

## PEMBUATAN BATA BETON MENGGUNAKAN LIMBAH STYROFOAM

**Sudarno<sup>1</sup>, Syanne Pangemanan<sup>2</sup>**

Program Studi Diploma IV Teknik Konstruksi Jalan Jembatan

Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Manado

E-mail korespondensi: [syannepangemanan70@gmail.com](mailto:syannepangemanan70@gmail.com)

### **Abstrak**

*Penelitian ini bertujuan untuk mengurangi limbah styrofoam dan memanfaatkan penggunaannya, dan membuat komposisi campuran bata beton (batako) dengan bahan tambah limbah styrofoam sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI). Dan juga untuk melakukan pengujian dan analisa kuat tekan, kuat lentur, dan penyerapan air batako.*

*Penelitian bersifat uji laboratorium. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa pengujian kuat tekan beton untuk batako normal mendapatkan hasil standar mutu kelas III, dan untuk batako dengan campuran styrofoam tidak memenuhi standar mutu kelas I, II, III, dan IV sesuai SNI-03-034-1989. Untuk pengujian kuat lentur baik untuk batako normal dan batako styrofoam tidak memenuhi standar kuat lentur yang disyaratkan sebesar 10 MPa. Nilai initial rate of suction (IRS) di simpulkan mempunyai daya serap yg rendah, sehingga pada pekerjaan pemasangan batako tidak diperlukan perendaman. Dari segi berat batako Styrofoam lebih diuntungkan dengan perbandingan berat sebesar 852 kg/m<sup>3</sup>.*

**Kata Kunci:** bata beton, limbah styrofoam, batako styrofoam

### **1 PENDAHULUAN**

Beton merupakan material struktur yang umum digunakan. Sebagian besar bangunan, komponen utamanya terbuat dari beton. Hal ini tidaklah mengherankan karena beton memiliki banyak keunggulan apabila dibandingkan bahan yang lain. Tetapi beton juga memiliki kelemahan, salah satunya adalah berat jenis relatif tinggi sehingga beban mati pada suatu struktur menjadi besar. Menurut Tjokrodinuljo (2007), beberapa metode dapat digunakan untuk mengurangi berat jenis beton, diantaranya adalah penggunaan agregat ringan. Hasil penelitian sebelumnya yang menggunakan busa polistiren sebagai campuran beton ringan menunjukkan bahwa berat jenis beton yang menggunakan campuran busa polistiren bisa jauh lebih rendah dibandingkan beton biasa. Jika massa jenis beton biasa sekitar 2400 kg/m<sup>3</sup> maka berat jenis beton yang menggunakan campuran *foamed polystyrene* hanya 600 kg/m<sup>3</sup> (Satyarno, 2004). Karena kuat tekannya yang relatif rendah, selama ini beton ringan busa polistiren hanya digunakan untuk bagian non struktural, seperti batako atau panel dinding.

Material alternatif telah dikembangkan untuk meningkatkan potensi material yang sudah ada termasuk styrofoam. Limbah styrofoam saat ini banyak terdapat pada produk elektronik, wadah buah-buahan dan makanan yang akan berdampak negatif terhadap lingkungan. Bahan Styrofoam tidak dapat diuraikan dengan cepat oleh alam, sehingga limbah material ini harus dapat dimanfaatkan dan di gunakan kembali untuk kesejahteraan manusia. Penelitian ini mencoba untuk mengaplikasikan konsep penggunaan limbah *styrofoam* dalam campuran batako, sehingga diadakan pengujian laboratorium dengan benda uji batako 10 x 12 x 25 cm untuk mengetahui kuat tekan, kuat lentur dan penyerapan air batako.

Tujuan dari penelitian ini yaitu membuat komposisi campuran bata beton (Batako) dengan bahan tambah limbah *Styrofoam*, melakukan pengujian dan analisa kuat tekan, kuat lentur dan penyerapan air bata beton (batako). Manfaat penulisan ini adalah untuk menjelaskan pengaruh penambahan limbah *Styrofoam* terhadap kuat tekan, kuat lentur, penyerapan air dan menganalisa biaya pekerjaan untuk pasangan dinding batako, manfaat lain adalah mengurangi limbah *Styrofoam* dengan memanfaatkannya sebagai campuran pembuatan batako.

## 2 DASAR TEORI

### **Batako**

Batako merupakan salah satu bahan bangunan yang berupa batuan, dan pengerasannya tidak akan terbakar dengan bahan cetakan berupa campuran pasir, semen, air dan bahan tambahan lainnya, dalam hal ini dapat ditambahkan bersama dengan styrofoam. Batu bata tersebut kemudian dicetak menjadi balok-balok dengan ukuran tertentu melalui proses pemadatan, kemudian menjalani proses pengerasan. Batu bata tersebut diletakkan di tempat yang lembab atau tempat yang tidak terkena sinar matahari langsung atau hujan, sehingga memenuhi syarat untuk digunakan sebagai bahan dinding. Kekuatan atau kualitas balok beton sangat dipengaruhi oleh cara pembuatan dan komposisinya. Batako dapat dibagi menjadi bata biasa dan bata ringan. Bentuk batako sendiri tersusun dari hollow block dan solid block, serta memiliki ukuran yang bervariasi.

Menurut SNI 03-0349-1989, “Conblock (concrete block) atau batu cetak beton adalah komponen bangunan yang dibuat dari campuran semen Portland atau pozolan, pasir, air dan atau tanpa bahan tambahan lainnya (additive), dicetak sedemikian rupa hingga memenuhi syarat dan dapat digunakan sebagai bahan untuk pasangan dinding”.

Sedangkan Heinz dan Koesmartadi (1999) berpendapat bahwa batu buatan yang tidak dibakar, dikenal dengan nama batako (bata berlubang yang dibuat secara pemadatan dari trass dan kapur tanpa semen) atau conblock (bata berlubang yang dibuat secara pemadatan dari pasir dan semen), sudah mulai dikenal oleh masyarakat sebagai bahan bangunan dan sudah dipakai untuk membangun rumah dan gedung.

### **Batako Styrofoam**

Menurut Anggoro (2014), bata berbusa polistiren merupakan salah satu jenis bata ringan yang belum banyak ditemukan pada bahan bangunan. Bata ringan dibuat dengan menambahkan material lain yang massa jenisnya lebih ringan dibandingkan dengan bahan dasar yang membentuk bata semen portland. Pendekatan alternatif yang dapat dilakukan adalah dengan menambahkan busa polistiren pada campuran bata semen Portland dan mengurangi penggunaan agregat halus. Kepadatan busa polistiren lebih kecil daripada kerapatan agregat

halus, dan biasanya memungkinkan untuk menghasilkan batu bata semen Portland yang lebih ringan daripada batu bata semen Portland biasa. Sifat fisik bata styrofoam mirip dengan ukuran bata merah.

Namun, bata yang terbuat dari limbah polistiren berbusa memiliki keunggulan dibandingkan bata merah. Selain lebih mudah dalam pemasangan, batako styrofoam mampu meredam suara sehingga sangat cocok digunakan pada bangunan untuk studio band. Sifat styrofoam yang mengikat akan membuat batako kuat sangat sesuai untuk daerah rawan gempa dan bangunan yang tinggi, bobotnya yang ringan juga menjadikan pemasangan batako ini juga lebih cepat.

Dengan adanya batako styrofoam diharapkan akan banyak yang menggunakannya dalam pembuatan rumah maupun gedung. Hal ini dapat didukung dengan adanya tren penghijauan yang ada ditengah masyarakat dan membuat banyak orang berlomba-lomba untuk membangun konstruksi rumah dengan konsep ramah lingkungan. Belum lagi kelebihanannya sebagai bahan bangunan konstruksi yang tahan gempa.

### ***Semen***

Semen merupakan bahan yang memiliki sifat perekat dan kohesif yaitu perekat. Menurut SNI 15-2049-2004, semen portland adalah semen hidrolik yang diproduksi dengan cara refining clinker, yang sebagian besar tersusun dari hydraulic kalsium silikat dan bahan yang digunakan yaitu gypsum. Semen adalah bahan pengikat, dan jika ditambahkan air, maka semen akan berubah menjadi nat. Jika ditambahkan agregat halus maka bubur semen akan menjadi mortar, dan bila digabungkan dengan agregat kasar akan menjadi campuran beton segar yang akan menjadi beton keras (beton) setelah pengerasan. Semen portland (SP) adalah semen hidrolik yang diproduksi dengan cara menggiling klinker halus yang tersusun dari hydraulic kalsium silikat dan gypsum sebagai bahan pendukungnya.

Semen Portland (SP) adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling halus klinker, yang terdiri terutama dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis dan gips sebagai bahan pembantu. Klasifikasi sesuai dengan tujuan pemakainya, (Tjokrodinuljo dalam Ari,2014) adapun semen portland di bagi dalam 5 jenis, sebagai berikut:

- Jenis I : Untuk konstruksi pada umumnya, dimana tidak diminta persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis-jenis lainnya.
- Jenis II : Untuk konstruksi umumnya terutama sekali bila disyaratkan agak tahan terhadap sulfat dan panas hidrasi yang sedang.
- Jenis III : Untuk konstruksi-konstruksi yang menurut persyaratan kekuatan awal yang tinggi.
- Jenis IV : Untuk konstruksi-konstruksi yang menuntut persyaratan panas hidrasi yang rendah.
- Jenis V : Untuk konstruksi-konstruksi yang menuntut persyaratan sangat tahan terhadap sulfat.
- Bahan pembentuk semen terdiri dari empat unsur penting yaitu:

- a. Trikalsium Silikat ( $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ )
- b. Dikalsium Silikat ( $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ )
- c. Trikalsium Aluminat ( $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ )
- d. Tetrakalsium Aluminoferrit ( $4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ ).

### ***Air***

Air adalah bagian penting dari beton, tapi ini yang termurah. Air diperlukan untuk bereaksi dengan semen dan bertindak sebagai pelumas antara agregat untuk memfasilitasi

pemrosesan dan pemadatan. Untuk bereaksi dengan air semen, hanya dibutuhkan sekitar 25% berat semen. Air yang memenuhi kebutuhan air minum juga memenuhi persyaratan untuk bahan pencampur beton (namun tidak berarti air pencampur beton harus memenuhi persyaratan air minum). Umumnya air yang dapat digunakan untuk mencampur beton adalah air, jika air ini digunakan maka aquades dapat digunakan untuk memproduksi beton dengan kekuatan melebihi 90% dari kekuatan beton.

### ***Pasir***

Agregat halus (pasir) terdiri dari butiran dari 0,14 sampai 5 mm, yang diterima dari pembusukan batu alam (pasir alam), atau juga dapat menghancurkan (pasir buatan), tergantung pada kondisi pembentukan TKP. Pasir alam dapat dibagi menjadi berbagai jenis, yaitu tambang pasir, pasir sungai, pasir laut, pasir dilakukan bahwa bukit-bukit pasir dibawa ke darat. Pasir membuat filler yang digunakan dengan adukan semen. Selain pasir campur produk semen bahan bangunan lainnya juga mempengaruhi sifat resistensi dari penyusutan, retak dan kekerasan di batu bata atau. Pasir yang digunakan untuk pembuatan batu bata, harus pasir berkualitas baik adalah bebas dari lumpur, tanah liat, bahan organik, garam fluorida dan garam sulfat. Selain itu, pasir harus keras, kekal dan telah menetapkan elemen (gradasi) yang baik.

### ***Styrofoam***

Menurut Anggoro (2014), styrofoam memiliki sifat fisik yang relatif tahan bocor, ringan, praktis dan dapat menjaga suhu makanan dengan baik. Hal ini yang membuat styrofoam menjadi primadona sebagai pengemas makanan. Styrofoam seringkali digunakan secara tidak tepat oleh publik karena sebenarnya styrofoam merupakan nama dagang yang telah dipatenkan oleh perusahaan Dow Chemical. Oleh pembuatnya Styrofoam dimaksudkan untuk digunakan sebagai insulator pada bahan konstruksi bangunan, bukan untuk kemasan pangan. Berikut adalah sifat-sifat Styrofoam :

- 1) Ketahanan kerja pada suhu rendah (dingin) : Jelek
- 2) Kuat Tensile 256 (j/12) : 0,13-0,34
- 3) Modulus elastisitas tegangan (ASTM D747 : 27,4-41,4 ) (MNm x 10<sup>-4</sup>)
- 4) Kuat kompresif (ASTM D696) : 74,9-110 (MNm)
- 5) Muai termal (ASTM 696) : 6-8 (mm C x 10)
- 6) Titik leleh (lunak 0C) : 82-103
- 7) Berat jenis (ASTM 792) : 1,04-1,1
- 8) Elongasi tegangan (ASTM 638) : 1,0-2,5 (%)
- 9) Kuat fexural (ASTM D790) : 83,9-11813 (mnM)
- 10) Tetapan elektrik (ASTM 150) : 2,4-3,1 (10 Hz)
- 11) Kalor jenis (kph) : 1,3-1,45 (Kg)

Selanjutnya Anggoro (2014) menyatakan bahwa styrofoam memiliki sifat basa sehingga dapat bercampur baik dengan pasta semen atau adukan untuk jangka waktu yang lama. Hal ini dapat dilihat dari penggunaan beton ringan dengan campuran Styrofoam yang sudah banyak digunakan dan diproduksi dalam dunia konstruksi saat ini.

### ***Dinding Non – Struktural***

Dinding nonstruktural adalah dinding yang tidak berperan menopang beban bangunan atas, dinding Nonstruktural hanya memikul beban sendiri tanpa harus memikul beban dari

bangunan di atasnya. Dinding ini tidak menjadi element penting dalam konstruksi bangunan melainkan hanya menjadi pembatas atau partisi di dalam ruangan. Dinding non struktural dibuat dari material gypsum, kaca, kayu untuk memberikan kesan estetika.

Umumnya penggunaan dinding struktural permanen dapat dikombinasikan dengan pemasangan setengah batu bata lalu dipasangkan kaca atau gypsum untuk menjadi partisi nonstructural. Cara ini terbilang lebih efisien dan lebih menghemat biaya pemasangan.

### 3 METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi eksperimental. Pelaksanaan testing atau uji coba dilaksanakan di Laboratorium. Dengan tahapan penelitian sebagai berikut:

1. Melakukan pengumpulan data melalui pengujian material semen dan agregat halus, perencanaan campuran batako, pembuatan benda uji, dan pengujian benda uji
2. Mempersiapkan dan menyediakan bahan, pemeriksaan sifat fisik material, berupa pemeriksaan kadar air, Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus, Pemeriksaan Berat Isi/Volume Agregat, Pemeriksaan Gradasi/Ayakan Agregat, Pemeriksaan Kadar Lumpur
3. Setelah komposisi campuran yang tepat diperoleh, selanjutnya di buat benda uji yang akan digunakan.
4. Melakukan pengujian batako berupa Kuat Tekan, Kuat Lentur, dan *Initial Rate of Suction* (IRS).

#### 3.1. Jenis Data dan Metode Pengumpulan Data

##### **Pemeriksaan Uji Bahan**

Penelitian ini merupakan studi berdasarkan bahan yang akan digunakan. Dalam penelitian ini dilakukan pengujian terhadap semen dan agregat halus. Hal ini bertujuan untuk mengetahui sifat dan karakteristik dari semen dan agregat halus yang akan digunakan.

Pengujian agregat halus, terdiri atas:

- 1) Pengujian berat jenis dan penyerapan Standart Nasional Indonesia (SNI 1970-2008).
- 2) Pengujian analisa saringan Standart Nasional Indonesia (SNI 03-1968-1990).
- 3) Pengujian berat isi Standart Nasional Indonesia (SNI 03-4804-1998).
- 4) Pengujian kadar zat organik Standart Nasional Indonesia (SNI 03-2816-1992).
- 5) Pengujian kadar lumpur Standart Nasional Indonesia (SNI 03-4142-1996).
- 6) Pengujian kadar air Standart Nasional Indonesia (SNI 03-1970-1990).

##### **Perencanaan Campuran Batako**

Dalam penelitian ini dibuat adukan dengan perbandingan campuran semen : pasir yang selanjutnya dikonversikan kedalam perbandingan volume. Setelah pengujian bahan dilakukan untuk mengetahui jumlah perencanaan kebutuhan bahan per adukan dalam membuat sejumlah benda uji batako. Untuk kebutuhan Styrofoam sebagai bahan substitusi dari pasir adalah dengan menghitung setiap campuran terhadap volume pasir yang telah dihitung sebelumnya.

### **Pembuatan Benda Uji**

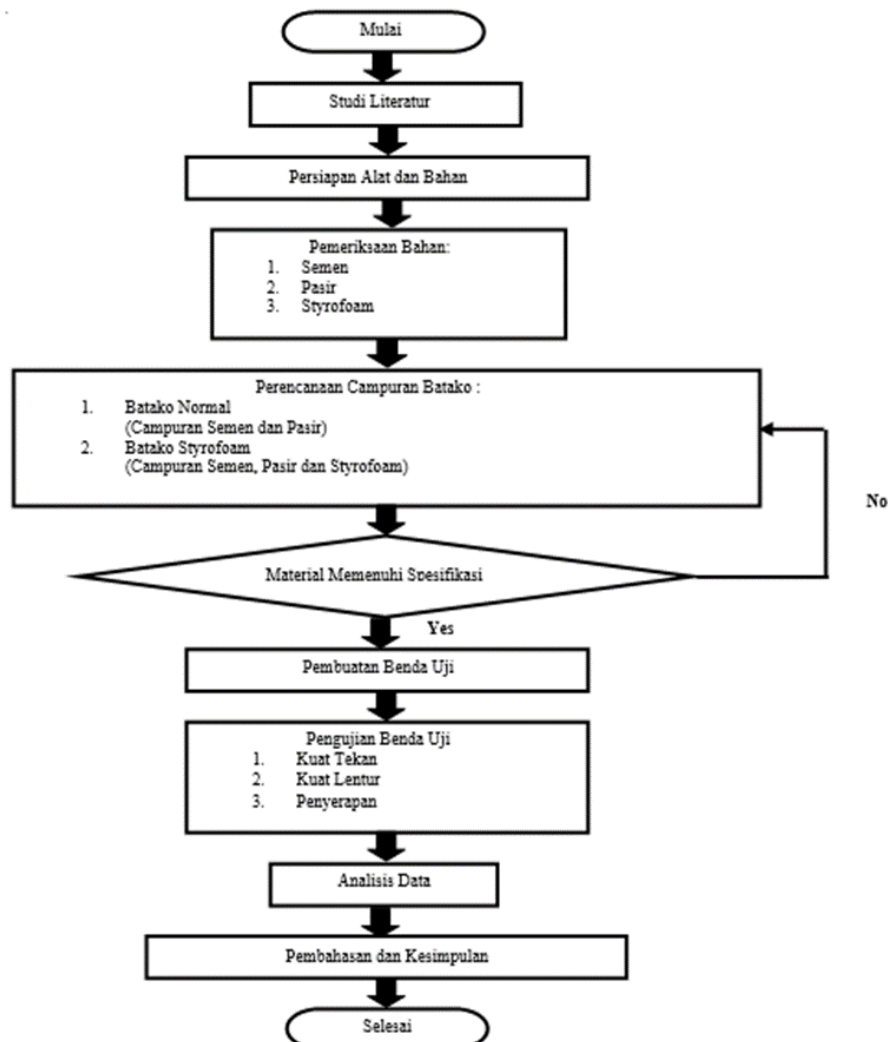
Pembuatan benda uji menggunakan mesin cetak press batako dengan ukuran benda uji adalah 10 cm x 12 cm x 25 cm.

### **Pengujian Benda Uji**

Tahap pengujian, dilakukan uji kuat tekan, kuat lentur, dan penyerapan pada umur 7, 14 dan 28 hari.

### **3.2. Metode Pelaksanaan Pengujian**

Dalam melaksanakan rencana penelitian dan untuk mempermudah memecahkan masalah yang dihadapi, maka perlu diuraikan terlebih dahulu cara-cara yang diperlukan untuk memecahkan masalah tersebut. Cara penelitian yang dilakukan dirangkum pada bagan alir Gambar 1.



**Gambar 1.** Diagram alir penelitian

### 3.3 Persiapan Material

Semen yang dipakai dalam penelitian ini yakni semen PCC (*Portland Composit Cement*), semen merk Tiga Roda dengan berat 50 kg/zak. Air yang digunakan berasal dari Laboratorium Uji Bahan Teknik Sipil Politeknik Negeri Manado. Agregat halus berasal dari sungai Maumbi Minahasa Utara, Sulawesi Utara. Dan bahan tambah campuran berupa limbah *styrofoam* yang berasal dari toko-toko elektronik.

### 3.4 Hasil Pemeriksaan Rencana Campuran (*Mix Desingn*)

Dari data hasil pengujian bahan penyusun batako dilaboratorium uji bahan Politeknik Negeri Manado, benda uji berbentuk balok dengan panjang 25cm, lebar 12cm dan tinggi 10cm, maka hasil perencanaan campuran dengan perhitungan dapat dilihat pada Tabel 1 dan tabel 2 sebagai berikut:

**Tabel 1.** Rekapitulasi Rencana Campuran Batako

| No. | Perbandingan Campuran | Tanggal Pembuatan | Berat             | Air   | Semen   | Pasir    | Styrofoam |
|-----|-----------------------|-------------------|-------------------|-------|---------|----------|-----------|
|     |                       |                   | Kg/m <sup>3</sup> | liter | kg      | kg       | kg        |
| 1   | 1PC : 2PS             | 01-06-2020        | 81.82             | 6     | 24.4    | 56.42    | --        |
| 2   | 1PC : 2PS : 1 SF      | 04-06-2020        | 61.605            | 5.5   | 19.05   | 42.315   | 0.24      |
| 3   | 1PC : 2PS : 2SF       | 11-06-2020        | 49.476            | 5     | 15.24   | 33.852   | 0.384     |
| 4   | 1PC : 2PS : 3SF       | 28-06-2020        | 41.39             | 4.5   | 12.7    | 28.21    | 0.48      |
| 5   | 1PC : 2PS : 4SF       | 28-06-2020        | 35.619            | 4     | 10.89   | 24.18    | 0.549     |
| 6   | 1PC : 3PS             | 01-06-2020        | 82.5225           | 7     | 19.05   | 63.4725  | --        |
| 7   | 1PC : 3PS : 1SF       | 28-06-2020        | 66.21             | 6.5   | 15.24   | 50.778   | 0.192     |
| 8   | 1PC : 3PS : 2SF       | 30-06-2020        | 55.335            | 6     | 12.7    | 42.315   | 0.32      |
| 9   | 1PC : 3PS : 3SF       | 30-06-2020        | 47.568            | 5.5   | 10.886  | 36.27    | 0.412     |
| 10  | 1PC : 3PS : 4SF       | 12-07-2020        | 41.741            | 5     | 9.525   | 31.736   | 0.48      |
| 11  | 1PC : 4PS             | 01-06-2020        | 82.944            | 8     | 15.24   | 67.704   | --        |
| 12  | 1PC : 4PS : 1SF       | 12-07-2020        | 69.28             | 7.5   | 12.7    | 56.42    | 0.16      |
| 13  | 1PC : 4PS : 2SF       | 12-07-2020        | 59.52             | 7     | 10.886  | 46.36    | 0.274     |
| 14  | 1PC : 4PS : 3SF       | 13-07-2020        | 52.2              | 6.5   | 9.525   | 42.315   | 0.36      |
| 15  | 1PC : 4PS : 4SF       | 13-07-2020        | 46.508            | 6     | 8.467   | 37.614   | 0.427     |
|     |                       |                   | 873.7385          | 90    | 207.499 | 661.9615 | 4.278     |

**Tabel 2.** Rekapitulasi Jumlah Benda Uji

| No | Perbandingan<br>Campuran | Pengujian |   |   |         |   |   |         |   |   | Jumlah |    |    |
|----|--------------------------|-----------|---|---|---------|---|---|---------|---|---|--------|----|----|
|    |                          | 7 Hari    |   |   | 14 Hari |   |   | 28 Hari |   |   |        |    |    |
|    |                          | K         | L | S | K       | L | S | K       | L | S | K      | L  | S  |
| 1  | 1PC : 2PS                | 6         | 2 | 2 | 6       | 2 | 2 | 6       | 2 | 2 | 18     | 6  | 6  |
| 2  | 1PC : 2PS : 1 SF         | 6         | 2 | 2 | 6       | 2 | 2 | 6       | 2 | 2 | 18     | 6  | 6  |
| 3  | 1PC : 2PS : 2SF          | 6         | 2 | 2 | 6       | 2 | 2 | 6       | 2 | 2 | 18     | 6  | 6  |
| 4  | 1PC : 2PS : 3SF          | 6         | 2 | 2 | 6       | 2 | 2 | 6       | 2 | 2 | 18     | 6  | 6  |
| 5  | 1PC : 2PS : 4SF          | 6         | 2 | 2 | 6       | 2 | 2 | 6       | 2 | 2 | 18     | 6  | 6  |
| 6  | 1PC : 3PS                | 6         | 2 | 2 | 6       | 2 | 2 | 6       | 2 | 2 | 18     | 6  | 6  |
| 7  | 1PC : 3PS : 1SF          | 6         | 2 | 2 | 6       | 2 | 2 | 6       | 2 | 2 | 18     | 6  | 6  |
| 8  | 1PC : 3PS : 2SF          | 6         | 2 | 2 | 6       | 2 | 2 | 6       | 2 | 2 | 18     | 6  | 6  |
| 9  | 1PC : 3PS : 3SF          | 6         | 2 | 2 | 6       | 2 | 2 | 6       | 2 | 2 | 18     | 6  | 6  |
| 10 | 1PC : 3PS : 4SF          | 6         | 2 | 2 | 6       | 2 | 2 | 6       | 2 | 2 | 18     | 6  | 6  |
| 11 | 1PC : 4PS                | 6         | 2 | 2 | 6       | 2 | 2 | 6       | 2 | 2 | 18     | 6  | 6  |
| 12 | 1PC : 4PS : 1SF          | 6         | 2 | 2 | 6       | 2 | 2 | 6       | 2 | 2 | 18     | 6  | 6  |
| 13 | 1PC : 4PS : 2SF          | 6         | 2 | 2 | 6       | 2 | 2 | 6       | 2 | 2 | 18     | 6  | 6  |
| 14 | 1PC : 4PS : 3SF          | 6         | 2 | 2 | 6       | 2 | 2 | 6       | 2 | 2 | 18     | 6  | 6  |
| 15 | 1PC : 4PS : 4SF          | 6         | 2 | 2 | 6       | 2 | 2 | 6       | 2 | 2 | 18     | 6  | 6  |
|    |                          |           |   |   |         |   |   |         |   |   | 270    | 90 | 90 |

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### 4.1 Kuat Tekan (*Compressive Strength*)

Pengujian kuat tekan beton pada dasarnya dilaksanakan setelah umur mencapai 28 hari karena pada umur ini kekuatan beton telah mencapai 100%. Pada penelitian ini, pengujian batako dilakukan pada umur 7, 14 dan 28 hari untuk mengetahui peningkatan kuat tekan batako dari interval umur pengujian tersebut. Secara umum diperlihatkan pada tabel 3 di bawah ini.



**Tabel 3. Pemeriksaan Kuat Tekan Batako**

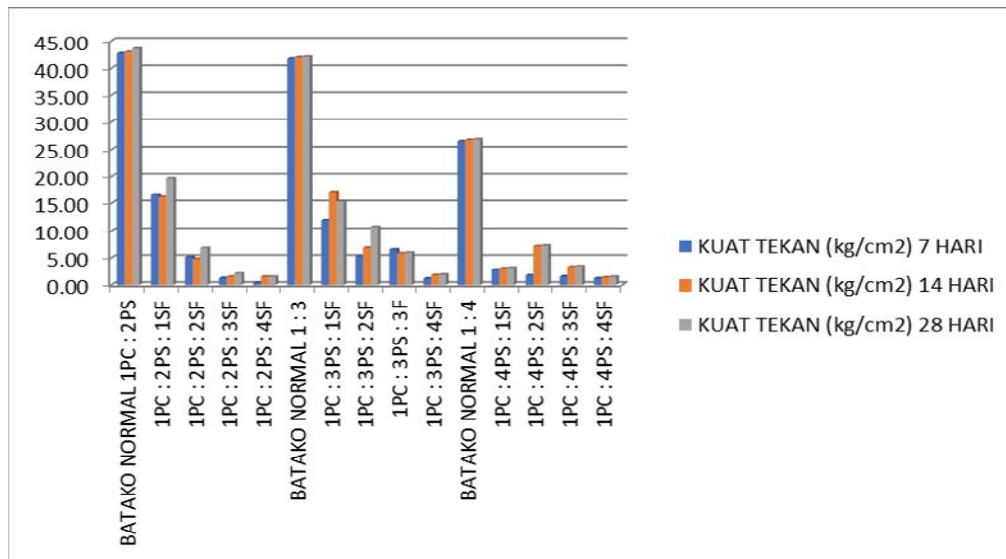
| Perbandingan Campuran   | Kuat Tekan (Kg/Cm <sup>2</sup> ) |         |         |
|-------------------------|----------------------------------|---------|---------|
|                         | 7 Hari                           | 14 Hari | 28 Hari |
| Batako Normal 1PC : 2PS | 42.70                            | 42.93   | 43.54   |
| 1PC : 2PS : 1 SF        | 16.64                            | 16.16   | 19.69   |
| 1PC : 2PS : 2SF         | 5.14                             | 4.82    | 6.83    |
| 1PC : 2PS : 3SF         | 1.25                             | 1.48    | 2.04    |
| 1PC : 2PS : 4SF         | 0.42                             | 1.47    | 1.47    |
| Batako Normal 1PC : 3PS | 41.73                            | 41.96   | 42.08   |
| 1PC : 3PS : 1SF         | 11.96                            | 17.12   | 15.36   |
| 1PC : 3PS : 2SF         | 5.29                             | 6.88    | 10.75   |
| 1PC : 3PS : 3SF         | 6.58                             | 5.85    | 5.97    |
| 1PC : 3PS : 4SF         | 1.16                             | 1.76    | 1.88    |
| Batako Normal 1PC : 4PS | 26.52                            | 26.75   | 26.87   |
| 1PC : 4PS : 1SF         | 2.79                             | 3.02    | 3.15    |
| 1PC : 4PS : 2SF         | 1.72                             | 7.17    | 7.29    |
| 1PC : 4PS : 3SF         | 1.54                             | 3.31    | 3.43    |
| 1PC : 4PS : 4SF         | 1.20                             | 1.35    | 1.47    |

Dari Tabel 3 di atas, dapat diketahui bahwa kuat tekan batako yang mengalami kenaikan seiring dengan penambahan waktu pengeringan kecuali pada campuran 1PC:2PS:1SF umur 28 hari, dan mengalami penurunan setelah dilakukan penambahan *styrofoam*. Hal ini sesuai dengan hipotesis yang dikemukakan yaitu semakin besar penambahan *styrofoam* maka kuat tekannya akan semakin kecil.

Terlihat bahwa kuat tekan dari batako *styrofoam* yang dikeringkan secara alami (7, 14 dan 28 hari) berkisar antara 1, 16-17, 12 kg/cm<sup>2</sup>. Untuk lebih lanjut mengenai kuat tekan batako yang dihasilkan dengan 15 variasi penambahan persentase *styrofoam* dan umur pengujian.

Pada batako yang dibuat tanpa menggunakan campuran Styrofoam dan dikeringkan selama 7, 14 dan 28 hari memiliki nilai kuat tekan yang dihasilkan adalah berkisar antara 26, 52-42, 70 kg/cm<sup>2</sup>. Batako ini dapat dikategorikan sebagai batako dengan kelas mutu bata III, hal ini dapat dilihat menurut SNI-03-0348-1989, yaitu kuat tekan rata-rata untuk bata beton pejal (batako) mutu III adalah 40 kg/cm<sup>2</sup>.

Untuk batako dengan penambahan *styrofoam* yang dikeringkan selama 7, 14 dan 28 hari memiliki nilai kuat tekan yang dihasilkan yaitu sebesar 1,16-17,12 kg/cm<sup>2</sup>. Apabila dilihat dari SNI-03-0348-1989, batako ini tidak masuk dalam kelas mutu bata manapun, baik untuk kelas I, II, III, maupun IV. Dari tabel 3 dan uraian kuat tekan batako di atas, maka dapat dibuat diagram yang menunjukkan hubungan antara kuat tekan batako normal dan terhadap penambahan *styrofoam* (% volume) pada umur 7, 14 dan 28 hari.



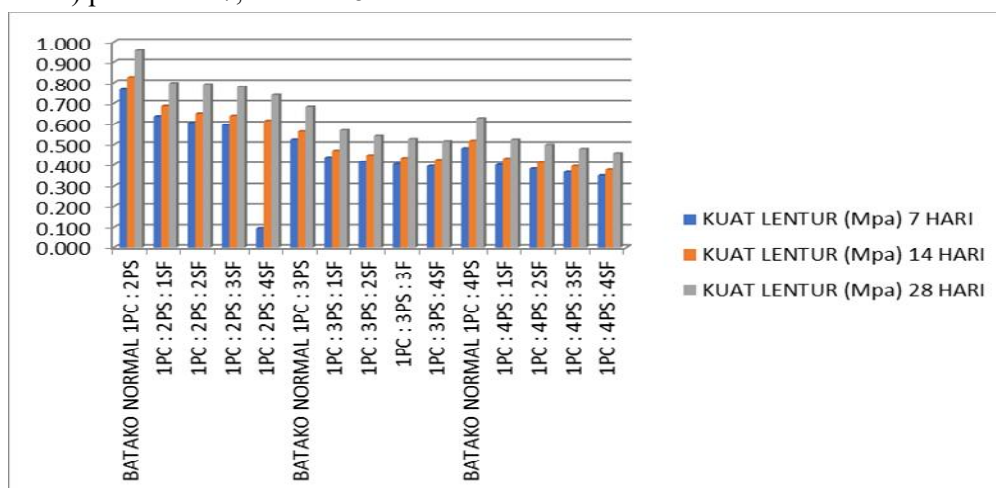
**Gambar 2.** Hubungan antara kuat tekan batako terhadap penambahan *styrofoam* (% volume) pada umur 7, 14 dan 28 hari

#### 4.2 Kuat Lentur

Pada pengujian kuat lentur ini adalah dengan meletakkan benda uji diatas 2 tumpuan yang sejajar, kemudian membebaninya dengan beban merata yang terletak ditengah bentang, serta dilakukan penambahan beban secara bertahap hingga mencapai benda uji patah untuk mendapat nilai beban maksimum ( $P_{maks}$ ).

Pengujian kuat lentur pada batako normal dan batako dengan campuran *styrofoam* pada umur 7, 14 dan 28 hari mempunyai kuat lentur yaitu sebesar 0.095 - 0.957 MPa. Kuat lentur pada penelitian ini tidak memenuhi standar kuat lentur berdasar SNI 03-6861.1-2002. Karena kuat lentur yang disyaratkan sebesar 10 MPa.

Dari tabel 3 dan uraian kuat lentur batako di atas, maka dapat dibuat diagram yang menunjukkan hubungan antara kuat lentur batako normal dan terhadap penambahan *styrofoam* (% volume) pada umur 7, 14 dan 28 hari.



**Gambar 3.** Hubungan antara kuat lentur batako terhadap penambahan *styrofoam* (% volume) pada umur 7, 14 dan 28 hari

#### 4.3 Initial Rate of Suction (IRS)

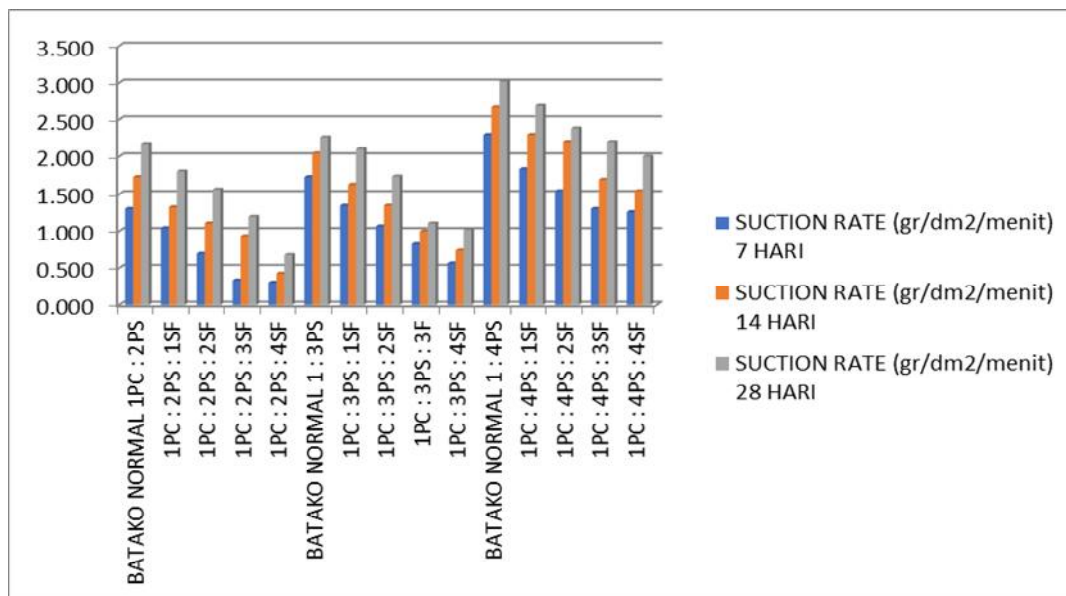
Initial rate of suction adalah kemampuan dari batako normal dan tambahan Styrofoam dalam menyerap air pertama kali dalam satu menit pertama yang dilakukan pada umur 7, 14 dan 28 hari. Dari hasil pengujian di dapat hasil dari suction rate sebesar 0,355-3,022 gr/dm<sup>2</sup>/menit. Hasil pengujian suction rate secara umum dapat dilihat Tabel 4.

**Tabel 4.** Pemeriksaan *Suction Rate*

| Perbandingan Campuran   | Suction Rate (gr/dm <sup>2</sup> /menit) |         |         |
|-------------------------|--|---------|---------|
|                         | 7 Hari                                   | 14 Hari | 28 Hari |
| Batako Normal 1PC : 2PS | 1.304                                    | 1.730   | 2.174   |
| 1PC : 2PS : 1 SF        | 1.043                                    | 1.326   | 1.804   |
| 1PC : 2PS : 2SF         | 0.696                                    | 1.109   | 1.565   |
| 1PC : 2PS : 3SF         | 0.335                                    | 0.935   | 1.196   |
| 1PC : 2PS : 4SF         | 0.304                                    | 0.426   | 0.678   |
| Batako Normal 1PC : 3PS | 1.730                                    | 2.043   | 2.261   |
| 1PC : 3PS : 1SF         | 1.348                                    | 1.630   | 2.100   |
| 1PC : 3PS : 2SF         | 1.070                                    | 1.348   | 1.739   |
| 1PC : 3PS : 3SF         | 0.826                                    | 1.000   | 1.109   |
| 1PC : 3PS : 4SF         | 0.565                                    | 0.739   | 1.022   |
| Batako Normal 1PC : 4PS | 2.296                                    | 2.665   | 3.022   |
| 1PC : 4PS : 1SF         | 1.835                                    | 2.296   | 2.687   |
| 1PC : 4PS : 2SF         | 1.543                                    | 2.200   | 2.383   |
| 1PC : 4PS : 3SF         | 1.304                                    | 1.696   | 2.200   |
| 1PC : 4PS : 4SF         | 1.261                                    | 1.543   | 2.000   |

Nilai *Initial Rate of Suction* (IRS) yang di syatkan oleh ASTM C 67-03 adalah minimal 30 gr/mnt/cm<sup>2</sup>. Nilai keseluruhan batako normal dan tambahan Styrofoam dibawah 30 gr/dm<sup>2</sup>/menit, maka tidak diperlukan perendaman. Semisal melebihi 30 gr/dm<sup>2</sup>/menit maka diperlukan perendaman agar supaya nilai IRS dibawah 30 gr/dm<sup>2</sup>/menit. Untuk nilai IRS tertinggi pada batako normal dengan komposisi variasi campuran 1pc:4ps umur 28 hari yaitu sebesar 3,022gr/dm<sup>2</sup>/menit.

Dari Tabel 4 dan uraian pengujian *suction rate* batako di atas, maka dapat dibuat diagram yang menunjukkan hubungan antara nilai dari *suction rate* batako normal dan terhadap penambahan *styrofoam* (% volume) pada umur 7, 14 dan 28hari.



**Gambar 4.** Hubungan antara *suction rate* batako terhadap penambahan *Styrofoam* (% volume) pada umur 7, 14 dan 28 hari

#### 4.4 Perbandingan Berat Batako Normal Dengan Batako Styrofoam

Dari hasil membandingkan berat batako, didapat nilai batako normal terbesar berada pada campuran 1pc : 4ps yaitu sebesar 4553 gr dan berat batako Styrofoam terbesar berada pada campuran 1pc : 4ps : 1sf yaitu sebesar 3807 gr, sehingga di dapat perbandingan sebesar 852 gr. Selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 5 berikut ini.

**Tabel 5.** Perbandingan Berat Batako Normal Dengan Batako Styrofoam

| Komposisi Batako Normal | Berat Rata-Rata (Gr) | Komposisi Batako Stryrofoam | Berat Rata-Rata (Gr) |
|-------------------------|----------------------|-----------------------------|----------------------|
| KOMPOSISI 1PC : 2PS     | 4101                 | KOMPOSISI 1PC : 2PS : 1SF   | 3701                 |
|                         |                      | KOMPOSISI 1PC : 2PS : 2SF   | 2510                 |
|                         |                      | KOMPOSISI 1PC : 2PS : 3SF   | 2382                 |
|                         |                      | KOMPOSISI 1PC : 2PS : 4SF   | 2305                 |
| KOMPOSISI 1PC : 3PS     | 4418                 | KOMPOSISI 1PC : 3PS : 1SF   | 3938                 |
|                         |                      | KOMPOSISI 1PC : 3PS : 2SF   | 2918                 |
|                         |                      | KOMPOSISI 1PC : 3PS : 3SF   | 3222                 |
|                         |                      | KOMPOSISI 1PC : 3PS : 4SF   | 2282                 |
| KOMPOSISI 1PC : 4PS     | 4553                 | KOMPOSISI 1PC : 4PS : 1SF   | 3807                 |
|                         |                      | KOMPOSISI 1PC : 4PS : 2SF   | 3152                 |
|                         |                      | KOMPOSISI 1PC : 4PS : 3SF   | 2788                 |
|                         |                      | KOMPOSISI 1PC : 4PS : 4SF   | 2632                 |

## 5. KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil pengujian yang dilakukan maka:

1. Untuk batako limbah Styrofoam variasi perbandingan campuran adalah: 1PC:2PS:1SF; 1PC:2PS:2SF; 1PC:2PS:3SF; 1PC:2PS:4SF; 1PC:3PS:1SF; 1PC:3PS:2SF; 1PC:3PS:3SF; 1PC:3PS:4SF; 1PC:4PS:1SF; 1PC:4PS:2SF; 1PC:4PS:3SF; dan 1PC:4PS:4SF.
2. Pengujian kuat tekan batako tanpa menggunakan campuran *Styrofoam* dan dikeringkan selama 7, 14 dan 28 hari, memiliki nilai kuat tekan berkisar antara 26,52 - 42,70 kg/cm<sup>2</sup>. Sesuai SNI-03-0348-1989 batako ini dapat dikategorikan sebagai batako dengan kelas mutu bata III. Pengujian kuat tekan batako dengan penambahan *styrofoam* yang dikeringkan selama 7, 14 dan 28 hari memiliki nilai kuat tekan sebesar 1,16 - 17,12 kg/cm<sup>2</sup>. Sesuai SNI-03-0348-1989, tidak masuk dalam kelas mutu bata.
3. Pengujian kuat lentur pada batako normal dan batako dengan campuran *styrofoam* pada umur 7, 14 dan 28 hari mempunyai kuat lentur yaitu sebesar 0.095 - 0.957 MPa. Hasil pengujian kuat lentur pada penelitian ini tidak memenuhi standar SNI.
4. Nilai *Initial Rate of Suction* (IRS) < 30 gr/dm<sup>2</sup>/menit. Maka tidak diperlukan perendaman pada saat pelaksanaan pemasangan. Nilai IRS tertinggi pada batako normal 1PC:4PS umur 28 hari sebesar 3,022 gr/dm<sup>2</sup>/menit.
5. Berat batako normal terbesar pada campuran 1PC:4PS sebesar 4553gr dan berat batako Styrofoam terbesar pada campuran 1PC:4PS:1SF sebesar 3807gr.

## 6. SARAN

Berdasarkan hasil dari penelitian diatas maka disarankan beberapa hal yaitu :

1. Sebaiknya pada penelitian selanjutnya agar lebih memperhatikan bahan yang akan digunakan, agar memperoleh hasil yang lebih baik.
2. Perbandingan campuran bahan agar lebih bervariasi, agar diperoleh hasil sesuai SNI yang disyaratkan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anggoro Wahyu, 2014, *Karakteristik Batako Ringan Dengan Campuran Limbah Styrofoam*, Semarang.
- [2] American Standar Testing C 136-50. Testing Agregate Standard
- [3] American Standar Testing C 67-03. Tentang Metode Uji Standar untuk Sampling dan Pengujian Brick dan Struktural Tile Tanah Liat
- [4] American Standar Testing Material C 128-68. Standard is issued under the fixed
- [5] American Standar Testing Material C 29-78. Tentang Metode Pengujian Berat Isi.
- [6] Departemen Pekerjaan Umum. 1989, SK SNI-S-04-1989-F (Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A (Bahan Bangunan Bukan Logam)), LPMB: Bandung.
- [7] Heiz dan Koesmartadi, 1999, *Ilmu Bahan Bangunan*, Yogyakarta.
- [8] Murdock LJ & KM Broook. 1979. *Bahan dan Praktek Beton*.
- [9] Standar Nasional Indonesia 03-0349-1989, Tentang Beton Untuk Pasangan Dinding.
- [10] Standar Nasional Indonesia 03-0691, Tentang Bata Beton.
- [11] Standar Nasional Indonesia 03-1968-1990, Tentang Pemeriksaan Gradasi Agregat halus.

- [12] Standar Nasional Indonesia 03-1970-1990, Tentang Metode Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan.
- [13] Standar Nasional Indonesia 03-2816-1992, Tentang Metode Pengujian Kotoran Organik Dalam Pasir Untuk Campuran Mortar Atau Beton.
- [14] Standar Nasional Indonesia 03-2834-1992, Tentang Tata Cara pembuatan Beton Normal.
- [15] Standar Nasional Indonesia 03-3976-1995, Tentang Tata Cara Pengadukan Dan Pencampuran Beton.
- [16] Standar Nasional Indonesia 03-4142-1996, Tentang Metode Pengujian Jumlah Bahan Dalam Agregat.
- [17] Standar Nasional Indonesia 03-4804-1998, Tentang Metode Pengujian Berat Isi dan Rongga udara dalam agregat
- [18] Standar Nasional Indonesia 15-2049-2004, Tentang Semen Portland.
- [19] Standar Nasional Indonesia 1970-2008, Tentang Cara uji berat jenis dan penyerapan air agregat halus.
- [20] Tjokrodimuljo, Kardiyono. 2007. *Teknologi Beton*. Yogyakarta: KMTS FT UGM
- [21] Wirdana, Aditya. 2006. *Mengenal Bahan Bangunan untuk Rumah*. Depok.