = \frac{P_{\max}}{A} \quad (1)$$

dengan :

f_c = kuat tekan maksimum beton (N / mm²)

P_{\max} = beban maksimum (N)

A = luas permukaan benda uji (mm²)

Sedangkan pengujian non-destruktif yang paling dikenal adalah jenis uji reaksi yang menggunakan pemukul reaksi buatan Schmidt (rebound hammer). Alat ini telah dikembangkan tahun 1948 dan amat banyak digunakan karena kesederhanaannya.

II. e. Perencanaan Beton

Pada penelitian ini, perencanaan adukan beton menggunakan metode SK-SNI-T-15-1990-03. Prosedur perencanaan dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- 1). Penetapan kuat tekan beton yang direncanakan (f_c).
- 2). Penetapan nilai deviasi standar (S).
- 3). Penghitungan nilai tambah atau margin (M).
- 4). Penetapan kuat-tekan beton rencana rata-rata (f_{cr}).
- 5). Penetapan jenis semen portland yang diusahakan.

- 6). Penetapan jenis agregat.
- 7). Penetapan faktor air semen (f.a.s.)
- 8). Penetapan nilai slump
- 9). Penetapan besar ukuran agregat maksimum.
- 10). Penetapan jumlah air.
- 11). Penetapan jumlah semen.
- 12). Penetapan perbandingan antara berat agregat halus dan agregat kasar.
- 13). Penetapan berat jenis agregat campuran.
- 14). Penetapan berat jenis beton.
- 15). Penetapan kebutuhan agregat halus.
- 16). Penetapan kebutuhan agregat kasar.