

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Beton

Perpaduan dari beberapa campuran material sehingga menghasilkan beton terdiri dari pasir, kerikil, semen, batu pecah. Material tersebut dicampur menjadi satu kesatuan adonan atau biasa disebut pasta beton dan penambahan air agar terjaga keencerannya. Seringkali terdapat beberapa tambahan bahan aditif agar dihasilkan beton yang memenuhi karakteristik tertentu, seperti pengerjaan yang lebih mudah (*workability*), kemampuan daya tahan (*durability*), dan durasi pengerasan (*Mc.Cormac, 2004*).

Beton terbentuk dari pengerasan adonan antara pasir, krikil, semen dan air. Terkadang terdapat tambahan material lain agar memiliki mutu beton yang meningkat (*Asroni, 2010*).

Uji kuat Tarik yang melemah harus berbanding lurus dengan kualitas yang dimiliki oleh beton. Dalam struktur dapat dikategorikan bermutu tinggi tergantung pada kuat tekan beton yang digunakan. Peningkatan kekuatan struktur diimbangi dengan peningkatan mutu beton yang dihasilkan pula (*Mulyono, 2004*).

Kualitas beton berpengaruh pada bahan campurannya, penggunaan formulasi yang tepat dan penggunaan bahan alternative tambahan. Proses pembuatan beton meliputi proses pencampuran, penuangan dan pengerasan adonan beton. Beton basah dapat memenuhi standar apabila beton dapat diaduk, dituang, dipadatkan, dan tidak memisahkan material kerikil dari adonan (*segregasi*) ataupun memisahkan dengan air semen (*Tjokrodimulyo, 1996 : 2*).

Struktur utama beton memiliki banyak manfaat untuk bangunan, diantaranya:

- a. Biasanya bahan campuran beton didapatkan cukup mudah, kecuali Semen Portland, sebab harga relatif terjangkau.
- b. Sifat khusus lainnya yaitu beton yang tahan terhadap api dan juga aus.
- c. Beton dengan mudah dirubah bentuk sesuai kebutuhan.
- d. Hanya perlu curing beton yang sederhana dan biaya perawatan

terjangkau.

- e. Beton memiliki sifat tahan desakan, serta sifatnya tahan karat maupun pembusukan karena cuaca.

Dari manfaat beton yang ada, dan terdapat kelemahan beton, antara lain:

- a. Kuat tarik beton dengan nilai rendah, keretakan dapat terjadi, oleh karenanya diberikan alternatif tambahan baja tulangan.
- b. Beton seringkali menyerap air dan membawa kandungan garam sehingga mengurangi kuat tekan.
- c. Beton dapat mengembang dan mengecil apabila ada perbedaan temperature yang cukup signifikan.

2.1.1 Bahan Penyusun Beton

Beton dapat menghasilkan beberapa interaksi bersifat mekanis dan kimiawi oleh material pembentuknya (Nawy, 1985). Beton terdiri 3 material pokok, antara lain krikil, pasir, semen dan air. Agar dapat memahami perihal elemen gabungan (bahan utama campuran beton), maka harus diketahui pula karakteristik setiap elemen penyusunnya. Material penyusun beton diantaranya:

2.1.1.1 Semen Portland.

Semen Portland dapat menghasilkan pengikat hidrolis. Sebagai bahan tambahan, Silika kalsium ini memiliki sifat hidrolis dengan gips. (Departemen Pekerjaan Umum, 1982).

Semen Portland sebagai bahan ikat utama dan terpenting dalam pembangunan fisik. Fungsi semen dapat merekatkan agregat menjadi satu kesatuan yang padat.

Tabel 2. 1 Unsur-unsur penyusun utama semen (Tjokrodimulyo, 1995)

Nama Unsur Utama	Kode	Reaksi Kimia
Trikalsium Silikat	C3S	3CaO SiO_2
Dikalsium Silikat	C2S	2CaO SiO_2
Trikalsium Aluminat	C3A	$2\text{CaO Al}_2\text{O}_3$
Tetrakalsium Aluminoferrite	C4AF	$2\text{CaO Al}_2\text{O}_3 \text{ Fe}_2\text{O}_3$

(Sumber: Buku Teknologi Beton, Tjokrodimulyo;1995)

2.1.1.2 Agregat Halus

Agregat halus berukuran butir maksimal 4,75 mm, yang sering disebut pasir. Terdapat beberapa persyaratan agar agregat halus dapat dikatakan mutu baik menurut SK SNIS-04-1989-F diantaranya:

- a. Pasir berbutir tajam, keras dan kuat.
- b. Bersifat kekal, yang artinya tidak hancur apabila cuaca ekstrim.
Sifat ini juga bisa diartikan apabila pasir diuji larutan jenuh garam sulfat hasilnya diantaranya : - Penambahan Natrium Sulfat, agregat halus yang dapat hancur maksimal 12% - Penambahan Magnesium Sulfat, agregat halus yang dapat hancur maksimal 10%.
- c. Pasir yang terkandung lumpur tidak diperbolehkan sebagai campuran beton (lolos saringan 0,060 mm) lebih dari 5%.
- d. Tidak dianjurkan pasir yang terkandung zat organik di dalamnya. Hal ini dapat mempengaruhi kualitas beton. Apabila diuji larutan 3% NaOH, cairan yang berada di atas endapan akan berwarna lebih terang dari larutan perbandingan.
- e. Memiliki variasi butir atau biasa disebut gradasi dengan rongga kecil. Modulus kehalusan yang dimiliki antara 1,5 – 3,8. Sebelum dilakukan proses pengayakan, susunannya memiliki standar sebagai berikut :
 - Pasir tertahan ayakan 4,8 mm, dari berat maksimal 2%
 - Pasir tertahan ayakan 1,2 mm, dari berat maksimal 10%
 - Pasir tertahan ayakan 0,30 mm, dari berat maksimal 15%
- f. Kandungan garam dalam pasir tidak disarankan

2.1.1.3 Agregat Kasar (Batu Pecah)

Batu pecah merupakan agregat kasar pembentuk beton. Kandungan material dalam beton antara 70-75 % dari keseluruhan, sebab sangat mempengaruhi mutu beton. Agregat kasar memiliki ukuran lebih dari 4.8 mm (Mulyono,1997:65). Beberapa syarat yang dianjurkan menurut Departemen Pekerjaan Umum (1982) dalam proses pembuatan beton adalah :

a. Syarat fisik :

- Besaran agregat maksimal, kurang dari seperlima jarak terkecil bidang cetakan, sepertiga tebal plat atau minimal jarak tulangan tiga per empat.
- Kekerasan agregat dites dengan bejana Rudeloff, bagian hancur tidak melebihi ayakan 2 mm atau lebih dari 16% berat.
- Agregat akan hancur apabila dites dengan mesin *Los Angeles*, dan tidak melebihi 27% berat.
- Kandungan lumpur pada agregat kasar maksimal sebesar 1%.
- Agregat dengan butir panjang dan pipih, memiliki maksimal 20 % berat, dan merupakan syarat utama beton yang berkualitas.

b. Syarat Kimia

- Kekekalsenyawa Na_2SO_4 , maksimal 12% berat bagian hancur dan kekekalan MgSO_4 maksimal 18% bagian yang hancur.
- Dapat bereaksi terhadap alkali dan hasilnya harus negatif sehingga tidak membahayakan.

2.1.1.4 Air

Air berperan penting dalam pembuatan adonan beton dan bereaksi dengan semen, serta mencampur agregat agar mudah dikerjakan dan bersifat padat. Agar dapat bereaksi dengan semen secara sempurna, 25 persen jumlah air dari berat semen yang diperlukan. Dalam realitanya nilai FAS (faktor air semen) digunakan lebih dari 0,35. Berdasarkan Departemen Pekerjaan Umum (1982), penggunaan air yang termasuk spesifikasi layak diantaranya:

- #### a. Air dalam keadaan jernih, tidak terkandung lumpur > 2 gram/liter, minyak dan benda kecil lainnya.

- b. Terbebas dari benda asing tidak melebihi 2 gram/liter.
- c. Terbebas dari garam mineral, karena sifat garam merusak beton (>15 gram/liter), senyawa sulfat (>1gram/liter), dan klorida (Cl > 0,5gram/liter).

2.2 Batu Zeolite

Kristal aluminosilikat yang mengalami proses hidrasi mengandung kation alkali dan alkali tanah dalam merupakan ciri dari batu Zeolite. Zeolite memiliki rumus 3 dimensi, seperti berikut (Kirk-Othmer, 1978):



Secara garis besar, kandungan berbeda, terdapat atom silikon yang sekelilingnya terdapat 4 atom oksigen, dengan ini membentuk jaringan teratur. Pada bagian dalam masalah ini, atom aluminium menggantikan atom Silicon dan hanya bias terkoordinasi bersama 3 atom oksigen. Atom aluminium mengandung muatan 3+, berbeda dengan atom silicon mengantung muatan 4+. Adanya Aluminium secara menyeluruh dapat mengakibatkan zeolit bersifat muatan negatif. Akibatnya zeolite mampu mengikat kation karena adanya muatan negatif ini.

Zeolit memiliki karakteristik lain yaitu akibat adanya pemanasan, zeolite mudah melepas air, tetapi dapat dengan mudah mengalami pengikatan kembali apabila suhu udara lembab oleh molekul air.

Sebab dari itu, sifat zeolite sering digunakan pada bahan pengering. Karakteristik lain dari Zeolit adalah proses pelepasan Kation dan digantikan Kation lainnya dilakukan dengan mudah. Misalnya ketika pelepasan natrium dan tergantikan oleh ikatan Magnesium dan Kalsium. Sehingga Zeolite dapat dimanfaatkan agar air menjadi lunak (Nasution, 2020).

2.3 Campuran Beton

Komposisi yang solid pada campuran beton berasal dari bahan penyusun beton yang berkualitas. Sebelum dilakukan percobaan secara langsung, bahan campuran dapat uji dan dilakukan di laboratorium. Untuk menjaga konsistensi formulasi nya, proses pengolahan dan pencampuran berkualitas dapat mutu tinggi,

akan ada proses pelaksanaannya tidak ditinjau.

Setelah mendapatkan formulasi beton yang direncanakan. Campuran harus disesuaikan dengan kapasitas alat aduk (molen). Pada umumnya proses pengadukan dapat dilakukan hingga didapatkan sifat plastis dalam campuran beton segar. Cirinya keenceran yang cukup dan bersifat homogeny.

Ketika pencampuran beton dilakukan, ada pendataan secara menyeluruh perihal jumlah yang dihasilkan *batch*-aduk, jumlah komposisi material, lokasi, waktu dan tanggal pencampuran serta penuangan adonan beton. Agar terhindar dari segregasi dan *bleeding*, yang perlu dilakukan pada saat proses penuangan campuran beton segar, antara lain sebagai berikut:

- a. Beton segar dituangkan pada cetakan dengan jarak sedekat mungkin, agar mencegah segregasi terjadi.
- b. Kecepatan penuangan harus disesuaikan sehingga beton segar tetap dalam kondisi atau keadaan plastis, sehingga mudah mengalir dalam cetakan.
- c. Beton segar yang sudah mengalami pengerasan dan tercampur oleh benda asing lain harus dipisahkan.
- d. Campuran beton yang mengalami penambahan jumlah air dan setengah mengeras harus dipisahkan.
- e. Selanjutnya beton dipadatkan secara menyeluruh pada cetakan beton, sehingga tidak terdapat rongga udara.

2.4 Perawatan Beton

Perawatan (*Curing*) bertujuan agar beton terhindar dari panas hidrasi yang disebabkan oleh suhu dan dapat mengurangi kualitas mutu beton. Proses perawatan dan bahan serta alat menentukan kualitas beton yang dihasilkan, khususnya mutu kuat tekannya. Waktu dalam proses perawatan beton perlu diperhatikan dan tersusun dengan baik. Proses pengerasan secara sempurna pada beton berlangsung selama 28 hari, oleh karena itu sebelum 28 hari beton mempunyai jumlah kuat tekan yang berbeda-beda. Pembasahan dengan air merupakan proses perawatan yang bisa dilakukan. Beberapa cara dalam proses perawatan beton antara lain:

- a. Meletakkan beton segar di ruangan bersuhu lembab.
- b. Memaksimalkan penggunaan air yang menyelimuti permukaan beton.
- c. Permukaan beton ditutup oleh karung basah, agar tetap terjaga kelembapannya.
- d. Menyiram karung secara terus menerus dengan air.

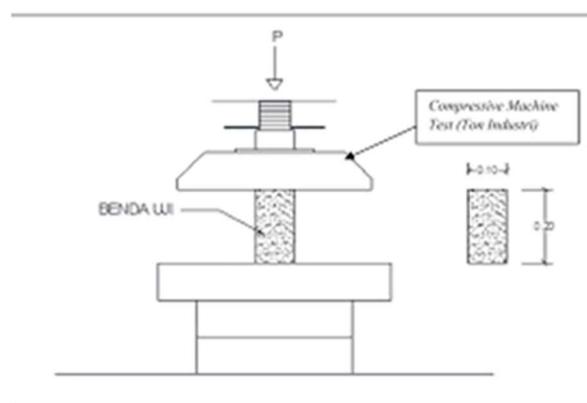
2.5 Kuat Tekan Beton

Dalam perencanaan struktur, beton dapat menahan tegangan tekan dan tidak dapat menahan tegangan tarik. Maka dari itu, pada dasarnya kekuatan tekan beton merupakan acuan utama atau panduan untuk dapat menentukan kualitas dan mutu beton.

Sifat mekanis beton dapat menambah perkiraan kuat tekan. Uji kuat tekan dapat dihitung berdasarkan standar ASTM C39/C39M-20 “*Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens*”.

Adapun proses uji beton yaitu :

- a. Proses penimbangan dan pendatan benda uji.
- b. Benda uji diletakkan ditengah plat pada mesin penekan.
- c. Mesin hidrolik melakukan proses pembebanan secara kontinyu, mengakibatkan beton mengalami titik kehancuran (jarum penunjuk bergerak turun).
- d. Jarum penunjuk dicatat apabila menunjukkan beban maksimum.



Gambar 2. 1 Skema Pengujian Kuat Tekan Beton

(Sumber: <http://repository.utu.ac.id/1424>)

- e. Perhitungan kuat tekan beton dapat menggunakan rumus berikut:

$$f_c = \frac{P}{A} \dots \dots \dots (2.2)$$

Keterangan :

- f_c = Kuat tekan beton (MPa)
- P = Beban Tekan (N)
- A = Luas Penampang Benda Uji (mm²)

2.6 Penelitian tentang Zeolite

Penelitian terdahulu yang membahas mengenai batu Zeolite merupakan usaha peneliti dalam mencari literatur perbandingan. Penulis melakukan studi literature untuk menemukan dan membantu penelitian agar pada titik sempurna. Berikut hasil pencarian literatur terkait:

2.6.1 Pemanfaat Batu Zeolit sebagai Pengganti Semen pada Campuran Beton

Menurut Ika Febrianto (2011), dalam penelitiannya yang berjudul *“TinjauanKuat Lentur dan Porositas Beton dengan Zeolit sebagai Bahan Tambah disbanding Zeolit sebagai Pengganti Semen pada Campuran Beton”* mengatakan bahwa metode eksperimental pada percobaan ini menggunakan total benda uji sebanyak 33 buah. Penambahan formulasi bahan tambah batu zeolite sebanyak 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25% . Masing – masing formulasi dibuat 3 benda uji. Balok beton yang dapat digunakan tinggi 10 cm, lebar 10 cm, panjang 55 cm. Kuat tekan beton yang direncanakan dalam penelitian ini yaitu $f_c' = 30$ pengujian umur beton 28 hari.

Kombinasi variasi kandungan batu zeolit yang digunakan dapat disimpulkan bahwa pencampuran batu zeolit 15%, kuat lentur beton bertambah sebesar 26,99%. Batu zeolit sebagai pengganti semen 10%, menambah tingkat kuat lentur beton sebesar 35,67%. Sedangkan beton zeolit dapat menurunkan porositas sebesar 25,07%, sebagai pengganti semen 11.75%.

2.6.2 Pemafaatan Limbah Batu Marmer pada Campuran Aspal Beton

Menurut Andi Syaiful Amal dan Chairil Saleh (2015), dalam penelitiannya yang berjudul "*Pemanfaatan Limbah Batu Marmer sebagai Pengganti Agregat Kasar pada Campuran Aspal Beton terhadap Karakteristik Marshall*" mengatakan bahwa penelitian ini dilakukan agar dapat dilakukan pemanfaatan ulang limbah yang berasal dari batu marmer untuk pengganti agregat kasar. Campuran limbah batu marmer formulasinya 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, dan 35%. Kesimpulan dalam eksperimen ini yaitu pemanfaatan limbah batu marmer menambah karakteristik Marshall. Kadar limbah batu marmer optimum 17,5%, ini merupakan campuran laston terbaik.

2.6.3 Penggunaan Zeolit pada Beton Ringan

Menurut Lexsi Kurniawan Bore (2016), dalam penelitiannya yang berjudul "*Pengaruh Penggunaan Zeolit sebagai Pengganti Semen terhadap Sifat Mekanis Beton Ringan dengan Agregat Kasar Batu Apung*" metode eksperimental dengan . Penelitian ini merencanakan benda uji yang dihasilkan berjumlah 15 silinder dan 15 balok. Komposisi substitusi batu zeolit terhadap semen yaitu 0%, 10%, 15%, 20%, dan 25%. Masing masing campuran terdiri dari 3 benda uji silinder dan balok. Peninjauan hasil uji didapatkan kesimpulan bahwa berat jenis beton sesuai variasi substitusi zeolit 0%, 10%, 15%, 20%, 25% adalah sebagai berikut:

Komposisi	Berat Jenis Beton	Kuat Tekan	Kuat Lentur
0%	1812,720 kg/m ³	11,231 MPa	2,97 MPa
10%	1825,890 kg/m ³	8,128 MPa	2,54 MPa
15%	1743,100 kg/m ³	9,826 MPa	2,61 MPa
20%	1792,670 kg/m ³	9,385 MPa	2,25 MPa
25%	179,7660 kg/m ³	7,174 MPa	2,52 MPa

2.6.4 Pengaruh Zeolit terhadap Penyerapan Karbondioksida (CO₂)

Menurut Ahmad Yamliha dan Bambang Dwi Argo (2013), dalam penelitiannya yang berjudul “*Pengaruh Ukuran Zeolite terhadap Penyerapan Karbondioksida (CO₂) pada Aliran Gas*” mengatakan bahwa gas karbondioksida dalam kandungan biogas akan berdampak pada penurunan nilai kalor saat proses pembakaran terjadi.

2.6.5 Pengaruh Zeolit pada Campuran Paving Block

Menurut Indah Pratiwi dan Evi D. Yanti (2018), yang berjudul “*Pengaruh Zeolit sebagai Agregat Kasar dan Abubara sebagai bahan Campuran Semen terhadap Kuat Tekan Paving Block*” mengatakan bahwa penelitian dapat menghasilkan komposisi campuran paving block sesuai standar kuat tekan SNI. Pemanfaatan zeolit dengan tambahan inovasi agregat kasar dan abu batubara sebagai cara lain untuk dapat menggantikan semen. Berbagai macam campuran variasi beton yaitu zeolit sebagai agregat kasar, pasir sebagai agregat halus, semen, abu batubara dan air. Cetakan beton manual digunakan dan pengujian nilai kuat tekan umur 28 hari. Setiap prosentase gradasi butiran dapat diatur sedemikian rupa agar mencapai sifat fisik dan mekanik pada benda yang diuji.

2.7 Penelitian Terdahulu

Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu

NO	Penulis	Judul	Tahun	Metode	Hasil Penelitian
1	Agung Rizki Pratomo, Fepy Supriani, Agustin Gunawan	Pengaruh Penggunaan Zeolit Sebagai Bahan Pengganti Sebagian Semen	2019	Eksperimen	Kuat tekan yang dihasilkan Rata-rata pada paving block pada umur 14 hari dengan menggunakan zeolit sebagai bahan pengganti

		Terhadap Kuat Tekan Paving			semen pada variasi 0%,
		Block Konvensional.			2,5%, 5%, 7,5%, 10%,12,5%, dan 15% kuat tekannya sebagai berikut: 15,64 MPa, 16,62 MPa, 15,38MPa, 12,64 MPa, 12,69 MPa, 9,70 MPa,dan 9,53 MPa.
2	Hadi Jatmoko	Pengaruh Pertambahan zeolite terhadap beton kedap air	2017	Eksperimen	Penurunan nilai modulus elastisitas beton ketika menggunakan tambahan zeolite. Penelitian ini sebagai pengganti semen memberikan nilai permeabilitas pada beton kedap tinggi dan menaikkan nilai kuat tekan beton. Kekurangan dari penelitian ini yaitu dengan penambahan

					zeolite terjadi proses kelembapan sehingga proses pengeringan lebih lama disbanding beton normal.
3	Candra Aditya, Abdul Halim, Silviana	Pemanfaatan Limbah Marmer Dan Serbuk Zeolit sebagai Material Pada Bata Ringan CLC (<i>Cellular Lightweight Concrete</i>)	2017	Eksperimen	Penambahan serbuk zeolite untuk dimanfaatkan sebagai campuran agregat pada bata ringan. Hal ini dapat menggantu semen dam memanfaatkan limbah marmer pada proses pembuatan beton. Sehingga memenuhi standart beton yang direncanakan