

PENGARUH KOMPOSISI BAHAN PENGISI *STYROFOAM* PADA PEMBUATAN BATAKO MORTAR SEMEN DITINJAU DARI KARAKTERISTIK DAN KUAT TEKAN

Heru Winarno¹, Rully Pujantara²

^{1,2}Jurusan Pendidikan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Negeri Makassar

heruwinarnokresno@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini dimaksudkan untuk memanfaatkan limbah *styrofoam* untuk dijadikan sebagai alternatif salah satu bahan pengisi campuran pembuatan batako mortar semen. Dengan menganalisis variasi komposisi bahan pengisi *styrofoam* untuk campuran mortar beton semen terhadap karakteristik dan kuat tekan yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan bangunan dibandingkan batako biasa. Penelitian ini direncanakan dalam masa empat bulan, dengan menganalisis variasi komposisi bahan pengisi *styrofoam* untuk campuran mortar beton semen terhadap karakteristik dan kuat tekan. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen yang dilakukan di Laboratorium Uji Bahan dan Beton Jurusan Pendidikan Teknik Sipil dan Perencanaan Fakultas Teknik Universitas Negeri Makassar. Urgensi penelitian ini dengan memanfaatkan limbah *styrofoam* untuk dijadikan sebagai alternatif salah satu bahan pengisi campuran pembuatan batako mortar semen, dapat menekan kerusakan lingkungan dimana limbah *styrofoam* merupakan salah satu bagian dari pencemaran lingkungan.

Kata kunci: Batako Mortar Semen isi *Styrofoam*, Karakteristik dan Kuat Tekan Batako

Abstract

This study is intended to take advantage of styrofoam waste to be used as an alternative one filler material mixture mortar cement block making. By analyzing variations in the composition of styrofoam fillers for concrete mortar mix cement for compressive strength characteristics and which can be used as building material than ordinary bricks. The study was planned in a period of four months, by analyzing variations in the composition of styrofoam fillers for concrete mortar cement mix on the characteristics and compressive strength. This research uses experimental methods conducted in Concrete Testing Laboratory Materials and Education Department of Civil Engineering and Planning Faculty of Engineering University of Makassar. Urgency of this study by using styrofoam waste to be used as an alternative one filler material mixture of cement mortar brick-making, can reduce damage to the environment in which the waste Styrofoam is one part of environmental pollution.

Keywords: Cement Mortar contents Styrofoam brick, concrete brick Characteristics and Compressive Strength

PENDAHULUAN

Styrofoam merupakan limbah dari pemakaian aktifitas manusia seperti: tempat makanan dan minuman, pengemas pengaman barang elektronik, mesin maupun pecah belah, dekorasi dan sebagainya. Materi dari *styrofoam* ini bersifat non-daur ulang dan non-*biodegradable* (tidak dapat membusuk menjadi zat konstituen). Produk

styrofoam dirancang untuk sekali pakai, namun, dibutuhkan beberapa ratusan tahun untuk *styrofoam* membusuk di lingkungan atau di Tempat Pembuangan Akhir.

Di perkotaan *styrofoam*, hanya terurai menjadi potongan-potongan kecil yang menjadi sampah di laut, taman, ruang terbuka, dan anak sungai atau saluran drainase. *Styrofoam* lebih lanjut

memberikan kontribusi besar sebagai sampah di perkotaan, terutama karena sifatnya yang ringan seperti mengapung di atas air dan atau mudah ditiup angin dari satu tempat ke tempat lain bahkan ketika dibuang dengan tidak benar. Sehingga bila tidak terpakai berdampak pada masalah pencemaran lingkungan. Akibatnya akan penurunan kualitas lingkungan perkotaan dari sampah di ruang terbuka yang mengancam kesehatan masyarakat.

Batako sudah lama digunakan dan dikenal sebagai bahan material bangunan teknik sipil, karena mempunyai beberapa kelebihan diantaranya efisien didalam pemasangan, hemat, dan ekonomis. Telah dilakukan usaha untuk meningkatkan, memperbaiki mutu dan pertimbangan segi ekonomis serta menyelidiki sifat-sifat batako yang belum terungkap sebelumnya. Antaranya dengan menggunakan agregat ringan, bahan additive, bahan tambahan, dan masih banyak usaha lainnya.

Beberapa penelitian tentang pemanfaatan limbah *stryofoam* dilakukan sebagai upaya pemecahan masalah dalam mengatasi pencemaran lingkungan. Misalnya: batako berbahan dasar *stryofoam* komposit (Wancik, Ahmad, dkk, 2008), batako ringan yang terbuat dari *stryofoam* semen (Simbolon, Tiurma, 2009), batako berbahan dasar *stryofoam* (Kadarningsih, Rahmani, dkk, 2012 dan Abdul Halim, 2013). Hasil dari penelitian tersebut kekuatan batako masih belum ada nilai optimal dipakai untuk bahan bangunan konstruksi dinding, sehingga sementara dapat dipergunakan sebagai bahan bangunan untuk partisi dinding saja.

Dari uraian di atas, mencoba untuk melakukan pengujian di laboratorium, tentang “Pengaruh komposisi bahan pengisi *Styrofoam* pada pembuatan batako mortar semen ditinjau dari karakteristik dan kuat tekan”. Dengan harapan hasil uji tersebut dapat dipakai sebagai bahan bangunan dengan karakteristik dan hasil kekuatannya tidak jauh berbeda dari batako konvensional yang ada saat ini. Tujuan penelitian yang diharapkan adalah: a) Untuk mengetahui pemanfaatan *stryofoam* untuk dijadikan sebagai alternatif salah satu bahan pengisi campuran pembuatan batako mortar semen; b) Menganalisis karakteristik dan kuat tekan dari variasi komposisi bahan pengisi *stryofoam* untuk campuran batako mortar beton semen yang dapat dimanfaatkan yang dapat dimanfaatkan dalam perencanaan struktur konstruksi dinding.

Styrofoam

Styrofoam terbuat dari bahan utama *polystyrene* yaitu bahan plastik yang cukup kuat yang disusun oleh *erethylene* dan *benzene*. Bahan ini diproses seara injeksi kedalam sebuah cetakan dengan tekanan tinggi dan dipanaskan pada suhu tertentu dan waktu tertentu. *Styrofoam* atau *expanded polystyrene* biasa dikenal sebagai gabus putih yang umumnya digunakan seperti: tempat makanan dan minuman, pengemas pengaman barang elektronik, mesin maupun pecah belah, dekorasi dan sebagainya. Materi dari *stryofoam* ini bersifat non-daur ulang dan non-*biodegradable* (tidak dapat membusuk menjadi zat konstituen).

Penggunaan *styrofoam* sebagai bahan dasar pembuatan batako mortar semen dapat diaplikasikan sebagai rongga udara dan menjadikan batako lebih ringan. Berdasar nilai kuat tekan tariknya dapat diasumsikan bahwa menggunakan *styrofoam* rongga udara (porisitas) dalam rongga batako pejal mempunyai kekuatan tarik. Selain itu akan membuat batako mortar semen menjadi ringan, dapat pula bekerja sebagai serat yang akan meningkatkan kekuatan khususnya daktilitas batako mortar semen menjadi ringan. Ringannya batako akibat nilai kerapatan atau berat jenisnya

Batako

Batako, menurut SNI 03-0349-1989, "*Conblock*" (*concrete block*) atau batu cetak beton adalah komponen bangunan yang dibuat dari campuran *Cement Portland* atau pozolan, pasir, air dan atau tanpa bahan tambahan lainnya (*additive*), dicetak sedemikian rupa hingga memenuhi syarat dan dapat digunakan sebagai bahan bangunan untuk

pasangan dinding. Frick Heinz dan Koesmartadi (1999) bahwa: Batu-batuan yang dicetak dan tidak dibakar, dikenal dengan nama batako (bata yang dibuat secara pemadatan dari trass, kapur, air).

Batako terdiri dari dua jenis, yaitu batako jenis berlubang (*hallow*) dan batako yang padat (*solid*). Dari hasil pengetesan terlihat bahwa batako yang jenis solid lebih padat dan mempunyai kekuatan yang lebih baik. Batako berlubang mempunyai luas penampang lubang dan isi lubang masing-masing tidak melebihi 5 % dari seluruh luas permukaannya. Batako diklasifikasikan dua golongan yaitu batako normal dan batako ringan. Batako normal tergolong batako yang memiliki densitas sekitar 2200-2400 kg/m³ dan batako ringan yang memiliki densitas < 1800 kg/m³. Kekuatannya tergantung pada komposisi penggunaan dan pencampuran bahan bakunya (*mix design*).

Berdasarkan syarat mutu batako dari SNI (03-0349-1989) mengenai bata beton untuk pasangan dinding seperti dalam Tabel 1, sebagai berikut:

Tabel 1. Syarat Fisis Bata Beton

Syarat fisik	Satuan	Tingkat Mutu Bata Beton Pejal				Tingkat Mutu Bata Beton Berlobang			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV
Kuat tekan bruto rata-rata min	Kg/cm ³	100	70	40	25	70	50	35	20
Kuat tekan bruto masing masing benda uji min	Kg/cm ³	90	65	35	21	65	45	30	17
Penyerapan air rata-rata max	%	25	35	-	-	25	35	-	-

Sumber : SNI 03-0349-1989

A. Bahan-bahan Dasar Batako Semen Mortar

Batako umumnya tersusun dari bahan penyusun utama yaitu; semen

hidrolik (*portland cement*), agregat halus dan air. Jika diperlukan bahan tambah (*admixture*) dapat ditambahkan untuk mengubah sifat-sifat tertentu dari batako bersangkutan.

1) Semen

Semen merupakan hasil industri yang sangat kompleks, dengan campuran serta susunan yang berbeda-beda. Semen dapat dibedakan atas dua kelompok yaitu : semen non-hidrolik dan semen hidrolik. Semen non-hidrolik tidak dapat mengikat dan mengeras di dalam air, akan tetapi dapat mengeras di udara, seperti kapur, sedangkan semen hidrolik mempunyai kemampuan untuk mengikat dan mengeras dalam air, seperti: kapur hidrolik, semen pozollan, semen terak, semen portland, dan semen portland-pozollan. Semen yang umum digunakan untuk beton adalah semen portland.

Semen merupakan bahan ikat yang penting dan banyak digunakan dalam pembangunan fisik di sekitar konstruksi sipil. Jika ditambah air, semen akan menjadi mortar yang jika digabungkan dengan agregat kasar, akan menjadi campuran beton segar yang setelah mengeras, akan menjadi keras beton (concrete). Sedangkan fungsi utama semen adalah mengikat butir-butir agregat hingga membentuk suatu massa padat dan mengisi rongga-rongga udara di antara butir-butir agregat. Walaupun komposisi semen dalam beton hanya sekitar 10%, namun karena fungsinya sebagai bahan pengikat, maka peranan semen menjadi penting.

2) Agregat

Kandungan agregat berdasarkan pengalaman, komposisi agregat berkisar 60% - 70% dari berat campuran batako. Walaupun fungsinya hanya sebagai pengisi, tetapi karena komposisinya yang cukup besar, agregat ini menjadi penting. Agregat yang digunakan dalam campuran

batako dapat berupa agregat alam atau agregat buatan. Secara umum agregat dapat dibedakan berdasarkan ukurannya, yaitu agregat kasar ukuran butirnya lebih besar dari 4,75 mm dan agregat halus (pasir) yang ukuran batuan yang lebih kecil dari 4,75 mm (SNI 03-2461-2002).

Agregat halus atau pasir merupakan bahan pengisi yang digunakan dengan semen untuk membuat adukan menjadi mortar. Selain itu juga pasir berpengaruh terhadap sifat tahan susut, keretakan dan kekerasan pada batako atau produk bahan bangunan campuran semen lainnya. Pada pembuatan batako ringan ini digunakan pasir yang lolos ayakan lebih kecil dari 4,75 mm (SNI 03-2461-2002) dan harus bermutu baik yaitu pasir yang bebas dari lumpur, tanah liat, zat organik, garam florida dan garam sulfat. Pasir harus bersifat keras, kekal dan mempunyai susunan butir (gradasi) yang baik. Selain itu pasir harus tidak mudah terpengaruh oleh perubahan cuaca dan pasir laut tidak boleh digunakan sebagai agregat untuk batako.

3) Air

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

Pada dasarnya semen memerlukan jumlah air sebesar 32% dari berat semen untuk bereaksi secara sempurna, akan tetapi apabila kurang dari 40 % berat semen maka reaksi kimia tidak selesai dengan sempurna. Apabila kondisi seperti ini dipaksakan akan mengakibatkan kekuatan batako berkurang. “Faktor Air Semen” (f.a.s) pada pembuatan batako dibuat pada batas kondisi adukan lengas tanah, karena dalam kondisi ini adukan dapat dipadatkan secara optimal. Nilai f.a.s. berkisar antara 0,3 sampai 0,6 atau disesuaikan dengan kondisi adukan agar mudah dikerjakan.

Mortar

Menurut SNI 03-6825-2002 dan SNI 03-6882-2002, mortar merupakan campuran material yang terdiri dari agregat halus (pasir), bahan perekat (tanah liat, kapur, semen portland), dan air dengan komposisi tertentu. Beberapa macam mortar yang dibedakan berdasarkan bahan perekatnya seperti:

- a) Mortar lumpur yang dibuat dari bahan tanah yang cukup baik, pasir dan air. Mortar ini biasa dipakai sebagai bahan tembok atau bahan tungku api di pedesaan.
- b) Mortar kapur dibuat dari pasir, semen merah, kapur dan air. Mortar ini biasa dipakai untuk pembuatan dinding tembok batu bata.
- c) Mortar semen dibuat dari pasir, semen *portland* dan air. Perbandingan antara volume semen dan volume pasir berkisar antara 1 : 2 atau 1 : 6 atau lebih besar. Mortar ini kekuatannya lebih besar dari pada dari kedua mortar di atas. Oleh karena itu mortar sering dipakai pada bangunan

konstruksi tembok, pilar, kolom atau bagian lain yang menahan beban.

- d) Mortar khusus dibuat dengan menambahkan bahan khusus seperti pada mortar jenis (a), (b) dan (c) di atas dengan tujuan tertentu.

Dari ke empat macam mortar tersebut di atas merupakan bahan penyusun pembuatan batako. Mortar mempunyai kuat tekan yang bervariasi sesuai dengan bahan penyusunnya dan perbandingannya.

Karakteristik Batako

1. Densitas (*Density*)

Densitas adalah pengukuran massa setiap satuan volume benda. Semakin tinggi densitas (massa jenis) suatu benda, maka semakin besar pula setiap volumenya. Densitas rata-rata setiap benda merupakan total massa dibagi dengan total volumenya. Sebuah benda yang memiliki densitas lebih tinggi akan memiliki volume yang lebih rendah dari pada benda yang bermassa sama yang memiliki densitas yang lebih rendah. Untuk pengukuran densitas batako menggunakan metode Archimedes mengacu pada standard ASTM C 134-95 dalam Murdock (1991) dan dihitung dengan persamaan:

$$P_{pc} = \frac{m_s}{m_b - (m_g - m_k)}$$

dimana: P_{pc} = densitas (gr/cm^3); m_s = massa sampel kering (gr); m_b = massa sampel setelah direndam (gr); m_g = massa sampel digantung didalam air; m_k = massa kawat penggantung (gr); P_{air} = densitas air = 1 (gr/cm^3)

2. Daya Serap Air (*Water Absorption*)

Persentase berat air yang mampu diserap agregat (batako) di dalam air disebut serapan air, sedangkan banyaknya air yang terkandung dalam agregat disebut kadar air. Besar kecilnya penyerapan air sangat dipengaruhi pori atau rongga yang terdapat pada beton (batako). Semakin banyak pori yang terkandung maka akan semakin besar pula penyerapan sehingga ketahanannya akan berkurang. Untuk pengukuran penyerapan air batako menggunakan mengacu pada standar ASTM C 20-93 dalam Murdock (1991) dan dihitung dengan persamaan: $Wa = (Mj - Mk)/Mk$, dimana Wa = Water Absorption (%) Mk = Massa benda kering (gr) Mj = Massa benda dalam kondisi jenuh (gr)

3. Kuat Tekan (*Compressive Strength*)

Kuat tekan suatu bahan merupakan perbandingan besarnya beban maksi-mun yang dapat ditahan beban dengan luas penampang bahan yang mengalami gaya tersebut. Pengukuran kuat tekan batako mengacu pada standar ASTM C -133-97 dan dihitung dengan persamaan: $F_{maks} = P/A$ dimana: P = kuat tekan (kg/cm²) A = Luas

permukaan benda uji (cm²) dan F_{maks} = Gaya maksimum (kg/m²)

METODE PENELITIAN

A. Jenis dan Rancangan Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimen yang dilakukan di laboratorium Uji Bahan Jurusan Pendidikan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Makassar. Rancangan penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen yang merupakan metode penelitian untuk mencari pengaruh *treatment* (perlakuan) tertentu. Sebelum eksperimen terlebih dahulu dilakukan: penentuan bahan material (semen, pasir, styrofoam dan air), uji bahan material, *mix desain*, pembuatan benda uji, perawatan, dan pengujian meliputi: densitas, serapan air dan kuat tekan. Selanjutnya hasil dianalisis dan dibuat kesimpulan. (lihat Gambar 1 Alur rancangan penelitian)

Unit sampel yang digunakan sebanyak 90 buah batako bahan pengisi styrofoam variasi komposisi *stryrofoam* dari besar volume pasir sebesar: 0 %, 10 %, 20 %, 30 %, 40 %, dan 50 % dalam acuan trial mix komposisi dasar rencana campuran batako mortar 1 Semen : 6 Pasir. (lihat Tabel 2. Distribusi sampel benda uji untuk pengujian.

Tabel 2. Distribusi sampel benda uji untuk pengujian

Kode Sampel	Persen Volume Bahan			Distribusi Pengujian			Jumlah buah
	Semen	Pasir	Styrofoam	Densitas	Serapan air	Kuat Tekan	
BS 0	100	100	0	1	2	12	15
BS 10	100	90	10	1	2	12	15
BS 20	100	80	20	1	2	12	15
BS 30	100	70	30	1	2	12	15
BS 40	100	60	40	1	2	12	15
BS 50	100	50	50	1	2	12	15
Jumlah Benda Uji							90

B. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian meliputi: Semen jenis PPC, Pasir ex Sungai Jeneberang, Styrofoam ex limbah, dan Air bersih yang dapat diminum. Sedangkan peralatan yang digunakan meliputi: ayakan dan mesin penggetar, timbangan, gelas ukur, wadah, sekop, cetakan batako, rol meteran, bak perendaman, oven pengering, dan *Universal Testing Machine* (UTM) digunakan untuk melakukan pengujian pada kuat tekan batako.

C. Pengujian Bahan

Bahan campuran batako mortar semen terdiri: pasir, semen, styrofoam, dan air. Pemeriksaan pasir untuk mengetahui: berat jenis, serapan air, berat satuan, gradasi, dan kadar lumpur. Pemeriksaan semen untuk mengetahui: berat jenis dan berat isi volume, sedangkan air dilakukan uji secara visual yaitu air harus bersih tidak berminyak. Selanjutnya untuk styrofoam dengan memeriksa besaran butirnya dengan diayak dan berat jenisnya.

D. Perencanaan kebutuhan bahan (Mix Desain)

Dalam penelitian ini dibuat adukan dengan komposisi 1 semen : 6 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.

E. Karakteristik dan Uji tekan

Karakteristik batako yang diamati meliputi: visual bentuk tektur, densitas (berat jenis, berat basah, berat kering dan berat jenuh), dan penyerapan air. Selanjutnya uji tekan dilakukan setelah masa perawatan benda uji sesuai umur perawatan, seperti pada umur: 7, 14, 21, 28, dan hari harus dilakukan penekanan dengan alat uji tekan, seperti yang dilakukan pada kubus beton.

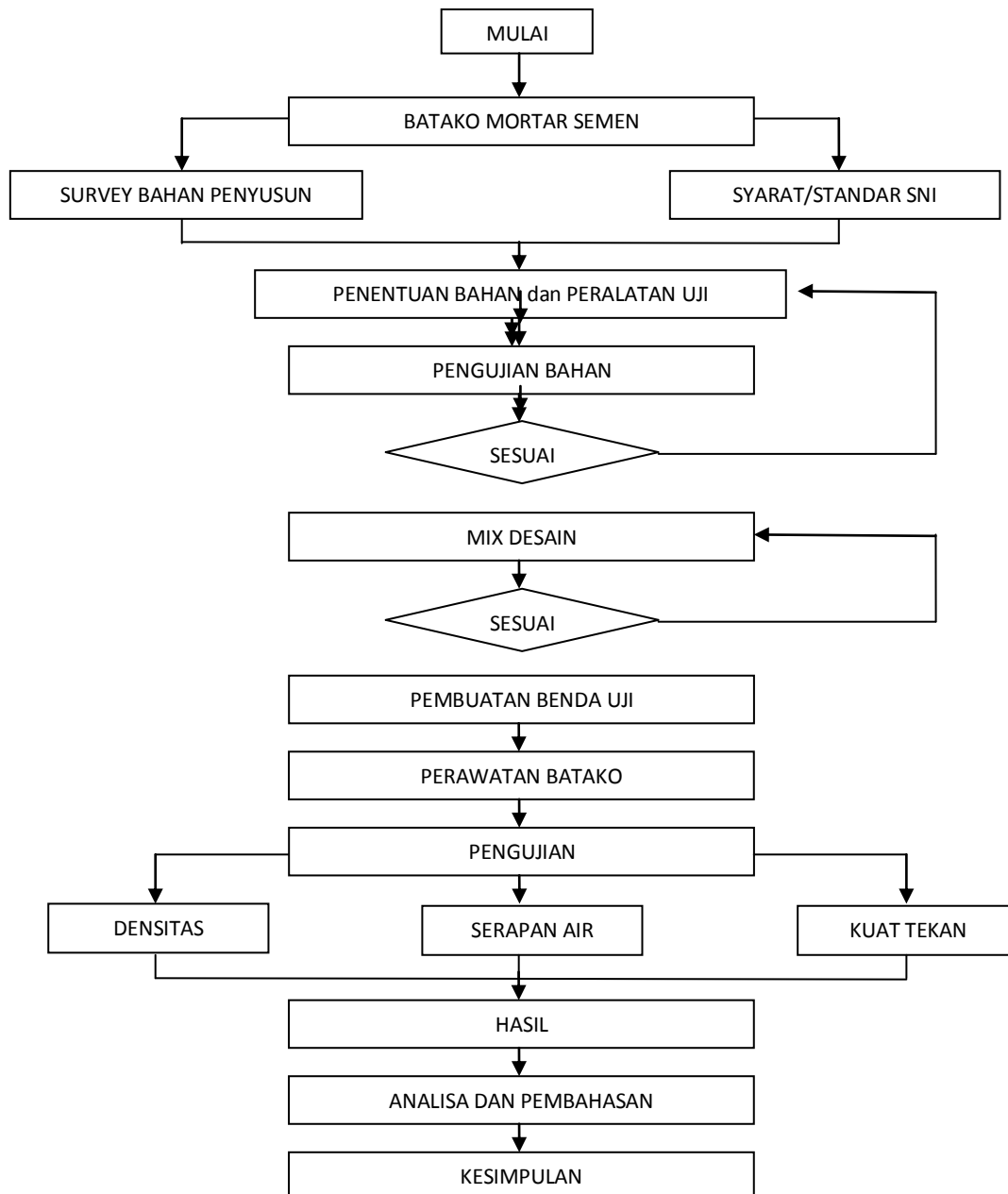
F. Variabel dan Parameter

Variabel yang diperhatikan variasi komposisi *styrofoam* dari besar volume pasir sebesar: 0 %, 10 %, 20 %, 30 %, 40 %, dan 50 % dalam acuan trial mix komposisi dasar rencana campuran batako mortar 1 Semen : 6 Pasir. Dan variasi waktu pengerasan batako dalam kisaran umur batako 7, 14, 21, dan 28 hari dalam kondisi normal. Selanjutnya, untuk parameter meliputi; visual bentuk tektur, densitas (berat jenis, berat basah, berat kering dan berat jenuh), dan penyerapan air.

G. Analisa karakteristik dan kuat tekan

Teknis analisis data dilakukan dengan analisis sintesis yang mengumpulkan data-data dari variabel dan parameter tersebut di atas. Untuk karakteristik parameter meliputi; visual bentuk tektur, uji densitas (berat jenis, berat basah, berat kering dan berat jenuh), dan penyerapan serta hasil kuat tekan dari setiap benda uji. Selanjutnya data-data hasil variabel penelitian di

analisis deskriptif yaitu dengan tabulasi data, dan grafik yang kemudian memberikan gambaran dalam bentuk dijelaskan dengan diinterpretasikan.



Gambar 1. Alur rancangan penelitian

IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Bahan Penyusun Batako

Pengujian bahan penyusun batako dilakukan untuk menentukan layak atau

tidaknya bahan-bahan penyusun batako tersebut digunakan dalam pembuatan benda uji. Bahan-bahan yang diperiksa antara lain : semen, pasir, *styrofoam* dan air. Berdasarkan beberapa pengujian terhadap bahan penyusun batako

diperoleh hasil seperti pada Tabel 3, sebagai berikut.

Tabel 3. Hasil uji Bahan Penyusun Batako

Jenis pengujian	Jenis Bahan			
	Semen	Pasir	Styrofoam	Air
Berat Jenis	3,15	2,69	0,0236	1
Berat Volume (kg/m ³)	1,27	1,52	0,0223	0,98
Gradasi	---	Zone 2	---	---
Kadar Lumpur	---	3,12 %	---	---

Sumber : Hasil olahan data Agustus, 2015

Dari hasil uji bahan penyusun batako tersebut di atas, selanjutnya menghitung perencanaan susunan adukan batako dengan pemberian faktor air semen sebesar 0,30.

B. Perencanaan Susunan Adukan Batako (mix desain)

1. Perbandingan volume bahan susunan batako:

Tabel 5. Perhitungan per kubik volume (1000 kg/m³) bahan penyusun batako

Kode Sampel	Bahan Penyusun Campuran Batako (kg)		
	Semen	Pasir	Styrofoam
BS 0 %	(1:7)x1000 =142,85	(6:7)x1000=857,14	(0,00:7)x1000 = 0
BS 10 %	(1:7)x1000 =142,85	(5,4:7)x1000=771,43	(0,60:7)x1000= 85,71
BS 20 %	(1:7)x1000 =142,85	(4,8:7)x1000=685,71	(1,20:7)x1000=171,43
BS 30 %	(1:7)x1000 =142,85	(4,2:7)x1000= 600	(1,80:7)x1000=257,14
BS 40 %	(1:7)x1000 =142,85	(3,6:7)x1000=514,29	(2,40:7)x1000=342,86
BS 50 %	(1:7)x1000 =142,85	(3:7)x1000=428,57	(3,00:7)x1000=428,57

Sumber : Hasil olahan data Agustus, 2015

Perhitungan volume bahan susunan batako dalam per kubik dengan menggunakan perbandingan volume sebesar 1000 kg/m³, diambil dari komposisi dasar rencana campuran batako mortar 1 Semen : 6 Pasir. Besar variasi komposisi bahan pengisi *stryrofoam* dari besar volume pasir sebesar: 0 %, 10 %, 20 %, 30 %, 40 %, dan 50 %. Perbandingan volume bahan susunan batako dapat dilihat pada Tabel 4, sebagai berikut:

Tabel 4. Perbandingan Komposisi Campuran Batako

Kode Sampel	Perbandingan Komposisi Campuran Batako			Jumlah Perbandingan
	Semen	Pasir	Styrofoam	
BS 0 %	1	6	0,00	7
BS 10 %	1	5,4	0,60	7
BS 20 %	1	4,8	1,20	7
BS 30 %	1	4,2	1,80	7
BS 40 %	1	3,6	2,40	7
BS 50 %	1	3	3,00	7

2. Perhitungan per kubik volume bahan penyusun batako.

3. Rencana campuran adukan batako volume per kubik (1 m^3) dalam satuan berat.

a) Semen

$$1,27 \times 142,85 \text{ kg} = 181,42 \text{ kg}$$

b) Pasir

$$1) \text{ Untuk } 0 \% \rightarrow 1,52 \times 857,14 \text{ kg} = 1.302,85 \text{ kg}$$

$$2) \text{ Untuk } 10 \% \rightarrow 1,52 \times 771,43 \text{ kg} = 1.172,57 \text{ kg}$$

$$3) \text{ Untuk } 20 \% \rightarrow 1,52 \times 685,71 \text{ kg} = 1.042,28 \text{ kg}$$

$$4) \text{ Untuk } 30 \% \rightarrow 1,52 \times 600 \text{ kg} = 902 \text{ kg}$$

$$5) \text{ Untuk } 40 \% \rightarrow 1,52 \times 514,29 \text{ kg} = 781,72 \text{ kg}$$

$$6) \text{ Untuk } 50 \% \rightarrow 1,52 \times 428,57 \text{ kg} = 651,43 \text{ kg}$$

c) Styrofoam

$$1) \text{ Untuk } 0 \% \rightarrow 0,0223 \times 0,00 \text{ kg} = 0 \text{ kg}$$

$$2) \text{ Untuk } 10 \% \rightarrow 0,0223 \times 85,71 \text{ kg} = 1,91 \text{ kg}$$

$$3) \text{ Untuk } 20 \% \rightarrow 0,0223 \times 171,43 \text{ kg} = 3,82 \text{ kg}$$

$$4) \text{ Untuk } 30 \% \rightarrow 0,0223 \times 257,14 \text{ kg} = 5,73 \text{ kg}$$

$$5) \text{ Untuk } 40 \% \rightarrow 0,0223 \times 342,86 \text{ kg} = 7,65 \text{ kg}$$

$$6) \text{ Untuk } 50 \% \rightarrow 0,0223 \times 428,57 \text{ kg} = 9,56 \text{ kg}$$

d) Air

$$0,3 \times 142,85 \text{ kg} = 42,85 \text{ liter}$$

Hasil rencana campuran adukan batako volume per kubik (1 m^3) dalam satuan berat dan berat batako untuk masing-masing komposisi campuran dapat dilihat pada Tabel 6, sebagai berikut:

Tabel 6. Rencana campuran batako volume per kubik (1 m^3) dalam satuan berat

Perbandingan komposisi campuran batako	Komposisi Campuran Batako (kg)				Berat Batako (kg)
	Semen	Pasir	Styrofoam	Air	
1 Sm : 6 Ps : 0,0 Str	181,42	1.302,85	0	42,85	1.527,15
1 Sm : 5,4 Ps : 0,6 Str	181,42	1.172,57	1,91	42,85	1.398,78
1 Sm : 4,8 Ps : 1,2 Str	181,42	1.042,28	3,82	42,85	1.270,40
1 Sm : 4,2 Ps : 1,8 Str	181,42	902	5,73	42,85	1.142,03
1 Sm : 3,6 Ps : 2,4 Str	181,42	781,72	7,65	42,85	1.013,67
1 Sm : 3 Ps : 3,0 Str	181,42	651,43	9,56	42,85	885,29

Sumber : Hasil olahan data Agustus, 2015

4. Kebutuhan bahan campuran adukan batako per buah

Ukuran dimensi cetakan batako yang digunakan adalah $10 \times 20 \times 40 \text{ Cm}$

jadi volumenya sebesar $0,008 \text{ m}^3$. Dengan demikian besar kebutuhan bahan berdasar komposisi campuran batako per buah dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Kebutuhan bahan campuran adukan batako per buah dalam satuan berat

Perbandingan komposisi campuran batako	Komposisi Campuran Batako (kg)				Berat Batako (kg)
	Semen	Pasir	Styrofoam	Air	
1 Sm : 6 Ps : 0,0 Str	1,45	10,42	0	0,34	12,217
1 Sm : 5,4 Ps : 0,6 Str	1,45	9,38	0,015	0,34	11,190
1 Sm : 4,8 Ps : 1,2 Str	1,45	8,34	0,030	0,34	10,163
1 Sm : 4,2 Ps : 1,8 Str	1,45	7,22	0,045	0,34	9,136
1 Sm : 3,6 Ps : 2,4 Str	1,45	6,25	0,061	0,34	8,109
1 Sm : 3 Ps : 3,0 Str	1,45	5,21	0,076	0,34	7,082

Sumber : Hasil olahan data Agustus, 2015

5. Kebutuhan bahan campuran adukan batako setiap sampel uji

$0,008 \text{ m}^3 = 0,12 \text{ m}^3$ untuk masing-masing komposisi campuran dapat dilihat pada Tabel 8, sebagai berikut:

Kebutuhan bahan setiap sampel uji sebesar 15 buah berdasar komposisi campuran batako, yaitu sebesar 15 x

Tabel 8. Kebutuhan bahan campuran adukan batako per 15 buah dalam satuan berat

Perbandingan komposisi campuran batako	Komposisi Campuran Batako (kg)				Berat Batako (kg)
	Semen	Pasir	Styrofoam	Air	
1 Sm : 6 Ps : 0,0 Str	21,75	156,30	0	5,10	183,25
1 Sm : 5,4 Ps : 0,6 Str	21,75	140,70	0,225	5,10	167,85
1 Sm : 4,8 Ps : 1,2 Str	21,75	125,10	0,450	5,10	152,45
1 Sm : 4,2 Ps : 1,8 Str	21,75	108,30	0,675	5,10	137,04
1 Sm : 3,6 Ps : 2,4 Str	21,75	93,75	0,915	5,10	121,64
1 Sm : 3 Ps : 3,0 Str	21,75	78,15	1,140	5,10	106,23

Sumber : Hasil olahan data Agustus, 2015

KESIMPULAN

Dengan memanfaatkan limbah *styrofoam* untuk dijadikan sebagai alternatif salah satu bahan pengisi campuran pembuatan batako mortar semen, dapat menekan kerusakan lingkungan dimana limbah *styrofoam* merupakan salah satu bagian dari pencemaran lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim, 1989, SNI 03-0349-1989, “*Batu Beton Untuk Pasangan*

Dinding”, Badan Standarisasi Nasional Jakarta.

Anonim, 2002, SNI 03-6882-2002, “*Spesifikasi Mutu Mortar untuk Pekerjaan Pasangan*”, Badan Standarisasi Nasional Jakarta.

Anonim, 2002, SNI 03-2461-2002, “*Spesifikasi Agregat Ringan untuk Beton Struktural*”, Badan Standarisasi Nasional Jakarta.

Anonim, 2004, SNI 15-2064-2004, “*Portland Composite Cement*

(PCC)”, Badan Standarisasi Nasional Jakarta.

Frick, Heinz dan Koesmartadi, 1999, *Ilmu Bangunan Eksploitasi, Pembuatan, Penggunaan dan Pembuangan*, Kanisius, Yogyakarta.

Halim, Abdul, 2013, *Pengaruh pemakaian limbah styrofoam terhadap kuat tekan dan berat batako*. Jurnal Widya Teknik Vol 21 No.1 Maret 2013.

Kadarningsih Rahmani, dkk, 2012, *Karakteristik Batako Styrofoam sebagai Konstruksi Dinding*, Laporan Penelitian, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Gorontalo.

Murdock, I.J, K.M. Brock, dan Stephanus Hendarko, 1991, *Bahan dan Praktek Beton*, Edisi Keempat, Erlangga, Jakarta.

Simbolon, Tiurma, 2009, *Pembuatan dan Karakteristik Batako Ringan yang Terbuat dari Styrofoam Semen*, Thesis, Sekolah Pascasarjana Universitas Sumatera Utara Medan.

Wancik, Akhmad, dkk, 2008, *Batako styrofoam komposit mortar semen*, Jurnal Forum Teknik Sipil No. XVIII/2-Mei 2008.