



TUGAS AKHIR - TK145501

**PEMBUATAN BATA RINGAN DARI LIMBAH  
PABRIK ASAM FOSFAT DENGAN  
MENGUNAKAN PROSES *CELLULAR LIGHT-  
WEIGHT CONCRETE (CLC)***

IRAWAN PRASETYA  
NRP. 2314 030 006

MAULANA RAHENDRA KUSUMA  
NRP. 2314 030 093

Dosen Pembimbing  
Ir. Elly Agustiani, M.Eng

PROGRAM STUDI DIII TEKNIK KIMIA  
DEPARTEMEN TEKNIK KIMIA INDUSTRI  
Fakultas Vokasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2017



---

TUGAS AKHIR - TK145501

**PEMBUATAN BATA RINGAN DARI LIMBAH  
PABRIK ASAM FOSFAT DENGAN  
MENGUNAKAN PROSES *CELLULAR LIGHT-  
WEIGHT CONCRETE (CLC)***

IRAWAN PRASETYA  
NRP. 2314 030 006

MAULANA RAHENDRA KUSUMA  
NRP. 2314 030 093

Dosen Pembimbing  
Ir. Elly Agustiani, M.Eng

DEPARTEMEN TEKNIK KIMIA INDUSTRI  
Fakultas Vokasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2017



---

FINAL PROJECT - TK145501

**PRODUCTION OF LIGHT BRICK FROM THE  
WASTE OF PHOSPHORIC ACID PLANT BY USING  
CELLULAR LIGHT-WEIGHT CONCRETE (CLC)  
PROCESS**

IRAWAN PRASETYA  
NRP. 2314 030 006

MAULANA RAHENDRA KUSUMA  
NRP. 2314 030 093

Supervisor  
Ir. Elly Agustiani, M.Eng

DEPARTEMENT OF INDUSTRIAL CHEMICAL ENGINEERING  
Faculty of VOCATIONAL  
Institute Technology of Sepuluh Nopember  
Surabaya  
2017

# LEMBAR PENGESAHAN

**LAPORAN TUGAS AKHIR DENGAN JUDUL :  
PEMBUATAN BATA RINGAN DARI LIMBAH PABRIK ASAM FOSFAT  
DENGAN MENGGUNAKAN PROSES *CELLULAR LIGHT-WEIGHT CONCRETE*  
(CLC)**

## TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Ahli Madya  
pada  
Departemen Teknik Kimia Industri  
Fakultas Vokasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh

**Irawan Prasetya  
Maulana Rahendra Kusuma**

**(NRP 2314 030 006)  
(NRP 2314 030 093)**

**disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir :**

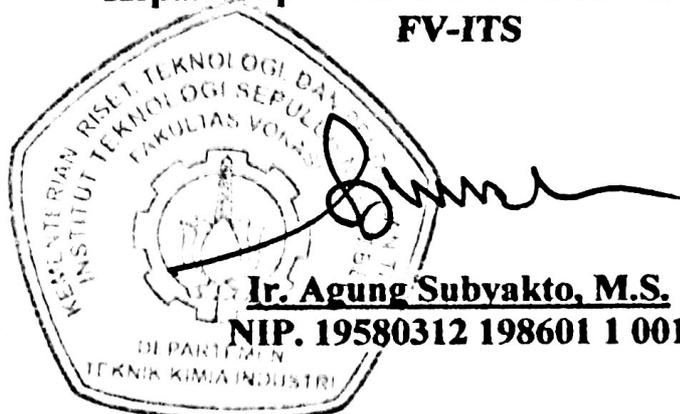
**Dosen Pembimbing**



**Ir. Elly Agustiani, M.Eng.  
NIP. 19580708 198503 2 003**

**Mengetahui,**

**Kepala Departemen Teknik Kimia Industri  
FV-ITS**



**Ir. Agung Subyakto, M.S.  
NIP. 19580312 198601 1 001**

**SURABAYA, 21 JULI 2017**

## LEMBAR REVISI

Telah diperiksa dan disetujui sesuai dengan hasil ujian tugas akhir pada tanggal 13 Juli 2017 untuk tugas akhir dengan judul “Pembuatan Bata Ringan dari Limbah Pabrik Asam Fosfat dengan Menggunakan Proses *Cellular Light-weight Concrete* (CLC)”, yang disusun oleh :

**Irawan Prasetya**

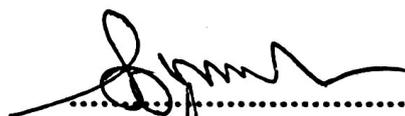
**(NRP 2314 030 006)**

**Maulana Rahendra Kusuma**

**(NRP 2314 030 093)**

Disetujui oleh Tim Penguji Ujian Tugas Akhir :

1. Ir. Agung Subyakto, M.S.



2. Ir. Sri Murwanti, M.T.



Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir :

Ir. Elly Agustiani, M.Eng.



SURABAYA, 21 JULI 2017

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala nikmat yang telah dilimpahkanNya, sholawat serta salam tak lupa selalu kami haturkan kepada junjungan Nabi Muhammad SAW. Tiada pertolongan kecuali atas rahmad Allah lah, kami dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir kami dengan judul “Pembuatan Bata Ringan Dari Limbah Pabrik Asam Fosfat dengan Menggunakan Proses *Cellular Light-Weight Concrete (CLC)*”.

Laporan Tugas Akhir ini dibuat untuk memenuhi tugas mata kuliah Tugas Akhir yang ditempuh pada semester VI Program Studi DIII Teknik Kimia Industri Fakultas Vokasi-ITS.

Dalam penyusunan ini, kami banyak mendapat dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, kami mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT atas anugerah berupa kesehatan dan kemudahan yang diberikan kepada kami sehingga dapat membantu kami dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Bapak dan Ibu tercinta atas do’a dan dukungan moral untuk dapat menyelesaikan kuliah dengan baik.
3. Kepala Departemen Teknik Kimia Industri Fakultas Vokasi-ITS, Ir. Agung Subyakto, M.S.
4. Ketua Program Studi DIII Teknik Kimia Industri Fakultas Vokasi-ITS, Dr. Ir. Niniek Fajar Puspita, M.Eng.
5. Koordinator Tugas Akhir Program Studi DIII Teknik Kimia Industri Fakultas Vokasi-ITS, Warlinda Eka Triastuti, S.Si, MT.
6. Dosen Pembimbing yang telah membimbing dan mengarahkan kami selama menyelesaikan Laporan Tugas Akhir, Ir. Elly Agustiani, M.Eng.
7. Bapak Ir. Andrianto selaku pembimbing dan penyedia fasilitas untuk praktikum.
8. Semua pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungannya, baik dari segi moril maupun materiil.

Kami menyadari bahwa “tak ada gading yang tak retak”, masih banyak terdapat kesalahan maupun kekurangan kami dalam menyusun Laporan Tugas Akhir ini, oleh karena itu kami sangat mengharapkan berbagai saran dan kritik yang sekiranya dapat membawa kami ke arah yang lebih baik. Terima kasih atas perhatiannya, semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat yang berarti, baik bagi kami sendiri maupun bagi yang membacanya. Amin.

Surabaya, 3 Juli 2017

**Penulis**

## **Pembuatan Bata Ringan dari Limbah Pabrik Asam Fosfat dengan Menggunakan Proses *Cellular Light-Weight Concrete (CLC)***

Nama Mahasiswa : 1. Irawan Prasetya 2314 030 006  
2. Maulana Rahendra K. 2314 030 093  
Departemen : Departemen Teknik Kimia Industri  
Dosen Pembimbing : Ir. Elly Agustiani, M.Eng.

### **ABSTRAK**

*Pada zaman modern ini, pembangunan konstruksi gedung di kota-kota besar berkembang dengan begitu pesat. Hal ini mengakibatkan kebutuhan akan bahan bangunan seperti kerikil, pasir, serta semen akan meningkat pula. Bangunan gedung terdiri dari atap, dinding, dan lantai. Dinding yang biasa digunakan dalam pembuatan yaitu bata beton, bata celcon (hebel) dan batu bata. Di sisi lain, Phosphogypsum merupakan hasil samping dari produksi asam fosfat yang dihasilkan sebanyak 4 ton per hari. Tetapi sampai saat ini, phosphogypsum hanya digunakan sebagai semen retarder yang hanya memerlukan 3-5% phosphogypsum. Maka dari itu, phosphogypsum akan digunakan sebagai salah satu bahan pembuat bata ringan untuk memenuhi kebutuhan pembuatan dinding.*

*Pembuatan bata ringan tipe CLC (Cellular Lightweight Concrete) adalah sebagai berikut : Pertama air dimasukkan ke dalam mixer. Kemudian semen dicampurkan ke dalam air. Setelah itu phosphogypsum, pasir silica dan fly ash dimasukkan dalam Mixer. Foam Agent dicampur dengan air dalam tangki khusus. Setelah itu dipompa ke dalam Foam Generator untuk dicampur dengan udara yang akan menghasilkan gelembung. Selanjutnya gelembung ini dimasukkan ke dlm mixer yang telah berisi pasir silica, phosphogypsum, fly ash, semen dan air. Setelah campuran rata, adukan mortar dan gelembung ini dipompa ke dalam cetakan. Setelah dibiarkan kurang lebih 5 jam, bata ringan sudah bisa dilepas dari cetakan. Kemudian masuk tahap curing selama 28 hari di ruang terbuka dengan disiram air secara berkala untuk menjaga kelembaban bata.*

*Dari percobaan ini didapatkan hasil komposisi yang optimum untuk membuat bata ringan yang sesuai dengan SNI 03-0349-1989 adalah 35% semen, 5% fly ash, 25% phosphogypsum, 35% pasir silika, 50% (dari berat semen) air, dan 40% foam agent dengan hasil uji yang didapat adalah : densitas = 1,14 kg/L ; kuat tekan = 1,9 Mpa ; penyerapan air = 11,8 %.*

**Kata Kunci : Phosphogypsum, Bata Ringan, CLC (Cellular Lightweight Concrete)**

# **PRODUCTION OF LIGHT BRICK FROM THE WASTE OF PHOSPHORIC ACID PLANT BY USING CELLULAR LIGHT-WEIGHT CONCRETE (CLC) PROCESS**

Name : 1. Irawan Prasetya 2314 030 006  
2. Maulana Rahendra K. 2314 030 093  
Department : Departement Of Industrial Chemical Engineering  
Supervisor : Ir. Elly Agustiani, M.Eng

## **ABSTRACT**

*In this modern era, the construction of buildings in major cities is growing so rapidly. This results in the need for building materials such as gravel, sand, and cement will also increase. The building consists of roofs, walls, and floors. The walls are commonly used in the manufacture of concrete bricks, celcon bricks (hebel) and bricks. On the other hand, Phosphogypsum is a by-product of the production of phosphoric acid produced as much as 4 tons per day. But to date, phosphogypsum is only used as a cement retarder that requires only 3-5% phosphogypsum. Therefore, phosphogypsum will be used as one of the brick / light concrete materials to meet the needs of wall making*

*The order of making of light brick type CLC (Cellular Lightweight Concrete) is as follows: First water put into mixer. Then the cement is mixed into the water. After that phosphogypsum, silica sand and fly ash are included in the mixer. Foam Agent is mixed with water in a special tank. Once it is pumped into the Foam Generator to be mixed with air that will produce bubbles. Furthermore, this bubble is inserted into a mixer that already contains silica sand, phosphogypsum, fly ash, cement and water. After the mixture is blended, the mortar and bubble mixture is pumped into the mold. After left for about 5 hours, lightweight brick can be removed from the mold. Then enter the curing stage for 28 days in an open space with water sprayed regularly to keep the brick moisture.*

*From this experiment, it is found that the optimum composition for making light brick in accordance with SNI 03-0349-1989 is 35% cement, 5% fly ash, 25% phosphogypsum, 35% silica sand, 50% (from water weight) And 40% foam agent with the test results obtained are: density = 1.14 kg / L; Compressive strength = 1.9 MPa; Water absorption = 11.8%.*

**Keywords: : Phosphogypsum, Light Brick, CLC (Cellular Lightweight Concrete)**

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b>	
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b>	
<b>LEMBAR PERSETUJUAN</b>	
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	i
<b>ABSTRAK</b> .....	iii
<b>ABSTRACT</b> .....	iv
<b>DAFTAR ISI</b> .....	v
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	vii
<b>DAFTAR GRAFIK</b> .....	viii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	ix
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
I.1 Latar Belakang .....	I-1
I.2 Perumusan Masalah .....	I-2
I.3 Batasan Masalah .....	I-2
I.4 Tujuan Inovasi .....	I-2
I.4 Manfaat Inovasi Produk .....	I-3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
II.1 Bata Ringan .....	II-1
II.2 <i>Cellular Light-Weight Concrete</i> .....	II-2
II.3 <i>Phosphogypsum</i> .....	II-3
II.4 <i>Gypsum</i> .....	II-5
II.5 Semen .....	II-6
II.6 Bahan Pengembang .....	II-8
II.7 <i>Silica (SiO<sub>2</sub>)</i> .....	II-9
II.8 <i>Fly Ash</i> .....	II-10
II.9 Analisa Beton sesuai SNI .....	II-11
<b>BAB III METODOLOGI PEMBUATAN PRODUK</b>	
III.1 Tahap Pelaksanaan .....	III-1
III.2 Bahan Yang Digunakan .....	III-1
III.3 Peralatan Yang Digunakan .....	III-1
III.4 Variabel Yang Dipilih .....	III-1
III.5 Prosedur Percoban.....	III-2
III.6 Diagram Blok Proses Pembuatan .....	III-6

<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
IV.1 Hasil Percobaan .....	IV-1
IV.2 Variabel Yang Dipilih.....	IV-4
<b>BAB V NERACA MASSA.....</b>	<b>V-1</b>
<b>BAB VI NERACA PANAS.....</b>	<b>VI-1</b>
<b>BAB VII ANALISIS KEUANGAN</b>	
VII.1 Investasi Alat ( <i>Fix Cost</i> ) .....	VII-1
VII.2 <i>Variable Cost</i> .....	VII-1
VII.3 Biaya Semi Variabel .....	VII-1
<b>BAB VIII KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
VIII.1 Kesimpulan.....	VIII-1
VIII.2 Saran.....	VIII-1
<b>DAFTAR NOTASI.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>xi</b>
<b>LAMPIRAN :</b>	
APPENDIX A NERACA MASSA .....	A-1
APPENDIX B NERACA PANAS .....	B-1
APPENDIX C <i>MIX DESIGN</i> & ANALISA .....	C-1

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar II.1</b>	Bata Ringan.....	II-2
<b>Gambar II.2</b>	Bata Ringan CLC.....	II-3

## DAFTAR GRAFIK

<b>Grafik IV.1</b>	Pengaruh Komposisi <i>Phosphogypsum</i> terhadap Densitas Bata Pejal.....	IV-4
<b>Grafik IV.2</b>	Pengaruh Komposisi <i>Phosphogypsum</i> terhadap Kuat Tekan Bata Pejal.....	IV-5
<b>Grafik IV.3</b>	Pengaruh Komposisi <i>Foam</i> terhadap Densitas Bata Ringan .....	IV-6
<b>Grafik IV.4</b>	Pengaruh Komposisi <i>Foam</i> terhadap Kuat Tekan Bata Ringan.....	IV-4
<b>Grafik IV.5</b>	Pengaruh Densitas Terhadap Kuat Tekan Bata .....	IV-4
<b>Grafik VII.1</b>	Biaya <i>Fix Cost</i> .....	VII-1
<b>Grafik VII.2</b>	Biaya <i>Variabel Cost</i> .....	VII-1
<b>Grafik VII.3</b>	Biaya Semivariabel .....	VII-2
<b>Grafik VII.4</b>	BEP .....	VII-3

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel II.1</b>	Komposisi <i>Phosphogypsum</i> .....	II-4
<b>Tabel II.2</b>	Sifat Kimia dan Fisika <i>Gypsum</i> .....	II-5
<b>Tabel II.3</b>	Sifat Kimia dan Fisika Pasir Silika .....	II-9
<b>Tabel II.4</b>	Komposisi <i>Fly Ash</i> .....	II-11
<b>Tabel II.3</b>	Standar Kualitas Bata Sesuai SNI.....	II-12
<b>Tabel IV.1</b>	Hasil Uji Kualitas Bata Pejal .....	IV-1
<b>Tabel IV.2</b>	Hasil Uji Kualitas Bata Ringan.....	IV-2
<b>Tabel IV.3</b>	Hasil Uji Kualitas Bata Ringan.....	IV-3

# BAB I

## PENDAHULUAN

### I.1. Latar Belakang Masalah

Pada zaman modern ini, pembangunan konstruksi gedung di kota-kota besar berkembang dengan begitu pesat. Hal ini mengakibatkan kebutuhan akan bahan bangunan seperti kerikil, pasir, serta semen akan meningkat pula. Bangunan gedung terdiri dari atap, dinding, dan lantai. Dinding yang biasa digunakan dalam pembuatan yaitu bata beton, bata celcon (hebel) dan batu bata (Nugroho, 2014).

*Phosphogypsum* merupakan hasil samping dari produksi asam fosfat yang dihasilkan sebanyak 4 ton per hari. Akan tetapi aplikasi *phosphogypsum* yang paling sering disebutkan adalah semen retarder. Semen retarder umumnya diketahui bahwa hanya membutuhkan 3% sampai 5% *gypsum* yang ditambahkan ke klinker semen. Terlepas dari beberapa kasus yang luar biasa, *phosphogypsum* yang tidak di *treatment* langsung dari saringan asam fosfat tidak dapat digunakan karena kotoran yang ada seperti fosfat, fluorida dan konstituen organik mempengaruhi kualitas semen (Erlenstadt, 1980).

Batu bata merupakan salah satu komponen yang sangat penting pada suatu bangunan. Batu bata biasa digunakan sebagai komponen bahan utama dalam pembuading rumah atau gedung, batu bata dipilih karena harganya yang relative murah, mudah diperoleh, memiliki kekuatan yang cukup tinggi, tahan terhadap cuaca karena cara pembuatannya dibakar dengan suhu 800°C (Amin, 2016).

Bata ringan adalah material yang menyerupai beton dan memiliki sifat kuat, tahan air dan api, awet (durable). Bata ini cukup ringan, halus, dan memiliki tingkat kerataan yang baik. Bata ringan ini diciptakan agar dapat memperingan beban struktur dari sebuah bangunan konstruksi, mempercepat pelaksanaan, serta meminimalisasi sisa material yang terjadi pada saat proses pemasangan dinding berlangsung (Goritman, 2012).



Ada 2 jenis bata ringan yang sering digunakan pada dinding bangunan, yaitu Autoclaved Aerated Concrete (AAC) dan Cellular Lightweight Concrete (CLC). Kedua jenis bata ringan ini terbuat dari bahan dasar semen, pasir dan kapur, yang berbeda adalah cara pembuatannya. Bata ringan AAC adalah beton selular dimana gelembung udara yang ada disebabkan oleh reaksi kimia, yaitu ketika bubuk aluminium atau aluminium pasta mengembang seperti pada proses pembuatan roti saat penambahan ragi untuk mengembangkan adonan. Sedangkan bata ringan CLC adalah beton selular yang mengalami proses curing secara alami, CLC adalah beton konvensional yang mana agregat kasar (kerikil) digantikan oleh udara, dalam prosesnya menggunakan busa organik yang sangat stabil dan tidak ada reaksi kimia ketika proses pencampuran adonan, foam/busa berfungsi sebagai media untuk membungkus udara (*Goritman, 2012*).

## I.2 Perumusan Masalah

Perumusan masalah dari produk bata ringan dengan proses CLC adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pembuatan bata ringan dengan proses CLC
2. Bagaimana pengaruh penambahan bahan pengembang foam agent pada proses CLC

## I.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dari produk bata ringan dengan proses CLC adalah sebagai berikut :

1. Bahan baku *phospo gypsum* diperoleh dari Limbah pabrik asam fosfat PT. Petrokimia, Gresik dan diolah menggunakan proses CLC.
2. Hasil pembuatan bata ringan menggunakan proses CLC yang diperoleh dibandingkan dengan standar mutu bata ringan menurut SNI 03-0349-1989

## I.4. Tujuan Inovasi Produk

Tujuan dari produk bata ringan dengan proses CLC adalah



sebagai berikut :

1. Mengetahui pengaruh pembuatan bata ringan dari bahan limbah pabrik asam fosfat dengan menggunakan proses CLC
2. Mengetahui pengaruh penambahan bahan pengembang terhadap kualitas bata ringan yang dihasilkan sesuai dengan SNI 03-0349-1989

### **I.5. Manfaat Inovasi Produk**

Manfaat dari pembuatan bata ringan dengan proses CLC dari limbah asam fosfat adalah sebagai berikut :

1. Memanfaatkan limbah *phospogypsum* sebagai bata ringan
2. Meningkatkan nilai ekonomi dari *phospo gypsum* yang selama ini merupakan limbah pabrik asam fosfat menjadi bata ringan



Halaman ini sengaja dikosongkan

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **II.1. Bata Ringan**

Bata beton adalah suatu jenis unsur bangunan berbentuk bata yang dibuat dari bahan utama semen Portland, air, dan agregat yang dipergunakan untuk pasang dinding. Bata beton dibedakan menjadi bata/beton pejal dan bata/beton ringan (*SNI 03-0349-1989*).

Bata ringan adalah material yang menyerupai beton dan memiliki sifat kuat, tahan air dan api, awet ( *durable*). Bata ini cukup ringan, halus, dan memiliki tingkat rata-rata yang baik. Bata ringan ini diciptakan agar dapat meringankan beban struktur dari sebuah bangunan konstruksi, mempercepat pelaksanaan, serta meminimalisasi sisa material yang terjadi pada saat proses pemasangan dinding berlangsung (Goritman, 2012).

Ada 2 jenis bata ringan yang sering digunakan pada dinding bangunan, yaitu *Autoclaved Aerated Concrete (AAC)* dan *Cellular Lightweight Concrete (CLC)*. Kedua jenis bata ringan ini terbuat dari bahan dasar semen, pasir dan kapur, yang berbeda adalah cara pembuatannya. Bata ringan AAC adalah beton selular dimana gelembung udara yang ada disebabkan oleh reaksi kimia, yaitu ketika bubuk aluminium atau aluminium pasta mengembang seperti pada proses pembuatan roti saat penambahan ragi untuk mengembangkan adonan (Goritman, 2012).

Sedangkan menurut Kristanti, N., Tansajaya, A. (2008) bata ringan CLC adalah beton selular yang mengalami proses curing secara alami, CLC adalah beton konvensional yang mana agregat kasar (kerikil) digantikan oleh udara, dalam prosesnya menggunakan busa organik yang sangat stabil dan tidak ada reaksi kimia ketika proses pencampuran adonan, foam/busanya berfungsi sebagai media untuk membungkus udara.

Adapun kelebihan dari bata ringan adalah kedap air sehingga sangat kecil kemungkinan terjadinya rembesan air. AAC *Block* atau singkatan dari *Autoclaved Aerated Concrete Block* memiliki ukuran dan kualitas yang seragam sehingga dapat dengan



mudah menghasilkan pasangan dinding yang rapi. Pemasangan lebih cepat dan rapi. Ringan, tahan api, dan mempunyai kededapan suara yang baik (tahan bising). Mempunyai ketahanan yang baik terhadap gempa bumi. Tidak diperlukan plesteran yang tebal, umumnya ditentukan hanya 1 cm saja. Mudah didapat dan dapat diperoleh dalam jumlah yang besar. Karena ukurannya yang lebih besar dari bata biasa maka pelaksanaannya lebih cepat daripada pemakaian bata biasa. Lebih ringan dari pada bata biasa sehingga memperkecil beban struktur. Selain itu karena ringan, pengangkutannya dapat lebih mudah dilakukan (Limanto, 2010).

Konduktivitas *thermal* bata ringan AAC lebih baik dari batu bata biasa yaitu 0,07-0,09 BTU/lb°F dibanding dengan batu bata biasa yang memiliki konduktivitas *thermal* yaitu 1 BTU/lb°F (pembandingnya adalah bata merah). Sehingga, bata ringan lebih tahan terhadap suhu panas (Ropelewski, 1999).



**Gambar II.1. Bata Ringan**

## II.2. Cellular Lightweight Concrete (CLC)

Beton ringan struktural didefinisikan memiliki densitas kering kurang dari 2000 kg/m<sup>3</sup>. Agregat yang digunakan dapat merupakan kombinasi dari kedua bahan kasar dan halus ringan atau bahan kasar dengan agregat halus alami yang sesuai (Owens, 1993).

Beton ringan dapat diproduksi dengan kisaran densitas sekitar 300-2000 kg/m<sup>3</sup>, dengan kuat tekan kubus yang sesuai dari sekitar 1 sampai lebih dari 60 N/mm<sup>2</sup>. Sifat beton ringan dapat dieksploitasi dalam beberapa cara dari penggunaannya sebagai material struktural terutama dengan penggabungannya dalam



struktur untuk peningkatan isolasi termal (Owens, 1993).

Urutan pembuatan bata ringan tipe CLC adalah sebagai berikut : Pertama air dimasukkan ke dalam mixer. Kemudian pasir *silica* dicampurkan ke dalam air. Setelah itu pasir dan semen dimasukkan dalam Mixer. *Micro Bubbles Agent* dicampur dengan air dalam tangki khusus. Setelah itu dipompa ke dalam *Bubble Generator* untuk dicampur dengan udara yang akan menghasilkan gelembung. Selanjutnya gelembung ini dimasukkan ke dlm mixer yang telah berisi pasir *silica*, pasir, semen dan air. Setelah campuran rata, adukan mortar dan gelembung ini dipompa ke dalam cetakan. Setelah dibiarkan kurang lebih 5 jam, bata ringan sudah bisa dilepas dari cetakan. Kemudian masuk tahap *curing* selama 28 hari di ruang terbuka dengan disiram air secara berkala untuk menjaga kelembaban bata (Goritman, 2012).

Kuat tekan bata ringan CLC rendah untuk densitas yang lebih rendah. Kerapatan yang membentuk rongga di seluruh sampel disebabkan oleh busa di campuran yang lebih rendah densitasnya. Akibatnya, kuat tekan juga berkurang dengan peningkatan jumlah rongga. Kuat tekan semen kelas 53 sedikit lebih tinggi daripada semen kelas 43, tetapi semakin kekuatan meningkat, densitas juga meningkat. Bata ringan CLC bisa digunakan untuk dibingkai struktur. Bata ringan CLC juga cocok untuk wilayah gempa bumi (Bhandari, 2014).



**Gambar II.2. Bata Ringan CLC**

### **II.3. *Phosphogypsum***

Pembuatan asam fosfat dengan proses basah oleh reaksi



batuan fosfat dengan asam sulfat adalah proses yang telah dipraktikkan selama 60 tahun terakhir. Kalsium sulfat dengan dua molekul H<sub>2</sub>O (*gypsum*) merupakan produk sampingan dari industri ini. Namun, fakta yang tidak menguntungkan adalah bahwa *phosphogypsum* yang diperoleh sebagai produk sampingan tidak dapat digunakan sebagai pengganti *gypsum* alami tanpa operasi *pretreatment* yang ekstensif. *Phosphogypsum* mengandung tingkat P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> yang terlalu tinggi yang mengganggu sifat fisik papan plester [Goers, 1980].

Asam fosfat basah yang paling sering diperoleh dengan metode dihidrat terdiri dari dekomposisi bahan baku fosfat dengan asam sulfat, merupakan produk setengah jadi utama dalam produksi pupuk kompleks. Metode dihidrat dicampur dengan sejumlah besar limbah *phosphogypsum* dan dengan konsentrasi rendah asam fosfat basah mengandung 27 sampai 29% berat P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> [Schroeder, 1980].

Terlepas dari kemajuan konstan dalam teknologi fabrikasi asam fosfat basah, tidak mungkin untuk mengurangi kandungan total P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> dalam *phosphogypsum* agar jauh di bawah 1% berat, karena prinsip fisika dan kimia dari proses konvensional [Schroeder, 1980].

Bidang aplikasi *phosphogypsum* yang paling sering disebutkan adalah semen retarder. Semen retarder umumnya diketahui bahwa hanya membutuhkan 3% sampai 5% *gypsum* yang ditambahkan ke klinker semen. Terlepas dari beberapa kasus yang luar biasa, *phosphogypsum* yang tidak di *treatment* langsung dari saringan asam fosfat tidak dapat digunakan karena kotoran yang ada seperti fosfat, fluorida dan konstituen organik mempengaruhi kualitas semen. Pada contoh pertama, efeknya sangat negatif terhadap *setting time*. Hal ini terjadi terlepas dari berbagai nilai kekuatan semen, selama *phosphogypsum* yang tidak di *treatment* digunakan. Selanjutnya, *phosphogypsum* berbutir halus mengandung sekitar 20% dan 30% air yang membuat penanganan sangat sulit selama pengangkutan, penyimpanan dan proporsi di pabrik klinker semen [Erlenstadt, 1980].



Adapun komposisi yang terdapat pada *phosphogypsum* dari PT. Petrokimia Gresik :

**Tabel II.1** Komposisi *phosphogypsum*

Parameter	Satuan	Crude Gypsum
Free H <sub>2</sub> O		23,63
H <sub>2</sub> O Terikat		20,20
Free Acid	% adbk	1,76
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total	% adbk	1,25
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Ws	% adbk	0,90
F total	% adbk	0,86
SO <sub>3</sub>	% adbk	44,88
CaO	% adbk	31,42
CaSO <sub>4</sub> .2H <sub>2</sub> O	% adbk	96,50

(Petrokimia Gresik, 2016).

Pada pembuatan bata ringan ini, *phosphogypsum* berguna sebagai bahan pengisi (*filler*) untuk beton/bata ringan yang dibuat.

#### II.4. Gypsum

*Gypsum* adalah bahan sedimen CaSO<sub>4</sub> yang mengandung 2 molekul hidrat yang berfungsi sebagai penghambat proses pengeringan pada semen. Penambahan gypsum dilakukan pada penggilingan akhir dengan perbandingan 96:4. Gypsum secara umum mengandung 50-60% CaSO<sub>4</sub> dan 2,8 % air bebas (Arsa, 1995).

Sifat	Keterangan	
Fisika	Fase	Padat
	Warna	Putih
	Kadar air	10% H <sub>2</sub> O
	<i>Bulk density</i>	1,73 ton/m <sup>3</sup>
	Ukuran material	0-30 mm



Kimia	Mengalami pelepasan air hidrat	Reaksi $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{T: > 90^\circ \text{C}} \text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O} + 1,5\text{H}_2\text{O}$
-------	--------------------------------	--

(Perry, 1984)

## II.5. Semen

Semen Portland adalah sebuah bahan yang berupa gilingan halus yang mengandung komponen utama seperti batu kapur, silica, alumina, dan besi. Ketika dicampurkan dengan air, maka akan membentuk pasta yang akan mengeras dan mengikat agregat-agregat (seperti pasir, kerikil, dan pecahan batu) menjadi gumpalan keras tahan lama yang disebut beton/cor (Semen Indonesia, 2013).

Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) nomor 15-2049-2004, semen Portland adalah semen hidrolisis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak (*Clinker*) portland terutama yang terdiri dari kalsium silikat ( $x\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ ) yang bersifat hidrolis dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat ( $\text{CaSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ ) dan boleh ditambah dengan bahan tambahan lain (*Mineral in component*).

Menurut ASTM C 1386-98, semen yang cocok digunakan untuk pembuatan bata ringan adalah semen dengan tipe *pozzolan*. Semen *pozzolan* sendiri adalah tipe semen dengan kandungan terak hanya sekitar 70% dengan ditambahkan *pozzolan* sekitar 25%.

Pozzolan sendiri merupakan material alami yang bereaksi secara normal dengan  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  dan menghasilkan senyawa penguat (pengerasan Hidrolis). Kebanyakan senyawa pozzolan merupakan material yang berasal dari gunung berapi, biasanya disebut dengan Trass yang merupakan zat additive untuk semen. Pozzolan mengandung banyak senyawa  $\text{SiO}_2$  dan  $\text{Al}_2\text{O}_3$  dalam bentuk sedemikian rupa yang dapat bereaksi dengan  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  (Alsop, 2003).

Komposisi semen terdiri atas senyawa-senyawa utama (mineral–mineral potensial) sebagai penyusun semen yang



terbentuk dari keempat oksida utama, yaitu :

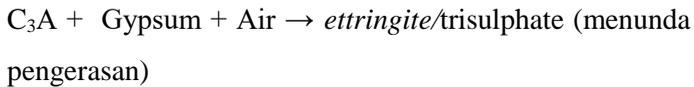
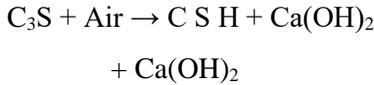
- a.  $C_3S$  : Tricalcium Silicate, *Alite*. Sifatnya hampir sama dengan sifat semen, yaitu apabila ditambahkan air maka akan menjadi kaku dan dalam beberapa jam saja pasta semen akan mengeras.  $C_3S$  menunjang penyusunan kekuatan awal semen tinggi dan menimbulkan panas hidrasi kurang lebih 500 joule/gram. Kandungan  $C_3S$  pada Semen Portland bervariasi antara 20 - 60%.
- b.  $C_2S$  : *Dicalcium Silicate, Belite*. Pada penambahan air segera terjadi reaksi, menyebabkan pasta mengeras dan menimbulkan sedikit panas yaitu 250 joule/gram. Pasta yang mengeras, perkembangan kekuatannya stabil dan lambat pada beberapa minggu, kemudian mencapai kekuatan tekan akhir hampir sama dengan  $C_3S$ . Kandungan  $C_2S$  pada Semen Portland bervariasi antara 20-60%.
- c.  $C_3A$ : *Tricalcium Aluminate, Aluminate phase*. Dengan air bereaksi menimbulkan panas hidrasi yang tinggi yaitu  $\pm 850$  joule/gram. Perkembangan kekuatan terjadi pada satu sampai dua hari, tetapi sangat rendah. Kandungan  $C_3A$  bervariasi antara 0-16%.
- d.  $C_4AF$ : *Calcium Aluminoferrite, Ferrite phase*. Dengan air bereaksi dengan cepat dan pasta terbentuk dalam beberapa menit, menimbulkan panas hidrasi  $\pm 420$  joule/gram. Kandungan  $C_4AF$  pada Semen Portland bervariasi antara 1-16 %. Ini mempengaruhi warna abu-abu dari semen.

(Mulyono, 2004).

Semen terdiri atas beberapa senyawa, dengan demikian hidrasi semen terdiri dari beberapa reaksi kimia yang berjalan



bersamaan. Sebagaimana telah disebutkan diatas, bahwa semen mempunyai kandungan oksida utama yaitu  $C_3S$ ,  $C_2S$ ,  $C_3A$  dan  $C_4AF$ . Oksida-oksida ini apabila ditambahkan air akan bereaksi sebagai berikut:



Faktor-faktor yang mempengaruhi hidrasi semen adalah:

- Umur - *Admixture*
- Komposisi semen - Temperatur
- Kehalusan semen - Perbandingan jumlah air dan semen

(Mulyono, 2004).

## II.6. Bahan Pengembang

Pada umumnya, *foaming agent* mengandung bahan-bahan aktif satu atau lebih dari alkil eter sulfat. Seperti yang diketahui garam dari alkil eter sulfat bekerja di dalam *foaming agent*, seperti yang diungkapkan dalam Cukier U.S. Pat. No. 4,156,615, Green et al. U.S. Pat. Nos. 4,618,370; 4,676,835; and 4,678,515, and UK *published patent application* GB 2 196 334 yang memiliki rumus :  $CH_3(CH_2)_xCH_2(OCH_2CH_2)_yOSO_3^-M^+$  , Dimana x dan y adalah bilangan bulat yang dapat sama atau berbeda dan mungkin nilai rata-rata non-integral dalam beberapa ukuran contoh sampel



praktek karena ukuran dari metode sintesis , dan  $M^+$  merupakan salah satu ion natrium atau ammonia (Savoly, 1992).

Untuk memberikan gelembung udara ke dalam slurry untuk mengurangi densitas dan untuk mengurangi jumlah air yang diperlukan agar menghasilkan *slurry* yang bisa diterapkan . Ini biasanya didapatkan dengan penambahan sebuah *foaming agent*, yang terdiri dari bahan yang aktif bersama dengan bahan lain sebagai aditif, selama pembentukan *slurry* atau dengan menambahkan *externally-generated* busa untuk *slurry*. *Externally-generated* busa biasanya diproduksi dengan memasukkan udara atau gas lainnya menjadi sebuah larutan *foaming agent* yang dihasilkan dari campuran kemudian dicampur dengan *slurry* (Savoly, 1992).

### II.7. Silica ( $SiO_2$ )

Bahan ini sebagai pembawa oksida silika dengan kadar yang cukup tinggi yaitu sekitar 90 % dalam keadaan murni berwarna putih samapai kuning muda. Selain mengandung  $SiO_2$  pasir silika juga mengandung oksida alumunium dan oksida besi.Pasir silika banyak terdapat didaerah pantai. Derajat kemurnian pasir silika dapat mencapai 95-99,8 %  $SiO_2$  (Perry, 1984).

**Tabel II.3** Sifat Kimia dan Fisika Pasir Silika

Sifat	Keterangan	
Fisika	Fase	Padat
	Warna	Coklat kemerahan
	Kadar air	6% $H_2O$
	Bulk density	1,45 ton/ $m^3$
	Spesific gravity	2,37 gr/ $cm^3$
	Silika ratio	5,29
	Alumina ratio	2,37



Kimia	Mengalami reaksi dengan CaO membentuk garam kalsium silikat	Reaksi $2CaO + SiO_2 \xrightarrow{T:800-900^\circ C} 2CaO \cdot SiO_2$
-------	---	---

(Perry, 1984).

Pada pembuatan bata ringan ini, pasir silika berguna sebagai bahan pengisi (*filler*) untuk beton/bata ringan yang dibuat.

### II.8. Fly Ash

*Fly Ash* (abu terbang) terdiri dari silicon dioksida ( $SiO_2$ ), aluminium oksida ( $Al_2O_3$ ) dan besi oksida ( $Fe_2O_3$ ). Dari sejumlah abu yang dihasilkan dalam proses pembakaran batubara, maka sebanyak 55%-85% berupa abu terbang (*fly ash*) dan sisanya berupa abu dasar (*Bottom Ash*). Kedua jenis abu ini memiliki perbedaan karakteristik serta pemanfaatannya. Biasanya untuk abu terbang banyak dimanfaatkan dalam perusahaan industry karena abu terbang ini mempunyai sifat pozolanik, sedangkan untuk abu dasar sangat sedikit pemanfaatannya dan biasanya digunakan sebagai material pengisi (Haryanti, 2015).

Adapun karakteristik abu terbang adalah dari segi gradasinya, jumlah persentase yang lolos dari saringan No. 200 (0,074 mm) berkisar antara 60% sampai 90%. Abu terbang bersifat tahan air (*hydrophobic*). Warna dari abu terbang dapat bervariasi dari abu-abu sampai hitam tergantung dari jumlah kandungan karbonnya, semakin terang maka semakin rendah kandungan karbonnya (Haryanti, 2015).

Adapun komposisi yang terdapat pada *fly ash* dari PT. Petrokimia Gresik :

Tabel II.4 Komposisi *fly ash*

Parameter	Satuan	Hasil
SiO <sub>2</sub>	% adbk	74.1
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	% adbk	15,5
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	% adbk	5,83
CaO	% adbk	1,68
MgO	% adbk	1,93
SO <sub>4</sub>	% adbk	0.13
H <sub>2</sub> O	% adba	0,03
LOI	% adba	0,79
Ukuran Butir		
+US Mesh 60	%	0.64
+US Mesh 170	%	2.31
-US Mesh 170	%	97,04

(Petrokimia Gresik, 2016).

Pada pembuatan bata ringan ini, *fly ash* berguna sebagai bahan pengisi (*filler*) dan juga sebagai bahan semi-pengikat (*semi-binder*) untuk beton/bata ringan yang dibuat.

## II.9. Analisa Bata/Beton untuk Pasang Dinding Menurut SNI 03-0349-1989

### II.9.1. Prosedur Analisa Densitas

Timbang berat dari benda uji dengan menggunakan timbangan. Kemudian hitung volume dari benda uji dengan mengukur panjang x lebar x tinggi dari benda uji tersebut. Setelah itu gunakan rumus :  $\rho = m/V$



### II.9.2. Prosedur Analisa Kuat Tekan

Potong benda uji dengan panjang x lebar x tinggi adalah 10 cm x 10 cm x 10 cm. Kemudian tekan benda uji dengan tekanan di dalam mesin press. Terakhir, hitung kuat tekan dengan rumus :  
 $f = P/A$

### II.9.3. Prosedur Analisa Penyerapan Air

Benda uji seutuhnya direndam dalam air dengan suhu ruangan. Kemudian benda uji diangkat dari rendaman, dan dibiarkan kurang lebih 1 menit. Benda uji kemudian ditimbang (A). Setelah itu benda uji dikeringkan di dalam pengering (oven) dengan suhu  $105 \pm 5$  °C, sampai beratnya pada 2 kali penimbangan tidak berbeda lebih dari 0,2% (kurang lebih konstan) dari penimbangan yang sebelumnya (B). Selisih (A) dan (B) adalah jumlah penyerapan air, dan harus dihitung berdasarkan persen berat benda uji kering. Sehingga :

$$\text{Penyerapan air} = \frac{A-B}{B} \times 100\%$$

### II.9.4. Standar Densitas, Kuat Tekan, dan Penyerapan Air

**Tabel II.5** Standar Kualitas Beton/Bata sesuai SNI 03-0349-1989

	<b>Densitas (kg/L)</b>	<b>Kuat Tekan (MPa)</b>	<b>Penyerapan Air (%)</b>
<b>Beton Pejal</b>	<b>2,4 – 1,85</b>	<b><math>\geq 2,1</math></b>	<b><math>\leq 35</math></b>
<b>Beton/Bata Ringan</b>	<b><math>\leq 1,85</math></b>	<b><math>\geq 1,7</math></b>	<b>-</b>

## **BAB III**

### **METODOLOGI PEMBUATAN PRODUK**

#### **III.1. Tahap Pelaksanaan**

1. Pembuatan bata ringan CLC
2. Analisa Bata ringan berdasarkan SNI 03-0349-1989

#### **III.2. Bahan Yang Digunakan**

1. Limbah pabrik asam fosfat (*phospo gypsum*)
2. Semen
3. *Fly Ash*
4. Pasir Silika
5. Air
6. *Foaming agent*

#### **III.3. Peralatan Yang Digunakan**

##### **Peralatan Untuk Proses Pembuatan Bata Ringan**

1. Cetakan
2. *Foam Generator*
3. *Mixer*
4. Oven
5. Sekop
6. Tangki penampung
7. Timbangan

#### **III.4. Variabel Yang Dipilih**



1. Proses pembuatan bata ringan menggunakan proses CLC
2. Perbandingan komposisi *phospo gypsum* dan silika (60:0 ; 45:15 ; 40:20 ; 35:25 ; 30:30 ; 25:35 ; 20:40 ; 15:45 ; 0:60)
3. Komposisi *Foaming Agent* (40 % , 45%, 50%, 55%, 60%)

### III.5. Prosedur Percobaan

Pembuatan bata ringan adalah pertama tahap pembuatan adonan, kemudian dilakukan proses pencetakan dan pengeringan

#### III.5.1. Proses Pembuatan Bata Ringan dengan Metode CLC

1. Masukkan air ke dalam tangki penampung dengan volume sesuai *mix design*
2. Timbang semen dengan berat sesuai *mix design*
3. Timbang *fly ash* dengan berat sesuai *mix design*
4. Timbang *phospo gypsum* dengan berat sesuai *mix design* (sesuai variabel)
5. Timbang pasir silika dengan berat sesuai *mix design* (sesuai variabel)
6. Masukkan bahan 2 ke dalam tangki penampung yang telah berisi air, kemudian aduk dengan menggunakan *mixer*
7. Masukkan bahan 3 ke dalam tangki penampung yang telah berisi air, kemudian aduk dengan menggunakan *mixer*



8. Masukkan bahan 4 ke dalam tangki penampung yang telah berisi air, kemudian aduk dengan menggunakan *mixer*
9. Masukkan bahan 5 ke dalam tangki penampung yang telah berisi air, kemudian aduk dengan menggunakan *mixer*
10. Masukkan air dan *foaming agent* ke dalam *foam generator* dengan perbandingan 40:1
11. Nyalakan *foam generator*, kemudian tunggu sampai *foam* keluar dan sudah siap untuk dicampurkan ke adonan yang ada di tangki penampung
12. Masukkan *foam* dari *foam generator* ke tangki penampung yang sudah berisi adonan mortar untuk bata ringan, kemudian aduk dengan menggunakan *mixer* secara perlahan
13. Siapkan cetakan yang akan digunakan untuk mencetak bata ringan
14. Masukkan adonan bata ringan dari tangki penampung ke dalam cetakan yang telah disiapkan
15. Tunggu hingga campuran padat (kurang lebih 10 jam), kemudian keluarkan bata ringan dari cetakan



16. Keringkan bata ringan selama 28 hari dan siram dengan air setiap 10 hari di tempat terbuka yang terhindar dari hujan

### **III.5.2. Prosedur Analisa**

#### **III.5.2.1. Prosedur Analisa Densitas sesuai dengan SNI 03-0349-1989**

1. Siapkan bata ringan dengan spesimen 10 cm x 10 cm x 10 cm
2. Timbang berat dari bata ringan tersebut dengan menggunakan timbangan
3. Hitung volume dari bata ringan tersebut dengan rumus panjang x lebar x tinggi
4. Setelah itu gunakan rumus :  $\rho = m/V$

#### **III.5.2.1. Prosedur Analisa Kuat Tekan sesuai dengan SNI 03-0349-1989**

1. Potong bata dengan panjang x lebar x tinggi adalah 10 cm x 10 cm x 10 cm
2. Tekan bata dengan tekanan
3. Hitung kuat tekan dengan rumus :  $f = P/A$

#### **III.5.2.2. Prosedur Analisa *Moisture Content* dengan Metode SNI 03-0349-1989**

1. Timbang bata ringan dengan spesimen 10 cm x 10 cm x 10 cm (A)
2. Oven bata ringan dengan suhu  $105 \pm 5$  °C sampai beratnya



pada 2 kali penimbangan tidak berbeda lebih dari 0,2% (kurang lebih konstan)

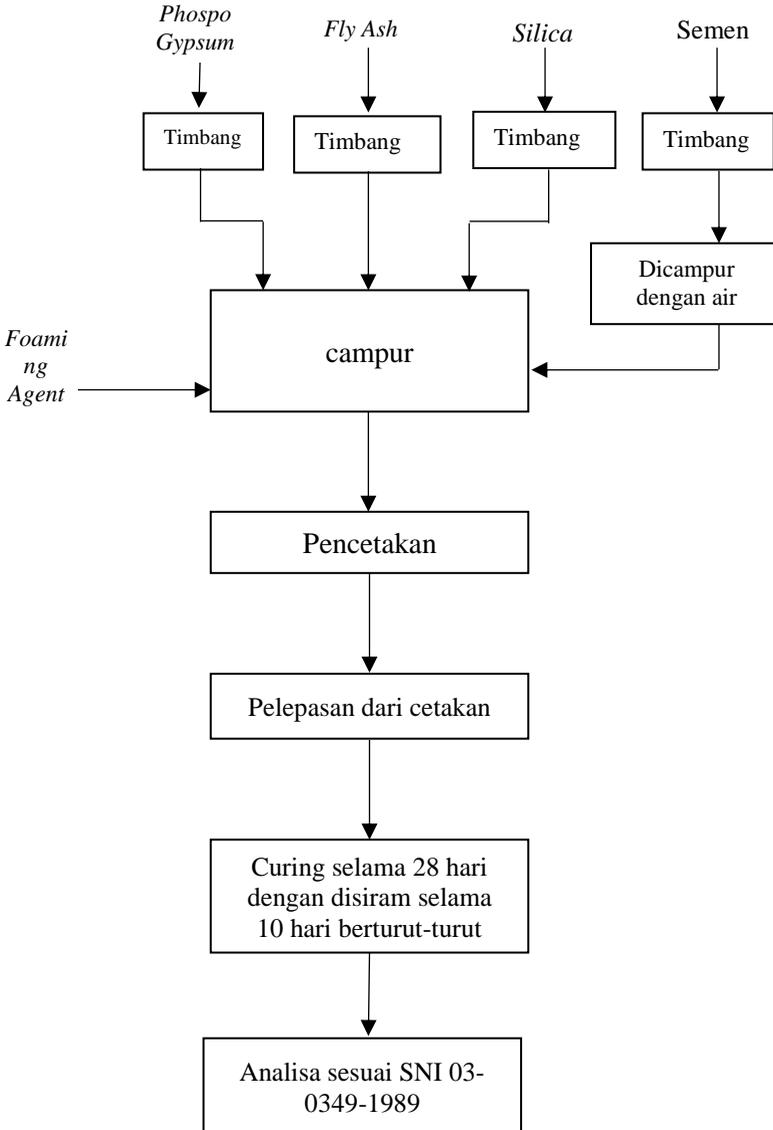
3. Timbang berat bata ringan setelah di oven (B)
4. Hitunglah dengan menggunakan rumus : penyerapan air =  $A-B/B \times 100$

### **III.5.3. Tempat Pelaksanaan**

Pelaksanaan tugas akhir dengan judul "Pembuatan bata ringan dari limbah pabrik asam fosfat" ini kami laksanakan di CV. Gunung Derajat. kami laksanakan di CV. Gunung Derajat karena terdapat peralatan yang menunjang.



**III.6. Diagram Blok Proses Pembuatan Bata Ringan CLC**



## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### IV. 1. Hasil Percobaan

Dari percobaan yang telah dilakukan pada variabel komposisi bahan untuk pembuatan bata pejal didapatkan hasil sebagai berikut :

**Table 4.1. Hasil uji kualitas bata pejal berdasarkan pada SNI**

Komposisi tetap (%) :

- Semen = 35
- Fly ash = 5
- H<sub>2</sub>O = 50 (dari berat Semen)

No.	Komposisi		$\rho$ Kerin g (kg/L)	SNI $\rho$ kering (kg/L)	Kuat Tekan (MPa)	SNI Kuat Tekan (MPa)	Penyerapan Air (%)	SNI Penyerapan Air (%)	Sifat Fisik (Tekstur)
	Phospho Gypsum (%)	Silika (%)							
1.	60	0	1,64	2,4 - 1,85	8,75	$\geq 2,1$	15,38	$\leq 35$	Cukup Keras
2.	45	15	1,76	2,4 - 1,85	11	$\geq 2,1$	13,46	$\leq 35$	Cukup Keras
3.	40	20	1,78	2,4 - 1,85	11,45	$\geq 2,1$	9,9	$\leq 35$	Cukup Keras
4.	35	25	1,83	2,4 - 1,85	11,9	$\geq 2,1$	11,76	$\leq 35$	Cukup Keras
5.	30	30	1,85	2,4 - 1,85	12,15	$\geq 2,1$	10,74	$\leq 35$	Keras
6.	25	35	1,89	2,4 - 1,85	12,5	$\geq 2,1$	7,75	$\leq 35$	Keras
7.	20	40	1,94	2,4 - 1,85	12,95	$\geq 2,1$	9,75	$\leq 35$	Keras
8.	15	45	1,95	2,4 - 1,85	13,25	$\geq 2,1$	9,2	$\leq 35$	Keras
9.	0	60	2,07	2,4 - 1,85	15,65	$\geq 2,1$	8	$\leq 35$	Sangat Keras

\*Laboratorium Material dan Struktur Gedung Teknik Infrastruktur Sipil FV-ITS



Pada hasil percobaan di atas, untuk hasil uji kuat tekan dan penyerapan air pada sampel bata pejal semuanya sudah memenuhi SNI 03-0349-1989. Tetapi untuk hasil uji densitas, hanya bata pejal dengan perbandingan 30:30 ; 25:35 ; 20:40 ; 15:45 ; dan 0:60 (PG:Silika) yang memenuhi SNI 03-0349-1989. Dari sampel di atas yang telah memenuhi ketiga paramater uji, dapat untuk dijadikan bata ringan.

Maka dari itu dipilihlah bata pejal dengan komposisi *phosphogypsum* : pasir silika = 20 : 40 untuk dijadikan bata ringan dengan variasi komposisi *foam agent* yaitu 40%, 45%, 50%, 55%, dan 60%.

Kemudian dari percobaan yang telah dilakukan pada komposisi *phosphogypsum* : pasir silika = 20 : 40 dengan variable penambahan *foam agent* untuk pembuatan bata ringan didapatkan hasil sebagai berikut :

**Tabel 4.2. Hasil uji kualitas bata ringan berdasarkan pada SNI**

Komposisi tetap (%) :

- Semen = 35
- *Fly ash* = 5
- H<sub>2</sub>O = 50 (dari berat Semen)
- *Phospo Gypsum* = 20
- Silika = 40

No.	Komposisi <i>Foaming Agent</i> (%)	$\rho$ Kerin g (kg/L)	SNI $\rho$ kerin g (kg/L)	Kuat Tekan (MPa)	SNI Kuat Tekan (MPa)	Penyerapan Air (%)	SNI Penyerapan Air (%)	Sifat Fisik (Tekstur)
1.	40	1,2	$\leq$ 1,85	2	$\geq$ 1,7	13,8	-	Kurang keras
2.	45	1,12	$\leq$ 1,85	1,75	$\geq$ 1,7	8,5	-	Kurang Keras
3.	50	1,08	$\leq$ 1,85	1,5	$\geq$ 1,7	10,7	-	Rapuh



4.	55	0,94	$\leq$ 1,85	1	$\geq$ 1,7	17,1	-	Rapuh
5.	60	0,83	$\leq$ 1,85	0,5	$\geq$ 1,7	26,9	-	Rapuh

\*Laboratorium Material dan Struktur Gedung Teknik  
Infrastruktur Sipil FV-ITS

Pada hasil percobaan di atas, untuk hasil uji densitas dan penyerapan air pada sampel bata ringan semuanya sudah memenuhi SNI 03-0349-1989. Tetapi untuk hasil uji kuat tekan, hanya bata ringan dengan variabel *foam agent* 40% dan 45% yang memenuhi SNI 03-0349-1989.

Lalu, dipilih juga komposisi *phosphogypsum* : pasir silica (25 : 45) untuk dijadikan bata ringan dengan komposisi *foam agent* 40%. Didapatkan hasil sebagai berikut :

**Tabel 4.3. Hasil uji kualitas bata ringan berdasarkan pada SNI**

Komposisi tetap (%) :

- Semen = 35
- *Fly ash* = 5
- H<sub>2</sub>O = 50 (dari berat Semen)
- *Phospo Gypsum* = 25
- Silika = 35

No.	Komposisi <i>Foaming Agent</i> (%)	$\rho$ Kering (kg/L)	SNI $\rho$ kering (kg/L)	Kuat Tekan (MPa)	SNI Kuat Tekan (MPa)	Penyerapan Air (%)	SNI Penyerapan Air (%)	Sifat Fisik (Tekstur)
1.	40	1,14	$\leq$ 1,85	1,9	$\geq$ 1,7	11,8	-	Kurang keras

\*Laboratorium Material dan Struktur Gedung Teknik  
Infrastruktur Sipil FV-ITS

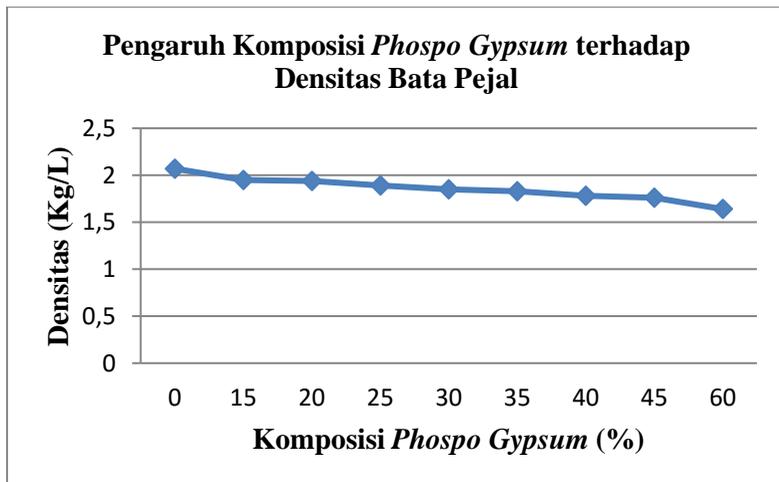
Pada hasil percobaan di atas, untuk hasil uji densitas, kuat tekan dan penyerapan air pada sampel bata ringan di atas sudah memenuhi SNI 03-0349-1989. Maka dari itu, bata ringan dengan



komposisi *phosphogypsum* : pasir silica (25 : 35) dengan *foam agent* 40% adalah komposisi bata ringan yang optimum, karena menggunakan *phosphogypsum* lebih banyak dan memiliki hasil yang memenuhi SNI 03-0349-1989 dari semua parameter uji.

## IV.2. Pembahasan

Hasil uji semua variabel dilakukan ketika bata pejal maupun bata ringan telah melewati usia 28 hari. Karena kekuatan tekan bata akan bertambah dengan naiknya umur bata. Kekuatan bata akan naik secara cepat (linear) sampai umur 28 hari, tetapi setelah itu kenaikannya akan kecil. Kekuatan tekan bata pada kasus-kasus tertentu terus akan bertambah sampai beberapa tahun dimuka. Biasanya kekuatan tekan rencana bata dihitung pada umur 28 hari (Mulyono, 2004).

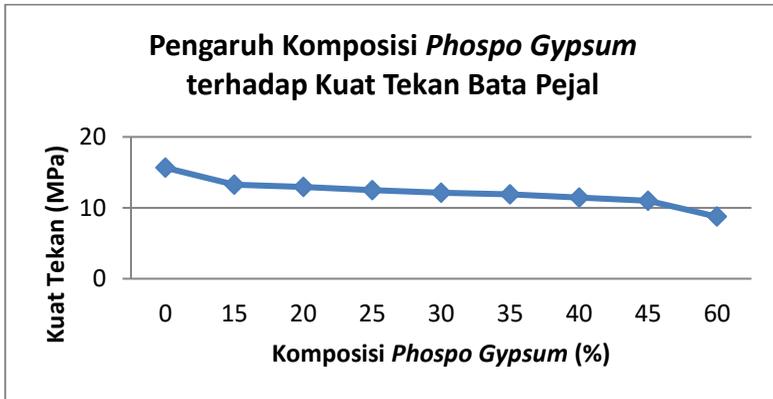


**Grafik 4.1. Pengaruh Komposisi *Phospo Gypsum* terhadap Densitas Bata Pejal**

Pada grafik hasil percobaan di atas menunjukkan bahwa komposisi *phosphogypsum* sangat berpengaruh terhadap densitas pada pembuatan bata pejal. Dari grafik di atas, menunjukkan bahwa semakin besar *phosphogypsum* yang digunakan, maka

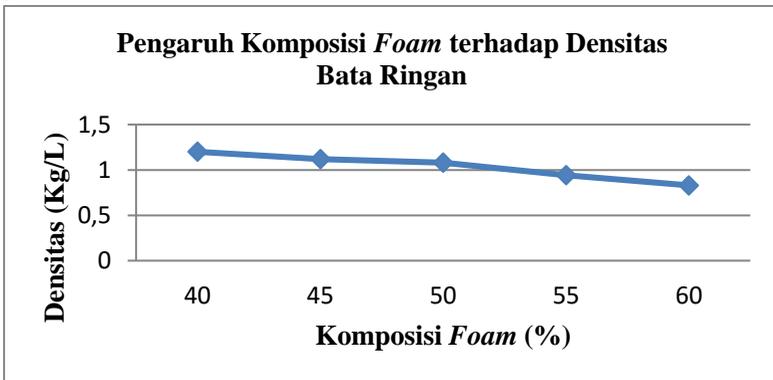


semakin kecil densitasnya. Hal ini dikarenakan struktur *phsphogypsum* yang porus sehingga membuat kebutuhan air semakin banyak, yang mengakibatkan turunnya densitas bata pejal (ASTM C-33-82).



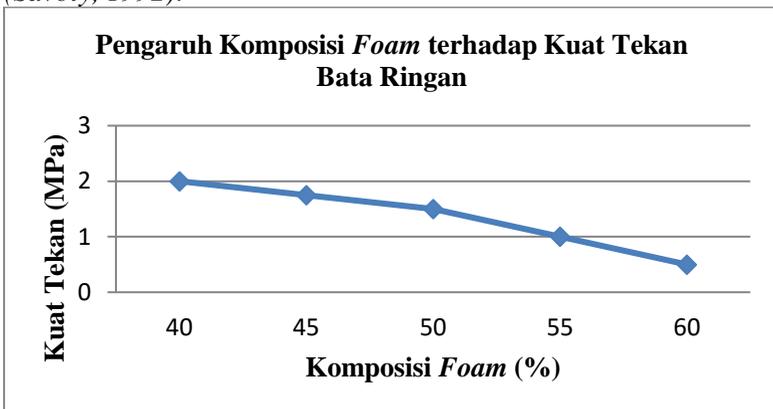
**Grafik 4.2. Pengaruh Komposisi Phospo Gypsum terhadap Kuat Tekan Bata Pejal**

Pada grafik hasil percobaan di atas menunjukkan bahwa komposisi *phosphogypsum* sangat berpengaruh juga terhadap kualitas dari kuat tekan pada pembuatan bata pejal. Dari grafik di atas, menunjukkan bahwa semakin banyak *phosphogypsum* yang digunakan, maka semakin kecil juga kuat tekan yang dihasilkan. Hal ini disebabkan karena material *phosphogypsum* yang porus yang akan mempengaruhi kuat tekan dari bata (ASTM C-33-82)



**Grafik 4.3. Pengaruh Komposisi *Foam* terhadap Densitas Bata Ringan**

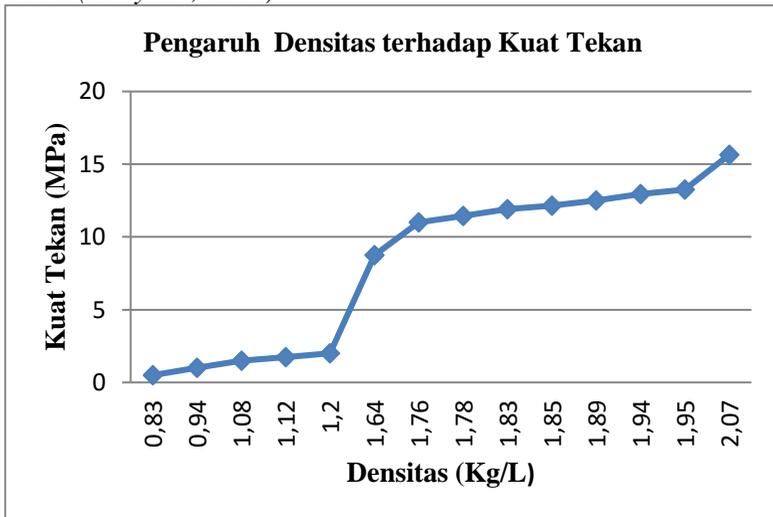
Pada grafik hasil percobaan di atas menunjukkan bahwa komposisi *foam agent* sangat berpengaruh terhadap densitas pada pembuatan bata ringan. Dari grafik di atas, menunjukkan bahwa semakin banyak *foam agent* yang digunakan, maka semakin kecil juga densitas yang dihasilkan dari pembuatan bata ringan. Hal ini sesuai, karena *foam agent* berguna untuk memberikan gelembung udara ke dalam *slurry* (mortar) untuk mengurangi densitas dan (Savoly, 1992).



**Grafik 4.4. Pengaruh Komposisi *Foam* terhadap Kuat Tekan Bata Ringan**



Pada grafik hasil percobaan di atas menunjukkan bahwa komposisi *foam agent* sangat berpengaruh terhadap kualitas dari kuat tekan pada pembuatan bata ringan. Dari grafik di atas, menunjukkan bahwa semakin banyak *foam agent* yang digunakan, maka semakin kecil juga kuat tekan yang dihasilkan dari pembuatan bata ringan. Hal ini disebabkan semakin tinggi pori dalam beton/bata maka akan menyebabkan turunnya kekuatan beton (Mulyono, 2004).



Grafik 4.5. Pengaruh densitas terhadap kuat tekan pada bata/beton

Dari semua data hasil percobaan pada pembuatan bata pejal dan bata ringan, menunjukkan bahwa komposisi *phosphogypsum* dan *foam agent* sangat berpengaruh terhadap densitas dan kuat tekan dari bata itu sendiri. Dimana *phosphogypsum* berpengaruh dengan ketika semakin banyak *phosphogypsum* yang digunakan, maka semakin rendah densitas dan kuat tekan yang dihasilkan pada pembuatan bata.

Begitu juga dengan *foam agent*. Dimana *foam agent* berpengaruh dengan ketika semakin banyak *foam agent* yang digunakan, maka semakin rendah densitas dan kuat tekan yang



dihasilkan pada pembuatan bata.

Kemudian, dari **Grafik 4.5** menunjukkan pengaruh/hubungan antara densitas terhadap kuat tekan pada bata/beton adalah berbanding lurus. Dimana pada grafik tersebut menyatakan bahwa semakin tinggi densitas dari sebuah bata/beton, maka semakin tinggi juga kuat tekan dari bata/beton yang dihasilkan.

Hal ini sesuai dengan pernyataan bahwa kuat tekan bata ringan CLC rendah untuk densitas yang lebih rendah. Kerapatan yang membentuk rongga di seluruh sampel disebabkan oleh busa di campuran yang lebih rendah densitasnya. Akibatnya, kuat tekan juga berkurang dengan peningkatan jumlah rongga (*Bhandari, 2014*).

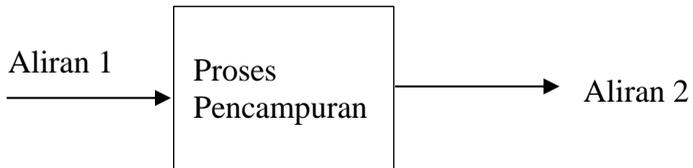
## BAB V NERACA MASSA

Produk Akhir : Bata Ringan dari Phospogypsum

Kapasitas Produksi : 10 m<sup>3</sup>/hari

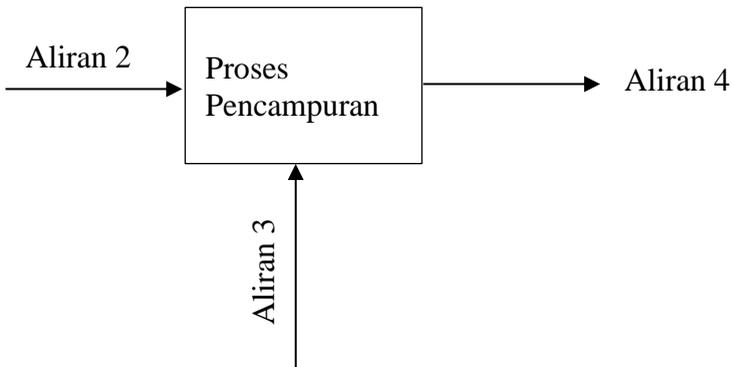
### 5.1 Neraca Massa Proses

#### 5.1.1 Bata Pejal



Masuk		Keluar	
Aliran/Feed <1>		Aliran/Produk <2>	
Air	1030,86	Adonan Bata Pejal	6872,4
Semen	2061,72		
<i>Phospogypsum</i>	1443,204		
<i>Fly Ash</i>	274,896		
<i>Silica</i>	2061,72		
<b>Total</b>	<b>6872,4</b>	<b>Total</b>	<b>6872,4</b>

#### 5.1.2 Bata Ringan





Masuk		Keluar	
Aliran/Feed <2>		Aliran/Produk <4>	
Adonan Bata Pejal	6872,4	Adonan Bata Ringan	11454
<b>Total</b>	<b>6872,4</b>		
Aliran/Feed<3>			
<i>Foam</i>	4581,6		
<b>Total</b>	<b>4581,6</b>		
<b>Total</b>	<b>11454</b>	<b>Total</b>	<b>11454</b>

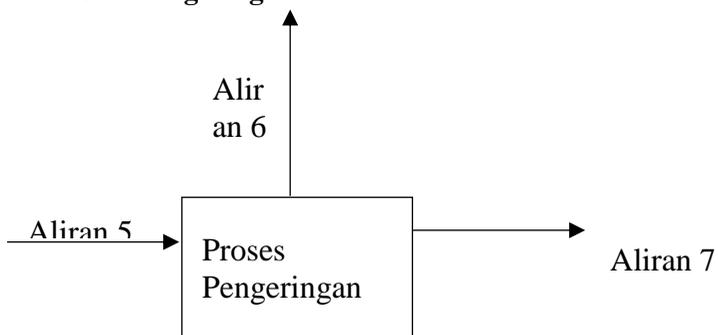
### 5.1.3 Proses Pencetakan



Masuk		Keluar	
Aliran/Feed <4>		Aliran/Produk <5>	
Adonan Bata Ringan	11454	Adonan Bata Ringan	11454
<b>Total</b>	<b>11454</b>	<b>Total</b>	<b>11454</b>



### 5.1.4 Proses Pengeringan

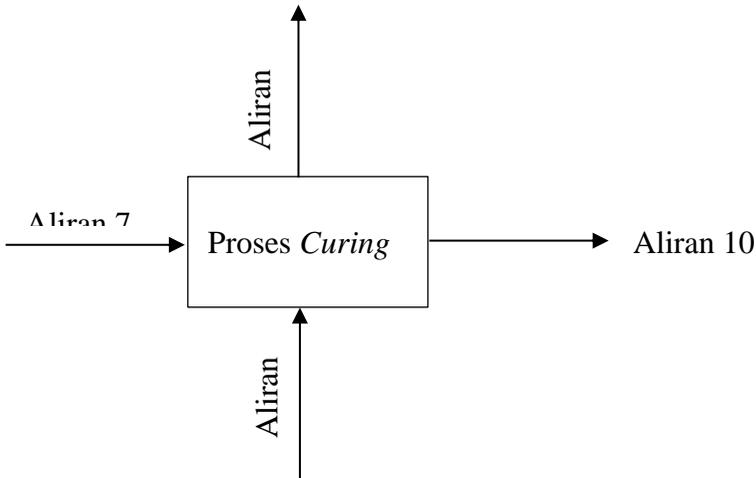


Masuk		Keluar	
Aliran/Feed <5>		Aliran/Produk <7>	
Adonan Bata Ringan	11454	Bata Ringan Kering	11354,4
<b>Total</b>	<b>11454</b>	<b>Total</b>	<b>11354,4</b>
		Aliran/Loss<6>	
		Air	<b>99,6</b>
		<b>Total</b>	<b>99,6</b>
<b>Total</b>	<b>11454</b>	<b>Total</b>	<b>11454</b>



### 5.1.5 Proses Curing

Proses Curing digunakan untuk menjaga kelembaban bata ringan agar tidak retak, sehingga air pada aliran 7 menguap, hal tersebut dilakukan selama 10 hari berturut turut



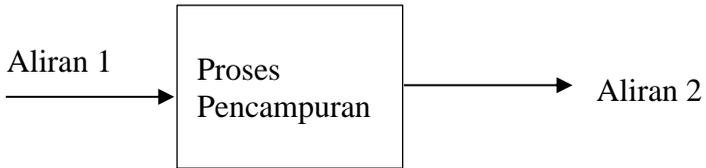
Masuk		Keluar	
Aliran/Feed <7>		Aliran/Produk <7>	
Bata Ringan Kering	11354,4	Bata Ringan Kering	11354,4
<b>Total</b>	<b>11354,4</b>	<b>Total</b>	<b>11354,4</b>
Aliran/Feed<8>		Aliran/Loss<6>	
Air	830	Air	<b>830</b>
<b>Total</b>	<b>830</b>	<b>Total</b>	<b>830</b>
<b>Total</b>	<b>12184,4</b>	<b>Total</b>	<b>12184,4</b>

## BAB VI NERACA PANAS

Produk Akhir : Bata Ringan dari Phospogypsum  
 Kapasitas Produksi : 10 m<sup>3</sup>/hari  
 Satuan : (kcal/(kg °C))

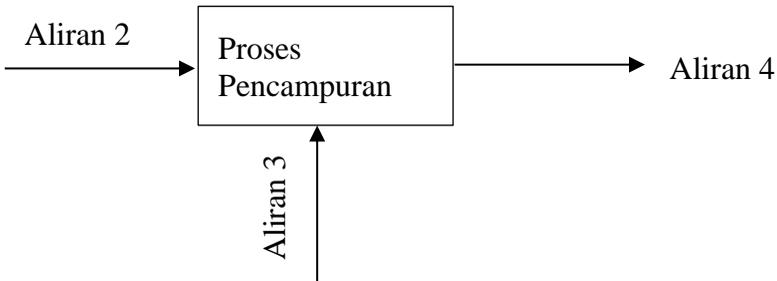
### 6.1 Neraca Energi Proses

#### 6.1.1 Bata Pejal



Masuk		Keluar	
Komposisi	Entalphy	Komposisi	Enthalpy
Aliran/Feed <1>		Aliran/Produk <2>	
Air	5147,59941	Adonan Bata Pejal	12824,07
Semen	3814,182		
<i>Phospogypsum</i>	1876,1652		
<i>Fly Ash</i>	223,6616		
<i>Silica</i>	1752,462		
<b>Total</b>	<b>12824,07</b>	<b>Total</b>	<b>12824,07</b>

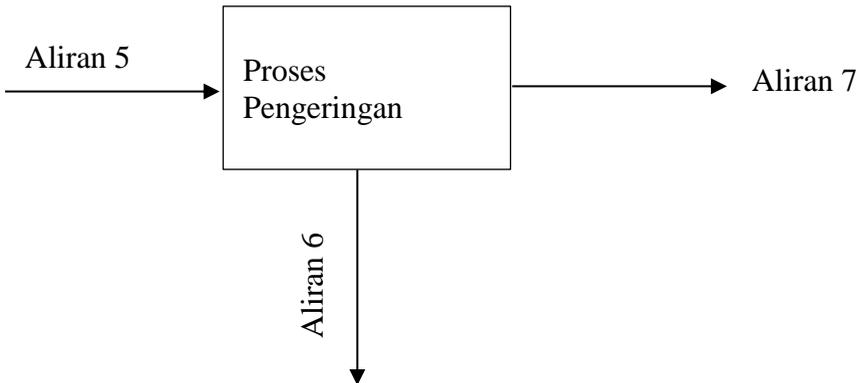
#### 6.1.2 Bata Ringan





Masuk		Keluar	
Komposisi	Entalphy	Komposisi	Enthalpy
<b>Aliran/Feed &lt;2&gt;</b>		<b>Aliran/Produk &lt;4&gt;</b>	
Adonan Bata Pejal	12824,07	Adonan Bata Ringan	14267,27
<b>Total</b>	<b>12824,07</b>		
Komposisi	Entalphy		
<b>Aliran/Feed&lt;3&gt;</b>			
<i>Foam</i>	1443,204		
<b>Total</b>	<b>1443,204</b>		
<b>Total</b>	<b>14267,27</b>	<b>Total</b>	<b>14267,27</b>

### 6.1.4 Proses Pengeringan



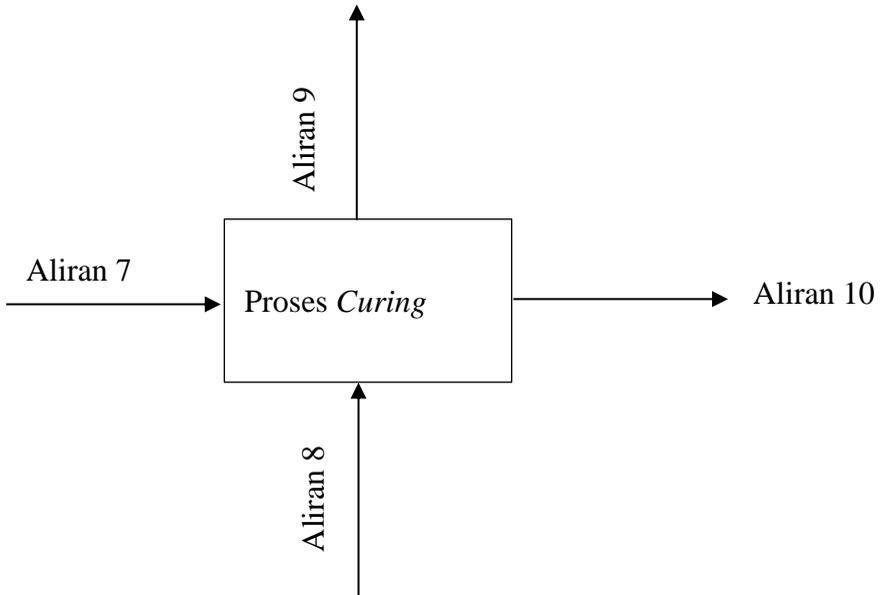
Masuk		Keluar	
<b>Aliran/Feed &lt;5&gt;</b>		<b>Aliran/Produk &lt;7&gt;</b>	
Adonan Bata Ringan	14267,27	Bata Ringan Kering	13769,92
<b>Total</b>	<b>14267,27</b>	<b>Total</b>	<b>13769,92</b>
		<b>Aliran/Loss&lt;6&gt;</b>	
		Air	<b>497,3526</b>
		<b>Total</b>	<b>497,3526</b>



<b>Total</b>	<b>14267,27</b>	<b>Total</b>	<b>14267,27</b>
--------------	-----------------	--------------	-----------------

### 6.1.5 Proses Curing

Proses Curing digunakan untuk menjaga kelembaban bata ringan agar tidak retak, sehingga air pada aliran 7 menguap, hal tersebut dilakukan selama 10 hari berturut turut



Masuk		Keluar	
Aliran/Feed <7>		Aliran/Produk <7>	
Bata Ringan Kering	13769,92	Bata Ringan Kering	13769,92
<b>Total</b>	<b>13769,92</b>	<b>Total</b>	<b>13769,92</b>
Aliran/Feed<8>		Aliran/Loss<6>	
Air	4144,605	Air	<b>4144,605</b>
<b>Total</b>	<b>4414,605</b>	<b>Total</b>	<b>4144,605</b>
<b>Total</b>	<b>17914,53</b>	<b>Total</b>	<b>17914,53</b>



Halaman ini sengaja dikosongkan

## BAB VII ANALISIS KEUANGAN

### 7.1. Investasi Alat (*Fixed Cost*)

**Tabel 7.1. Biaya *Fixed Cost***

No.	Keterangan	Kuantitas	Harga (Rp.)	Total Biaya (Rp.)
1	1 set peralatan produksi	1	Rp. 200.000.000	Rp. 200.000.000
Total				Rp. 200.000.000

### 7.2. *Variable Cost*

**Tabel 7.2. *Variable Cost***

No	Keterangan	Kuantitas	Harga (Rp.)	Total Biaya (Rp.)
1	<i>Phosphogypsum</i>	1443,20 4 kg	Rp. 80.000/ton	Rp. 155.456,32
2	<i>Fly Ash</i>	274,896 kg	Rp. 30.000/ton	Rp. 8.246,88
3	Semen	2061,72 kg	Rp.60.000/50 kg	Rp. 2.474.064
4	Air	1860,86 kg(liter)	Rp. 1000/m <sup>3</sup>	Rp. 1.860,86
5	<i>Silica</i>	2061,72 kg	Rp. 130/kg	Rp. 268.023,6
6	<i>Foam Agent</i>	4,5816 kg	Rp. 20.000/kg	Rp. 91.632
Total				Rp. 2.959.283,6 6

### 7.3 Biaya semivariabel

Biaya semivariabel adalah biaya yang dipengaruhi oleh kapasitas



produk, tetapi tidak sebanding langsung, meliputi maintenance peralatan, gaji karyawan, dan lain-lain

**Tabel 7.3.** Biaya semivariabel

Biaya	Harga	Jumlah
Gaji Karyawan 2 orang	@Rp.75.000/hari	Rp. 150.000
Maintenance peralatan	Rp. 500.000/bulan	Rp. 25.000
Kebutuhan Listrik 20,1339 kw	1352/kwh	Rp. 33.270,1512
Total		Rp. 208.270,1512

**Fix Cost**

$$1 \text{ set kebutuhan produksi} = 200.000.000$$

**Total Cost**

$$\text{Jumlah 1x produksi} = 10 \text{ m}^3$$

$$\text{Jumlah produksi 1 bulan} = 200 \text{ m}^3$$

$$\text{HPP} = \frac{\text{Biaya produksi 1 bulan}}{\text{produksi 1 bulan}} = \frac{\text{Rp.63.351.0176,22}}{200}$$

$$= \text{Rp. 316.755,3811/m}^3$$

$$\text{Harga Jual} = \text{Rp. 650.000/m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Laba} &= 650.000 - \text{HPP} \\ &= \text{Rp. 333.244,619/m}^3 \\ &= 51,26\% \end{aligned}$$

**BEP**

$$\text{Fix Cost} = \text{Rp. 200.000.000}$$

$$\text{HPP} = \text{Rp. 316.755,3811}$$

$$\text{Harga jual} = \text{Rp. 650.000}$$

$$\begin{aligned} \text{BEP m}^3 &= \frac{\text{Fix Cost}}{\text{Harga jual} - \text{HPP}} \\ &= \frac{\text{Rp.200.000.000}}{\text{Rp.650.000} - \text{Rp.316.755,3811}} \\ &= 600,15 = 601 \end{aligned}$$

Perkiraan terjual perhari adalah  $10\text{m}^3$  sehingga perlu waktu 60,1



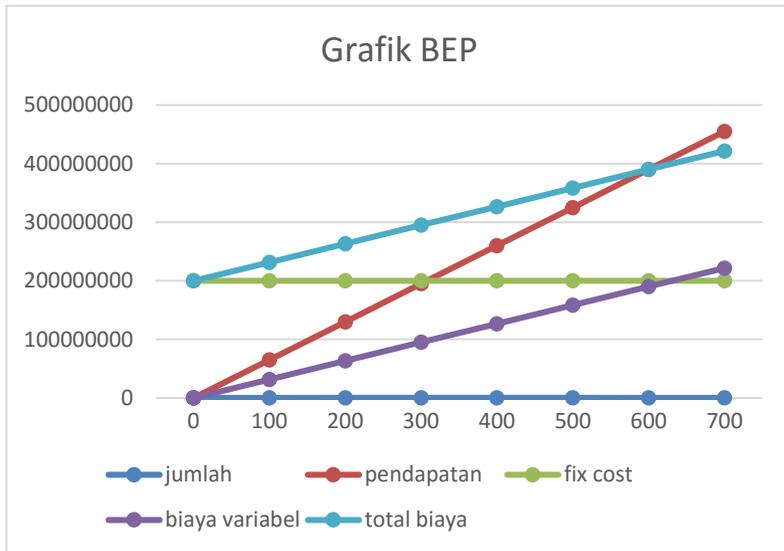
(61) hari untuk impas, tidak untuk tidak rugi (BEP)

$$\begin{aligned}
 \text{BEP (dalam rupiah)} &= \frac{\text{Fix Cost}}{1 - \frac{\text{HPP}}{\text{Harga jual}}} \\
 &= \frac{\text{Rp. 200.000.000}}{1 - \frac{\text{Rp.316.755,3811}}{\text{Rp.650.000}}} \\
 &= \text{Rp. 390.103,8235}
 \end{aligned}$$

Perlu mendapatkan total pendapatan sebanyak Rp. 390.103.8235 untuk tidak untung tidak rugi (BEP)

jumlah (m <sup>3</sup> )	Pendapatan (Rp.)	fix cost (Rp.)	biaya variabel (Rp.)	total biaya (Rp.)
0	0	200.000.000	0	200.000.000
100	65.000.000	200.000.000	31.675.538,11	231.675.538,11
200	130.000.000	200.000.000	63.351.076,22	263.351.076,22
300	195.000.000	200.000.000	95.026.614,34	295.026.614,34
400	260.000.000	200.000.000	126.702.152,4	326.702.152,4
500	325.000.000	200.000.000	158.377.690,6	358.377.690,6
600	390.000.000	200.000.000	190.053.228,7	390.053.228,7
700	455.000.000	200.000.000	221.728.766,8	421.728.766,8

**Tabel 7.4. BEP**



**Grafik 7.1. Grafik BEP**

## **BAB VIII**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **VII.1 Kesimpulan**

1. Pada pembuatan bata pejal, variabel komposisi yang memenuhi SNI 03-0349-1989 adalah komposisi perbandingan *phosphogypsum* : pasir silika = 30 : 30, 25 : 35, 20 : 40, 15 : 45, dan 0 : 60.
2. Pada pembuatan bata ringan, variabel komposisi *foam agent* yang memenuhi SNI 03-0349-1989 adalah komposisi *foam agent* 40% dan 45% (pada komposisi *phosphogypsum* : pasir silika = 20 : 40)
3. Hasil percobaan yang optimal diperoleh dengan komposisi *phosphogypsum* 25%, pasir silika 35% dan *foam agent* 40% dengan densitas 1,14 kg/L, kuat tekan 1,9 Mpa, dan % penyerapan air adalah 11,8%.

#### **VII.2 Saran**

1. Untuk mendapatkan densitas yang rendah dengan kuat tekan yang tetap tinggi perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dan pengubahan komposisi dari bahan baku.
2. Perlu adanya penambahan bahan kimia untuk pembuatan beton/bata ringan (*admixture*), yaitu : *bestone* (*water reducer*), *polimax* (melenturkan struktur beton/bata), *optimax* (mempercepat pengerasan).

## DAFTAR NOTASI

NOTASI	KETERANGAN	SATUAN
$f$	Kuat Tekan	Mpa
P	Beban Maksimal	N
A	Luas Permukaan	m <sup>2</sup>
A	Massa Sampel	kg
B	Massa Sampel Kering	kg
$\gamma$	<i>Dry Bulb Density</i>	kg/m <sup>3</sup>
V	Volume	m <sup>3</sup>

## DAFTAR PUSTAKA

- Amin, M. (2016). **Inovasi Material Pada Pembuatan Bata Merah Tanpa Dibakar Untuk Kemakmuran Industri Kerakyatan.** 14.
- Bhandari, P. S. (2014). **Cellular Lightweight Concrete Using Fly Ash.** 4.
- Dilmore, R. M. (2001). **Autoclaved Aerated Concrete Produced With Low Nox Burner/Selective Catalic Reduction Fly Ash.** 41.
- Erlenstadt, G. (1980). **Upgrading of Phosphogypsum for the Construction Industry.** 1.
- Goers, W. E. (1980). **Nissan Hemi Phosphogypsum.** 1.
- Goritman, B. (2012). **Studi Kasus Perbandingan Berbagai Bata Ringan Dari Segi Material, Biaya, dan Produktivitas .** 2.
- Haryanti, N. H. (2015). **Kuat Tekan Bata Ringan dengan Bahan Campuran Abu Terbang Pltu Asam-Asam Kalimantan Selatan.** 3.
- Limanto, S. (2010). **Produktivitas Material Beton Ringan Dalam Pemakaian Sebagai Konstruksi Dinding.** 2.
- Mulyono, T. (2004). **Teknologi Beton.** Yogyakarta: C.V. Andi Offset.
- Nugroho, A. S. (2014). **Tinjauan Kualitas Batako dengan Pemakaian Bahan Tambah Limbah Gypsum.** 4.
- Owens, P. L. (1993). **Lightweight Aggregates for Structural Concrete.** 1.

- Ropelowski, L. (1999). **Thermal Inertia Properties F Autoclaved Aerated Concreate. 73.**
- Savoly. (1992). **Foaming Agent Composition And Process. 2.**
- Schroeder, J. (1980). **The Dihydrate Method of Processing Ore Phosphate in the Production of NPK Fertilizer with Utilization of Phosphogypsum. 1.**
- ASTM C-33-82. **Aggregates for Concrete. 8.**
- SNI 03-0349-1989. **Bata Beton untuk Pasang Dinding. 2.**

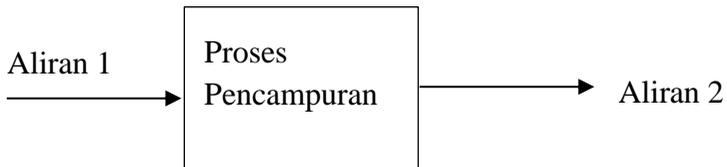
**APPENDIX A  
NERACA MASSA**

Produk Akhir : Bata Ringan dari Phospogypsum

Kapasitas Produksi : 10 m<sup>3</sup>/hari

**A.1 Neraca Massa Proses**

**A.1.1 Bata Pejal**



**Bahan masuk**

Air = 15% x 6872,4 kg = 1030,86 kg

Semen = 30% x 6872,4 kg = 2061,72 kg

*Phospogypsum* = 17% x 6872,4 kg = 1443,204 kg

*Fly Ash* = 4% x 6872,4 kg = 274,896 kg

*Silica* = 34% x 6872,4 kg = 2061,72 kg

## Appendix A – Perhitungan Neraca Massa

### Bahan Keluar

#### Adonan bata pejal

$$\text{Air} = 15\% \times 6872,4 \text{ kg} = 1030,86 \text{ kg}$$

$$\text{Semen} = 30\% \times 6872,4 \text{ kg} = 2061,72 \text{ kg}$$

$$\text{Phospogypsum} = 17\% \times 6872,4 \text{ kg} = 1443,204 \text{ kg}$$

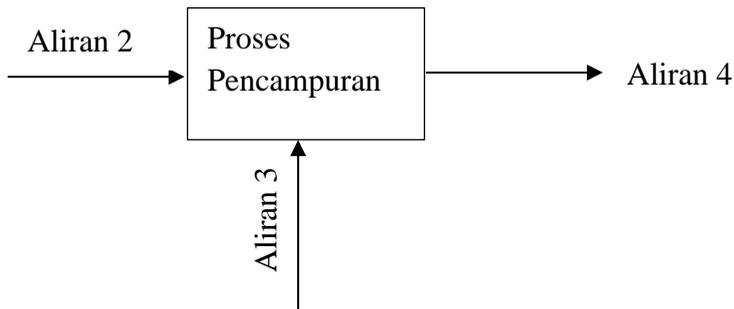
$$\text{Fly Ash} = 4\% \times 6872,4 \text{ kg} = 274,896 \text{ kg}$$

$$\text{Silica} = 34\% \times 6872,4 \text{ kg} = 2061,72 \text{ kg}$$

### Neraca Massa

Masuk		Keluar	
Aliran/Feed <1> (kg)		Aliran/Produk <2> (kg)	
Air	1030,86	Adonan Bata Pejal	6872,4
Semen	2061,72		
<i>Phospogypsum</i>	1443,204		
<i>Fly Ash</i>	274,896		
<i>Silica</i>	2061,72		
<b>Total</b>	<b>6872,4</b>	<b>Total</b>	<b>6872,4</b>

#### A.1.2 Bata Ringan



## Appendix A – Perhitungan Neraca Massa

### Bahan Masuk (Aliran 2)

Air	= 9%	x 11454 kg	= 1030,86 kg
Semen	= 18%	x 11454 kg	= 2061,72 kg
<i>Phospogypsum</i>	= 12,6%	x 11454 kg	= 1443,204 kg
<i>Fly Ash</i>	= 2.4%	x 11454 kg	= 274,896 kg
<i>Silica</i>	= 18%	x 11454 kg	= 2061,72 kg

### Bahan Masuk (Aliran 3)

<i>Foam Agent</i>	= 40%	x 11454 kg	= 4581,6 kg
-------------------	-------	------------	-------------

### Bahan Keluar (adonan bata ringan)

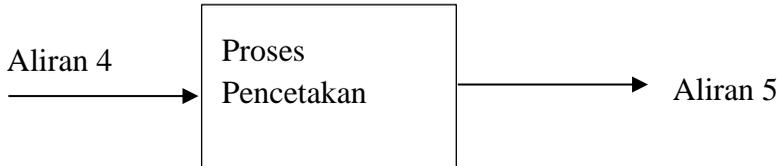
Air	= 9%	x 11454 kg	= 1030,86 kg
Semen	= 18%	x 11454 kg	= 2061,72 kg
<i>Phospogypsum</i>	= 12,6%	x 11454 kg	= 1443,204 kg
<i>Fly Ash</i>	= 2.4%	x 11454 kg	= 274,896 kg
<i>Silica</i>	= 18%	x 11454 kg	= 2061,72 kg
<i>Foam Agent</i>	= 40%	x 11454 kg	= 4581,6 kg

<b>Masuk</b>		<b>Keluar</b>	
<b>Aliran/Feed &lt;2&gt; (kg)</b>		<b>Aliran/Produk &lt;4&gt; (kg)</b>	
Adonan Bata Pejal	6872,4	Adonan Bata Ringan	11454
<b>Total</b>	<b>6872,4</b>		
<b>Aliran/Feed&lt;3&gt; (kg)</b>			

## Appendix A – Perhitungan Neraca Massa

<i>Foam</i>	4581,6		
<b>Total</b>	<b>4581,6</b>		
<b>Total</b>	<b>11454</b>	<b>Total</b>	<b>11454</b>

### A.1.3 Proses Pencetakan



#### Bahan Masuk (adonan bata ringan)

Air	= 9%	x 11454 kg	= 1030,86 kg
Semen	= 18%	x 11454 kg	= 2061,72 kg
<i>Phosfogypsum</i>	= 12,6%	x 11454 kg	= 1443,204 kg
<i>Fly Ash</i>	= 2.4%	x 11454 kg	= 274,896 kg
<i>Silica</i>	= 18%	x 11454 kg	= 2061,72 kg
<i>Foam Agent</i>	= 40%	x 11454 kg	= 4581,6 kg

#### Bahan Keluar (adonan yang dicetak)

Air	= 9%	x 11454 kg	= 1030,86 kg
Semen	= 18%	x 11454 kg	= 2061,72 kg
<i>Phosfogypsum</i>	= 12,6%	x 11454 kg	= 1443,204 kg
<i>Fly Ash</i>	= 2.4%	x 11454 kg	= 274,896 kg

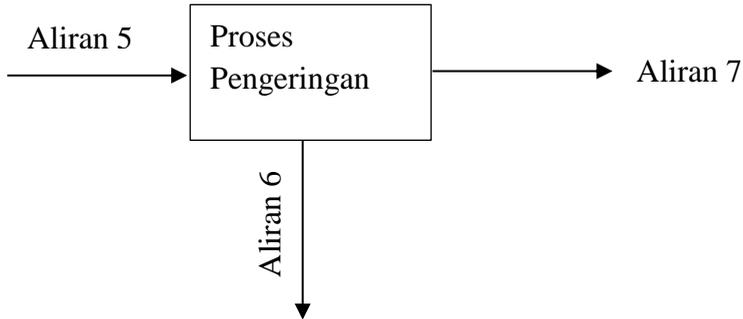
## Appendix A – Perhitungan Neraca Massa

$$\text{Silica} = 18\% \quad \times 11454 \text{ kg} = 2061,72 \text{ kg}$$

$$\text{Foam Agent} = 40\% \quad \times 11454 \text{ kg} = 4581,6 \text{ kg}$$

<b>Masuk</b>		<b>Keluar</b>	
<b>Aliran/Feed &lt;4&gt; (kg)</b>		<b>Aliran/Produk &lt;5&gt; (kg)</b>	
Adonan Bata Ringan	11454	Adonan Bata Ringan	11454
<b>Total</b>	<b>11454</b>	<b>Total</b>	<b>11454</b>

### A.1.4 Proses Pengeringan



Bahan masuk (bata ringan)

$$\text{Air} = 9\% \quad \times 11454 \text{ kg} = 1030,86 \text{ kg}$$

$$\text{Semen} = 18\% \quad \times 11454 \text{ kg} = 2061,72 \text{ kg}$$

$$\text{Phospogypsum} = 12,6\% \quad \times 11454 \text{ kg} = 1443,204 \text{ kg}$$

$$\text{Fly Ash} = 2,4\% \quad \times 11454 \text{ kg} = 274,896 \text{ kg}$$

$$\text{Silica} = 18\% \quad \times 11454 \text{ kg} = 2061,72 \text{ kg}$$

## Appendix A – Perhitungan Neraca Massa

$$\text{Foam Agent} = 40\% \quad \times 11454 \text{ kg} \quad = 4581,6 \text{ kg}$$

Bahan Keluar (bata ringan setelah proses pengeringan)

$$\text{Bata ringan} = 11354,4 \text{ kg}$$

$$\text{H}_2\text{O (air)} = A$$

Mass Balance

$$\text{Massa masuk} = \text{Massa keluar}$$

$$\text{Bata ringan} = \text{Bata ringan setelah proses pengeringan} + \text{H}_2\text{O}$$

$$11454 \text{ kg} = 11354,4 + A$$

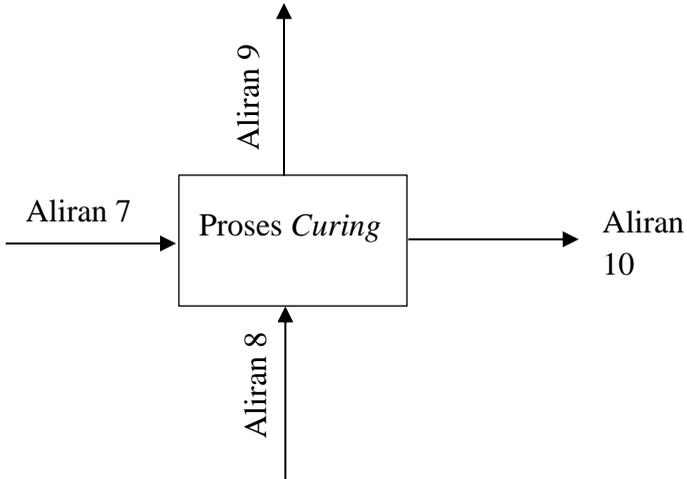
$$A = 99,6 \text{ kg}$$

<b>Masuk</b>		<b>Keluar</b>	
<b>Aliran/Feed &lt;5&gt; (kg)</b>		<b>Aliran/Produk &lt;7&gt; (kg)</b>	
Adonan Bata Ringan	11454	Bata Ringan Kering	11354,4
<b>Total</b>	<b>11454</b>	<b>Total</b>	<b>11354,4</b>
		<b>Aliran/Loss&lt;6&gt; (kg)</b>	
		Air	99,6
		<b>Total</b>	<b>99,6</b>
<b>Total</b>	<b>11454</b>	<b>Total</b>	<b>11454</b>

### A.1.5 Proses Curing

Proses Curing digunakan untuk menjaga kelembaban bata ringan agar tidak retak, sehingga air pada aliran 7 menguap, hal tersebut dilakukan selama 10 hari berturut turut

## Appendix A – Perhitungan Neraca Massa



Bahan Masuk (bata ringan setelah proses pengeringan)

Bata ringan = 11354,4 kg

Air (untuk curing) = 830 kg

Bahan keluar

Bata ringan(setelah curing) = 11354,4 kg

Air = 830 kg

<b>Masuk</b>		<b>Keluar</b>	
<b>Aliran/Feed &lt;7&gt; (kg)</b>		<b>Aliran/Produk &lt;7&gt; (kg)</b>	
Bata Ringan Kering	11354,4	Bata Ringan Kering	11354,4
<b>Total</b>	<b>11354,4</b>	<b>Total</b>	<b>11354,4</b>
<b>Aliran/Feed&lt;8&gt; (kg)</b>		<b>Aliran/Loss&lt;6&gt; (kg)</b>	
Air	830	Air	<b>830</b>
<b>Total</b>	<b>830</b>	<b>Total</b>	<b>830</b>
<b>Total</b>	<b>12184,4</b>	<b>Total</b>	<b>1184,4</b>

## APPENDIX B NERACA PANAS

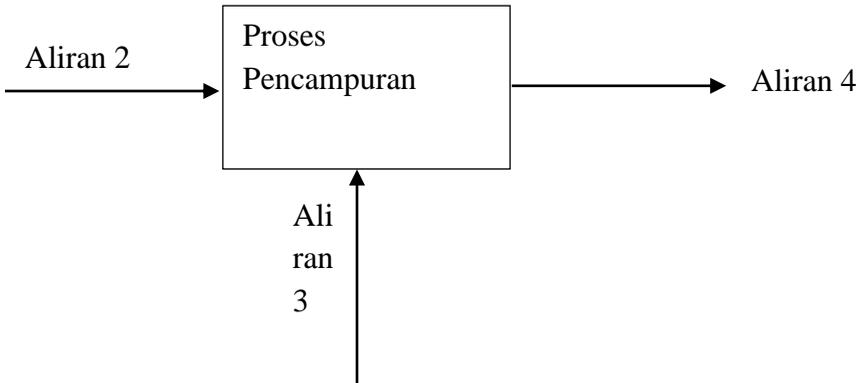
Produk Akhir : Bata Ringan dari Phospogypsum

Kapasitas Produksi : 10 m<sup>3</sup>/hari

Satuan : (kcal/(kg °C))

### B.1 Neraca Energi

#### B.1.1 Bata Ringan



Suhu masuk = 30 °C

Suhu keluar = 30 °C

$\Delta T$  ( T – T reference (25)) = 5 °C

Aliran masuk

Aliran 2

## Appendix B-Perhitungan Neraca Panas

Komponen	Massa(kg)	Cp (kcal/kg °C)	$\Delta T$	$H = m \times Cp \times \Delta T$
<i>Phosfogypsum</i>	1443,204 kg	0,26	5	1876,1652
Semen	2061,72 kg	0.37	5	3814,182
<i>Fly Ash</i>	274,896 kg	0,17	5	233,6616
Air	1030,86 kg	0,9987	5	5147,59941
<i>Silica</i>	2061,72 kg	0,17	5	1752,462

### Aliran 3

Komponen	Massa(kg)	Cp (kcal/kg °C)	$\Delta T$	$H = m \times Cp \times \Delta T$
<i>Foam Agent</i>	4581,6 kg	0,063	5	1443,204
Total				14267,27

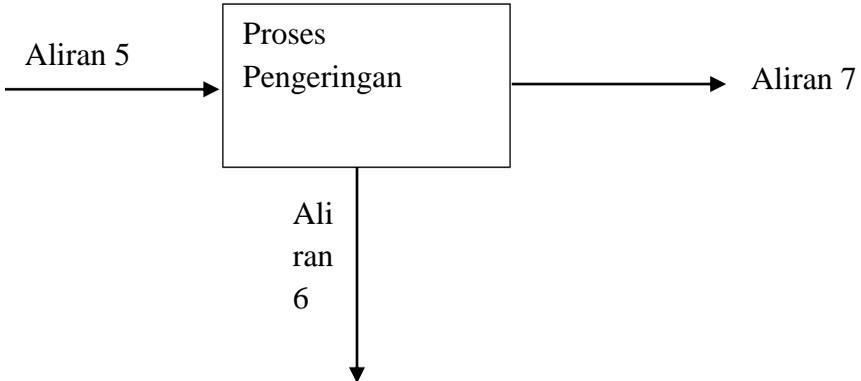
### Aliran keluar (4)

#### Komponen yang keluar (bata ringan)

Komponen	Massa (kg)	Cp (kcal/kg °C)	$\Delta T$	$H = m \times Cp \times \Delta T$
Bata Ringan	11454	0,249123	5	14267,27

Masuk		Keluar	
$\Delta H$ masuk	14267,27	$\Delta H$ keluar	14267,27

$$\Delta H = \Delta H \text{ keluar} - \Delta H \text{ masuk} = 14267,27 - 14267,27 = 0 \text{ (balance)}$$

**B.1.4 Proses Pengeringan**

Aliran masuk (5)

Komponen yang masuk (bata ringan)

Komponen	Massa (kg)	Cp (kcal/kg °C)	$\Delta T$	$H = m \times Cp \times \Delta T$
Bata Ringan	11454	0,249123	5	14267,27

Aliran keluar (6)

Komponen yang keluar

Komponen	Massa (kg)	Cp (kcal/kg °C)	$\Delta T$	$H = m \times Cp \times \Delta T$
Air	99,6	0,9987	5	497,3526

## Appendix B-Perhitungan Neraca Panas

Aliran keluar (7)

Komponen	Massa (kg)	Cp (kcal/kg °C)	ΔT	H = m x Cp x ΔT
Bata Ringan	11354,4	0,242548	5	13769,92

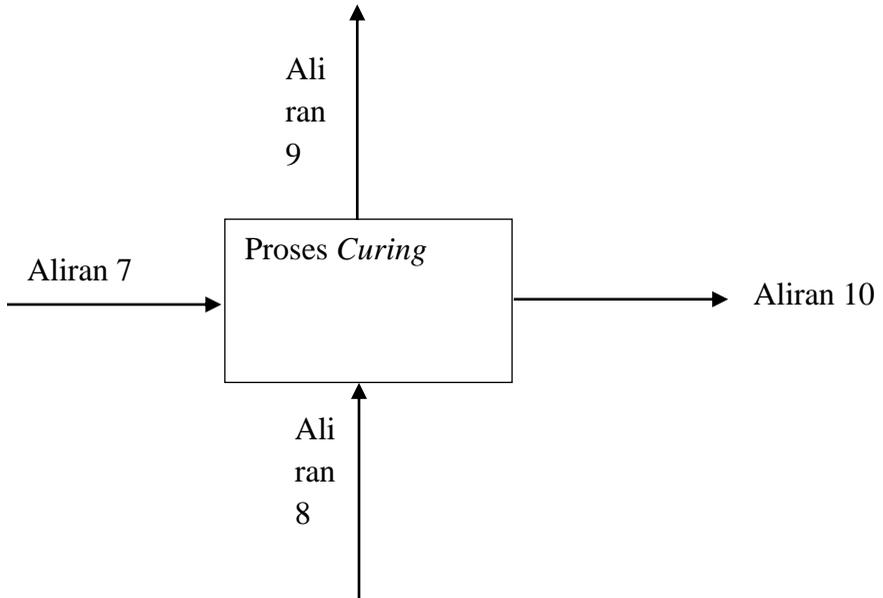
Masuk		Keluar	
Aliran/Feed <5>		Aliran/Produk <7>	
Adonan Bata Ringan	14267,27	Bata Ringan Kering	13769,92
<b>Total</b>	<b>14267,27</b>	<b>Total</b>	<b>13769,92</b>
		Aliran/Loss<6>	
		Air	<b>497,3526</b>
		<b>Total</b>	<b>497,3526</b>
<b>Total</b>	<b>14267,27</b>	<b>Total</b>	<b>14267,27</b>

$$\Delta H = \Delta H \text{ keluar} - \Delta H \text{ masuk} = 14267,27 - 14267,27 = 0 \text{ (balance)}$$

### B.1.5 Proses Curing

Proses Curing digunakan untuk menjaga kelembaban bata ringan agar tidak retak, sehingga air pada aliran 7 menguap, hal tersebut dilakukan selama 10 hari berturut turut

## Appendix B-Perhitungan Neraca Panas



Aliran masuk

Komponen yang masuk

Komponen	Massa (kg)	Cp (kcal/kg °C)	$\Delta T$	$H = m \times Cp \times \Delta T$
Bata Ringan	11354,4	0,242548	5	13769,92
Air	830	0,9987	5	4144,605

Aliran keluar

Komponen yang keluar

Appendix B-Perhitungan Neraca Panas

Komponen	Massa (kg)	Cp (kcal/kg °C)	$\Delta T$	$H = m \times Cp \times \Delta T$
Bata Ringan	11354,4	0,242548	5	13769,92
Air	830	0,9987	5	4144,605

Masuk		Keluar	
Aliran/Feed <7>		Aliran/Produk <7>	
Bata Ringan Kering	13769,92	Bata Ringan Kering	13769,92
<b>Total</b>	<b>13769,92</b>	<b>Total</b>	<b>13769,92</b>
Aliran/Feed<8>		Aliran/Loss<6>	
Air	4144,605	Air	<b>4144,605</b>
<b>Total</b>	<b>4414,605</b>	<b>Total</b>	<b>4144,605</b>
<b>Total</b>	<b>17914,53</b>	<b>Total</b>	<b>17914,53</b>

$$\Delta H = \Delta H \text{ keluar} - \Delta H \text{ masuk} = 17914,53 - 17914,53 = 0 \text{ (balance)}$$

Kebutuhan Listrik

Dalam 1 hari kebutuhan listrik untuk produksi

No.	Nama alat	Daya (Kwh)	Lama penggunaan	Total daya (Kwh)
1	Mixer	11,1855	1	11,1855

## Appendix B-Perhitungan Neraca Panas

2	Conveyor	2,2371	2	4,4742
3	Foam Generator	1,4974	0,5	0,7457
4	Mesin Potong	4,4742	1,5	6,7113
5	Mesin Ayak	0,7457	2	1,4914
Total Daya				24,6081

Konversi dari Kwh ke joule

$$1 \text{ Kwh} = 3.600 \text{ Kj}$$

$$24,6081 \text{ Kwh} = 88589,16 \text{ KiloJoule}$$

Konversi Kwh ke cal

$$1 \text{ Kwh} = 859,85 \text{ Kcal}$$

$$24,6081 \text{ Kwh} = 21159,27 \text{ Kcal}$$

## APPENDIX C

### 1. Pembuatan Bata Ringan dengan *Foam* 40% (Basis 12 L)

#### a. Pembuatan Mortar

$$100\% - (\%foam) = 100\% - 40\% = 60\%$$

$$60\% \times 12L = 7,2 L$$

$$7,2 L \times (\text{densitas yang diharapkan}) = 7,2 L \times 2 \text{ kg/L} = 14,4 \text{ kg}$$

- Semen : 35% x 14,4 = 5,04 kg
- *Fly Ash* : 5% x 14,4 = 0,72 kg
- *Phosphogypsum* : 35% x 14,4 = 5,04 kg
- Pasir Silika : 25% x 14,4 = 53,6 kg
- Air : 50% x (Berat semen)/ densitas air = 50% x 5,04kg/1kg/L = 2,52 L

#### b. Penambahan *Foam*

$$40\% \times 12L = 4,8L \text{ Foam aktif}$$

### 2. Analisa Densitas

#### a. Buat bata ringan dengan *foam* 40% (basis 1L)

$$100\% - (\%foam) = 100\% - 40\% = 60\%$$

$$60\% \times 1L = 0,6L$$

$$0,6 L \times (\text{densitas yang diharapkan}) = 0,6 L \times 2\text{kg/L} = 1,2 \text{ kg}$$

- Semen : 35% x 14,4 = 5,04 kg
- *Fly Ash* : 5% x 14,4 = 0,72 kg
- *Phosphogypsum* : 35% x 14,4 = 5,04 kg
- Pasir Silika : 25% x 14,4 = 53,6 kg
- Air : 50% x (Berat semen)/ densitas air = 50% x 5,04kg/1kg/L = 2,52 L
- Foam : 40% x 1L = 0,4 L

#### b. Menghitung densitas

Setelah bata ringan sudah melalui masa *curing* selama 28 hari, kemudian ditimbang dan didapatkan hasil = 1,14kg

$$\text{Densitas} = 1,14 \text{ kg} / 1L = 1,14 \text{ kg/L}$$

## 3. Analisa Kuat tekan

Setelah bata ringan melalui masa *curing* selama 28 hari kemudian dilakukan tes kuat tekan dan didapatkan hasil = 1,9 ton

$$\text{Kuat tekan} = P/A = 1,9\text{ton}/100\text{cm}^2$$

$$1 \text{ MPa} = 10 \text{ kg/cm}^2$$

$$\begin{aligned}\text{Kuat tekan} &= 1900 \text{ kg}/100 \text{ cm}^2/10\text{cm}^2 \\ &= 1,9 \text{ MPa}\end{aligned}$$

## 4. Analisa Penyerapan Air

Setelah uji kuat tekan diambil sedikit sampel untuk diuji penyerapan air dengan cara merendam ke air selama 1 menit dan kemudian di oven hingga berat konstan

$$\text{Berat sebelum di oven (A)} = 190 \text{ gr}$$

$$\text{Berat setelah di oven (B)} = 170 \text{ gr}$$

$$\% \text{ penyerapan air} = (A - B)/B \times 100\%$$

$$\% \text{ penyerapan air} = (190 - 170)/170 \times 100\% = 11.8\%$$

## BIODATA PENULIS



Irawan Prasetya, lahir di Surabaya, 3 Februari 1997. Merupakan anak tunggal. Alamat rumah berada di Jl. Lasem IV/2, Surabaya. Penulis telah menempuh pendidikan formal, antara lain SDN Panjang Jiwo III Surabaya, SMPN 30 Surabaya, SMAN 14 Surabaya, dan DIII Teknik Kimia Industri Fakultas Vokasi-ITS. Memiliki hobi bermain game online. Memiliki motto hidup “Jadi baik dan lebih baik lagi”.

Selama kuliah di ITS, penulis pernah melaksanakan kerja praktek/KP di PT.Petrokimia, Gresik selama kurang lebih satu bulan.

E-mail: [irawanprasetya682@gmail.com](mailto:irawanprasetya682@gmail.com)



Maulana Rahendra Kusuma, lahir di Tuban, 14 Juni 1996. Anak bungsu dari tiga bersaudara. Alamat rumah Jl. K.H. Musta'in, Kutorejo gg. II/257, Tuban. Penulis menempuh pendidikan formal, antara lain SDN Kutorejo I Tuban, SMP Negeri 1 Tuban, SMA Negeri 1 Tuban, dan DIII Teknik Kimia Industri Fakultas Vokasi – ITS. Hobi bermain basket, volly, futsal, dan *travelling*. Motto hidup “Memang baik

menjadi orang penting, tetapi lebih penting untuk menjadi orang baik”.

Selama kuliah di ITS penulis melaksanakan kerja praktek di PT. Semen Indonesia, Tuban selama 1 bulan.

E-mail : [maulana711@gmail.com](mailto:maulana711@gmail.com)