BAB II

STUDI PUSTAKA

2.1 Beton Konvensional

Beton adalah sebuah bahan bangunan komposit yang terbuat dari kombinasi agregat dan pengikat (semen). Beton mempunyai karakteristik tegangan hancur tekan yang tinggi serta tegangan hancur tarik yang rendah. Beton tidak dapat dipergunakan pada elemen konstruksi yang memikul momen lengkung atau tarikan, karena beton sangat lemah dalam menerima gaya tarik.

Beton memiliki kelebihan dan kekurangan antara lain sebagai berikut:

Kelebihan Beton:

- Beton mampu menahan gaya tekan dengan baik
- Beton segar dapat dengan mudah dicetak sesuai dengan keinginan
- Beton segar dapat segar dapat disemprotkan pada permukaan beton lama yang retak maupun dapat diisikan kedalam retakan beton dalam proses perbaikan
- Beton segar dapat dipompakan sehingga memungkinkan untuk dituang

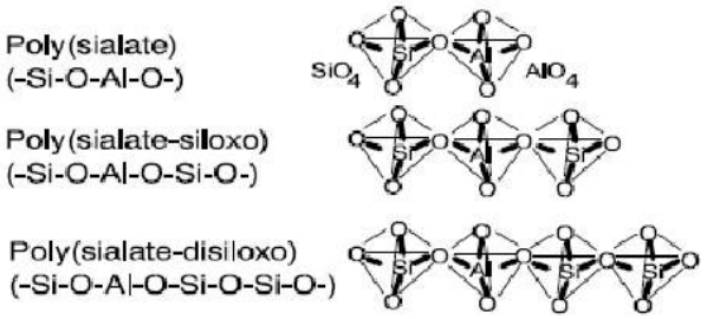
Kekurangan Beton:

- Beton dianggap tidak mampu menahan gaya tarik, sehingga mudah retak, oleh karena itu perlu di beri baja tulangan sebagai penahan gaya tarik
- Untuk mendapatkan beton kedap air secara sempurna, harus dilakukan dengan pengerjaan yang teliti
- Beton bersifat getas (tidak daktail) sehingga harus dihitung dan teliti secara seksama agar setelah dikompositkan dengan baja tulangan menjadi bersifat daktail, terutama pada struktur tahan gempa

2.2 Beton Geopolimer

Davidovits memberi nama material temuannya Geopolimer, karena merupakan sintesa bahan-bahan alam nonorganik lewat proses polimerisasi. Bahan dasar utama yang diperlukan untuk pembuatan material geopolimer ini adalah bahan-bahan yang mengandung unsur-unsur silikat dan alumunium. Unsur-unsur ini banyak didapati, diantaranya pada material alam ataupun buangan hasil sampingan industri seperti tanah liat, abu terbang, dan lain-lain. Untuk melarutkan unsur-unsur silikat dan alumunium, serta memungkinkan terjadi reaksi kimiawi, digunakan larutan yang bersifat alkanis. Material ini digabung dengan agregat batuan kemudian akan menghasilkan beton geopolimer.

Geopolimer merupakan produk beton geosintetik di mana reaksi pengikatan yang terjadi adalah reaksi polimerisasi. Dalam reaksi polimerisasi, aluminium (Al) dan Silika (Si) mempunyai peran penting dalam ikatan polimerisasi. Reaksi Aluminium (Al) dan Silika yang terkandung dibahan dasar dengan larutan alkali akan menghasilkan rangkaian panjang AlO_4 dan SiO_4 (Davidovits, 1994)



Gambar II.1. Ikatan yang Terjadi pada Beton Geopolimer
Sumber: *Davidovits (1994,p.2)*

Hasil- hasil riset selama ini telah menunjukan bahwa beton geopolimer memiliki sifat-sifat teknik yang mengesankan, diantaranya bahan dasar dari beton geopolimer tersebut dan campuran beton geopolimer

yang cepat mengeras, sehingga kuat tekan dapat dicapai pada umur awal setelah beton tersebut di cetak, *Davidovits (1994).*

Menurut Davidovits (2002), Piramida Agung Giza dibangun dari unsur tanah liat, setelah melalui proses pembakaran maka tanah liat tersebut menjadi sekeras batu alam, campuran unsur tanah liat ini apabila dipanaskan pada suhu tinggi maka bahan-bahan tersebut akan saling berinteraksi.

Dalam penggunaannya, beton geopolimer memiliki beberapa kelebihan dan kekurangan sebagai berikut :

a) Kelebihan beton geopolimer
   - Dapat mengurangi polusi udara, karena beton geopolimer disebut beton yang ramah lingkungan.
   - Berbahan baku alami sehingga bahan baku mudah didapat.

b) Kekurangan beton geopolimer
   - Proses pembuatan yang sedikit lebih rumit dibandingkan beton konvensional karena jenis material yang digunakan lebih banyak dari pada beton konvensional

2.3 Definisi Tanah Liat

Tanah Liat merupakan suatu zat yang terbentuk dari partikel-partikel yang sangat kecil terutama dari mineral-mineral yang disebut kaolinit, yaitu pesenyawaan dari Oksida Alumina (Al_2O_3), dengan Oksida Silica (SiO_2) dan air (H_2O).

Tanah liat dalam ilmu kimia termasuk Hidrosilika Alumina, yang dalam keadaan murni mempunyai rumus: Al_2O_3 $2SiO_2$ $2H_2O$. Komposisi unsur kimia yang terdapat pada Tanah Liat, adalah sebagai berikut:

Tabel II.1. Komposisi Unsur Kimia pada Tanah Liat (*Lempung*)
(Lab Kimia FMIPA USU, 2011)

Unsur/Senyawa	%
Silika (SiO_2)	± 59.14
Alumunium Karbonat (Al_2O_3)	± 15.34
Besi (Fe_2O_3)	± 0.69
Kalsium Oksida (CaO)	± 0.51
Natrium Oksida (Na_2O)	± 0.38
Magesium Oksida (MgO)	± 0.35
Kalium (K_2O)	± 0.11
Air (H_2O)	± 0.12
TiO_2	± 0.11
Lain-lain	± 0.09

Di alam hanya terdapat dua jenis tanah liat, yaitu: Tanah Liat Primer dan Tanah Liat Sekunder.

2.3.1 Tanah Liat Primer

Tanah Liat Primer (residu) adalah jenis tanah liat yang dihasilkan dari pelapukan batuan feldspatik oleh tenaga endogen yang tidak berpindah dari batuan induk. Selain tenaga air, tenaga uap panas yang keluar dari dalam bumi mempunyai andil dalam pembentukan tanah liat primer. Karena tidak terbawa arus air, angin maupun gletser, maka tanah liat tidak berpindah tempat sehingga sifatnya lebih murni diibandingkan dengan tanah liat sekunder. Tanah liat primer cenderung berbutir kasar, tidak plastis daya leburnya tinggi dan daya susutnya kecil. Karena tidak tercampur dengan bahan organik seperti humus, ranting atau daun busuk dan sebagainya, maka tanah liat berwarna putih atau kusam.

2.3.2 Tanah Liat Sekunder

Tanah Liat Sekunder (sedimen) adalah jenis tanah liat hasil pelapukan batuan feldspatik yang berpindah jauh dari batuan induknya karena tenaga eksogen, dan dalam perjalanan bercampur dengan bahan-bahan organik maupun anorganik.

Jumlah tanah liat sekunder lebih banyak dari tanah liat primer. Transportasi air mempunyai pengaruh khusus pada tanah liat, salah satunya ialah gerakan arus air cenderung menggerus mineral tanah liat menjadi partikel-partikel yang semakin kecil. Karena pembentukannya melalui proses panjang dan bercampur dengan bahan pengotor seperti oksida logam (besi, nikel, titan mangan dan sebagainya), dan bahan organik (humus dan daun busuk), maka tanah liat mempunyai sifat: berbutir halus berwarna krem/abu-abu/merah jambu/kuning. Pada umumnya tanah liat sekunder lebih plastis dan mempunyai daya susut yang lebih besar daripada tanah liat primer. Setelah dibakar, warnanya menjadi lebih terang dari krem muda, abu-abu muda ke coklat. Semakin tinggi suhu bakarnya semakin keras dan semakin kecil porositasnya.

Tanah Liat yang digunakan pada penelitian ini termasuk kedalam jenis tanah liat sekunder, karena tanah liat ini sudah bepindah jauh dari batuan induknya.

2.4 Alkaline Activator (Sodium Silikat dan Sodium Hidroksida)

Alkaline activator merupakan bahan yang sangat penting dalam pembuatan beton geopolimer, sebagai salah satu bahan pengikat unsur alumunium dan silikat yang terkandung dalam tanah liat, sehingga terbentuk suatu ikatan polimerisasi dan mempercepat reaksi yang terjadi.

2.4.1 Sodium Hidroksida (NaOH)

Sodium hidroksida berfungsi untuk mereaksikan unsur-unsur Al dan Si yang terkandung dalam tanah liat, sehingga dapat menghasilkan ikatan polimer yang kuat. NaOH dalam beton geopolimer adalah sebagai daya dukung untuk terjadinya polimerisasi.

2.4.2 Sodium Silikat (Na_2SiO_3)

Sodium silikat terdapat dalam 2 bentuk, yaitu padat dan cair, untuk campuran beton banyak digunakan dengan bentuk cairan. Sodium silikat atau yang lebih dikenal water glass, pada mulanya digunakan sebagai campuran dalam pembuatan sabun. Tetapi dalam perkembangannya sodium

silikat dapat digunakan untuk berbagai macam keperluan, antara lain untuk bahan campuran semen, pengikat keramik, campuran cat serta dalam beberapa keperluan industri, seperti kertas, tekstil dan serat.

Sodium silikat ini merupakan salah satu larutan alkali yang memainkan peran penting dalam proses polimerisasi karena sodium silikat mempunyai fungsi untuk mempercepat reaksi polimerisasi. Reaksi terjadi secara cepat ketika larutan alkali banyak mengandung larutan silikat seperti Sodium silikat ataupun potassium silikat dibandingkan reaksi yang terjadi akibat larutan alkali yang banyak mengandung larutan hidroksida.

2.5 Semen

Semen adalah suatu campuran senyawa kimia yang bersifat hidrolis, artinya jika dicampur dalam air dalam jumlah tertentu akan mengikat bahan-bahan lain menjadi satu kesatuan massa yang dapat memadat dan mengeras. Secara umum semen dapat didefinisikan sebagai bahan perekat yang dapat merekatkan bagian-bagian benda padat menjadi bentuk yang kuat kompak dan keras.

Semen adalah hasil industri dari perpaduan bahan baku : batu kapur/gamping sebagai bahan utama dan lempung / tanah liat atau bahan pengganti lainnya dengan hasil akhir berupa padatan berbentuk bubuk/bulk, tanpa memandang proses pembuatannya, yang mengeras atau membatu pada pencampuran dengan air.

Batu kapur/gamping adalah bahan alam yang mengandung senyawa Calcium Oksida (CaO), sedangkan lempung/tanah liat adalah bahan alam yang mengandung senyawa : Silika Oksida (SiO2), Alumunium Oksida (Al2O3), Besi Oksida (Fe2O3) dan Magnesium Oksida (MgO). Untuk menghasilkan semen, bahan baku tersebut dibakar sampai meleleh, sebagian untuk membentuk clinkernya, yang kemudian dihancurkan dan ditambah dengan gips (gypsum) dalam jumlah yang sesuai.

Tabel II.2. Komposisi Unsur Kimia Pada Semen

Unsur/Senyawa	%
Silika (SiO_2)	± 17 - 25
Alumunium Karbonat (Al_2O_3)	± 3 - 8
Besi (Fe_2O_3)	± 0.5 – 6.0
Kalsium Oksida (CaO)	± 60 – 67
Natrium Oksida (Na_2O)	± 0.3 – 1.2
Magesium Oksida (MgO)	± 0.5 – 4.0
Kalium (K_2O)	± 0.3 – 1.2
(SO_3)	± 2.0 – 3.5

Ordinary Portland Cement (Tipe I) adalah semen Portland yang dipakai untuk segala macam konstruksi apabila tidak diperlukan sifat-sifat khusus, misalnya ketahanan terhadap sulfat, panas hiderasi dan sebagainya

Semen Portland dibuat dengan mengkalsinasi campuran batu kapur (*limestone*) dengan tanah liat (*clay*) pada suhu tinggi untuk menghasilkan suatu produk untuk menghasilkan semen. Semen Portland terdiri berbagai senyawa oksida yang disajikan didalam Tabel II.3.

Tabel II.3. Komponen Utama Semen Portland

Nama Senyawa	Komposisi Oksida	Singkatan Oksida
Tri-Calsium Silicate	$3CaO.SiO_2$	C_3S
Di-Calsium Silicate	$2CaO.SiO_2$	C_2S
Tri-Calsium Silikate	$3CaO.Al_2O_3$	C_3A
Tetra-Calsium Aluminoferrate	$4CaO.Al_2O_3.Fe_2O_3$	C_4AF

Adapun perbandingan komposisi unsur kimia semen dengan tanah liat adalah sebagai berikut :

Tabel II.4. Perbandingan Komposisi Unsur Kimia Semen Dengan Tanah Liat

Unsur/Senyawa	Semen (%)	Tanah Liat (%)
Silika (SiO_2)	± 17 - 25	± 59.14
Alumunium Karbonat (Al_2O_3)	± 3 - 8	± 15.34
Besi (Fe_2O_3)	± 0.5 – 6.0	± 0.69
Kalsium Oksida (CaO)	± 60 – 67	± 0.51
Natrium Oksida (Na_2O)	± 0.3 – 1.2	± 0.38
Magesium Oksida (MgO)	± 0.5 – 4.0	± 0.35
Kalium (K_2O)	± 0.3 – 1.2	± 0.11
(SO_3)	± 2.0 – 3.5	± 0.09
Air (H_2O)	± 0 - 0.1	± 0.12

2.6 Rasio Air Semen

Rasio air semen adalah rasio berat air terhadap berat semen yang digunakan dalam campuran beton dan memiliki pengaruh penting pada kualitas beton yang dihasilkan. Sebuah rasio air semen yang lebih rendah menyebabkan kekuatan yang lebih tinggi dan daya tahan yang juga lebih tinggi. Konsep rasio air semen dikembangkan oleh Duff A. Abrams dan pertama kali diterbitkan pada tahun 1918.

Beton mengeras sebagai hasil dari reaksi kimia antara semen dan air (dikenal sebagai hidrasi, ini menghasilkan panas dan disebut panas hidrasi), hal ini memerlukan rasio air-semen 1:4. Namun, campuran dengan w / c rasio 0,2, memungkinkan air tidak mengalir cukup baik untuk di cetak, sehingga lebih banyak air digunakan daripada secara teknis diperlukan untuk bereaksi dengan semen. Rasio air-semen yang lebih khas dari 0,4-0,6 digunakan. Untuk beton kekuatan yang lebih tinggi, Terlalu banyak air akan menghasilkan pemisahan komponen pasir dan agregat dari pasta semen, air yang tidak dikonsumsi oleh reaksi hidrasi dapat meninggalkan beton seperti mengeras di awal hari, sehingga pori-pori mikroskopis (pendarahan) yang

akan mengurangi kekuatan akhir beton. Campuran dengan terlalu banyak air akan mengalami penyusutan lebih seperti daun kelebihan air, sehingga akan retak dan patah tulang terlihat yang lagi-lagi akan mengurangi kekuatan akhir. 1997 Uniform Building Code menentukan rasio maksimum 0,50 perbandingan air dengan semen (1:2).