

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Plastik**

Plastik merupakan material yang terbentuk dari proses polimerisasi karbon dan hidrogen yaitu proses penggabungan beberapa molekul sederhana menjadi molekul besar. Menurut Nanda Dwiputri (2015) plastik adalah polimer rantai panjang dari atom yang mengikat satu sama lain. Rantai ini membentuk banyak unit molekul berulang, atau “monomer”. Istilah plastik mencakup produk polimerisasi sintetik, namun ada beberapa polimer alami yang termasuk plastik.

Menurut Obeid dkk (2014) mengatakan bahwa plastik merupakan material yang kuat dan tidak mudah pecah, ringan, anti karat, mudah diwarnai dan dibentuk, serta isolator panas dan listrik yang baik. Namun pada kenyataannya, sampah plastik menjadi masalah lingkungan karena plastik membutuhkan waktu yang cukup lama untuk mengalami proses daur ulang.



**Gambar 2.1. Tumpukan Sampah Plastik**

*Sumber : <http://www.tribunnews.com/bisnis/2019/03/15/ipr-sampah-kantong-plastik-dapat-didaur-ulang-dan-bernilai-ekonomi>*

### 2.1.1 Polimer

Polimer merupakan rantai berulang dari atom yang panjang, terbentuk dari pengikat yang berupa molekul identik yang disebut monomer. Polimer dapat dikelompokkan menjadi dua macam berdasarkan sifat fisiknya, yaitu *thermoplastic* dan *thermosetting*. (Nanda Dwiputri, 2015)

#### a. Polimer *Thermoplastic*

Polimer *Thermoplastic* adalah bahan plastik yang jika dipanaskan sampai temperatur tertentu, akan mencair dan dapat dibentuk kembali menjadi bentuk yang diinginkan. Proses tersebut dapat terjadi berulang kali, sehingga dapat dibentuk ulang dalam berbagai bentuk melalui cetakan yang berbeda untuk mendapatkan produk polimer yang baru. Polimer termoplastik memiliki sifat-sifat sebagai berikut :

- Berat molekul kecil
- Tidak tahan terhadap panas
- Jika dipanaskan akan melunak
- Jika didinginkan akan mengeras
- Fleksibel
- Dapat dibentuk ulang (daur ulang)
- Mudah larut dalam pelarut tertentu
- Memiliki struktur molekul linear/bercabang

Adapun contoh dari polimer thermoplastic, yaitu *Polyethylene* (PE), *Polypropylene* (PP), *Polyethylene Terephthalate* (PET), *Polyvinyl Chloride* (PVC), *Polystyrene* (PS).

#### b. Polimer *Thermosetting*

Polimer *thermosetting* adalah plastik yang jika telah dibuat dalam bentuk padat, tidak dapat dicairkan kembali dengan cara dipanaskan. Susunan polimer ini bersifat permanen pada bentuk cetak pertama kali (pada saat pembuatan). Polimer termosetting memiliki ikatan-ikatan silang yang mudah dibentuk pada waktu dipanaskan. Hal ini membuat polimer menjadi kaku dan keras. Semakin banyak ikatan silang pada polimer ini, maka semakin kaku dan mudah patah. Bila polimer ini dipanaskan untuk kedua kalinya, maka akan menyebabkan rusak atau lepasnya ikatan silang

antar rantai polimer. Plastik jenis *thermoset* sering dijumpai pada alat-alat listrik seperti *steker*, dan sebagainya.

Berdasarkan sifat kedua kelompok plastik tersebut, *thermoplastic* adalah jenis yang memungkinkan untuk didaur ulang (Taufan Landi dan Arijanto, 2017).

Tabel 2.1. Jenis Plastik, Kode dan Penggunaanya

No. Kode	Jenis Plastik	Penggunaan
1	<i>Polyethylene Terephthalate</i> (PET)	Botol kemasan air mineral, botol minyak goreng, jus, botol sambal, botol obat dan botol kosmetik.
2	<i>High Density Polyethylene</i> (HDPE)	Botol obat, botol susu cair, jerigen pelumas, dan botol kosmetik.
3	<i>Polyvinyl Chloride</i> (PVC)	Pipa selang air, pipa bangunan, mainan, taplak meja dari plastik, botol shampo, dan botol sambal.
4	<i>Low Density Polyethylene</i> (LDPE)	Kantong kresek, tutup plastik, plastik pembungkus daging beku, dan berbagai macam plastik tipis lainnya.
5	<i>Polypropylene</i> (PP)	<i>Cup</i> plastik, tutup botol dari plastik, mainan anak, dan margarin.
6	<i>Polystyrene</i> (PS)	Kotak CD, sendok dan garpu plastik, gelas plastik, atau tempat makanan dari <i>styrofoam</i> , dan tempat makan plastik.
7	Other (O) jenis plastik lainnya selain dari no.1 hingga 6	Botol susu bayi, plastik kemasan, galon air minum, suku cadang mobil, alat-alat rumah tangga, komputer, alat-alat elektronik, sikat gigi, dan mainan lego

(Sumber : Taufan Landi dan Arijanto, 2017)

### 2.1.2. *High Density Polyethylene* (HDPE)

*Polyethelene* adalah polimer yang terdiri dari rantai panjang monomer etilena. *Polyethylene* merupakan plastik yang memiliki ciri-ciri antara lain : termoplastis, elastis, tidak tembus air, tidak berbau, sedikit buram dan transparan, tahan benturan dan memiliki daya tahan hingga 135°C. *High Density Polyethylene* (HDPE) merupakan salah satu jenis plastik *polyeethylene*. HDPE dicirikan dengan densitas yang melebihi atau sama dengan 0.941 g/cm<sup>3</sup>. HDPE memiliki derajat rendah dalam percabangannya dan memiliki kekuatan antar molekul yang sangat tinggi dan kekuatan tensil. HDPE bisa diproduksi dengan katalis kromium/silika, katalis Ziegler-Natta, atau katalis metallocene. HDPE memiliki sifat bahan yang lebih kuat, keras, buram dan lebih tahan terhadap suhu tinggi. HDPE biasa dipakai untuk botol susu yang berwarna putih susu, jerigen minyak, botol shampoo, dan lain-lain. HDPE merupakan salah satu bahan plastik yang aman untuk digunakan karena kemampuan untuk mencegah reaksi kimia antara kemasan plastik berbahan HDPE dengan makanan/minuman yang dikemasnya. Walaupun begitu, plastik jenis ini direkomendasikan hanya sekali pakai saja karena pelepasan senyawa antimoni trioksida yang terus meningkat seiring waktu (Nursyamsi dan Vincent Theresa, 2017).



Gambar 2.2. Plastik jenis *High Density Polyethylene* (HDPE)

Sumber: <http://blogartikelonline.blogspot.com/2017/03/mau-daur-ulang-ada-7-jenis-plastik.html>

## 2.2 Foam Agent

Salah satu cara membuat bata ringan *foam* adalah dengan memanfaatkan zat *foam* kimia sebagai bahan untuk membuat gelembung-gelembung udara halus dalam pasta semen. Zat kimia yang digunakan yaitu *foam agent*. *Foam agent* adalah suatu larutan pekat dari bahan sulfaktan, dimana apabila hendak digunakan harus dilarutkan dengan air. *Foam agent* digunakan sebagai pengembang karena ketika dicampurkan dengan campuran lainnya menjadi bata ringan, *foaming agent* bereaksi dengan kalsium hidroksida ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) atau kapur non aktif dengan air dan membentuk gas/udara dalam adukan semen. Gas/udara ini akan mengembang dan melipatkan volume campuran untuk bata ringan menciptakan gelembung hingga diameter lebih dari 1/8 inci hingga dua kali lipat dengan demikian akan terjadi banyak pori-pori udara di dalam bata. Selain itu, *foam agent* dapat mempercepat pengembangan adonan bahan.



Gambar 2.3. *Foam agent*

Tabel 2.2. Komponen *Foam Agent*

Komponen	Berat yang terkandung
<i>Polyol</i>	100
<i>Inorganic filler</i>	0-150
<i>Water</i>	1,5-5,5
<i>Silicone surfactant</i>	0,5-2,5
<i>Amine catalist</i>	0,1-1,0
<i>Tin catalist</i>	0,01-0,05
<i>additive</i>	<i>Variable</i>
<i>Auxiliary blowing agent</i>	0-35
<i>Isocyanate</i>	25-75

Sumber : Raditya Hardianto, dkk, 2018

Komponen yang terbanyak di dalam *foam agent* yaitu *polyol*. *Polyol* merupakan sejenis resin yang digunakan dalam industri pelapis/cat jenis *polyurethane*.

*Polyurethane* merupakan bahan polimer yang dicirikan oleh adanya gugus fungsi uretan (-NHCOO-) dalam tulang punggung molekul polimer. Menurut Nicholson (1997) menyatakan bahwa poliuretan merupakan polimer termoplastik yang terbentuk dari reaksi antara senyawa diisosiyanat dengan senyawa polifungsi yang mengandung sejumlah gugus hidroksi (Eli Rohaeti, 2005).

### 2.3 Bahan-bahan Penyusun Bata Ringan

Pada umumnya bahan-bahan penyusun bata ringan terdiri dari semen, pasir, air, dan *foam agent*. *Foam agent* disini sebagai bahan tambah yang digunakan untuk memperbesar volume bata dan memperkecil massa bata sehingga disebut bata ringan. Adapun pada penelitian ini, bahan-bahan penyusun bata ringan yang digunakan terdiri dari semen, pasir, *fly ash* dan plastik HDPE (*High Density Polyethylene*). Umumnya, bata tersusun atas dua komponen, yaitu bahan pengikat (*binder*) dan bahan pengisi (*filler*). Semen dan air berperan sebagai *binder* dimana semen yang terhidrasi oleh air akan mengikat agregat halus sedangkan agregat yang terdiri atas pasir, *fly ash* atau agregat lainnya merupakan bahan pengisi (*filler*) dari bata. HDPE dapat dijadikan sebagai substitusi bahan *binder* pada bata ringan dimana sifat HDPE cair/leleh dapat mengikat bahan-bahan lainnya (Lawrence, 1989). *Fly ash* dijadikan variabel

tambahan dan difungsikan sebagai bahan pengisi tambahan untuk memperkuat struktur bata.

### 1. Semen Portland

Semen merupakan material perekat untuk kerikil (agregat kasar), pasir, Batubara, dan material sejenis lainnya. Bahan baku utama untuk memproduksi semen adalah bahan-bahan yang mengandung mineral kapur ( $\text{CaO}$ ), silika ( $\text{SiO}_2$ ), alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), dan besi oksida ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ). Adapun standar yang berlaku untuk semen yang dipasarkan di seluruh wilayah Indonesia, yaitu standar SN (Syarif Hidayat, 2009).



Gambar 2.4. Semen Portland  
Sumber : Borobudurpedia.id

Semen Portland adalah semen hidraulis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan *klinker* yang terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidraulis dan bahan tambahan berupa gypsum (SNI, 15-2049-2004). Standar SNI 15-2049-2004 membagi semen menjadi lima jenis sebagai berikut :

- Jenis I, yaitu semen portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada semen jenis lainnya.
- Jenis II, yaitu semen portland yang penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat atau kalor hidrasi sedang.

- Jenis III, yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah pengikatan terjadi.
- Jenis IV, yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan kalor hidrasi rendah.
- Jenis V, yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan tinggi terhadap sulfat.

## 2. Pasir

Pasir adalah bahan butiran batuan halus yang berukuran 0,14-5 mm, didapat dari hasil desintegrasi batuan alam (*natural sand*) atau dengan memecah (*artificial sand*). Pasir diperoleh biasanya dari penggalian di dasar sungai, pasir cocok digunakan untuk pembuatan bata konstruksi. Pasir terbentuk ketika batu-batu dibawa arus sungai dari sumber air ke muara sungai. Pasir dan kerikil dapat juga digali dari laut asalkan pengotoran serta garam-garamnya (klorida) dibersihkan dan kulit kerang disisihkan (Syarifuddin, 2018). Jenis pasir dapat dibedakan berdasarkan asal dan sifat pasir :

- a. Pasir gunung, pasir ini ditemukan di daerah-daerah yang terletak agak tinggi, banyak mengandung kerikil.
- b. Pasir sungai, jenis pasir ini yang mempunyai butiran yang tak merata. Pasir ini sangat baik untuk membuat mortar (adukan) karena unsur-unsur pengikatnya dapat mencekal dengan baik pada permukaan kasar butiran tersebut.
- c. Pasir laut, jenis pasir ini banyak mengandung kapur karena sisa-sisa kulit kerang.
- d. Pasir gunung tepi pantai, pasir ini juga sama dengan pasir laut banyak mengandung kapur. Pasir gunung tepi pantai adalah pasir yang terbawa angin. Pembulatan butir-butir disebabkan oleh arus laut dan terpaan ombak.
- e. Pasir perak, pasir ini banyak menampakkan kilapan. Ini banyak digunakan sebagai penghias pada dinding dan langit-langit.



- f. Pasir lembek, jenis pasir ini merupakan pasir halus dengan butiran bulat, yang sedikit mengandung tanah liat namun banyak mengandung lumpur, dan mengandung air.
- g. Pasir timah, Pasir ini merupakan pasir yang dihanyutkan oleh air hujan dan sisa-sisa humus berwarna abu-abu timah.



Gambar. 2.5. Pasir  
*Sumber : anekabaja.com*

Sebagai bahan adukan, baik untuk spesi maupun beton, maka agregat halus harus diperiksa di lapangan.

1. Agregat halus terdiri dari butir-butir tajam dan keras. Butir agregat halus harus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh-pengaruh cuaca.
2. Agregat halus tidak mengandung lumpur lebih dari 5% (ditentukan terhadap berat kering). Apabila kadar lumpur melampaui 5%, maka agregat halus harus dicuci.
3. Agregat halus tidak boleh mengandung bahan-bahan organik terlalu banyak, hal tersebut dapat diamati dari warna agregat halus.
4. Agregat yang berasal dari laut tidak boleh digunakan sebagai agregat halus untuk semua adukan spesi dan beton.

### 3. Abu Terbang (*Fly ash*)

Abu layang adalah bagian dari abu bakar yang berupa bubuk halus dan ringan yang diambil dari campuran gas tungku pembakaran yang menggunakan bahan batubara. Abu layang diambil secara mekanik dengan sistem pengendapan elektrostatis. Abu layang termasuk bahan pozolan buatan. Karena sifatnya yang pozolanic, sehingga abu layang dapat dimanfaatkan sebagai bahan pengganti sebagian pemakaian semen, baik untuk adukan maupun untuk campuran beton. Keuntungan lain dari abu layang yang mutunya baik ialah dapat meningkatkan ketahanan / keawetan beton terhadap ion sulfat dan juga dapat menurunkan panas hidrasi semen (Moch Arief, 2016). Dalam pemanfaatannya abu layang mempunyai keuntungan dan kelemahan. Keuntungan pemakaian abu layang pada beton adalah :

1. Beton akan lebih kedap air karena kapur bebas yang dilepas pada proses hidrasi semen akan terikat oleh silikat dan aluminat aktif yang terkandung di dalam abu layang dan menambah pembentukan silikat gel, yang berubah menjadi calcium silikat hidrat yang akan menutupi pori – pori yang terbentuk sebagai akibat dibebaskannya  $\text{Ca(OH)}_2$  pada beton normal.
2. Mempermudah pengerjaan beton karena beton lebih plastis.
3. Mengurangi jumlah air yang digunakan , sehingga kekuatan beton akan meningkat.
4. Dapat menurunkan panas hidrasi yang terjadi, sehingga dapat mencegah terjadinya keretakan.
5. Relatif dapat menghemat biaya karena akan mengurangi pemakaian semen.

Kelemahan pemakaian abu layang pada beton adalah :

1. Pemakaian abu layang kurang baik untuk pengerjaan beton yang memerlukan waktu pengerasan dan kekuatan awal yang tinggi, karena proses pengerasan dan penambahan kekuatan betonnya agak lambat.

2. Pengendalian mutu harus sering dilakukan karena mutu abu terbang sangat tergantung pada proses (suhu pembakaran) serta jenis batu baranya.

Berdasarkan jenis batu bara digunakan bahan bakar, abu layang dibagi dalam dua kelas ASTM C 618, yakni :

1. Kelas F, yakni abu layang yang dihasilkan dari pembakaran batu bara jenis anthrasit atau bituminous.
2. Kelas C, yakni abu layang yang dihasilkan dari pembakaran batu bara jenis lignit atau sub bituminous.

*Fly ash* biasanya banyak dimanfaatkan dalam perusahaan industri karena *fly ash* ini mempunyai sifat pozzolanik, sedangkan untuk abu dasar sangat sedikit pemanfaatannya dan biasanya digunakan sebagai material pengisi. *Fly ash* dapat digunakan sebagai *filler* karena ukuran partikel yang sangat halus sehingga dapat sebagai pengisi rongga dan sebagai pengikat antar agregat. Bahan campuran substitusi semen dan *Fly ash* kini banyak dibutuhkan. Hal ini disebabkan bahan campuran semen yang berasal dari abu bekas pembakaran batubara mempunyai keunggulan daya lekat yang kuat karena mengandung silika dan alumina dengan kadar kapur yang rendah (Ninis Hadi Haryanti, 2015).



Gambar 2.6. *Fly ash*  
Sumber : indonesia.alibaba.com

Tabel 2.3. Hasil Analisa Laboratorium Komposisi *Fly ash Boiler 1* pada  
PT Pupuk Sriwidjaja

Parameter	Unit	Result	Basis	Method
Moisture	%	0.01	Air Dried Basis	ASTM D 3173-11
Loi	%	0.50	Dried Basis	ASTM D3682-01 (2006)
Silica (SiO <sub>2</sub> )	%	59.94	Dried Basis	ASTM D3682-01 (2006)
Alumina (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	%	24.1	Dried Basis	ASTM D3682-01 (2006)
Iron Oxide (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	%	2.86	Dried Basis	ASTM D3682-01 (2006)
Calcium Oxide (CaO)	%	5.28	Dried Basis	ASTM D3682-01 (2006)
Magnesium Oxide (MgO)	%	1.91	Dried Basis	ASTM D3682-01 (2006)
Sodium Oxide (Na <sub>2</sub> O)	%	0.46	Dried Basis	ASTM D3682-01 (2006)
Potassium Oxide (K <sub>2</sub> O)	%	0.53	Dried Basis	ASTM D3682-01 (2006)
Sulphur Trioxide (SO <sub>3</sub> )	%	0.22	Dried Basis	ASTM D5016-08
Manganese Oxide (MnO)	%	0.10	Dried Basis	AS 1038 14.2 – 2003
Titania (TiO <sub>2</sub> )	%	0.82	Dried Basis	ASTM D3682-01 (2006)
Phosphorus Pentoxide (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	%	0.42	Dried Basis	AS 1038 9.3 – 2000

Size Analysis <100 Mesh	%	72.01	-	ASTM D 4749-87 (2012)
Size Analysis >100 Mesh	%	27.93	-	ASTM D 4749-87 (2012)

## 2.4 Bata Ringan

### 2.3.1 Pengertian Bata Ringan

Bata ringan/beton ringan merupakan bata dengan inovasi terbaru dalam pembuatannya. Beton ringan adalah beton yang mengandung agregat ringan dan mempunyai berat satuan dengan kepadatan lebih kecil (SNI-03-2947-2002). Pemakaian bata ringan pertama kali dikembangkan di Swedia pada tahun 1923 sebagai alternatif material bangunan untuk mengurangi penggundulan hutan. Bata ringan ini kemudian dikembangkan lagi oleh Joseph Hebel di Jerman Barat di tahun 1943. Bata ringan ini dianggap sempurna, termasuk material bangunan yang ramah lingkungan, karena dibuat dari sumber daya alam yang berlimpah. Sifat kuat, tahan lama, mudah dibentuk, efisien dan berdaya guna tinggi. (Muhammad Nuridho, 2017)

Pada tahun 1967 bekerja sama dengan Asahi Chemicals dibangun pabrik Hebel pertama di Jepang. Sampai saat ini, hebel telah berada di 29 negara dan merupakan produsen bata aerasi terbesar di dunia. Di Indonesia sendiri bata ringan mulai dikenal sejak tahun 1995, saat didirikannya PT Hebel Indonesia di Karawang Timur, Jawa Barat. (Muhammad Nuridho, 2017)

Menurut klasifikasi metode pengeringannya, batu bata ringan dibagi menjadi 2, yaitu *Autoclaved Aerated Concrete (AAC)* dan *Celular Lightweight Concrete (CLC)*.



### Gambar 2.7. Bata Ringan

*Sumber : diminimalis.com*

Menurut Tjokrodimuljo, (1996) ada beberapa cara yang dapat dilakukan untuk

membuat bata ringan, yaitu :

1. Dengan membuat gelembung-gelembung gas/udara dalam adukan semen. Dengan demikian akan terjadi banyak pori-pori udara di dalam betonnya. Bubuk aluminium ditambahkan ke dalam semen dan akan timbul gelembung-gelembung udara
2. Dengan menggunakan agregat ringan, misalnya tanah liat bakar dan batu apung. Dengan demikian beton yang terjadi pun akan lebih ringan daripada beton biasa
3. Pembuatan beton dengan tanpa butir-butir agregat halus. Dengan demikian beton ini disebut “beton non-pasir” dan hanya dibuat dari semen dan agregat kasar saja (dengan butiran maksimum agregat kasar sebesar 20 mm atau 10 mm). Beton demikian mempunyai pori-pori yang hampir seragam. Sebagai bahan batuan kasar yang dipakai antara lain : kerikil alami (batu apung), “terak tungku tinggi”, tanah liat bakar.

Keunggulan bata ringan pada umumnya ada pada beratnya, sehingga bata ringan apabila diaplikasikan pada bangunan tinggi dapat secara signifikan mengurangi berat pada bangunan tinggi tersebut. Keuntungan lainnya dari bata ringan adalah memiliki nilai ketahanan panas yang baik, ketahanan suara yang baik dan tahan api (karena memiliki densitas yang rendah).

Adapun persyaratan sifat fisik bata beton dapat dilihat pada Tabel

#### 2. Syarat Fisik Bata Beton

Tabel 2.4. Syarat Fisik Bata Beton

Syarat Fisik	Satuan	Tingkatan Mutu Bata Beton Pejal			
		I	II	III	IV
Kuat tekan bruto* rata-rata min.	Kg/cm <sup>2</sup>	100	70	40	25
Kuat tekan bruto masing-masing benda uji min.	Kg/cm <sup>2</sup>	90	65	35	21
Penyerapan air rata-rata, maks.	%	25	35	-	-

(Sumber : SNI 03-0349-1989)

\*Kuat tekan bruto adalah beban tekan keseluruhan pada waktu benda coba pecah, dibagi dengan luas ukuran nyata dari bata termasuk luas lubang serta cekungan tepi.

Menurut SNI 03-0349-1989, jenis bata ini terdiri dari :

1. Mutu I, merupakan bata beton yang digunakan untuk konstruksi yang memikul beban dan konstruksi tidak terlindung (di luar atap).
2. Mutu II, merupakan bata beton yang memikul beban tetapi penggunaannya hanya konstruksi yang terlindung dari cuaca luar (dibawah atap).
3. Mutu III, merupakan bata beton yang digunakan dengan tidak dibebani, terlindung dan tidak diplester.
4. Mutu IV, batako yang digunakan untuk konstruksi yang tidak memikul beban, dinding penyekat dan lain-lain serta konstruksinya yang terlindung dari cuaca luar.

### 2.3.2 Bata Ringan *Celullar Lightweight Concrete* (CLC)

Bata ringan *Celullar Lightweight Concrete* (CLC) adalah salah satu tipe bata ringan yang diproduksi dengan memasukkan butiran gelembung udara pada campuran mortar bata, dimana butiran udara tersebut harus mampu mempertahankan struktur gelembung tersebut selama periode pengerasan (*curing*) tanpa menyebabkan reaksi kimia. Bata ringan CLC ini mengalami proses *curing* secara alami (Deri Arita, dkk, 2017).

Campuran dari CLC antara lain semen, pasir halus, air dan *foam* khusus yang apabila mengeras menghasilkan bata ringan yang kuat dengan kandungan jutaan sel atau gelembung udara halus dengan ukuran yang konsisten dan

terdistribusi secara merata. CLC memiliki densitas antara  $400 \text{ kg/m}^3$  hingga  $1800 \text{ kg/m}^3$  yang disesuaikan dengan kebutuhan penggunaannya, yaitu :

1. Kepadatan rendah ( $400\text{-}600 \text{ kg/m}^3$ ) biasa digunakan untuk bahan isolasi, sebagai alternatif lain yang dapat digunakan untuk menggantikan *thermocole*, *glasswool*, *woodwool* dan lain-lain.
2. Kepadatan sedang ( $800\text{-}1000 \text{ kg/m}^3$ ) dapat digunakan untuk pembuatan *precast blocks* dengan dimensi  $500 \times 250 \times 200/100 \text{ mm}$  yang digunakan sebagai dinding (pengganti batu bata).
3. Kepadatan tinggi ( $1200\text{-}1800 \text{ kg/m}^3$ ) dengan kuat hancur (*crushing strength*) antara  $65\text{-}250 \text{ kg/cm}^3$ , biasa dipakai sebagai struktur :
  - a. *Load bearing walls* dan atap perumahan
  - b. *Reinforced structural cladding* atau panel partisi
  - c. *Pre-cast blocks* untuk dinding dari bangunan tingkat rendah.

Menurut Deri Arita, dkk (2017) Adapun kelebihan bata ini, yaitu :

- Memberikan insulasi panas dan suara yang baik. Sebagai contohnya dinding CLC 125 mm memberikan insulasi empat kali lebih baik daripada dinding bata 230 mm
- Bentuk stabil walaupun terkena air tambahan. Sedangkan pada bata ringan yang menggunakan bubuk alumina, bata akan mengembang lagi bila terkena air tambahan.
- Keuntungan untuk daerah terpencil karena hanya membutuhkan semen dalam pembuatannya. Berbeda dengan *aerated concrete* menggunakan bubuk alumina yang masih menggunakan pasir dalam pembuatannya.
- Lebih mudah dipompa saat pengecoran karena tidak ada agregat.

## 2.4 Analisa Bata Ringan

Berdasarkan SNI 03-0349-1989 maka digunakan beberapa metode dalam menganalisa kualitas bata. Analisa bata ringan terdiri dari kuat tekan, kuat tarik/kuat lentur, daya serap air, densitas. *Scan Electron Microscopy* (SEM) digunakan dalam analisa sebagai penguat analisa dimana pori-pori dan struktur permukaan pada bata ringan dapat diamati dengan metode SEM.

### 2.4.1 Densitas



Densitas bata ringan pada normalnya memiliki densitas 400-1800 kg/m<sup>3</sup>.

Pengujian densitas dapat dilakukan dengan cara :

$$\rho = \frac{m}{v} \dots \dots \dots (1)$$

Dimana :

$\rho$  = densitas benda (kg/m<sup>3</sup>)

m = massa benda (kg)

v = volume benda (m<sup>3</sup>)

Persamaan diatas digunakan dalam menganalisa densitas suatu fluida atau padatan yang memiliki bentuk seragam dan cenderung mengarah pada bentuk serbuk atau partikel. Sedangkan untuk menganalisa bentuk padatan yang tidak dapat tenggelam jika diubah bentuknya menjadi serbuk menggunakan metode Archimedes.

Menurut Archimedes jika sebuah benda yang tenggelam seluruhnya atau sebagian dalam suatu fluida diangkat ke atas oleh sebuah gaya yang sama dengan berat fluida yang dipindahkan. Persamaan Archimedes untuk menentukan densitas padatan dapat dihitung dengan rumus:

$$\rho_b = \frac{m}{m-m'} \times \rho_a \dots \dots \dots (2)$$

(Paul, 1991)

Dimana :

m = massa benda di udara (kg)

m' = massa benda di air (kg)

$\rho_a$  = massa jenis air atau fluida yang digunakan pada temperatur tertentu  
(Kg/m<sup>3</sup>)

$\rho_b$  = massa jenis benda (Kg/m<sup>3</sup>)

#### 2.4.2 Kuat Tekan

Kuat tekan adalah kemampuan bahan untuk menahan gaya tekan yang diberikan terhadap penampang sampel uji yang mengakibatkan sampel tersebut hancur. Dalam pengujian kuat tekan rumus yang digunakan dengan persamaan :

$$P = \frac{F}{A} \dots \dots \dots (3)$$

Dimana  $P$  adalah kuat tekan dalam satuan  $\text{kg}/\text{cm}^2$ ,  $F$  adalah beban retak maksimum dalam satuan  $\text{kg}$ ,  $A$  adalah luas permukaan sampel dalam satuan  $\text{cm}^2$  (Lawrence,1989).

#### 2.4.3 Daya Serap Air

Bata ringan yang dihasilkan ditimbang untuk mendapatkan massa sebelum perendaman ( $m_a$ ), kemudian direndam dalam air selama 24 jam. Setelah dilakukan perendaman selama 24 jam kemudian sampel ditimbang sesudah perendaman ( $m_b$ ). Daya serap air dapat menggunakan persamaan :

$$\text{Daya Serap Air} = \left| \frac{m_a - m_b}{m_a} \right| \times 100\% \dots\dots\dots(4)$$

(Lawrence,1989)

#### 2.4.4. *Scanning Electron Microscope* (SEM) dan *Energy Dispersive X-Ray* (EDX)

*Scanning Electron Microscope* (SEM) merupakan suatu jenis mikroskop electron yang menggambarkan permukaan sampel melalui proses *scan* dengan menggunakan pancaran energy yang tinggi dari electron dalam suatu pola raster. SEM dapat menghasilkan karakteristik bentuk 3 dimensi yang berguna untuk memahami struktur permukaan dari suatu sampel. SEM menghasilkan bayangan dengan resolusi tinggi dengan perbesaran yang tinggi (biasanya 25-250000 kali pembesaran). SEM terdiri dari *electron optic Coloumb* dan *electron console*.



Gambar 2.8. Alat SEM & EDX

SEM dapat mengamati struktur bentuk maupun bentuk permukaan yang berskala halus dengan dilengkapi EDX (*Electron Dispersive X Ray Spectroscopy*) dan dapat mendeteksi unsur-unsur dalam material.

Secara prinsipnya, alat ini berkerja dengan menggunakan sinyal yang dihasilkan dari elektron yang untuk dipantulkan atau berkas sinar elektron sekunder. Suatu berkas elektron diarahkan dari satu titik ke titik yang lain pada permukaan suatu spesimen. Jika seberkas elektron ditembakkan pada suatu permukaan spesimen maka sebagian dari pada elektron itu akan dipantulkan kembali dan sebagian yang lainnya akan diteruskan. Jika permukaan spesimen ditembakkan tidak rata, banyak lekukan, lipatan ataupun lubang – lubang maka tiap bagian permukaan itu akan memantulkan elektron dengan jumlah dan arah yang berbeda dan jika ditangkap oleh detektor akan diteruskan ke layar dan akan diperoleh gambaran yang jelas dari permukaan spesimen dalam bentuk tiga dimensi. (Deri Arita, dkk, 2017).