

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Beton banyak digunakan secara luas sebagai bahan konstruksi. Hal ini dikarenakan beton memiliki beberapa kelebihan yang tidak dimiliki oleh bahan yang lain, diantaranya beton relatif murah dan mudah dalam pengerjaan dan perawatannya, mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan, tahan terhadap perubahan cuaca, lebih tahan terhadap api dan terhadap korosi. Selain itu kelebihan beton yang lebih menonjol dibanding dengan bahan lain adalah beton memiliki kuat desak tinggi yang dapat diperoleh dengan cara pemilihan, perencanaan dan pengawasan yang teliti terhadap bahan penyusunnya, namun demikian beton juga memiliki kelemahan secara struktural yaitu memiliki kuat tarik yang rendah dimana besarnya sekitar 9%-15% dari kuat desaknya, selain itu beton juga bersifat getas.

Beton terbentuk dari campuran antara agregat kasar, agregat halus, semen dan air. Air dan semen yang dicampur membentuk pasta semen dan kemudian mengikat bahan-bahan penyusun yang lain. Rongga-rongga diantara agregat kasar akan diisi oleh bahan-bahan agregat halus sehingga akan membentuk satu kesatuan bahan yang padat.

Untuk suatu kondisi dimana beton menerima beban yang relatif besar maka diperlukan penggunaan beton mutu tinggi. Beton mutu tinggi adalah beton dengan perlakuan khusus terhadap pemilihan dan desain material penyusun beton dengan penggunaan bahan tambah yang tepat. Menurut *Nawy* (1996) beton mutu tinggi umumnya dikenal sebagai beton yang memiliki kuat desak lebih besar dari 6000 psi atau 42 MPa pada umur 28 hari.

Pemakaian beton mutu tinggi sangat sesuai untuk bangunan tingkat tinggi dimana akan memberikan pengurangan dalam desain kolom, menurunkan besar beban mati, mengurangi beban yang berhubungan dengan desain pondasi dan memberikan keuntungan dalam penghematan ruang.

Beton mutu tinggi memiliki durabilitas yang tinggi dikarenakan pada beton mutu tinggi koefisien permeabilitasnya kecil, penyusutan yang kecil serta porositas yang kecil sehingga lebih tahan terhadap infiltrasi serangan asam sulfat dan garam serta terhindar dari retak-retak yang diakibatkan oleh penyusutan.

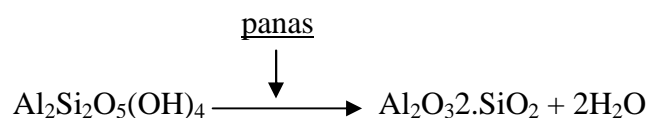
Pada beton mutu tinggi diperlukan adanya desain dan kontrol penggunaan material yang mengandung unsur semen (*cementitious*), air, agregat dan bahan tambah yang tepat. *Cementitious* termasuk didalamnya portland cement, fly ash, silica fume dan ampas dari pembakaran butiran tanah pozzolan alam yang sangat efektif meningkatkan kekuatan dari campuran beton. Perbandingan air dan *cementitious* yang rendah juga akan meningkatkan kekuatan beton. Beton mutu tinggi dengan karakteristik faktor air semen yang rendah akan menghasilkan nilai slump yang rendah dan *workability* yang kurang baik. Untuk tujuan tercapainya beton mutu tinggi dimana nilai faktor air semen akan minimum, kegunaan dari *superplasticizer* juga akan sangat membantu dalam meningkatkan fungsi air 25% - 35%, sehingga akan meningkatkan *workability* adukan beton.

Penyusutan volume beton sering terjadi pada awal pengerasan beton. Penyusutan ini disebabkan hilangnya air karena penguapan, reaksi hidrasi pasta semen dan karena reaksi karbonasi. Menurut *Istimawan (1989)*, *shrinkage* adalah penyusutan volume beton yang tidak dipengaruhi oleh pembebanan, dan adanya *shrinkage* yang berlebih pada beton akan menyebabkan terjadinya retak-retak pada beton dimana dengan adanya retak tersebut akan menjadi jalan masuk senyawa kimia yang merusak beton dan berakibat mengurangi durabilitas beton. Sehingga perlu adanya pengendalian dan perhitungan yang teliti mengenai susut yang terjadi pada beton.

Beton yang baik adalah beton dengan kedapannya yang tinggi. Kedapannya adalah tidak dapat dilewati air, sedangkan permeabilitas beton adalah kemudahan cairan atau gas untuk melewati beton (A.M.Neville & J.J Brooks, 1987). Menurut L.J.Murdock dan K.M.Brook (1979) beton tidak bisa kedap air secara sempurna. Beton dengan agregat normal, kedapannya tergantung pada porositas pasta semen tetapi hubungan suatu faktor distribusi ukuran pori bukanlah suatu fungsi yang sederhana (A.M.Neville & J.J Brooks, 1987).

Pasta semen yang mengeras memiliki struktur yang berpori (Kardiyono Tjokrodinuljo, 1996). Dengan adanya pori-pori tersebut akan berpengaruh terhadap rembesan dan permeabilitas beton Pada bangunan yang memerlukan kedapannya yang tinggi, terutama pada bangunan pengelolaan limbah, basement, dermaga, menara air diperlukan beton yang memiliki koefisien permeabilitas yang kecil, sehingga akan melindungi tulangan yang ada pada beton dari reaksi perkaratan karena rembesan senyawa kimia yang terkandung dalam air dan komponen beton akan terhindar dari kerusakan karena bereaksi dengan garam maupun sulfat yang ada pada air. Untuk itu perlu adanya penelitian mengenai perbaikan sifatnya, salah satu cara perbaikannya adalah menggunakan bahan tambah yang dapat memperbaiki sifat tersebut

Penelitian mengenai bahan tambah telah banyak dilakukan, dalam hal ini digunakan mineral metakaolin. Metakaolin di hasilkan dari proses pemanasan kaolin. Reaksi kimia pada proses pemanasan (*kalsinasi*) kaolin menjadi metakaolin sebagai berikut:



Pemakaian metakaolin dalam pembuatan beton pertama kali terjadi pada pembangunan dam di Brasil dengan tujuan awal adalah untuk membuat beton yang lebih tahan terhadap reaksi alkali-silika, sebab semen yang tersedia umumnya banyak mengandung kadar alkali yang tinggi. Dari hasil penelitian terhadap dam di Brasil diketahui bahwa beton dengan metakaolin dapat mencegah

kerusakan akibat reaksi alkali – silika. Selain itu metakaolin juga mengurangi penetrasi chlorida sehingga mengurangi kemungkinan korosi pada beton. Dilihat dari unsur-unsur kimia yang terkandung dalam mineral metakaolin, dimana mempunyai kandungan unsur kimia yang hampir sama dengan semen, sehingga dapat diasumsikan bahwa bahan tersebut dapat digunakan sebagai pengganti semen.

Metakaolin banyak mengandung SiO_2 (54,64 %) dan Al_2O_3 (42,87 %) yang merupakan unsur utama semen sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bahan pengganti semen ataupun sebagai bahan tambahan. Metakaolin juga meningkatkan kerapatan dari mikrostruktur beton mutu tinggi. Sehingga metakaolin memenuhi syarat sebagai bahan tambahan yang dapat meningkatkan kualitas pada beton mutu tinggi. Komposisi dari metakaolin dapat dilihat pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1. Komposisi Kimia dan Sifat Fisis Metakaolin dibandingkan dengan *Portland Cement* dan *Pozzoland Kelas ASTM*

<i>Chemical Compositions</i>	<i>Portland cement</i>	Metakaolin	<i>Pozzoland type (ASTM C618)</i>		
			N	F	C
SiO_2 (%)	21,6	54,64			
Al_2O_3 (%)	5,09	42,87			
Fe_2O_3 (%)	3,01	1,01			
$\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ (%)	29,26	98,52	70	70	50
CaO (%)	66,2	0,01			
MgO (%)	1,27	NA			
K_2O (%)	0,25	1,16			
Na_2O (%)	0,04	NA			
SO_3 (%)	2,42	NA	4	5	5
<i>Loss of Ignition/LOI</i> (%)	0,98	1,1	10	6	6
<i>Moisture Content</i> (%)		0,45	3	3	3
<i>Specific Gravity</i>	3,15	2,43	2,10 - 2,58		
<i>Blaine Fineness</i> , cm^2/gr	2900 - 3200	9800	2400 - 4800		

(Sumber : Jirawat Suwanpruk, Suvimol Sujjavanich, Jaroenwut Punyanusornkit)

Dengan menambahkan metakaolin pada campuran beton selain berfungsi sebagai bahan pengisi pori, kandungan SiO_2 dalam metakaolin akan bereaksi dengan Ca(OH)_2 yang di hasilkan dari reaksi hidrasi semen sehingga terbentuk ikatan berbentuk gel yang memperkuat ikatan dalam beton. Disamping itu butiran-butiran halus metakaolin secara tidak langsung dapat berfungsi sebagai bahan pengisi pori sehingga dengan berkurangnya jumlah pori akan didapat beton yang padat (*RMC Group, 1996*).

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana peran metakaolin terhadap nilai koefisien permeabilitas dan *shrinkage* beton mutu tinggi.
2. Kadar metakaolin optimum yang dapat memberikan nilai koefisien permeabilitas dan *shrinkage* yang paling baik.

1.3. Batasan Masalah

Untuk mempermudah pembahasan maka digunakan batasan masalah sebagai berikut:

1. Mutu beton yang disyaratkan memiliki $f'_c > 42$ MPa pada umur 28 hari.
2. Metakaolin dibuat dari kaolin dengan perlakuan panas 750°C pada temperatur tetap selama 6 jam.
3. Mix design direncanakan untuk $f'_c > 45$ Mpa
4. Kadar metakaolin terbatas pada 0%, 5%, 10%, 15% dan 25% dari berat semen.
5. Kadar *superplasticizer* dihitung berdasarkan berat semen dan metakaolin.
6. Reaksi kimia yang timbul akibat penambahan *superplasticizer* tidak dibahas.
7. Semen yang digunakan adalah semen tipe I.
8. Ukuran agregat kasar maksimum 20 mm.

9. Air yang digunakan adalah air yang berasal dari Laboratorium Bahan Bangunan Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.
10. Umur beton pengujian adalah umur 28 hari.
11. Pengujian *shrinkage* dilakukan setelah benda uji berumur 1 hari, dan dilakukan pengamatan selama 28 hari.
12. Benda uji untuk pengujian permeabilitas berupa silinder dengan diameter 75 mm dan tinggi 150 mm.
13. Benda uji untuk pengujian *shrinkage* berupa balok dengan ukuran 25 mm x 25 mm x 285 mm.
14. Pencampuran dengan *mixer* dan pemadatan dengan *vibrator*.
15. Adukan beton yang dihasilkan dianggap homogen.
16. Pengujian yang dilakukan adalah uji bahan dasar, pengujian nilai slump, uji permeabilitas dan uji *shrinkage*.
17. Pengujian dilakukan di Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memperoleh hubungan antara penggunaan metakaolin sebagai bahan pengganti sebagian semen terhadap pengaruh koefisien permeabilitas dan *shrinkage* beton mutu tinggi.

1.5. Manfaat Penelitian

1.5.1. Manfaat teoritis:

1. Memberikan kontribusi bagi perkembangan ilmu bahan struktur.
2. Menambah pengetahuan tentang beton mutu tinggi terutama penggunaan metakaolin sebagai bahan pengganti sebagian semen.
3. Menambah pengetahuan tentang beton mutu tinggi ditinjau dari parameter permeabilitas dan *shrinkage*.

1.5.2. Manfaat praktis:

1. Menambah alternatif bahan susun beton khususnya metakaolin sebagai pengganti sebagian semen.
2. Mengetahui kadar optimum metakaolin sebagai bahan pengganti sebagian semen yang memberikan permeabilitas dan *shrinkage* terbaik pada beton mutu tinggi.
3. Mampu memberikan solusi terhadap pemanfaatan metakaolin yang merupakan pengolahan lebih lanjut dari bahan tambang kaolin yang belum banyak dimanfaatkan keberadaannya dibidang teknik bangunan.