

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Bata Beton Ringan

Bata beton ringan merupakan bata yang memiliki berat yang jauh lebih kecil jika dibandingkan dengan batu bata pada umumnya. Bata beton ringan diciptakan dengan tujuan untuk memperingan beban struktur dari sebuah bangunan konstruksi, mempercepat pelaksanaan, serta meminimalisasi sisa material yang terjadi pada saat proses pemasangan dinding. Pada umumnya berat bata beton ringan berkisar antara 600-1600 kg/m³. Dalam penelitian ini, bata beton ringan yang kami gunakan memiliki berat isi sekitar 800 kg/m³. Menurut SNI 03-3449-1994 beton ringan adalah beton yang memakai agregat ringan atau campuran agregat kasar ringan dan pasir alam sebagai pengganti agregat halus ringan dengan ketentuan tidak boleh melampaui berat isi maksimum beton 1850 kg/m³. Akibat dari berat yang cukup ringan tersebut, maka bata jenis ini saat ini mulai banyak digunakan dalam pembangunan konstruksi gedung bertingkat dan konstruksi bangunan tahan gempa sebab dalam perhitungan gempa menurut SNI-1726-2002 besarnya beban gempa antara lain tergantung dari berat bangunan, jenis tanah, dan lokasi bangunan.

Berikut adalah beberapa kelebihan dari bata beton ringan :

1. Bata ringan memiliki sifat yang tahan api. Tidak hanya api, bata ringan juga bersifat tahan terhadap cuaca ekstrim. Entah itu badai, panas menyengat, angin kencang, hingga cuaca di bawah nol derajat.
2. Untuk penggunaan rumah, dinding bata ringan juga bebas lumut, jamur, ngengat, dan tentunya bebas pengeroposan.
3. Dinding yang terbuat dari bata ringan juga kedap suara, sehingga cocok untuk rumah di daerah perkotaan yang cenderung lebih bising.
4. Dinding beton terbilang berukuran besar, namun membuat bangunan lebih cepat selesai didirikan.

2.1.1. Pembuatan Bata Beton Ringan

Bata berpori dapat dibuat dengan berbagai cara antara lain dengan menggunakan agregat ringan (fly ash, batu apung, expanded polystyrene/EPS dan lain – lain), campuran antara semen, silika, pozzolan dan lain – lain yang dikenal dengan nama aerated concrete atau semen dengan cairan kimia penghasil gelembung udara (dikenal dengan nama foamed concrete atau cellular concrete).

Tidak seperti bata biasa, berat bata beton ringan dapat diatur sesuai kebutuhan. Pada umumnya berat bata beton ringan berkisar antara 600-1600 kg/m³. Karena itu keunggulan bata beton ringan utamanya ada pada berat, sehingga apabila digunakan pada proyek bangunan tinggi (*high rise building*) akan dapat secara signifikan mengurangi berat sendiri bangunan, yang selanjutnya berdampak kepada perhitungan pondasi.

Bata beton ringan dibuat dengan cara mencampurkan berbagai bahan seperti pasir, semen, *foaming agent*, dan air. Bata beton ringan dikenal ada 2 (dua) jenis: *Autoclaved Aerated Concrete (AAC)* dan *Cellular Lightweight Concrete (CLC)*. Keduanya didasarkan pada gagasan yang sama yaitu menambahkan gelembung udara ke dalam mortar akan mengurangi berat beton yang dihasilkan secara drastis. Perbedaan bata beton ringan AAC dengan CLC dari segi proses pengeringan yaitu AAC mengalami pengeringan dalam oven autoklaf bertekanan tinggi sedangkan bata beton ringan jenis CLC yang mengalami proses pengeringan alami. CLC sering disebut juga sebagai *Non-Autoclaved Aerated Concrete (NAAC)*.

Tabel 2.1. Perbandingan Bata Ringan CLC dan AAC

No.	Parameter	CLC			AAC	
		Cellular Lightweight Concrete			Autoclaved Aerated Concrete	
1	Bahan Dasar	Flyash, Pasir, Semen busa senyawa, Air			Semen, Kapur, Pasir, Compound Aerasi, Flyash, Energi	
2	Proses Produksi dan Set Up	Dapat diproduksi langsung di lokasi proyek dengan mixer concrete serta generator busa			Hanya dapat diproduksi oleh pabrik besar yang dilengkapi dengan ketel uap dan Autoclaves	
3	Kepadatan Kering (kg/m ³)	400-600	800-1000	1200-1800	650	750
4	Kekuatan tekan (28 hari) (kg/cm ²)	10-15			25-35	
5	Penggunaan	Isolasi			Partisi Non-beban bantalan	
6	Ukuran blok pracetak	500 x 250 x 90 / 190 mm Setiap bentuk dan ukuran dalam rentang kepadatan 400 – 1800 kg/m ³			625 x 250 x 100/200mm. Tidak layak	
7	Penuaan	Kekuatan tergantung pada usia			Tidak ada	
8	Isolasi Suara	Unggul			Unggul	
9	Kemudahan pekerjaan	Dapat dipotong, dipaku, dibor dengan peralatan kayu			Dapat dipotong, dipaku, dibor dengan peralatan kayu	
10	Tingkat Keramahan Lingkungan	Bebas polusi dengan penggunaan energi minimum serta menggunakan limbah flyash			Bebas polusi namun kebutuhan energi tinggi	

Komposisi yang sesuai sangat dibutuhkan pada pembuatan bata ringan agar dicapai hasil yang maksimal. Dari hasil percobaan beberapa komposisi benda uji pada penelitian terdahulu (Subari & Rachman, 2008) didapatkan komposisi yang paling baik dan telah memenuhi syarat. Berikut adalah komposisinya :

Tabel 2.2. Komposisi Bata Ringan yang Memenuhi Syarat

Bahan	Prosentase dari berat total
Kuarsa Halus	25%
Kapur Tohor	12%
Semen Portland	8%
Abu Terbang	20%
Silica Fume	5%
Perlit	30%
Foaming Agent type F292	10gram
Air	400cc

Sumber : Subari & Rachman, 2008

Bata ringan yang dibuat telah memenuhi syarat dengan berat jenis sebesar 1,15 gr/cm³. Pembuatan serta karakteristik bata ringan ini mengacu pada peraturan ASTM 1386 – *Standart Specification for Precast Autoclaved Aerated Concrete (AAC) Wall Construction Unit* dan ASTM 1452- *Standart Spesification for Reinforced Autoclaved Aerated Concrete Elemen*.

Tabel 2.3. Persyaratan Pembuatan Bata Ringan (Lightweight Concrete Masonry Unit)

No.	Variabel	Nilai (imperial)	Nilai (Metric)
1	Berat Jenis	<105 Lb/cu.ft	1,681 g/cm ³

Sumber : ASTM C 140

Komposisi bata ringan yang dihasilkan harus memenuhi syarat di atas. Seperti halnya pada penelitian sebelumnya didapatkan berat jenis sebesar 1,15gr/cm². Maka komposisi tersebut telah memenuhi syarat ASTM C 140.

2.2. Bahan Penyusun Bata Beton Ringan

2.2.1 Semen

Semen merupakan suatu bahan yang dihasilkan dari proses produksi dari industri, dan merupakan campuran dari beberapa bahan yang dibakar menjadi satu dalam suatu proses menjadi bubuk. Semen merupakan bahan campuran yang secara kimiawi aktif setelah berhubungan dengan air. Semen yang digunakan adalah semen portland pozzolan yang berbentuk serbuk halus mineral kristalin yang komposisi utamanya adalah kalsium dan silikat. Penambahan air pada mineral ini akan menghasilkan suatu pasta yang apabila mengering akan mempunyai kekuatan seperti batu.

Semen merupakan bahan ikat yang penting dan banyak digunakan dalam pembangunan fisik di sektor konstruksi sipil. Jika ditambah air, semen akan menjadi pasta semen. Jika ditambah agregat halus, pasta semen akan menjadi mortar yang jika digabungkan dengan agregat kasar akan menjadi campuran beton segar yang setelah mengeras akan menjadi beton keras (*concrete*). (Mulyono, 2005)

2.2.1.1. Proses Pembuatan Semen

Semen portland dibuat dari serbuk halus mineral kristalin yang komposisi utamanya adalah kalsium dan silikat. Bahan utama pembentuk semen portland adalah kapur (CaO), silika (SiO_3), alumina (Al_2O_3), sedikit magnesia (MgO), dan terkadang sedikit alkali.

Klinker dibuat dari batu kapur (CaCO_3), tanah liat dan bahan dasar berkadar besi. Bahan kapur di Indonesia tersedia melimpah, oleh karena itu kebanyakan pabrik semen dibangun di dekat gunung kapur.

Pembuatan semen dilaksanakan melalui beberapa tahapan, yaitu :

- (1) Bahan baku yang berasal dari tambang (*quarry*) berupa campuran CaO , SiO_2 , dan Al_2O_3 digiling (*blended*) bersama-sama beberapa bahan tambah lainnya
- (2) Hasil campuran tersebut dituangkan ke ujung atas *ciln* yang diletakkan agak miring
- (3) Selama *ciln* berputar dan dipanaskan, bahan tersebut mengalir dengan lambat dari ujung atas ke ujung bawah
- (4) Temperatur dalam *ciln* dinaikkan secara perlahan hingga mencapai temperatur klinker (*clincer temperature*) dimana difusi awal terjadi. Temperatur ini

dipertahankan sampai campuran membentuk butiran semen portland pada suhu 1400°C (2700°F). Butiran yang dihasilkan disebut sebagai klinker dan memiliki diameter antara 1,5-50 mm

- (5) Klinker tersebut kemudian didinginkan dalam *clinker storage* dan selanjutnya dihancurkan menjadi butiran-butiran yang halus
- (6) Bahan tambah, yakni sedikit gipsum (sekitar 1%-5%) ditambahkan untuk mengontrol waktu ikat semen, yakni waktu pengerasan semen di lapangan.
- (7) Hasil yang diperoleh kemudian disimpan pada sebuah *cement silo* untuk penggunaan yang kecil, yakni kebutuhan masyarakat. Pengolahan selanjutnya adalah pengepakan dalam *packing plant*. Untuk kebutuhan pekerjaan besar, pc dapat didistribusikan dengan menggunakan *capsule truck*.

(Mulyono, 2005)

2.2.1.2. Tipe Semen

Semen dibedakan atas beberapa tipe yakni sesuai dengan kebutuhan penggunaannya, berikut adalah perbedaan antara tipe-tipe semen yang ada:

a. Semen Tipe I

Semen portland yang dalam penggunaannya tidak memerlukan persyaratan khusus seperti jenis-jenis lainnya

b. Semen Tipe II

Semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang

c. Semen Tipe III

Semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan awal yang tinggi dalam fase pemula setelah pengikatan terjadi

d. Semen Tipe IV

Semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan panas hidrasi yang rendah

e. Semen Tipe V

Semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan yang tinggi terhadap sulfat

Komposisi kimia dari kelima jenis semen tersebut dapat dilihat pada tabel 2.4. (Nawy, 1985)

Tabel 2.4. *Persentasi Komposisi Semen Portland*

	Komposisi dalam persen (%)							Karakteristik Umum
	C ₃ S	C ₂ S	C ₃ A	C ₄ AF	CaSO ₄	CaO	MgO	
Tipe I	49	25	12	8	2,9	0,8	2,4	Semen untuk semua tujuan
Tipe II	46	29	6	12	2,8	0,6	3	Relatif sedikit pelepasan panas, digunakan untuk struktur besar
Tipe III	56	15	12	8	3,9	1,4	2,6	Mencapai kekuatan awal yang tinggi pada umur 3 hari
Tipe IV	30	46	5	13	2,9	0,3	2,7	Dipakai pada bendungan beton
Tipe V	43	36	4	12	2,7	0,4	1,6	Dipakai pada saluran dan struktur yang diekspose terhadap sulfat

2.2.2. Pasir

Pasir (*sand*) adalah suatu bahan bangunan yang diperoleh dari hasil penggalian lapisan tanah pembentuk kerak bumi (*soil*) yang berbentuk butiran, bersifat lepas tidak tersementasi, bersifat tidak kohesif (tidak saling berikatan) dan merupakan hasil letusan gunung berapi atau pelapukan dari batuan yang telah ada akibat pengaruh cuaca. (Suseno, 2010)

Pasir adalah partikel batuan yang berukuran 0,074 sampai 5 mm, berkisar dari pasir kasar (3 mm sampai 5 mm) dan pasir halus (< 1 mm). (Nurlina, 2008)

Berdasarkan SK SNI 03-6861.1-2002, pasir yang baik sebagai bahan bangunan haruslah memenuhi persyaratan sebagai berikut :

- Agregat halus terdiri dari butiran yang tajam dan keras dengan indeks kekerasan $\leq 2,2$

- Butir-butir agregat halus harus bersifat kekal artinya tidak pernah pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca seperti terik matahari dan hujan
- Tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% dan apabila pasir mengandung lumpur lebih dari 5% maka pasir harus dicuci agar bebas dari lumpur. Pengertian dari lumpur adalah bagian-bagian yang dapat melalui ayakan 0,06 mm
- Agregat tidak boleh mengandung bahan-bahan organik terlalu banyak yang harus dibuktikan dengan percobaan warna dengan larutan jenuh NaOH 3%
- Susunan besar butir agregat halus memiliki modulus kehalusan antara 1,5-3,8 dan harus terdiri dari butir-butir yang beraneka ragam besarnya. Apabila diayak dengan susunan ayakan yang ditentukan, harus masuk salah satu daerah butir memenuhi zona 1,2,3, atau 4 (SKBI/BS.882) dan harus memenuhi syarat-syarat batas sebagai berikut:
 - Sisa di atas ayakan 4,8 mm harus maksimum 2% dari berat
 - Sisa di atas ayakan 1,2 mm harus maksimum 10% dari berat
 - Sisa di atas ayakan 0,3 mm harus maksimum 15% dari berat
- Untuk beton dengan tingkat keawetan yang tinggi, reaksi pasir alkali harus negatif

Tabel 2.5. Syarat Batas Gradasi Pasir

Lubang ayakan (mm)	Berat Tembus Kumulatif (%)							
	Zona 1		Zona 2		Zona 3		Zona 4	
	Bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah	Atas
10	100	100	100	100	100	100	100	100
4,8	90	100	90	100	90	100	95	100
2,4	60	95	75	100	80	100	95	100
1,2	30	70	55	100	75	100	90	100
0,6	15	34	35	59	60	79	80	100
0,3	5	20	8	30	12	40	15	50
0,15	0	10	0	10	0	10	0	15

Keterangan :

Zona 1 = Pasir Kasar

Zona 2 = Pasir Agak Kasar

Zona 3 = Pasir Halus

Zona 4 = Pasir Agak Halus

Sumber : SK SNI 03-6861.1-2002

Satu set saringan : 4,75 mm (no. 4); 2,36 mm (no.8); 1,18 mm (no. 16); 0,6 mm (no. 30); 0,3 mm (no. 50); 0,15 mm (no. 100); 0,075 mm (no. 200); pan.

2.2.3. Air

Dalam pembuatan beton, air diperlukan untuk memicu proses kimiawi semen, membasahi agregat dan memberikan kemudahan dalam pekerjaan beton. Air yang dapat diminum umumnya dapat digunakan sebagai campuran beton. Air yang mengandung senyawa-senyawa yang berbahaya, yang tercemar garam, minyak, gula, atau bahan kimia lainnya, bila dipakai dalam campuran beton, akan menurunkan kualitas beton, bahkan dapat mengubah sifat-sifat beton yang dihasilkan. (Mulyono, 2005)

Air mempunyai peranan penting dalam proses pencampuran beton, maka penambahan air harus disesuaikan dengan kebutuhan agar tercapai kemudahan pengerjaan serta tercapai mutu beton yang diinginkan. Sesuai dengan SNI 03-6817-2002 mengenai air yang dapat digunakan dalam beton, maka air yang dapat digunakan dalam proses pencampuran beton adalah sebagai berikut :

- a. Air yang digunakan pada campuran beton harus bersih dan bebas dari bahan-bahan yang merusak yang mengandung oli, asam, alkali, garam, bahan organik, atau bahan-bahan lainnya yang merugikan terhadap beton atau tulangan
- b. Air pencampur yang digunakan pada beton prategang atau pada beton yang didalamnya tertanam logam aluminium, termasuk air bebas yang terkandung dalam agregat, tidak boleh mengandung ion klorida dalam jumlah yang membahayakan
- c. Air yang tidak dapat diminum, tidak boleh digunakan pada beton, kecuali ketentuan berikut terpenuhi :
 - Pemilihan proporsi campuran beton harus didasarkan pada campuran beton yang menggunakan air dari campuran yang sama
 - Hasil pengujian pada umur 7 dan 28 hari pada kubus uji mortar yang dibuat dari adukan dengan air yang tidak dapat diminum harus mempunyai kekuatan sekurang-kurangnya sama dengan 90% dari kekuatan benda uji yang dibuat dengan air yang dapat diminum.

2.3. Zeolit

Mineral zeolit adalah senyawa alumina silikat hidrat dengan logam alkali. Zeolit ini merupakan kelompok mineral yang terdiri atas beberapa jenis mineral. Zeolit adalah bahasa Yunani yang berarti batuan mendidih dimana air yang terkandung di dalamnya akan terlepas apabila dipanasi. Zeolit alam memiliki peluang besar dalam pasar mineral industri yang baik untuk dikembangkan. Sebagian besar zeolit yang ditemukan di Indonesia tersusun oleh mineral klinoptilolit, mordenit atau campuran keduanya dan terkadang mengandung sedikit mineral heulandit. Selain itu zeolit juga mengandung mineral pengotor seperti kwarsa, plagioklas, montmorilonit, pirit, kaolin, dan lain-lain. Warna bahan galian ini bermacam-macam diantaranya hijau, putih, kehijauan, putih merah daging, coklat abu-abu kebiruan, dan lainnya tergantung kondisi lingkungan yang mempengaruhinya. Zeolit alam merupakan senyawa alumina silikat terhidrasi yang secara kimia dan fisik memiliki kemampuan sebagai penyerap (*adsorpsi*), penukar kation dan juga sebagai katalis.

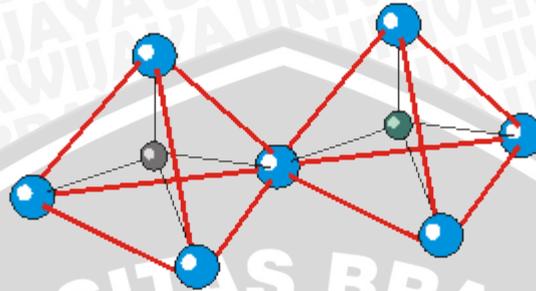
Joseph V. Smith (1984) seorang ahli kristalografi Amerika Serikat mendefinisikan zeolit sebagai berikut :

"A zeolite is an aluminosilicate with a framework structure enclosing cavities occupied by large ions and water molecules, both of which have considerable freedom of movement, permitting ion-exchange and reversible dehydration".

Di Indonesia, zeolit ditemukan pada tahun 1985 oleh PPTM Bandung dalam jumlah besar, diantaranya tersebar di beberapa daerah pulau Sumatera dan Jawa. Namun dari 46 lokasi zeolit, baru beberapa lokasi yang ditambang secara intensif antara lain di Kec. Bayah (Jawa Barat), Banten, Cikalong, Tasikmalaya, Cikembar, Sukabumi, Nanggung, Bogor dan Propinsi Lampung. Di daerah Kabupaten Malang tepatnya daerah Sumbermanjing sendiri belum dimanfaatkan secara optimal.

Pada saat ini dikenal sekitar 40 jenis zeolit alam, meskipun yang mempunyai nilai komersial ada sekitar 12 jenis, diantaranya klinoptilolit, mordenit, filipsit, kabsit dan erionit. Zeolit sintetik dihasilkan dari beberapa perusahaan seperti Union Carbide, ICI dan Mobil Oil dan lebih dari 100 jenis telah dikenal strukturnya antara lain zeolit A, X, Y, grup ZSM/AIPO₄ (*Zeolite Sieving Materials/Aluminium Phosphate*) dan bahkan

akhir-akhir ini dikenal grup Zeotip, yaitu material seperti zeolit tetapi bukan senyawa alumino-silikat.



Gambar 2.1 Tetrahedral alumina dan silika (TO_4) pada struktur zeolit

Pada struktur zeolit (Gambar, 2.1), semua atom Al dalam bentuk tetrahedral sehingga atom Al akan bermuatan negatif karena berkoordinasi dengan 4 atom oksigen dan selalu dinetralkan oleh kation alkali atau alkali tanah untuk mencapai senyawa yang stabil. Kemampuan pertukaran ion zeolit merupakan parameter utama dalam menentukan kualitas zeolit yang akan digunakan, biasanya dikenal sebagai KTK (Kapasitas Tukar Kation). KTK adalah jumlah meq ion logam yang dapat diserap maksimum oleh 1 gr zeolit dalam kondisi setimbang. Kapasitas tukar kation (KTK) dari zeolit bervariasi dari 1,5 sampai 6 meq/g. Nilai KTK zeolit ini banyak tergantung pada jumlah atom Al dalam struktur zeolit, yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan KTK batuan lempung, seperti kaolinit (0,03-015 meq/g), bentonit (0,80-1,50 meq/g) dan vermikulit (1-1,50 meq/g).

Rumus empiris zeolit alam adalah:



Keterangan :

M : kation alkali atau alkali tanah

n : valensi kation

x : suatu harga dari 2-10

y : suatu harga dari 2-7

Sampai saat ini telah ditemukan lebih dari 50 jenis spesies zeolit, namun mineral pembentuk zeolit terbesar ada 9 yaitu analsim, habazit, klinoptilolit, erionit, mordenit, ferrierit, heulandit, laumontit dan fillipsit.

Tabel 2.6. *Stabilitas Zeolit Terhadap Suhu*

Jenis Mineral Zeolit	Suhu
Klinoptilolit (kaya ion Ca)	500°C (maks)
Klinoptilolit (kaya ion K)	800°C (maks)
Khabazit	600°C - 865°C
Laumontit	345°C - 800°C
Mordenit	800°C - 1000°C
Filipsit	360°C - 400°C

2.3.1 Sifat Zeolit

Didalam penggunaannya sebagai bahan galian industri zeolit sangat ditentukan oleh sifat - sifat fisik dan kimianya. Sifat - sifat tersebut sangat mempengaruhi didalam proses industri. Sifat zeolit tersebut terdiri dari:

2.3.1.1 Penyerap

Penggunaan zeolit sebagai bahan penyerap karena:

- zeolit bersifat selektif dan mempunyai kapasitas tukar kation cukup tinggi
- zeolit dapat memisahkan molekul - molekul berdasarkan ukuran dan bentuk struktur kristal zeolit

Jika beberapa molekul memasuki sistem pori zeolit salah satu molekul tersebut akan tertahan yang berdasarkan pada kepolaran atau efek interaksi molekul tersebut dengan zeolit.

2.3.1.2 Penukar Kation

Mineral alam, seperti zeolit dan lempung (senyawa kation-kation dalam zeolit dapat dipertukarkan dengan kation lain di luar kerangka zeolit dalam suatu larutan. Kation kation dalam zeolit dapat ditukarkan dengan kation lain dalam suatu larutan. Hal ini disebabkan oleh ion-ion dalam

pori-pori kristal zeolit selalu memelihara kenetralan muatan listriknya, selain disebabkan oleh ion yang dapat bergerak bebas, kapasitas tukar kation tergantung kepada ukuran, muatan ion, dan jenis zeolit.

2.3.1.3 Katalis

Reaksi katalis terjadi didalam pori - pori kristal zeolit. Oleh karena itu sifat zeolit yang sangat penting sebagai katalis adalah ukuran pori - pori dan volume kosong yang besar, disamping itu perbandingan atom Si dan Al mempengaruhi sifat zeolit sebagai katalis.

2.3.2. Kegunaan Zeolit

Zeolit alam banyak digunakan dalam berbagai bidang terutama industri, pertanian, peternakan dan lain - lain. Penggunaan dan pemanfaatan zeolit pada umumnya didasarkan pada sifat fisik dan kimia zeolit seperti penyerap, penukar kation dan katalis.

2.3.2.1 Bidang Pertanian

Zeolit selain memiliki kemampuan sebagai mineral penukar kation juga memiliki daya tahan yang tinggi untuk menahan ion amonium dan kalium yang terdapat didalam air. Sehingga penggunaan zeolit dapat meningkatkan sifat - sifat fisika dan kimia tanah terutama tanah yang mengandung pasir dan sedikit aluminium sulfat serta tanah podzolik

Zeolit jenis ini telah memperlihatkan hasil yang cukup baik antara lain;

- Meningkatkan persediaan unsur nitrogen dalam tanah yang sangat diperlukan tanaman
- Membantu pertumbuhan tanaman
- Meningkatkan hasil panen

Salah satu kegunaan zeolit dalam bidang pertanian adalah pada pembuatan pupuk kandang zeolit yang merupakan campuran (komposit) antara pupuk kandang (yang dekomposisi) dengan mineral zeolit. Pupuk ini sudah sering kali digunakan oleh masyarakat Indonesia.

2.3.2.2 Bidang Peternakan

Dalam bidang peternakan zeolit digunakan sebagai imbuhan makanan ternak terutama ayam, domba, babi dan binatang - binatang pemamah biak lainnya.

2.3.2.3 Bidang Perikanan

Pemanfaatan zeolit dalam bidang perikanan adalah sebagai pengontrol amonium (ion NH_4) yang terdapat dalam tambak atau kolam ikan dan udang.

2.3.2.4 Bidang Industri

Zeolit dapat digunakan pada berbagai industri seperti industri kertas, kayu lapis, minyak kelapa sawit, plastik, cat, lem dan bahan bangunan semen pozolan. Pada industri kertas dan kayu lapis zeolit digunakan sebagai bahan pengisi (filler), dalam hal ini zeolit berfungsi untuk menggantikan kaolin atau kalsium karbonat dan kertas yang akan dihasilkan akan mempunyai sifat yang lebih baik dari pada memakai kaolin atau jenis lempung lainnya. Pada industri kayu lapis zeolit digunakan dalam bentuk pasta yang berfungsi sebagai pengisi dari perekat sebelum dilakukan penekanan dan pemanasan. Kemampuan zeolit sebagai bahan penyerap memungkinkan penggunaannya dalam pengeringan dan pemurnian gas (gas metan, gas lain) penyerapan nitrogen dari udara dalam produksi gas oksigen dan pengeringan gas freon. Pada umumnya gas metan terbentuk dari pembusukan sampah dan kotoran binatang. Dalam hal ini zeolit akan menyerap CO_2 dan belerang yang terkandung dalam gas metan atau gas alam sehingga gas yang dihasilkan menjadi murni. Pada industri semen pozolan zeolit mengandung ikatan alumina silikat mudah digantikan oleh unsur aluminium dengan demikian ion silikat yang tergantikan oleh unsur aluminium akan membentuk ikatan silika bebas yang menjadi faktor penentu mutu semen pozoland.

2.3.2.5 Pelestarian Lingkungan

Sesuai dengan sifatnya zeolit yang dapat digunakan sebagai penghilang bau, penghilang warna atau pengontrol polusi.

2.4. Bahan Tambah

Bahan tambah (*admixture*) adalah suatu bahan berupa bubuk atau cairan, yang ditambahkan ke dalam campuran adukan beton selama proses pengadukan, dengan tujuan untuk mengubah sifat adukan atau betonnya. (SK SNI S-18-1990-03)

Berdasarkan ACI (American Concrete Institute), bahan tambah adalah material selain air, agregat dan semen hidrolis yang dicampurkan dalam beton atau mortar yang ditambahkan sebelum atau selama pengadukan berlangsung.

Penambahan bahan tambah dalam sebuah campuran beton atau mortar tidak mengubah komposisi yang besar dari bahan lainnya, karena penggunaan bahan tambah ini cenderung merupakan pengganti atau substitusi dari dalam campuran beton itu sendiri. Karena tujuannya memperbaiki atau mengubah sifat dan karakteristik tertentu dari beton atau mortar yang akan dihasilkan, maka kecenderungan perubahan komposisi dalam berat-volume tidak terasa secara langsung dibandingkan dengan komposisi awal beton tanpa bahan tambah.

Penggunaan bahan tambah dalam sebuah campuran beton harus memperhatikan standar yang berlaku seperti SNI (Standar Nasional Indonesia), ASTM (American Society for Testing and Materials) atau ACI (American Concrete Institute) dan yang paling utama memperhatikan petunjuk dalam manual produk dagang.

Secara umum bahan tambah yang digunakan dalam beton dapat dibedakan menjadi dua yaitu bahan tambah yang bersifat kimiawi (*chemical admixture*) dan bahan tambah yang bersifat mineral (*additive*).

Zeolit sendiri dapat dikatakan sebagai suatu bahan tambah yang bersifat mineral. Zeolit ditambahkan ke dalam campuran bata beton ringan karena memiliki kekerasan butiran yang cukup tinggi dan juga ukuran butiran yang halus sehingga mampu mengisi rongga-rongga yang masih terdapat diantara agregat yang ukurannya lebih besar. Selain itu, zeolit juga memiliki sifat absorpsi air yang baik sehingga apabila ditambahkan ke dalam campuran, maka proses dehidrasi dari bata beton ringan sendiri dapat ditahan agar tidak terlalu cepat.

2.5. Kuat Tekan

Kuat tekan beton merupakan salah satu alasan utama dalam pemilihan beton sebagai bahan struktural. Beton merupakan material dengan kemampuan menahan tekan yang jauh lebih besar bila dibandingkan dengan kemampuannya dalam menahan tarik.

Kekuatan tekan beton ditentukan oleh pengaturan dari perbandingan semen, agregat kasar dan halus, air, dan berbagai jenis campuran. Perbandingan dari air terhadap semen merupakan faktor utama didalam penentuan kekuatan beton. Semakin rendah perbandingan air-semen, semakin tinggi kekuatan tekan. Suatu jumlah tertentu air diperlukan untuk memberikan aksi kimiawi di dalam pengerasan beton; kelebihan air meningkatkan kemampuan pengerjaan (mudahnya beton untuk dicorkan) akan tetapi menurunkan kekuatan. (Chu Kia Wang dan C.G. Salmon, 1986)

Kekuatan tekan merupakan salah satu kinerja utama beton. Kekuatan tekan adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan per satuan luas. Walaupun dalam beton terdapat tegangan tarik yang kecil, diasumsikan bahwa semua tegangan tekan didukung oleh beton tersebut. Penentuan kekuatan tekan dapat dilakukan dengan menggunakan alat uji tekan dan benda uji silinder dengan prosedur uji ASTM C-39 atau kubus dengan prosedur BS-1881 Part 115; Part 116 pada umur 28 hari. (Mulyono, 2005)

ACI menetapkan bahwa kekuatan masing-masing kelas beton dapat dipandang memadai apabila (1) rata-rata dari tiga semua set dari tiga uji kekuatan yang berurutan sama atau melebihi $f'c$ yang dibutuhkan, dan (2) tidak ada hasil uji kekuatan individual yang lebih rendah dari $f'c$ melebihi 500psi. (Nawy, 2001)

Karena belum ada peraturan yang mengatur tentang uji kuat tekan bata ringan, maka dalam penelitian ini digunakan acuan pengujian kuat tekan pada bata beton. Benda uji dapat ditentukan kuat tekannya apabila pengerasan lapisan penerap sedikitnya telah berumur 3 hari. Arah tekanan pada bidang tekan benda uji disesuaikan dengan arah tekanan beban di dalam pemakaian. Benda uji yang telah siap ditentukan kuat tekannya dengan compressor yang dapat diatur kecepatan penekannya. Kecepatan penekanan di hitung sejak awal pemberian beban hingga benda uji hancur. Kuat tekan benda uji dihitung dengan membagi beban maksimum pada saat benda uji hancur, dengan luas bidang tekan bruto, dinyatakan dalam kg/cm^2 . (SNI 03-0349-1989, Bata Beton untuk Pasangan Dinding)

2.6. Tegangan-Regangan

Material yang ada di seluruh alam semesta memiliki karakteristik yang berbeda antara jenis material yang satu dengan material yang lainnya, baik dari segi kandungan material yang ada di dalamnya maupun perilaku yang ditimbulkan oleh material tersebut jika diberikan perlakuan yang berbeda. Agar sebuah material dapat digunakan di dalam suatu konstruksi, maka harus diketahui karakteristik dari material tersebut.

Dari semua karakteristik yang dimiliki oleh suatu material, kurva dari tegangan dan regangan adalah suatu hal yang paling menarik. Kurva tegangan dan regangan dari sebuah material dapat memuat banyak sekali informasi yang dapat digunakan dan dimanfaatkan penggunaannya (tegangan maksimum, regangan maksimum, kuat tarik, kuat tekam, modulus elastisitas, dll.)

2.6.1. Tegangan

Tegangan didefinisikan sebagai gaya tiap satuan luas (Dieter, 1996), yakni suatu gaya dan momen yang bekerja pada sebuah titik dari potongan penampang yang menghasilkan distribusi tegangan yang bekerja pada penampang tersebut. Dengan menganggap bahwa tegangan terdistribusi dengan merata dalam suatu penampang dan disebutkan pengertian dari tegangan adalah gaya per satuan luas maka rumus dari tegangan adalah sebagai berikut :

$$f = \frac{P}{A} \dots\dots(1)$$

Keterangan : f = Tegangan (kN/cm²)
 P = Beban Maksimum (kN)
 A = Luas Penampang Tekan (cm²)

2.6.2. Regangan

Ketika suatu gaya bekerja pada sebuah benda, benda tersebut akan cenderung untuk mengalami perubahan bentuk, baik perubahan tersebut menimbulkan pertambahan volume atau pengurangan volume. Regangan dapat digambarkan sebagai deformasi yang terjadi pada panjang dan sudut antara dua titik. Regangan normal diartikan sebagai pertambahan dan pengurangan panjang persatuan panjang yang dinyatakan dengan simbol ε (*epsilon*) dan diberikan persamaan:

$$\varepsilon = \frac{\delta}{L} \quad \dots\dots(2)$$

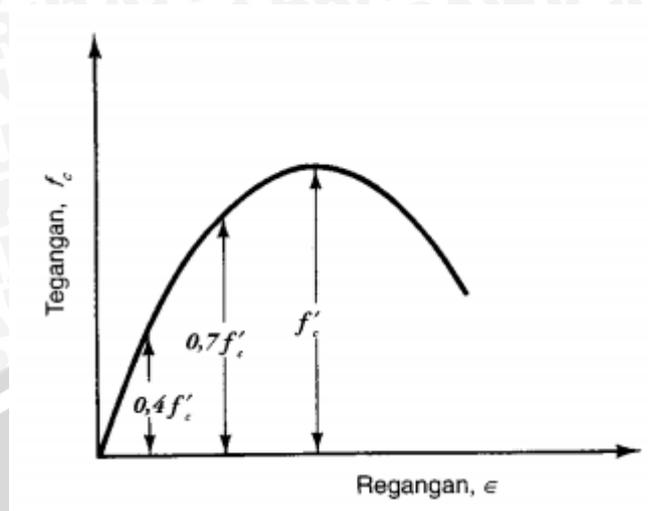
Keterangan : ε = Regangan

δ = Penurunan/Pertambahan (mm)

L = Panjang Benda Uji (mm)

Apabila suatu bahan mengalami tarik maka material/bahan tersebut akan mengalami regangan tarik (*tensile strain*) yakni pertambahan panjang dari panjang semula, sedangkan jika bahan tersebut mengalami tekan maka regangannya disebut regangan tekan (*compressive strain*).

Berdasarkan rumus yang telah dituliskan diatas mengenai tegangan normal dan regangan normal maka didapat dibuatlah suatu diagram interaksi antara tegangan dan regangan yang terjadi dalam suatu bahan. Diagram ini didapatkan setelah melakukan pengujian pada bahan tersebut, yaitu pengujian berupa pengujian tarik atau tekan . diagram tegangan-regangan merupakan karakteristik bahan dan mengandung informasi mengenai sifat mekanik dan jenis perilakunya.



Gambar 2.2 Kurva tegangan-regangan tipikal untuk beton

Kurva tegangan-regangan pada beton merupakan gambaran perilaku beton pada saat pembebanan tekan serta perubahan penampang. Dari perilaku kurva tegangan-regangan dapat diambil kesimpulan bahwa (1) semakin rendah kekuatan beton, semakin tinggi regangan gagalnya, (2) panjang bagian yang semula relatif linier akan bertambah untuk kuat tekan beton yang semakin besar, dan (3) ada reduksi yang sangat nyata pada daktilitas untuk kekuatan yang meningkat. (Nawy, 2001)

Pada penelitian ini, bata beton ringan mengalami beberapa fase saat kondisi penekanan yakni sebagai berikut :

1. Fase Elastis (*Elastic Regime*)

Dalam fase ini benda uji memadat dan terjadi pengurangan rongga-rongga yang terdapat di dalam benda uji. Pada fase ini digunakan persamaan regresi linier sehingga digunakan persamaan regresi sebagai berikut :

$$S = g(x) = a_1 \varepsilon$$

Dimana : S = Tegangan (kg/cm^2)

a_1, \dots, a_n = Koefisien polinomial

ε = Regangan benda uji

2. Fase Peningkatan Kekuatan (*Plateau Regime*)

Dalam fase ini benda uji mengalami peningkatan kekuatan yang cukup besar sehingga nilai tegangan sangat tinggi tetapi nilai regangannya mengecil. Hal ini terus terjadi hingga tercapai nilai tegangan maksimum dan regangan maksimum. Pada fase ini digunakan persamaan regresi polinomial pangkat dua sehingga digunakan persamaan regresi sebagai berikut :

$$S = g(x) = a_1\varepsilon^2 + a_2\varepsilon + a_3$$

Dimana : S = Tegangan (kg/cm^2)

a_1, \dots, a_n = Koefisien polinomial

ε = Regangan benda uji

3. Fase Pemadatan (*Densification Regime*)

Dalam fase ini benda uji mengalami pemadatan. Sebelum mengalami fase ini, benda uji memadat dan mengeluarkan udara dari rongga rongga berpori yang ada dalam benda uji. Fase ini tidak ditunjukkan dalam kurva pada penelitian kali ini dikarenakan perubahannya yang terlalu cepat dan keterbatasan alat yang digunakan.

2.7. Penelitian Terdahulu

- Stevanus Rony (2013) meneliti pengaruh penambahan piropilit terhadap kuat tekan dan diagram tegangan regangan pada bata beton ringan. Didapatkan hasil bahwa penambahan piropilit mampu meningkatkan kuat tekan pada bata beton ringan.
- Mahmud Rekarifin, dkk (2014) meneliti tentang pengaruh penggunaan mineral lokal zeolit alam terhadap karakteristik self-compacting concrete (scc). Hasil penelitian yang didapatkan adalah semakin tinggi kadar zeolit alam yang diberikan sebagai pengganti sebagian semen maka semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk mencapai initial dan final setting time. Filling ability beton meningkat sesuai kenaikan jumlah zeolit alam yang diberikan. Kuat tekan optimum yang didapat pada umur 28 hari adalah 28,06 MPa dengan kadar zeolit alam yang diberikan sebesar 10%. Jika ditinjau dari hasil penambahan variasi zeolit alam dengan kuat tekan beton yang dihasilkan, nilai optimum yang didapat dari persamaan regresi $y = -0,0605x^2 - 1,3865$ adalah sebesar 11,45%.
- Subari dan Abdul Rachman, (2008). Pembuatan Bata Ringan untuk Diterapkan di IKM Bahan Bangunan
- Retno Anggraini, (2008). Pengaruh Penambahan Phyropilit terhadap Kuat Tekan Beton, didapatkan kuat tekan optimum pada kadar 16,5%.

2.8. Hipotesis Penelitian

Dalam melakukan penelitian, dibutuhkan hipotesis atau perkiraan agar penelitian ini mempunyai tujuan. Oleh karena itu, disusunlah beberapa hipotesa yang akan dibuktikan dalam penelitian ini :

1. Penambahan Zeolit alam tertahan saringan no.80 maupun tertahan saringan no.200 akan berpengaruh terhadap nilai kuat tekan bata beton ringan.
2. Penambahan Zeolit alam tertahan saringan no.80 maupun tertahan saringan no.200 akan berpengaruh terhadap nilai tegangan-regangan bata beton ringan.