

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Beton

Beton terdiri dari campuran dari agregat kasar, agregat halus, semen dan air serta tanpa atau dengan bahan tambah kimia (SNI – 03 – 2847 – 2013). Beton sering digunakan sebagai bahan bangunan struktur gedung, jembatan, bendungan, maupun jalan. Beton memiliki kuat tekan yang sangat baik dan mudah untuk dikerjakan serta sering kita lihat dilapangan, namun beton memiliki kuat tarik yang lemah sehingga biasanya penggunaan beton bersamaan dengan penggunaan tulangan baja yang memiliki kuat tarik cukup tinggi.

3.2 Beton Geopolymer

Beton *geopolymer* merupakan beton yang tidak menggunakan 100% semen *portland* pada campurannya. Sehingga dapat mengurangi emisi CO₂ yang dihasilkan dalam pembuatan semen. Terminologi ‘*geopolymer*’ pertama kali diperkenalkan oleh Davidovits, seorang ilmuwan Perancis pada tahun 1978 untuk menggambarkan suatu bahan pengikat mineral dengan komposisi kimia serupa dengan *ziolite* tapi dengan mikrostruktur amorf (Davidovits, 1988a, 1988b). 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 banyak mengandung unsur-unsur silikon dan aluminium. Unsur-unsur ini banyak didapati, di antaranya pada material buangan hasil sampingan industri,

3.3 Bahan Penyusun Beton Geopolymer

3.3.1 *Zeolite Powder*

Serbuk batu zeolit (*zeolite powder*) didapatkan dari penghancuran batu zeolit yang kemudian di bakar pada suhu 800-900 derajat celcius dan di saring agar mendapatkan serbuk yang halus seoptimal mungkin. Karakteristik perbandingan *natural zeolite* dengan *fly ash* bisa dilihat pada tabel 3.1

Tabel 3.1 *Chemical composition of fly ash, and zeolites of natural and synthetic types (by weight%)*

Material	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	Na ₂ O	K ₂ O
<i>Fly ash</i>	52.1	32.1	5.5	2.1	0.75	1.9	1.3
<i>Natural Zeolite</i>	64.0	16.1	2.8	0.3	0.2	3.5	3.7

Sumber : Jha & Singh, 2016

3.3.2 *Fly Ash*

Fly ash atau abu terbang adalah sisa-sisa atau limbah padat pembakaran batu bara dalam pembangkit listrik tenaga uap yang memiliki ukuran butiran halus berwarna keabu-abuan (Wardani, 2008). Bahan utama dalam *fly ash* terdiri dari silikon dioksida (SiO₂), aluminium oksida (Al₂O₃) dan besi oksida (Fe₂O₃). *Fly ash* dalam bidang konstruksi sangat populer karena sebagai bahan tambah yang dapat dimanfaatkan dalam pembuatan beton. Banyak penggunaan *fly ash* dalam inovasi pembuatan beton, namun *fly ash* sendiri merupakan limbah bahan berbahaya dan beracun yang dihasilkan dari PLTU yang setiap tahunnya meningkat jumlahnya. Sehingga banyak penelitian yang menggunakan *fly ash*

dalam pembentukan beton dengan maksud dapat mengurangi populasi *fly ash* tersebut, meskipun pemerintah masih menggolongkan *fly ash* sebagai limbah b3.

3.3.3 Alkali Aktivator

Alkali activator berfungsi untuk mengikat agregat karena *zeolite powder* tidak memiliki kemampuan mengikat seperti halnya semen *portland*. Aktivator yang biasa digunakan sebagai campuran geopolimer adalah kombinasi antara larutan berikut :

a. Natrium Hidroksida (NaOH)

Berfungsi untuk mereaksikan unsur-unsur Al dan Si yang terkandung dalam binder sehingga dapat menghasilkan ikatan polimer yang kuat (Hardjito,dkk 2004). Senyawa ini sangat reaktif terhadap air.

b. Natrium Silikat (Na_2SiO_3)

Salah satu senyawa yang berperan dalam pembuatan beton *geopolymer* yang berwarna putih berbentuk gel dan apabila dilarutkan dalam air menghasilkan larutan alkali. Natrium silikat berperan penting untuk mempercepat reaksi polimerisasi.

Semakin tinggi molaritas yang digunakan, maka semakin tinggi pula kuat tekan yang dihasilkan. Serta beton *geopolymer* bersifat lebih getas daripada beton konvensional (Januarty, 2013).

3.3.4 Agregat

Agregat pada beton *polymer* menempati sebanyak 65%-70% dari volume beton. Agregat pada beton ini terdiri dari agregat kasar dan agregat halus.

a. Agregat Halus

Menurut SNI 02-6820-2002 mendefinisikan agregat halus merupakan agregat dengan besar butir maksimum 4,75 mm. Menurut SK SNI S-04-1989-F, sebagai bahan pengisi campuran beton, sebaiknya digunakan pasir yang memenuhi beberapa syarat sebagai berikut.

1. Harus terdiri dari butir-butir yang tajam dan keras.
2. Butirnya harus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh perubahan cuaca, yaitu terik matahari dan hujan.
3. Tidak mengandung lumpur lebih dari 5 %. Apabila kadar lumpur melampaui 5 %, maka harus dicuci.
4. Tidak mengandung bahan-bahan organik karena dapat mengadakan reaksi dengan senyawa-senyawa semen *portland* sehingga mengurangi kualitas adukan betonnya.
5. Tidak mengandung pasir laut karena mengakibatkan korosi pada tulangan.
6. Mempunyai modulus kehalusan antara 1,5 – 3,8

Tabel 3.2 Gradasi Standar Agregat Halus (ASTM C-33)

Diameter Saringan (mm)	Persentase Lolos (%)
9,5	100
4,75	95 - 100
2,36 (No.8)	80 - 100
1,18 (No.16)	50 - 85
0,6 (No. 30)	25 - 60
0,3 (No.50)	Okt-30
0,15 (No. 100)	02-Okt

Sumber : *Annual Book of ASTM Standards Volume 04.02 "Concrete and Agregates". 1997*

b. Agregat kasar

Agregat kasar adalah butiran mineral alami yang ukuran butirnya lebih besar dari 0,5 mm (Standar ASTM). Menurut Mulyono (2005), mendefinisikan agregat kasar adalah bantuan yang ukuran butirnya lebih besar dari 4.80 mm.

Tabel 3. 3 Susunan besar butiran agregat kasar.

Diameter Saringan (mm)	Persentase Lolos (%)
38,1	95 - 100
19,1	35 - 70
9,52	10-30
4,75	0 - 5

Sumber: *ASTM, 1991*

Syarat-syarat yang harus dipenuhi oleh agregat kasar menurut Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A (SK SNI S-04-1989-F) adalah sebagai berikut :

1. butir keras dan tidak berpori,
2. jumlah butir pipih dan panjang dapat dipakai jika kurang dari 20 % berat keseluruhan,
3. bersifat kekal,

4. tidak mengandung zat-zat alkali,
5. kandungan lumpur kurang dari 1 % (terhadap berat kering),
6. ukuran butir beranekaragam.

3.4 Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton merupakan salah satu sifat mekanis beton yang terpenting untuk menentukan kualitas mutu beton. Kuat tekan beton adalah besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin tekan (Wibawa, 2011). Kuat tekan beton dipengaruhi oleh komposisi bahan penyusunnya. Jumlah air dan semen dalam beton merupakan faktor penentu utama kuat tekan yang dihasilkan beton. Suatu jumlah air dan semen dalam beton diperlukan untuk memberikan aksi kimiawi dalam pengerasan beton, dimana kelebihan air dapat meningkatkan kemampuan pekerjaan namun dapat menurunkan kekuatan dari betonnya (Wang dan Salmon, 1986). Tetapi dalam penelitian ini semen tidak digunakan dalam komposisi pembuatan beton, melainkan campuran *alkali activator* dengan *zeolite powder* sebagai pengikat.

Nilai kuat tekan diperoleh dari pengujian terhadap silinder beton (diameter 150 mm dan tinggi 300 mm) yang diberikan beban dan ditekan sampai hancur. Sedangkan menurut SNI 1974-2011, untuk mendapatkan nilai kuat tekan beton dari hasil pengujian dengan mesin uji diformulasikan sebagai berikut.

$$f'c = \frac{P}{A} \quad (3-2)$$

Keterangan:

$f'c$ = kuat tekan (MPa)

P = beban tekan (N)

A = luas penampang benda uji silinder (mm²)

