

## PENGARUH PENGGUNAAN STYROFOAM SEBAGAI PENGGANTI PASIR DAN ZAT ADDITIVE SIKAMENT TERHADAP KUAT TEKAN BATA BETON RINGAN

Oleh :

**Mulyati<sup>1</sup>, Reza Asrillina<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Padang

<sup>2</sup>Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Padang  
[mulyati\\_tsp@yahoo.com](mailto:mulyati_tsp@yahoo.com)

### Abstrak

*Pemakaian bata beton pada dinding sebagai pengganti bata merah memiliki kelemahan, yaitu berat jenisnya cukup tinggi, sehingga bangunan menjadi lebih berat. Oleh karena itu diperlukan inovasi teknologi beton untuk mendapatkan material bangunan yang ringan. Salah satu bahan alternatif yang dapat digunakan sebagai pengganti pasir dalam pembuatan bata beton adalah Styrofoam. Penggunaan Styrofoam sebagai pengganti pasir sebanyak 30%, 50%, dan 80%. Untuk mempercepat proses pengerasan dengan kekuatan awal dan akhir yang tinggi pada pembuatan bata beton ringan digunakan zat additive Sikament sebanyak 1% dari jumlah campuran adukan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin banyak penggunaan Styrofoam maka berat bata beton semakin ringan, namun kuat tekan semakin berkurang. Kuat tekan bata beton pada penggunaan styrofoam sebagai pengganti pasir sebanyak 30%, 50%, dan 80% adalah 6,1 MPa, 5,5 MPa, dan 3,8 MPa. Dengan demikian penggunaan Styrofoam sebagai pengganti pasir sebesar 50% dapat mencapai standar kuat tekan minimum bata merah pejal untuk pasangan dinding yaitu sebesar 5 MPa.*

*Kata Kunci: bata beton ringan, kuat tekan, styrofoam, zat additive sikament*

### Abstract

*Application of concrete brick for wall as a substitute of red brick has a weakness, namely high specific gravity, so the building becomes heavier. Therefore, concrete technology innovation is needed to get lightweight building materials. The alternative material which can be used as a substitute of sand to making concrete bricks is Styrofoam. The usage of Styrofoam as a substitute of sand are 30%, 50%, and 80%. For making paster in stiffening process with high early and final of strength in light concrete brick is used additive Sikament around 1% of mixture. The results of the study show that more use of Styrofoam, than the weight of concrete brick is lighter, but the compressive strength is lower. The compressive strength of concrete brick for the usage of Styrofoam as a substitute of sand are 30%, 50%, 80% was 6,1 MPa, 5,5 MPa, 3,8 MPa. Thus, the use of Styrofoam as a substitute of sand is 50%, it can reached the minimum standard of compressive strength of solid red brick for wall pairs, that is 5 MPa.*

*Keyword: lightweight concrete brick, compressive strength, styrofoam, additive sikament*

## 1. PENDAHULUAN

Padang merupakan daerah yang sangat rawan terhadap gempa. Menurut SNI-1726-2012 Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung, berdasarkan percepatan respon gerak tanah gempa maksimum yang dipertimbangkan dengan resiko tertarget ( $MCE_R$ ) masuk area 60% g, yang merupakan daerah dengan resiko gempa tinggi.

Mengingat gempa yang melanda Sumatera Barat tanggal 30 September 2009 dengan kekuatan 7,9 SR (BMKG Padang Panjang), akibatnya menurut data Satuan Koordinator Pelaksanaan Penanggulangan Bencana (Satkorlah PB) sebanyak 1.110

orang tewas, 2.180 orang luka-luka, dan ribuan orang terperangkap dalam reruntuhan bangunan.

Seringnya terjadi gempa di wilayah-wilayah Indonesia membuktikan bahwa Indonesia berada pada kawasan dengan tingkat aktivitas gempa bumi yang tinggi. Hal ini mengharuskan setiap pekerjaan konstruksi bangunan memperhatikan aspek keamanan terhadap gempa, baik perencanaan maupun pelaksanaan, dan tidak kalah pentingnya adalah material yang digunakan untuk struktur.

Pada akhir-akhir ini pembangunan pada bidang konstruksi di era modern menunjukkan perkembangan yang pesat,

diantaranya penggunaan material bahan bangunan yang memiliki efisiensi lebih baik. Salah satunya adalah penggunaan bata beton pada dinding sebagai pengganti bata merah. Namun beton memiliki kelemahan yaitu berat jenisnya cukup tinggi, sehingga bangunan menjadi lebih berat. Oleh karena itu diperlukan inovasi teknologi beton untuk mendapatkan material bangunan yang ringan.

Dalam proses pembuatan bata beton ringan tentu dibutuhkan material campuran sebagai pengganti pasir yang memiliki berat jenis rendah. Salah satu bahan alternatif yang dapat digunakan sebagai pengganti pasir adalah *Styrofoam*. Penggunaan *Styrofoam* sebagai bahan material bangunan akan berdampak positif terhadap lingkungan. Menurut data dari EPA (*Environmental Protection Agency*) di tahun 1986 menyebutkan bahwa limbah *Styrofoam* sangat banyak, selanjutnya EPA mengategorikan proses pembuatan *Styrofoam* sebagai penghasil limbah berbahaya ke-5 terbesar di dunia (Ami, 2014). Abadan (2011) memanfaatkan pasir Telaga Sari dan *styrofoam* untuk pembuatan batako ringan, dengan perbandingan 1 semen : 4 pasir : 1 *styrofoam*, didapat hasil kuat tekan sebesar 6,955 MPa. Candra (2015) menggunakan *styrofoam* 80% dari berat pasir untuk campuran bata beton ringan, diperoleh kuat tekan sebesar 1,065 MPa.

Untuk mempercepat proses pengerasan dengan kekuatan awal dan akhir yang tinggi pada bata beton ringan digunakan zat *additive* Sikament, yang digunakan sebagai bahan mengurangi air (*water reducer*) dan *superplasticizer* yang sangat efektif untuk memproduksi beton mutu tinggi pada iklim panas. Herol (2015) menyatakan bahwa penggunaan *Styrofoam* 80% dari berat pasir dan zat *additive* sikament 163 pada campuran bata beton ringan diperoleh kuat tekan sebesar 1,695 MPa.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penggunaan *Styrofoam* sebagai pengganti pasir dan penambahan zat *additive* sikament terhadap kuat tekan bata beton ringan. Kedepan diharapkan penggunaan *Styrofoam* pada campuran bata beton sebagai pengganti bata merah akan membuat dinding lebih ringan, sehingga dapat mengurangi berat bangunan dan struktur akan lebih aman dari bahaya gempa.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Bata Beton

Menurut SNI 03-0349-1989, bata beton adalah suatu jenis unsur bangunan berbentuk bata yang terbuat dari bahan utama semen Portland, air dan agregat yang dipergunakan untuk pasangan dinding. Bata beton merupakan salah satu bahan bangunan berupa batu-batuan yang pengerasannya tidak dibakar dengan campuran pasir, semen, air dan dapat ditambahkan dengan bahan lainnya (*additive*). Kemudian dicetak melalui proses pemadatan, sehingga berbentuk balok-balok dengan ukuran tertentu serta dalam pemeliharannya ditempatkan pada tempat yang lembab atau tidak terkena matahari langsung atau hujan.

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

1. Mutu I adalah bata beton yang digunakan untuk konstruksi yang memikul beban dan biasanya digunakan untuk konstruksi yang tidak terlindung (di luar atap).
2. Mutu II adalah bata beton yang digunakan untuk konstruksi yang memikul beban tetapi penggunaannya hanya konstruksi yang terlindung dari cuaca luar (di bawah atap).
3. Mutu III adalah bata beton yang digunakan untuk konstruksi yang tidak dibebani, terlindung dan tidak dipleset.
4. Mutu IV adalah batako yang digunakan untuk konstruksi yang tidak memikul beban, dinding penyekat dan lain-lain serta konstruksi yang selalu terlindungi dari cuaca luar.

Persyaratan fisis bata beton dapat dilihat dalam Tabel 1.

**Tabel 1.** Persyaratan fisis bata beton

Syarat Fisis	Satuan	Tingkat Mutu Bata Beton Pejal			
		I	II	III	IV
1. Kuat tekan bruto rata-rata minimum	Kg/cm <sup>2</sup>	100	70	40	25
2. Kuat tekan bruto masing-masing benda uji	Kg/cm <sup>2</sup>	90	65	35	21
3. Penyerapan air rata-rata maksimum	%	25	35	-	-

Sumber: SNI 03-0349-1989

### 2.2 Bata Beton Ringan

Bata beton ringan atau sering disebut hebel dan celcon bata ini cukup ringan, halus dan memiliki tingkat keretakan yang baik. Bata beton *Styrofoam* ringan dibuat dari campuran air, semen, pasir dan *Styrofoam*

berupa gabus putih yang banyak digunakan untuk bahan pengganjal pada pengepakan barang-barang elektronik (Satyarno, 2004). Bata beton ringan ini diciptakan agar dapat memperingan beban struktur dari konstruksi bangunan. Semakin banyak *Styrofoam* yang digunakan dalam bata beton maka akan dihasilkan bata beton ringan dengan berat jenis yang lebih kecil, namun kuat tekan bata beton yang diperoleh tentunya akan lebih rendah, untuk itu haruslah disesuaikan dengan kegunaannya seperti untuk struktur, struktur ringan, atau hanya untuk dinding pemisah yang secara umum disebut non struktur (Satyarno, 2004).

### 2.3 Styrofoam

*Styrofoam* berasal dari kata *styrene* (zat kimia bahan dasar), dan *foam* (bias/buih), yang memiliki berat sangat ringan karena kandungan di dalamnya 95% udara dan 5% *styrene*. Cara pembuatan *Styrofoam* yaitu mulai dari pembentukan *polystyrene* dari *styrene*, kemudian dihembuskan udara ke dalam *polystyrene* dengan menggunakan CFC (*Cloro Fluro Carbon*) sebagai *blowing agent* (Hero, 2015).

Karakteristik dari *polystyrene* yaitu tahan benturan, menginsulasi panas, kaku, ringan, tahan air, kedap suara, sulit terurai, mudah dipotong, ekonomis, bewarna putih pada umumnya, larut dalam cairan kimia tertentu seperti *eter*, *hidrokarbon aromatic* dan *chlorinated hydrocarbon*. *Polystyrene* dihasilkan dari *styrene* ( $C_6H_5CH_2$ ) yang mempunyai gugus *phenyl* (enam cincin karbon) yang tersusun secara tidak teratur sepanjang garis karbon dari molekul. *Polystyrene* merupakan bahan yang baik, ditinjau dari segi mekanis maupun suhu, namun bersifat agak rapuh dan lunak pada suhu di bawah  $100^{\circ}C$  (Billmeyer, 1984). *Polystyrene* ini memiliki berat jenis sampai  $1050 \text{ kg/m}^3$ , kuat tarik sampai  $40 \text{ MN/m}^2$ , modulus lentur sampai  $3 \text{ GN/m}^2$ , modulus geser sampai  $0,99 \text{ GN/m}^2$ , angka poisson 0,33 (Crawford, 1998). Selanjutnya karakteristik *Styrofoam* dapat dilihat dalam Tabel 2.

**Tabel 2.** Karakteristik *Styrofoam*

No	Karakteristik <i>Styrofoam</i>	Nilai
1.	Ukuran butiran	3 mm – 5 mm
2.	Berat jenis	13 – 22 $\text{kg/m}^3$
3.	Modulus Young	3000 – 3600 $\text{kg/m}^2$
4.	Kuat tarik	40 – 60 MPa
5.	<i>Speksific heatstyrofoam</i>	1,3 $\text{kJ/(kg.k)}$

6.	<i>Thermal conductivity</i>	0,08 $\text{m/m.k}$
----	-----------------------------	---------------------

Sumber: Susanto, Ricki (2011)

### 2.4 Zat Additive Sikament

Sutarto (1998) menyatakan bahwa zat *additive* Sikament dapat digunakan sebagai bahan untuk mengurangi air (*water reducer*) dan *superplasticizer* yang sangat efektif untuk memproduksi beton berkualitas tinggi pada iklim panas. Selanjutnya kegunaan zat *additive* Sikament dapat dijelaskan sebagai berikut:

#### 1. Pengurang air (*water reducer*)

Komposisi kimia yang pada dasarnya mengandung *lignosulfonat* dan *high-range* mengandung *sulfonat naftalin formaldehyde* atau *sulfonat melamin formaldehyde*. Zat ini digunakan untuk meningkatkan *workability* tanpa menambah air dengan kekuatan sama, meningkatkan kesuatan dengan mengurangi kebutuhan air sampai sebanyak 10% tanpa kehilangan *workability*, dan mengurangi pemakaian semen untuk kekuatan *workability* yang sama.

#### 2. *Superplasticizer*

*Superplasticizer* (*high range water reducer admixtures*) sangat meningkatkan kelecakan campuran. Campuran dengan slump sebesar 7,5 cm akan menjadi 20 cm, digunakan terutama untuk beton mutu tinggi karena dapat mengurangi air sampai 30%. Pada prinsipnya mekanisme kerja dari setiap *Superplasticizer* sama, yaitu menghasilkan gaya tolak menolak (*dispersion*) yang cukup antar partikel semen agar tidak terjadinya pengumpulan partikel semen (*flocculade*) yang dapat menyebabkan terjadinya rongga udara di dalam beton, yang akhirnya akan mengurangi kekuatan beton.

### 2.5 Kuat Tekan Bata Beton Ringan

Kuat tekan merupakan perbandingan besarnya beban maksimum yang dapat ditahan dengan luas penampang yang mengalami gaya tekan. Pengukuran kuat tekan bata beton mengacu pada standar ASTM C-133-97. Perhitungan kuat tekan bata beton ringan diperoleh berdasarkan persamaan:

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

dengan  $fc'$  adalah nilai kuat tekan beton (MPa),  $P$  adalah gaya tekan yang mampu ditahan oleh penampang beton, dan  $A$  adalah

luas penampang beton yang menerima gaya tekan ( $\text{mm}^2$ ).

Standar kuat tekan bata beton ringan mengacu pada standar kuat tekan bata merah pejal untuk pasangan dinding, dapat dilihat dalam Tabel 3.

**Tabel 3.** Kuat tekan bata merah pejal untuk pasangan dinding

Kelas	Kuat tekan rata-rata minimum		Koefisien variasi dari kuat tekan rata-rata yang diuji (%)
	( $\text{kg/cm}^2$ )	(MPa)	
50	50	5	22
100	100	10	15
150	150	15	15

Sumber: SNI 15-2094-2000

Sifat tampak bata beton ringan juga mengacu pada sifat tampak bata merah pejal, yang merupakan kondisi batu bata secara visual (tampakan) harus berbentuk prisma segi empat panjang, rusuk-rusuk siku, rata dantidak retak, serta ukuran yang diizinkan dengan batas toleransi dapat dilihat dalam Tabel 4.

**Tabel 4.** Ukuran dan toleransi bata merah pejal untuk pasangan dinding

Modul	Tinggi (mm)	Lebar (mm)	Panjang (mm)
M-5a	$65 \pm 2$	$92 \pm 2$	$190 \pm 4$
M-5b	$65 \pm 2$	$100 \pm 2$	$190 \pm 4$
M-6a	$52 \pm 3$	$110 \pm 2$	$230 \pm 5$
M-6b	$55 \pm 3$	$110 \pm 2$	$230 \pm 5$
M-6c	$70 \pm 3$	$110 \pm 2$	$230 \pm 5$
M-6d	$80 \pm 3$	$110 \pm 2$	$230 \pm 5$

Sumber: SNI 15-2094-2000

### 3. METODOLOGI PENELITIAN

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah pasir yang berasal dari Lubuk Alung, Semen PCC produksi PT. Semen Padang, *Styrofoam*, dan zat *additive* Sikament. *Styrofoam* digunakan sebagai bahan campuran bata beton pengganti pasir, dan ditambahkan dengan zat *additive* Sikament yang digunakan untuk mempercepat proses pengerasan dengan kekuatan awal dan akhir yang tinggi pada bata beton ringan.

*Styrofoam* diperoleh dari limbah bekas pengepakan bahan elektronik, yang kemudian dihaluskan menyerupai butiran pasir dengan ukuran butiran maksimum 4,75 m, seperti terlihat pada Gambar 1. Zat *additive* yang digunakan adalah Sikament

yang mengandung *superplasticizer*, menurut ASTM C 494-92 termasuk kedalam zat *additive* tipe F, dapat dilihat pada Gambar 2.



**Gambar 1.** *Styrofoam* yang telah dihaluskan



**Gambar 2.** Zat *Additive* Sikament

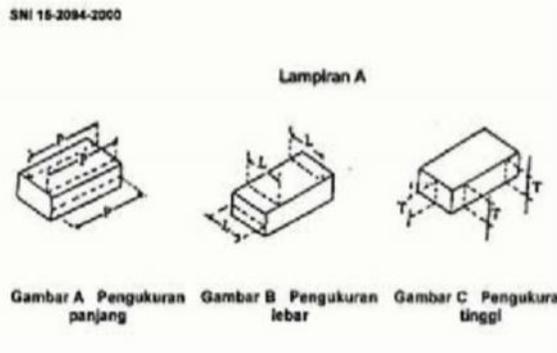
Perencanaan campuran bata beton ringan dengan komposisi campuran berdasarkan perbandingan volume, yaitu 1 semen, 2 pasir, dengan FAS 0,5. Penggunaan *Styrofoam* sebagai pengganti pasir dibuat dalam tiga variasi, yaitu 30%, 50%, 80%, dan untuk sebagai pembanding dibuat campuran tanpa *Styrofoam*. Pada setiap campuran ditambahkan zat *additive* Sikament sebanyak 1% dari jumlah campuran adukan.

Pembuatan benda uji bata beton dengan cetakan empat persegi ukuran 23 cm x 11 cm x 5 cm, diperlihatkan pada Gambar 3, yang dibuat 3 (tiga) buah benda uji untuk masing-masing variasi. Perawatan benda uji (*curing*) dilakukan dengan cara merendam dalam air selama 28 hari.



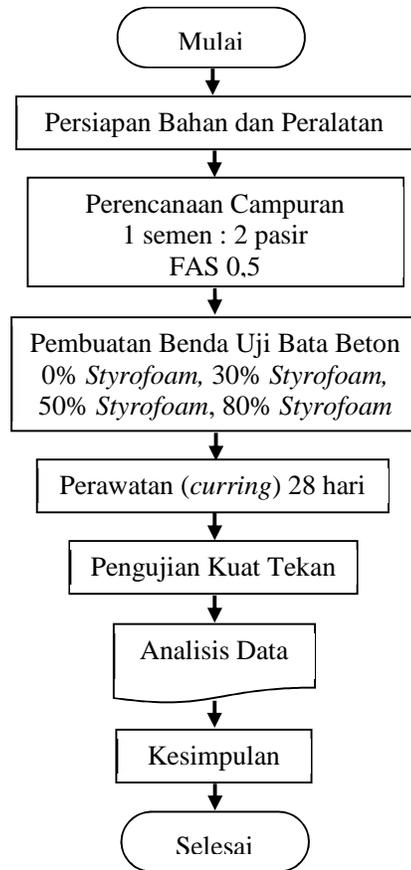
**Gambar 3.** Cetakan bata beton ringan

Pengujian bata beton ringan dilakukan berdasarkan SNI 15-2094-2000 tentang Mutu dan Cara Uji Bata Merah Pejal Untuk Pasangan Dinding, seperti terlihat pada Gambar 4. Pengujian kuat tekan bertujuan untuk mengetahui kuat tekan karakteristik (kuat tekan maksimum yang dapat diterima oleh bata beton ringan sampai hancur).



**Gambar 4.** Cara pengujian bata beton

Pelaksanaan penelitian selengkapnya seperti pada diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 5.



**Gambar 5.** Diagram alir penelitian

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### 4.1 Berat Bata Beton

Hasil pemeriksaan berat bata beton pada kondisi kering untuk tiap variasi penggunaan *Styrofoam* diperlihatkan dalam Tabel 5.

**Tabel 5.** Berat bata beton

% <i>Styrofoam</i> terhadap pasir	Berat rata-rata (gr)
0	2659
30	2525
50	2329
80	2036

Berat bata beton semakin berkurang seiring dengan peningkatan penggunaan jumlah *Styrofoam* sebagai pengganti pasir. Penggunaan *Styrofoam* 30% dari jumlah pasir mengurangi berat bata beton sebesar 134 gr, dan penggunaan *Styrofoam* 50% dari jumlah pasir mengurangi berat bata beton sebesar 330 gr, sedangkan *Styrofoam* 80%

dari jumlah pasir mengurangi berat bata beton sebesar 623 gr.

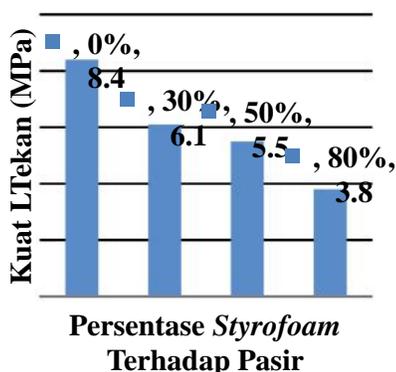
Penggantian sejumlah pasir dengan *Styrofoam* dapat membuat bata beton menjadi ringan. Bata beton yang paling ringan diperoleh pada penggunaan 80% *Styrofoam*. Hal ini terjadi karena berat isi *Styrofoam* jauh lebih kecil dari pada pasir, disamping itu *Styrofoam* juga tahan air, sehingga penyerapan airnya lebih sedikit.

#### 4.2 Kuat Tekan Bata Beton Ringan

Hasil pengujian kuat tekan bata beton pada umur 28 hari dengan menggunakan alat *Universal Testing Machine* untuk tiap variasi penggunaan *Styrofoam* diperlihatkan dalam Tabel 6, dan pada Gambar 6.

**Tabel 6.** Kuat tekan bata beton ringan

% <i>Styrofoam</i> terhadap pasir	Gaya tekan (kg)	Kuat tekan rata-rata (kg/cm <sup>2</sup> )	Kuat tekan rata-rata (MPa)
0	178	84	8,4
30	151	60,97	6,1
50	137	55,06	5,5
80	94	37,87	3,8



**Gambar 6.** Grafik hubungan persentase *styrofoam* terhadap pasir dan kuat tekan bata beton

Dari hasil pengujian diperoleh nilai kuat tekan bata beton tanpa *Styrofoam* sebesar 8,4 MPa. Sedangkan kuat tekan bata beton ringan dengan menggunakan *Styrofoam* sebagai pengganti pasir dan penambahan zat *additive* Sikament sebesar 1% dari jumlah campuran adukan ditunjukkan bahwa kuat tekan tertinggi diperoleh pada penggunaan *Styrofoam* 30% yaitu sebesar 6,1 MPa, dan penggunaan *Styrofoam* 50% yaitu sebesar 5,5 MPa, sedangkan penggunaan *Styrofoam* 80% yaitu sebesar 3,8 MPa.

Penggunaan *Styrofoam* yang terlalu banyak sebagai pengganti pasir dalam campuran bata beton menyebabkan kuat tekan bata beton menjadi rendah. Hal ini disebabkan karena karakteristik *Styrofoam* yang 95% mengandung udara, sehingga terjadi rongga di dalam bata beton akibatnya bata beton menjadi tidak padat. Untuk mempercepat proses pengerasan dengan kekuatan awal dan akhir yang tinggi pada bata beton ringan, dilakukan penambahan 1% zat *additive* Sikament dari jumlah campuran adukan bata beton. Hasil penelitian membuktikan bahwa penggunaan *Styrofoam* sampai 50% sebagai pengganti pasir dengan penambahan 1% zat *additive* Sikament dari jumlah campuran adukan bata beton menghasilkan nilai kuat tekan sebesar 5,5 MPa, dengan demikian masih dapat mencapai standar kuat tekan minimum bata merah pejal untuk pasangan dinding yaitu sebesar 5 MPa.

#### 5. KESIMPULAN

- Berat bata beton semakin berkurang seiring dengan peningkatan penggunaan jumlah *Styrofoam* sebagai pengganti pasir.
- Kuat tekan bata beton ringan tertinggi diperoleh pada penggunaan *Styrofoam* 30% dari jumlah pasir dengan penambahan 1% zat *additive* Sikament dari jumlah campuran adukan bata beton.
- Penggunaan *Styrofoam* sampai 50% sebagai pengganti pasir masih dapat mencapai standar kuat tekan minimum bata merah pejal untuk pasangan dinding.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Abadan, N. F., 2011, *Pemanfaatan Pasir Telaga Sari dan Styrofoam Untuk Pembuatan Batako Ringan*, Jurnal Penelitian, PNB.
- Ami post by Data EPA (*Enviromental Protection Agency*), 2014, *Berbahaya atau Bermanfaat*, <http://lailaturrahmi.file.wordpress.com/2014/03/Styrofoam>, diakses 23 Oktober 2017.
- Candra, P. D., 2015, *Analisis Kuat Tekan dan Modulus Elastisitas Bata Beton Ringan*, Proyek Akhir, UNP.
- Hera, A., post by BMKG Padang Panjang, 2015, *Review Gempa Bumi Sumatera Barat 30 September 2009 Sebagai*

- Upaya Mitigasi Gempa*,  
[www.sumbarpov.go.id/details/catagory/290](http://www.sumbarpov.go.id/details/catagory/290), diakses 22 Oktober 2017.
- Herol, 2015, *Analisis Kuat Tekan dan Modulus Elastisitas Bata Beton Ringan Dengan Penambahan Styrofoam*, Proyek Akhir, UNP.
- Satyarno, 2004, *Bata Beton Ringan Styrofoam*, UGM, dalam Herol, 2015, *Analisis Kuat Tekan dan Modulus Elastisitas Bata Beton Ringan Dengan Penambahan Styrofoam*, Proyek Akhir, UNP.
- Sutarto, 1988, *Konstruksi Beton Bertulang Indonesia*, NI 2 Bandung, Departemen Pekerjaan Umum, Jurnal Penelitian Darmono.
- DPU, 1989, SNI 03-0349-1989, *Bata Beton Untuk Pasangan Dinding*, LPMB, Bandung.
- DPU, 2000, SNI 15-2094-2000, *Mutu dan Cara Uji Bata Merah Pejal*, LPMB, Bandung.
- DPU, 2012, *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*, LPMB, Bandung.