

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum Beton

Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI 03-2834-1993), beton adalah campuran antara semen portland atau semen hidraulik yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air dengan atau tanpa bahan tambah membentuk massa padat, sedangkan beton normal adalah beton yang mempunyai berat isi berkisar antara 2200 kg/m^3 - 2500 kg/m^3 yang dibuat menggunakan agregat alam yang pecah maupun tidak pecah.

Beton yang baik adalah beton yang padat dan kuat, atau dengan kata lain beton tersebut mempunyai tingkat porositas yang kecil. Beton dengan proporsi air yang sedikit menjadi sangat kering dan sukar dipadatkan, sehingga dibutuhkan tambahan air untuk pelincir campuran agar lebih mudah dikerjakan, namun karena seluruh bagian air menguap ketika beton mengering, maka rongga-rongga akan terjadi pada beton yang telah mengeras. Jadi diperlukan adanya cara pemadatan beton yang baik dan penggunaan air dalam adukan beton seminimal mungkin dengan tetap memperhatikan tingkat *workabilitas* dari campuran. Kekuatan beton dipengaruhi oleh banyak hal, diantaranya oleh material penyusunnya, rancang campuran, pengerjaan, dan perawatan (Murdock, 1991:97).

Beton sebagai sekumpulan interaksi mekanis dan kimiawi material pembentuknya. Perencana dapat mengembangkan pemilihan material yang layak komposisinya sehingga diperoleh beton yang efisien, memenuhi kekuatan batas yang disyaratkan oleh perencana dan memenuhi persyaratan *serviceability* yang dapat diartikan juga sebagai pelayanan yang handal dengan memenuhi kriteria ekonomi (Nawy 1985:8).

Bahan tambah ialah bahan selain unsur pokok beton (air, semen, dan agregat) yang ditambahkan pada adukan beton, sebelum, segera atau selama pengadukan beton. Tujuannya ialah mengubah satu atau lebih sifat-sifat beton sewaktu masih dalam keadaan segar atau setelah mengeras, misalnya mempercepat pengerasan,

menambah encer adukan, menambah kuat tekan, menambah daktilitas, mengurangi sifat getas, mengurangi retak-retak pengerasan dan sebagainya (Tjokrodimuljo, 1996). Bahan pembantu atau bahan tambah ditambahkan ke dalam campuran beton yaitu dengan *waste material* dan zeolit sebagai pengganti pasir.

Beton dibandingkan dengan bahan bangunan lain mempunyai beberapa kelebihan (Tjokrodimuljo, 2012), antara lain yaitu :

- a. Harganya relatif murah karena menggunakan bahan-bahan dasar yang umumnya tersedia di dekat lokasi pembangunan, kecuali semen Portland. Hanya untuk daerah tertentu yang sulit mendapatkan pasir atau kerikil mungkin harga beton agak mahal.
- b. Termasuk bahan yang awet, tahan aus, tahan kebakaran, tahan terhadap pengkaratan atau pembusukan oleh kondisi lingkungan, sehingga biaya perawatan murah.
- c. Kuat tekannya cukup tinggi sehingga jika dikombinasikan dengan baja tulangan (yang kuat tariknya tinggi) dapat dikatakan mampu dibuat untuk struktur berat. Beton dan baja tulangan boleh dikatakan mempunyai koefisien muai yang hampir sama. Saat ini beton bertulang banyak dipakai untuk fondasi, kolom, balok, dinding, jalan raya, landasan pesawat udara, gedung, penampungan air, pelabuhan, bendungan, jembatan, dan sebagainya.
- d. Beton segar dapat dengan mudah diangkut maupun dicetak dalam bentuk dan ukuran sesuai keinginan. Cetakan dapat pula dipakai beberapa kali sehingga secara ekonomi menjadi murah.

Namun beton juga mempunyai kelemahan yang perlu ditinjau oleh perencana dalam merencanakan struktur bangunan, antara lain :

1. Beton mempunyai kuat tarik yang rendah, sehingga mudah retak, oleh karena itu sering diberi baja tulangan.
2. Beton sulit untuk dapat kedap air secara sempurna, sehingga selalu dapat dimasuki air dan air yang membawa kandungan garam dapat merusak beton.

3. Apabila terjadi perubahan suhu yang cukup besar, beton akan mengembang dan menyusut.
4. Beton bersifat getas (tidak daktil) sehingga harus dihitung dan didetail secara seksama agar setelah dikompositkan dengan baja tulangan menjadi bersifat daktil.

2.2 Bahan-bahan Pembuatan Beton

Adapun material yang dipakai untuk pembuatan beton pada penelitian ini yaitu :

1. Semen

Semen merupakan komponen beton terpenting yang berfungsi sebagai bahan pengikat anorganik dengan bantuan air dan kemudian mengeras secara hidrolis. Sesuai pada Gambar 2.1 semen adalah bahan yang mempunyai sifat adesif dan kohesif digunakan sebagai pengikat yang dipakai bersama pasir dan air dan selanjutnya mengeras membentuk massa yang padat.



Gambar 2.1 Semen

2. *Waste Material*

Waste material yang digunakan yaitu berupa buangan tanah galian sisa proyek yang diambil dari lokasi kampus ITERA tepatnya dekat embung A. *Waste material* ini dicuci terlebih dahulu untuk membuang kotoran yang terkandung di dalamnya. Setelah itu material dikeringkan dalam oven untuk menghilangkan kadar airnya seperti pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Tanah Sisa Galian Proyek Sebagai *Waste Material*

3. Batu Split

Batu split adalah salah satu jenis batu material bangunan yang diperoleh dengan cara membelah atau memecah batu yang berukuran besar menjadi ukuran kecil-kecil. Material ini termasuk sebagai bagian campuran beton seperti pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Batu Split

4. Pasir

Agregat yang digunakan untuk pembuatan beton adalah pasir. Adapun kegunaan pasir ini adalah untuk mencegah keretakan pada beton apabila sudah mengering. Karena dengan adanya pasir akan mengurangi penyusutan yang terjadi mulai pencetakan hingga pengeringan. Pada Gambar 2.4 menunjukkan contoh pasir yang digunakan.



Gambar 2.4 Pasir

5. Air

Air merupakan bahan dasar pembuat beton yang penting yang harganya paling murah. Dalam pembuatan beton air diperlukan untuk bereaksi dengan semen portland, dan juga sebagai pelumas antara butir-butir agregat agar mudah dikerjakan (diaduk, dituang dan dipadatkan).

2.3 Waste Material

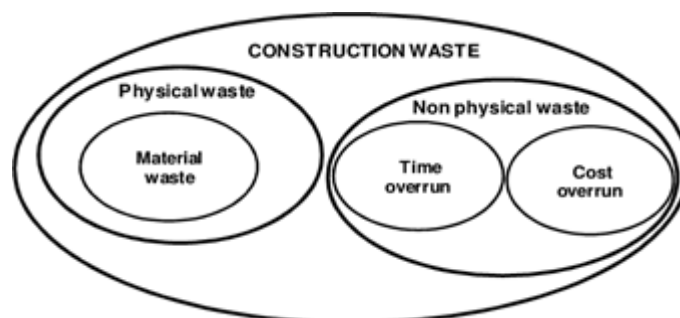
Secara umum definisi *waste material* adalah material yang tidak lagi memiliki nilai, manfaat, estetika atau dengan kata lain tidak diinginkan lagi oleh pemiliknya. Sedangkan *waste material* konstruksi adalah sisa material yang timbul selama aktifitas konstruksi, renovasi maupun pembongkaran dimana sudah tidak memiliki nilai, manfaat atau tidak diinginkan lagi bagi pemiliknya yang mungkin disebabkan secara langsung maupun tidak langsung (*James Thoengsal, 2018*).

Menurut *Construction Waste Management Guide*, *waste material* adalah benda berwujud yang tidak berbahaya, yang berasal dari aktivitas pembangunan, penghancuran dan pembersihan dan dapat diberdayakan, digunakan, atau diolah kembali. (*AL-Moghany, 2006*)

Al-Moghany (2006) menekankan bahwa sisa material dapat diartikan sebagai segala jenis material yang berasal dari bagian alam di bumi yang dipindahkan, diolah ke suatu tempat untuk kemudian digunakan pada proses konstruksi baik pada suatu lokasi atau antar lokasi dengan berbagai kemungkinan yang dapat timbul antara lain kerusakan, kelebihan, tidak terpakai, tidak sesuai dengan spesifikasi atau hasil dari proses konstruksi.

Berdasarkan sumber penyebabnya *waste material* dapat dibagi menjadi dua kategori yaitu *Direct Waste* dan *Indirect Waste*. Dimana *Direct Waste* adalah *waste material* yang timbul secara langsung dilapangan selama aktivitas konstruksi misalnya kesalahan dalam pemotongan, kecurian, rusak, kesalahan dalam pemasangan dsb. Sedangkan *Indirect Waste* adalah timbulnya *waste material* yang dikarekana secara tidak langsung akibat proses perencanaan, pengadaan dan pelaksanaan, sebagai contoh kesalahan dalam pemesanan dan perhitungan volume material ataupun kesalahan yang timbul akibat perubahan desain serta diakibatkan karena kelebihan volume material yang digunakan selama pelaksanaan dari volume yang telah direncanakan (*James Thoengsal, 2018*).

Berdasarkan wujudnya *waste material* dapat dikategorikan menjadi dua yaitu *Physical Waste* dan *Non-Physical Waste*. Dimana *Physical Waste* adalah *waste material* yang wujudnya dapat dilihat secara fisik di lapangan misalnya material, peralatan kerja dll. *Physical waste* sendiri dapat dibagi menjadi *Solid Waste* (Limbah Padat), *Liquid Waste* (Limbah Cair) dan *Gas Waste* (Limbah gas). Sedangkan *Non-Physical Waste* adalah *waste material* yang wujudnya tidak nampak secara fisik di lapangan, misalnya keterlambatan pekerjaan (*Overun Scheduled*), pembengkakan biaya proyek (*Overun Cost*), Kualitas yang tidak sesuai standar, Citra atau nama baik perusahaan dsb (*James Thoengsal, 2018*).



Gambar 2.5 *Construction Waste*
Sumber : Sasitharan Nagapan, 2011

2.4 Zeolit

Zeolit merupakan suatu mineral aluminosilikat terhidrasi dengan struktur kristal berongga yang mengandung ion-ion logam dan molekul air. Ion logam dan molekul air tersebut dapat bergerak bebas sehingga dapat terjadi pertukaran ion dan dehidrasi yang reversibel tanpa perubahan bentuk (Cooney dan Xi, 1994). Zeolit terdiri dari $[\text{SiO}_4]^{5-}$ dan $[\text{AlO}_4]^{4-}$ tetrahedra yang saling berhubungan melalui 4 anion oksigen dan menyebar mengelilingi suatu ion Si^{4+} dan ion Al^{3+} . Zeolit merupakan struktur tiga dimensi dengan ukuran molekul 3 – 4 Å dan bersifat mikroporus (Pandiangan, 2006).



Gambar 2.6 Zeolit

Berdasarkan pada Gambar 2.6 ialah contoh zeolit alam lampung atau disebut *natural zeolit*. Proses pembentukannya dibagi 2, yaitu : zeolit alam (*natural zeolit*) dan zeolit sintesis (*synthetic zeolit*). Sedangkan berdasarkan ukuran porinya, zeolit dapat diklasifikasikan menjadi 3 golongan, yaitu : zeolit dengan pori kecil (*small pore zeolit*), zeolit dengan pori medium (*medium pore zeolit*), dan zeolit dengan pori besar (*large pore zeolit*). Zeolit memiliki struktur berongga dan biasanya rongga ini berisi air kation yang dapat dipertukarkan dan memiliki ukuran pori tertentu. Oleh karena itu, zeolit dapat dimanfaatkan sebagai penyaring molekuler, penukar ion, adsorben, dan sebagai katalis. Sehingga zeolit mempunyai sifat khas, meliputi (Pandiangan, 2006):

a. Sifat Adsorpsi

Pada keadaan normal, ruang kosong dalam kristal zeolit terisi oleh molekul air bebas yang berada di sekitar kation. Bila kristal zeolit dipanaskan pada suhu 300 – 400 °C, maka air tersebut akan keluar sehingga zeolit dapat berfungsi sebagai

penyerap gas atau cairan. Beberapa jenis mineral zeolit mampu menyerap gas sebanyak 30% dari beratnya dalam keadaan kering. Selektivitas adsorpsi zeolit terhadap molekul tertentu dapat disesuaikan dengan jalan penukar ion, dealkalinasi dealuminasi secara hidrotermal, dan mengubah kadar Si dan Al.

b. Sifat Dehidrasi

Sifat dehidrasi dari zeolit akan berpengaruh terhadap sifat adsorpsinya. Zeolit dapat melepaskan molekul air dari dalam rongga permukaan yang menyebabkan medan listrik meluas ke dalam rongga utama dan akan terinteraksi dengan molekul yang teradsorpsi. Jumlah molekul air sesuai dengan jumlah pori-pori atau volume ruang hampa yang akan terbentuk bila unit sel kristal tersebut dipanaskan.

c. Sifat Penukar Ion

Ion-ion pada rongga atau kerangka zeolit berguna untuk menjaga kenetralan zeolit tersebut. Kemampuan zeolit sebagai penukar ion bergantung pada banyaknya kation tukar pada zeolit. Penukaran ion dapat menyebabkan perubahan beberapa sifat zeolit seperti stabilitas terhadap panas, sifat adsorpsi, dan aktivitas katalis.

d. Katalis / Penyangga Katalis

Zeolit dapat digunakan sebagai katalis atau sebagai penyangga katalis untuk reaksi katalitik. Ciri paling khusus dari zeolit adalah adanya ruang kosong yang membentuk saluran di dalamnya. Bila zeolit digunakan pada proses katalisis maka akan terjadi difusi molekul ke dalam ruang bebas antar kristal dan reaksi kimia juga terjadi dipermukaan saluran tersebut.

e. Penyaring / Pemisah

Zeolit dapat memisahkan molekul gas atau zat lain dari suatu campuran tertentu karena mempunyai ruang hampa yang cukup besar dan garis tengah tertentu yang bermacam-macam. Volume dan ukuran garis tengah ruang hampa dalam kisi-kisi ini menjadi dasar kemampuan zeolit untuk bertindak sebagai penyaring molekul. Molekul berukuran kecil dapat melintas, sedangkan yang berukuran lebih besar dari ruang hampa akan tertekan atau ditolak.

Zeolit alam terbentuk karena adanya proses perubahan alam dari bebatuan vulkanik dan banyak dijumpai dalam lubang-lubang batuan lava dan dalam batuan sedimen.

Zeolit alam biasanya masih tercampur dengan mineral lainnya seperti kalsit, gipsum, feldspar, dan kuarsa, dan ditemukan di daerah sekitar gunung berapi atau mengendap pada daerah sumber air panas (*hot spring*). Zeolit sintetis merupakan modifikasi dari susunan atom atau komposisi zeolit agar sesuai dengan yang diinginkan. Hal ini pertama kali dilakukan oleh R.M. Milton dan rekan dari Union Carbide pada tahun 1948 yang berhasil mensintesis zeolit sehingga memiliki sifat khusus sesuai dengan keperluannya. Zeolit ini terbentuk berdasarkan proses termal dari senyawa-senyawa alumina, silika, dan logam alkali. Pada Tabel 2.1 menunjukkan beberapa kota di Indonesia memiliki berbagai macam karakteristik zeolit alam.

Tabel 2.1. Karakteristik Zeolit Alam Indonesia

Sumber	Perbandingan Si/Al	Isi Rongga (m ³ /g)
Malang	2,86	0,5
Cikalong	3,14	0,6
Banten	4,01	0,5
Lampung	3,78	0,4
Bogor	2,84	0,6

Sumber : Simbolon, 2007

Secara umum zeolit memiliki beberapa kegunaan dalam berbagai bidang. Kegunaan zeolit tersebut antara lain :

1. Bidang pertanian dimanfaatkan untuk meningkatkan kadar oksigen terlarut dalam air irigasi lahan persawahan.
2. Bidang peternakan dimanfaatkan untuk membuat tinja lebih kering dan mengurangi bau.
3. Bidang perikanan dimanfaatkan untuk merawat dan membersihkan kotoran dan sisa pakan.
4. Bidang lingkungan dimanfaatkan untuk meningkatkan ketahanan tanaman dari hama/penyakit.
5. Bidang bangunan dimanfaatkan untuk campuran beton.

6. Bidang industri dimanfaatkan sebagai penjernih minyak, penyerap warna, filter industri kertas dan panel energi matahari.

Sumber daya alam zeolit yang terdapat di provinsi Lampung telah diteliti kandungan dan kemampuan tukar kation (KTK). Hasil yang didapatkan menunjukkan bahwa kemurnian dan KTK zeolit sangat tinggi sehingga zeolit alam ini berpotensi untuk dimanfaatkan secara menyeluruh demi kemakmuran provinsi Lampung dan pulau Sumatera. Gambar 2.7 menunjukkan dua daerah tambang zeolit alam di provinsi Lampung yang sudah dan akan beroperasi.



Gambar 2.7 Dua Daerah Tambang Zeolit Alam Yang Berpotensi Di Provinsi Lampung

Sumber : Ahmad Yudi, 2018