

PEMANFAATAN STYROFOAM SEBAGAI BAHAN TAMBAH UNTUK MORTAR DALAM PEMBUATAN GENTENG BETON

Adinda Yunita Putri, Yosimson P.Manaha, Sudirman Indra

Program Studi Teknik Sipil S1, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Institut Teknologi Nasional Malang, Jalan Sigura-Gura No.2 Malang, Indonesia

1921188.adindayunita@gmail.com

ABSTRAK

Pemakaian bahan alternatif untuk genteng beton telah dikembangkan untuk meningkatkan potensi yang ada, salah satunya menggunakan Styrofoam. Limbah Styrofoam banyak ditemui dari barang elektronik. Pemanfaatan limbah Styrofoam ramah lingkungan dengan dimanfaatkan sebagai bahan campur genteng beton, sehingga Styrofoam dapat bermanfaat untuk kebutuhan konstruksi. Styrofoam yang digunakan untuk bahan tambah mortar dalam pembuatan genteng beton dipilih dengan variasi persentase 0%, 4%, 8% dan 12%. Setelah itu dilakukan uji kuat tekan, kuat tarik, kuat lentur mortar, kuat lentur genteng, impermeabilitas, dan porositas genteng beton. Hasil uji kuat tekan mortar didapatkan nilai optimum sebesar 21,68 MPa, kuat tarik mortar didapatkan nilai optimum sebesar 1,5725 MPa, kuat lentur mortar didapatkan nilai optimum sebesar 5,054 MPa, kuat lentur genteng beton didapatkan nilai optimum sebesar 4,523 MPa, pada pengujian impermeabilitas tidak terjadi rembesan pada setiap persentase penambahan Styrofoam genteng beton, dan hasil dari pengujian porositas genteng beton didapatkan nilai optimum sebesar 7,87 MPa.

Kata kunci : Styrofoam, genteng beton, impermeabilitas, kuat lentur.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan dan kemajuan industri di Indonesia semakin berkembang pesat, oleh karena itu persaingan dibidang industry juga semakin tinggi. Upaya untuk meningkatkan kualitas dan mutu hasil produksi, industri besaar maupun industri rumahan (home industry) terus diupayakan.

Seiring dengan hal itu, maka tuntutan akan mutu dan kualitas produksi yang dihasilkan juga harus semakin meningkat. Atap merupakan bagian dari bangunan yang berfungsi sebagai pelindung rangka atap atau secara keseluruhan terhadap pengaruh cuaca yaitu panas, hujan, angin, dsb. Syarat penutup atap yang baik yaitu kuat, awet dan tahan lama. Bahan yang baik untuk dijadikan penutup atap yaitu memiliki syarat seperti kuat, ringan, kedap air, dan kedap suara.

Genteng beton merupakan unsur bangunan yang dipergunakan untuk atap yang dibuat dari beton dan dibentuk dalam beberapa ukuran. Genteng beton dibuat dengan cara mencampurkan pasir, semen dan ditambahkan air, kemudian diaduk sampai homogen lalu dicetak. Pembuatan genteng beton dapat dilakukan dengan 2 cara sederhana yaitu secara manual (tanpa pres) dan secara mekanik (dipres).

Salah satu kelemahan beton yaitu mempunyai sifat getas dan kurang mampu

menahan tegangan tarik dan berat sendirinya besar. Peningkatan kualitas beton masih harus dilakukan baik dari segi kuat tekan, tarik, maupun lentur bahkan sampai upaya untuk membuat beton itu ringan namun memiliki kekuatan yang tinggi. Salah satu usaha untuk memperbaiki sifat yang kurang baik dari genteng beton yaitu dengan menambahkan Styrofoam ke dalam adukan genteng beton agar menjadi lebih ringan.

Limbah Styrofoam banyak ditemui dari barang elektronik. Bahan Styrofoam tidak dapat diuraikan oleh alam, Styrofoam di buat untuk sekali pakai, namun membutuhkan beberapa ratus tahun untuk Styrofoam membusuk di lingkungan atau tempat pembuangan akhir.

Styrofoam yaitu salah satu jenis dari zat polystyrene yang menimbulkan bahaya yang telah digunakan lebih dari tujuh dekade untuk berbagai kebutuhan. Proses pembuatan styrofoam melibatkan pencampuran gelembung udara sehingga dapat mengembang dan memiliki berat yang ringan seperti busa.

Penelitian ini memiliki maksud yaitu untuk merancang dan menciptakan inovasi bagi genteng beton dengan penambahan Styrofoam yang telah memiliki kriteria sebagai atap dan dapat melindungi bangunan yang ada dibawahnya dengan memiliki keunggulan yaitu kuat namun ringan, harga terjangkau serta ramah lingkungan.

Berdasarkan uraian di atas maka penulis mencoba menggunakan limbah Styrofoam untuk diteliti kualitasnya sebagai bahan tambah genteng beton. Untuk mengetahui hasil kualitasnya, maka dilakukan penelitian dengan judul “PEMANFAATAN STYROFOAM SEBAGAI BAHAN TAMBAH UNTUK MORTAR DALAM PEMBUATAN GENTENG BETON”.

1.2 Identifikasi Masalah

1. Pemanfaatan limbah styrofoam dari barang elektronik.
2. Genteng beton umumnya sangat berat dan mahal.
3. Dibutuhkannya inovasi genteng beton bisa lebih ringan dan ekonomis dengan mempertimbangkan kuat lentur, impermeabilitas, dan porositas.

1.3 Rumusan Masalah

Permasalahan yang akan diuraikan dalam penelitian ini adalah :

1. Berapa nilai optimum komposisi kandungan styrofoam pada penambahan 0%, 4%, 8%, dan 12% dari rasio kebutuhan volume mortar terhadap kuat tekan mortar?
2. Berapa nilai optimum komposisi kandungan styrofoam pada penambahan 0%, 4%, 8%, dan 12% dari rasio kebutuhan volume mortar terhadap kuat tarik mortar?
3. Berapa nilai optimum komposisi kandungan styrofoam pada penambahan 0%, 4%, 8%, dan 12% dari rasio kebutuhan volume mortar terhadap kuat lentur mortar?
4. Berapa nilai optimum komposisi kandungan styrofoam pada penambahan 0%, 4%, 8%, dan 12% dari rasio kebutuhan volume genteng beton terhadap kuat lentur genteng beton?
5. Berapa nilai optimum komposisi kandungan styrofoam pada penambahan 0%, 4%, 8%, dan 12% dari rasio kebutuhan volume genteng beton terhadap rembesan (impermeability) genteng beton?
6. Berapa nilai optimum komposisi kandungan styrofoam pada penambahan 0%, 4%, 8%, dan 12% dari rasio kebutuhan volume genteng beton terhadap penyerapan air (porositas) genteng beton?
7. Bagaimana perbandingan tampilan permukaan genteng normal dengan genteng beton yang dicampur styrofoam?

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah :

1. Untuk meneliti nilai optimum komposisi kandungan styrofoam pada penambahan 0%, 4%, 8% dan 12% styrofoam dari rasio kebutuhan volume mortar terhadap kuat tekan mortar.
2. Untuk meneliti nilai optimum komposisi kandungan styrofoam pada penambahan 0%, 4%, 8% dan 12% styrofoam dari rasio kebutuhan volume mortar terhadap kuat tarik mortar.
3. Untuk meneliti nilai optimum komposisi kandungan styrofoam pada penambahan 0%, 4%, 8% dan 12% styrofoam dari rasio kebutuhan volume mortar terhadap kuat lentur mortar.
4. Untuk meneliti nilai optimum komposisi kandungan styrofoam pada penambahan 0%, 4%, 8% dan 12% styrofoam dari rasio kebutuhan volume genteng beton terhadap kuat lentur genteng beton.
5. Untuk meneliti nilai optimum komposisi kandungan styrofoam pada penambahan 0%, 4%, 8%, dan 12% styrofoam dari rasio kebutuhan volume genteng beton terhadap rembesan (impermeability) genteng beton.
6. Untuk meneliti nilai optimum komposisi kandungan styrofoam pada penambahan 0%, 4%, 8%, dan 12% styrofoam dari rasio kebutuhan volume genteng beton terhadap penyerapan air (porositas) genteng beton.
7. Untuk membandingkan tampilan permukaan genteng normal dengan genteng beton yang dicampur styrofoam.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang didapat dalam penelitian ini adalah :

1. Membuat genteng beton menjadi ringan, namun masih memenuhi syarat karakteristik mekanis genteng beton menurut SNI 0096:2007.
2. Dapat mengurangi rasio volume agregat keseluruhan terhadap kebutuhan genteng beton karena diganti sebagian oleh styrofoam.

1.6 Batasan Masalah

Adapun Batasan-batasan masalah untuk penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Melakukan penelitian pendahuluan kuat tekan mortar dengan benda uji kubus 5x5x5 cm, kuat tarik mortar dengan benda uji briquette, dan kuat lentur dengan benda uji balok 16x4x4 cm dengan masing-masing 6 benda uji.
2. Meneliti kuat lentur genteng dan impermeabilitas genteng beton menurut SNI 0096:2007.

3. Penelitian dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Sipil S-1 ITN Malang.
4. Genteng beton di uji kuat lentur dan impermeabilitas pada umur 7 hari dengan kandungan 0%, 4%, 8%, dan 12% masing-masing sebanyak 6 buah.
5. Bentuk genteng beton yang akan dibuat yaitu bentuk datar atau flat.
6. Variabel penelitian, antara lain :
 - a. Semen Portland tipe 1 (Semen Gresik).
 - b. Air PDAM.
 - c. Pasir Lumajang.
 - d. Styrofoam.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Penelitian Pendahuluan

(Winarno & Pujantara, 2015) "Pengaruh Komposisi 1 Bahan Pengisi Styrofoam Pada Pembuatan Batako Mortar Semen Ditinjau Dari Karakteristik Dan Kuat Tekan" memiliki hasil yaitu dapat dijadikan sebagai alternatif salah satu bahan pengisi campuran pembuatan batako mortar semen, dapat menekan kerusakan ligkungan.

(Mansyur et al., 2021) "Pengaruh Penambahan Styrofoam Terhadap Kualitas Beton K-225" memiliki hasil bahwa penambahan komposisi Styrofoam mengakibatkan penurunan kuat tekan beton dari 28,4 MPa menjadi 14,0 MPa pada campuran 10% Styrofoam, 11,9 MPa pada campuran 20% Styrofoam, 8,62 7 MPa pada campuran 30% Styrofoam, 7,69 MPa pada campuran 40% Styrofoam, dan 5,97 MPa pada campuran 50% Styrofoam.

(Hermanto et al., 2017) "Pemanfaatan Limbah Styrofoam dan Serat Sabut Kelapa Sebagai Bahan Tambah Genteng Beton" memiliki hasil Hasil pengujian ketahanan terhadap rembesan (impermeabilitas) genteng beton dengan penambahan serat sabut kelapa dan styrofoam 0%; 10% ; 15%; 40%; semuanya tidak terjadi rembesan, hasil pengujian penyerapan air (porositas) rata-rata genteng beton pada penambahan serat sabut kelapa dan styrofoam 0% = 4,40%; 10% = 4,28%; 15% = 6,89%; 40% = 7,32%; Hasil pengujian beban lentur rata-rata pada persentase 8 penambahan serat sabut kelapa dan styrofoam 0% = 150,3 kg; 10% = 177,8 kg; 15% = 191,7 kg; 40% = 223.5 kg.

2.2 Mortar Serat

Menurut (SNI 03-6825-2002) Mortar diartikan sebagai campuran material yang tersusun dari agregat halus (pasir), bahan perekat

(tanah liat, kapur, semen portland) dan air dengan komposisi tertentu.

Mortar serat adalah mortar dengan campuran seperti mortar pada umumnya namun pada campurannya ditambahkan serat secara merata pada campuran mortar. Penambahan serat dapat digunakan sebagai perkuatan pada mortar dengan dikelompokkan menjadi beberapa yaitu : serat yang berasal dari mineral yaitu serat kaca, serat yang berasal dari logam yaitu serat baja, serta ada serat sintesis, serat polypropilen, polyesterpolypenil.

2.3 Genteng Beton

Genteng beton atau genteng semen adalah unsur bangunan yang dipergunakan untuk atap yang dibuat dari beton dan dibentuk sedemikian rupa serta berukuran tertentu. Genteng beton dibuat dengan cara mencampur pasir dan semen ditambah air, kemudian diaduk sampai homogen lalu dicetak. Selain semen dan pasir, sebagai bahan susun genteng beton dapat juga ditambahkan kapur. Pembuatan genteng beton dapat dilakukan dengan 2 cara sederhana yaitu secara manual (tanpa dipres) dan secara mekanik (dipres).(Basuki, 2012).

Menurut (SNI 0096:2007) genteng beton atau genteng semen adalah unsur bangunan yang dipergunakan untuk atap, atap terbuat dari campuran merata semen Portland atau sejenisnya dengan agregat dan air dengan atau tanpa menggunakan pigmen.

Menurut PUBI 1982 genteng beton ialah unsur bangunan yang dibuat dari campuran bahan-bahan semen portland, agregat halus, air dan atau tanpa kapur, trass, pigmen dan bahan pembantu lainnya, yang dibuat sedemikian rupa sehingga dapat digunakan untuk atap.(PUBI 1982).

Genteng beton khusus yaitu genteng beton yang terbuat dari campuran bahan semen Portland, agregat halus, air dan kapur ditambah bahan lain yang mungkin berupa bahan kimia, serat ataupun bahan lainnya. Untuk selanjutnya genteng beton yang terbuat dari campuran bahan semen Portland, agregat halus, air dan kapur ditambah serat disebut genteng beton serat.

2.4 Material Penyusun Benda Uji

2.4.1 Styrofoam

Styrofoam terbuat dari bahan utama polystyrene yaitu bahan plastic yang cukup kuat yang disusun oleh erethylene dan benzene. Bahan ini diproses secara 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 : 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). Penggunaan Styrofoam sebagai bahan pengganti Sebagian agregat halus genteng beton dapat diaplikasikan sebagai rogga udara dan menjadikan genteng beton menjadi lebih ringan.(Winarno & Pujantara, 2015).

2.4.2 Agregat Halus

Agregat halus merupakan pasir alam sebagai hasil disintegrasi secara alami dari batu atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan memiliki ukuran butiran terbesar 4,75 mm.

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 genteng beton atau produk bahan bangunan campuran semen lainnya.

Agregat halus adalah butiran mineral yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar atau beton. Dari buku teknologi bahan terdapat klasifikasi distribusi ukuran butiran agregat halus menjadi 4 daerah atau zona yaitu zona 1 (kasar), zona 2 (sedikit kasar), zona 3 (sedikit halus), zona 4 (halus)

2.4.3 Semen Portland

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 genteng beton atau produk bahan bangunan campuran semen lainnya.

Agregat halus adalah butiran mineral yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar atau beton. Dari buku teknologi bahan terdapat klasifikasi distribusi ukuran butiran agregat halus menjadi 4 daerah atau zona yaitu zona 1 (kasar), zona 2 (sedikit kasar), zona 3 (sedikit halus), zona 4 (halus).

2.4.4 Air

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

kualitas beton, bahkan dapat mengubah sifat-sifat genteng beton 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 genteng beton berkurang. Pemakaian air untuk beton, sebaiknya memenuhi syarat baku air sebagai berikut :

1. Tidak mengandung lumpur lebih dari 2 gram/liter.
2. Tidak mengandung garam-garam yang dapat merusak beton lebih dari 15 gram/liter.
3. Tidak mengandung klorida (Cl) lebih dari 0,5 gram/liter.
4. Tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gram/liter.

2.5 Pengujian Benda Uji.

2.5.1 Pengujian Mortar

1. Pengujian Kuat Tekan Mortar

Kuat tekan mortar dilakukan dengan cara uji mortar menggunakan dimensi 5x5x5 cm. Rumus kuat tekan mortar adalah sebagai berikut :

$$f_c' = \frac{P_{maks}}{A}$$

Dimana :

f_c' = kekuatan tekan mortar (MPa)

P_{maks} = gaya tekan maksimum

(N) A = luas penampang benda uji (Nm²)

2. Pengujian Kuat Tarik Mortar

Pengujian kuat tarik mortar bertujuan untuk mengetahui seberapa kuat tarik mortar dan luas dari bidang tarik mortar tersebut. Uji kuat tarik mortar dilakukan dengan membuat benda uji mortar seperti angka delapan(briquettes). Benda uji yang siap untuk dilakukan mengujian akan ditarik dengan alat uji cement briquettes. Rumus dari kuat tarik mortar adalah :

$$f_{ct} = \frac{P}{A}$$

Dimana :

f_{ct} = Kuat tarik mortar (kg/cm²)

P = Maksimum pembebanan (kg)

A = Luas permukaan tarik (cm²)

3. Pengujian Kuat Lentur Mortar

Kuat lentur mortar adalah kemampuan benda uji yang diletakkan pada perletakan untuk menahan gaya dengan arah tegak lurus sumbu benda uji, sampai benda uji tersebut patah dengan satuan MPa. Sehingga gaya lentur akan 18 terjadi pada

tegangan tekan. Kuat lentur yang merupakan kemampuan bahan dalam menahan deformasi yang berada di bawah beban hingga material tersebut patah maupun hancur. Rumus dari kuat lentur mortar adalah :

$$f_r = \frac{M_x}{W_x}$$

$$f_r = \frac{\frac{1}{4} p \times L}{\frac{1}{6} b \times d^2}$$

Dimana :

f_r = Kuat lentur mortar semen (kg.cm²)

M_x = Momen maksimum (Kg.cm)

W_x = Momen Tahanan (cm³)

P = Beban yang dipakai saat runtuh (kg)

L = Jarak bentang (cm)

b = Lebar benda uji (cm)

d = Tinggi benda uji (cm)

2.5.2 Pengujian Genteng Beton

1. Pengujian Kuat Lentur Genteng Beton

Kuat lentur beton adalah kemampuan balok beton tanpa tulangan untuk memikul tegangan tarik lentur akibat momen lentur yang diletakkan pada dua perletakan. Menurut SNI 0096:2007 genteng beton yang sudah berumur 28 hari diuji kuat lenturnya. Alat pengujian terdiri dari sebuah alat uji lentur yang dapat memberikan beban secara teratur dan merata dengan ketelitian 1%. Karakteristik beban lentur dapat dihitung menggunakan rumus :

$$f_r = \frac{M_x}{W_x}$$

$$f_r = \frac{\frac{1}{4} p \times L}{\frac{1}{6} b \times d^2}$$

Dimana :

f_r = Kuat lentur genteng beton (kg.cm²)

M_x = Momen maksimum (Kg.cm)

W_x = Momen Tahanan (cm³)

P = Beban yang dipakai saat runtuh (kg)

L = Jarak bentang (cm)

b = Lebar penampang patah (cm)

d = Tinggi benda uji (cm)

2. Ketahanan Terhadap Rembesan Air (*Impermeabilitas*)

Impermeabilitas adalah ketahanan bahan terhadap rembesan air, yaitu keadaan dimana suatu benda dikatakan tahan terhadap rembesan air apabila benda tersebut pada permukaan bagian atasnya diberi air maka

permukaan bagian bawahnya tidak basah atau tidak sampai ada tetesan air.

Menurut SNI 0096:2007 genteng beton yang sudah berumur 28 hari diuji rembesan airnya. Benda uji diletakkan pada rangka uji, kemudian diberi lapisan pasta penambal pada sekeliling benda uji. Tuangkan air setinggi 10 mm- 15 mm dari permukaan atas benda uji, pengujian berlangsung selama 20 jam ± 5 menit, dalam suhu ruangan berkisar 15°C hingga 30°C dan kelembaban relative 40%.

3. Penyerapan Air (Porositas) Genteng Beton

Menurut SNI 0096:2007 pengujian ini bertujuan untuk mengetahui penyerapan air genteng beton dengan penambahan styrofoam pada volume genteng beton.

Pengujian penyerapan air (porositas) benda uji genteng beton dilakukan pada umur genteng 28 hari dengan jumlah benda uji 6 buah untuk masing-masing variabel penambahan styrofoam terhadap volume genteng beton.

Penyerapan air (porositas) pada genteng beton dapat dihitung dengan rumus :

$$\text{Porositas genteng beton} = \frac{W-K}{K} \times 100\%$$

Dimana :

W = Berat genteng beton dalam keadaan SSD (g)

K = Berat genteng beton dalam keadaan kering (g)

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

3.1.1 Tempat Penelitian

Pada saat proses penelitian diperlukan tempat penelitian untuk memperoleh data-data yang mendukung tercapainya tujuan penelitian. Penelitian mengambil tempat penelitian yang berhubungan dengan permasalahan yang dibahas, Adapun yang menjadi tempat penelitian ini yaitu :

1. Pembuatan benda uji genteng beton dilaksanakan di PT.Kerang,Malang.
2. Pengujian bahan dilaksanakan di Laboratorium Bahan Konstruksi Jurusan Teknik Sipil Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Pengujian kuat lentur dan impermeabilitas genteng beton dilaksanakan di Laboratorium Bahan Konstruksi Jurusan Teknik Sipil Institut Teknologi Nasional Malang.

3.1.2 Waktu Penelitian

Waktu yang digunakan untuk penelitian dan analisis data hasil penelitian dimulai pada bulan Maret 2023 sampai dengan bulan Juli 2023.

1. Persiapan Penelitian.
2. Pelaksanaan Penelitian.
3. Analisa Data dan Laporan.

3.2 Metode Penelitian

Penelitian ini dibagi menjadi dua bagian, yaitu :

1. Studi Pustaka, bertujuan untuk mengkaji hubungan variabel yang akan diteliti dengan mempelajari teori-teori yang ada untuk merumuskan hipotesis penelitian.

2. Studi eksperimen, dilakukan di Laboratorium untuk mendapat data-data yang diperlukan. Data-data tersebut dianalisa secara statistik untuk menguji hipotesis sehingga didapat kesimpulan akhir.

Adapun Langkah-langkah penelitian pada studi eksperimen secara garis besar adalah sebagai berikut :

- a. Pemeriksaan lewat saringan.
- b. Pemeriksaan berat isi.
- c. Analisa saringan agregat halus.
- d. Pemeriksaan kadar lumpur dalam agregat halus.
- e. Pemeriksaan zat organik agregat halus.
- f. Pemeriksaan kadar air agregat halus.
- g. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat halus.
- h. Pemeriksaan berat jenis semen.
- i. Pemeriksaan konsistensi normal semen hidrolis.
- j. Penentuan waktu pengikatan semen hidrolis.
- k. Perencanaan mix desain benda uji.
- l. Pembuatan benda uji.
- m. Pengujian benda uji.

3.3 Benda Uji

Dalam penelitian ini, cetakan benda uji yang digunakan adalah cetakan mortar untuk pengujian kuat tekan, kuat tarik, dan kuat lentur serta cetakan genteng beton untuk pengujian kuat tarik lentur, rembesan air (impermeabilitas), dan penyerapan air (porositas) genteng beton. Benda uji dibuat dengan 4 varian komposisi Styrofoam sebagai bahan tambah pembuatan mortar dan genteng beton yaitu 0%, 20%, 30%, dan 40%.

Pengujian benda uji dilakukan pada umur 28 hari. Jumlah benda uji sebanyak 72 buah untuk pengujian kuat tekan, kuat tarik, dan kuat lentur mortar serta benda uji sebanyak 48 buah untuk pengujian kuat lentur, rembesan air (impermeabilitas), dan penyerapan air (porositas) genteng beton.

Tabel 3.1 Perincian Benda Uji Mortar

Kadar Styrofoam (%)	Pengujian Pada Umur 28 Hari				Jumlah
	Kuat Tekan	Kuat Lentur	Kuat Tarik	Kemungkinan Kegagalan	
0%	5	5	5	3	18
20%	5	5	5	3	18
30%	5	5	5	3	18
40%	5	5	5	3	18
Jumlah					72

Tabel 3.2 Perincian Benda Uji Genteng

Kadar Styrofoam (%)	Pengujian Pada Umur 28 Hari			Jumlah
	Kuat Lentur	Impermeabilitas Dan Porositas	Kemungkinan Kegagalan	
0%	5	5	3	12
20%	5	5	3	12
30%	5	5	3	12
40%	5	5	3	12
Jumlah				48

3.4 Benda Uji Mortar

3.4.1 Alat Penelitian

Peralatan yang diperlukan dalam penelitian ini adalah :

1. Neraca.
2. Gelas ukur.
3. Stop watch.
4. Sendok Perata.
5. Meja leleh.
6. Mesin tekan, lentur, dan tarik mortar.
7. Cetakan kubus 5 x 5 x 5 cm dan alat pemadat.
8. Cetakan Briquette.
9. Cetakan 4 x 4 x 16 cm.
10. Gunting.
11. Bak perendam.

3.4.2 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan untuk penelitian ini adalah :

1. Semen : Semen Gresik Tipe 1
2. Agregat Halus : Pasir Lumajang
3. Air : Air PDAM
4. Styrofoam : Dari limbah

3.4.3 Pembuatan Benda Uji Mortar

1. Masukkan air pdam sebanyak 30% dari berat semen kedalam mangkok alat pengaduk.
2. Timbanglah 500 gram semen dan masukkan ke dalam mangkok.
3. Masukkan pasir sebanyak 1375 gram perlahan-lahan sambil diaduk menggunakan spatula hingga homogen dan tercampur rata.
4. Lakukan percobaan leleh dengan mengisi mortar ke dalam cincin yang terletak di atas meja leleh, cincin yang diisi dalam 2 lapis, setiap lapis dipadatkan dengan menumbuk sebanyak 20 kali. Ratakan permukaan mortar dengan sendok Perata, angkatlah

cincin dan getarkan meja leleh sebanyak 25 kali selama 15 detik.

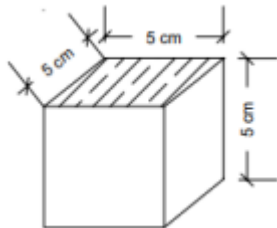
5. Ukurlah diameter leleh, sekurang-kurangnya pada 4 tempat dan ambil harga rata-rata. (diameter leleh harus antara 100-115% dari diameter semula).
6. Apabila diameter leleh yang disyaratkan belum didapat, ulanglah pekerjaan dari no.1 sampai no.9 dengan mengubah kadar air.
7. Setelah diameter leleh yang diisyaratkan didapat, cetaklah mortar dengan cetakan kubus 5x5x5 cm, cetak diisi dalam 2 lapis dimana setiap lapisan dipadatkan dengan penumbuk sebanyak 32 kali dalam 4 putaran. Keseluruhan waktu yang digunakan untuk mencetak tidak boleh lebih dari 2 menit.
8. Ratakan permukaan mortar dengan sendok Perata kemudian simpan diatas "moist cabinet" selama 24 jam.
9. Bukalah cetakan dan rendamlah mortar kedalam air bersih kemudian periksalah kekuatan tekan mortar pada mesin tekan sesuai dengan umur yang diinginkan. 27
10. Lakukan pembuatan benda uji diatas untuk pembuatan benda uji briquette dan balok 4x4x16 cm.

3.4.4 Pengujian Benda Uji Mortar

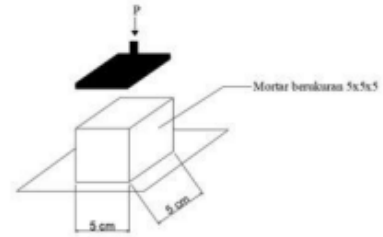
1. Kuat Tekan Mortar

Pada umur yang telah ditentukan, yaitu pada saat benda uji berumur 28 hari, dilakukan pengujian kekuatan tekan dengan menggunakan alat uji compression test terhadap benda uji dengan urutan kegiatan sebagai berikut:

- a. Angkatlah benda uji dari tempat peredaman, kemudian permukaannya dikeringkan dengan cara di lap dan dibiarkan selama ± 15 menit.



- b. Timbanglah kubus benda uji, lalu catat berat benda uji itu.
- c. Letakan benda uji pada mesin penekan, tekanlah benda uji sampai benda uji itu pecah. Pada saat pecah, catatlah besarnya gaya tekan maksimum yang bekerja.



- d. Lakukan perhitungan dengan menggunakan rumus.

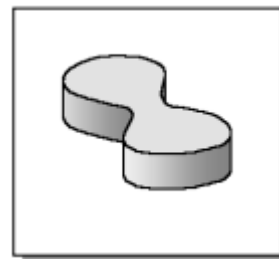


2. Pengujian Kuat Tarik Mortar

Pengujian kuat tarik dilakukan pada saat benda uji berumur 28 hari dengan menggunakan alat Flexure & Tensile Mechine dengan cara pengujian kuat tarik mortar :

1. Persiapan pengujian

- a. Ambil benda uji dan bersihkan dari kotoran yang menempel dengan kain lembab.



- b. Tentukan berat dan ukuran benda uji.
- c. Benda uji sudah siap untuk diperiksa.

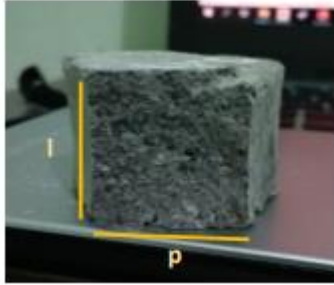
2. Cara pengujian

- a. Letakkan benda uji pada mesin tarik.



- b. Lakukan pembebanan sampai benda uji menjadi hancur dan catatlah beban maksimum yang terjadi selama pemeriksaan benda uji.

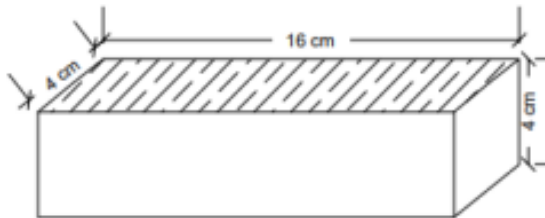
- c. Gambar bentuk pecah dan catatlah keadaan benda uji.
- d. Lakukan perhitungan dengan menggunakan rumus.



3. Pengujian Kuat Lentur Mortar

Pengujian kuat lentur mortar dilakukan setelah benda uji berumur 28 hari dengan menggunakan alat Flexure & Tensile Mechine. Cara kerja pengujian kuat lentur mortar sebagai berikut :

- 1. Persiapan pengujian
 - a. Ambil benda uji dan bersihkan dari kotoran yang menempel dengan kain lembab.



- b. Tentukan berat dan ukuran benda uji.
- c. Benda uji sudah siap untuk diperiksa.
- 2. Cara pengujian
 - a. Letakkan benda uji pada alat bantu uji lentur.



- b. Tempatkan benda uji pada posisi dan simetris terhadap bearing block.
- c. Lakukan pembebanan dimana posisi balok berada tepat di tengah diantara dua perletakan.
- d. Jalankan mesin sehingga memberikan pembebanan yang merata dan terus menerus pada benda uji.
- e. Lakukan pembebanan sampai benda uji menjadi hancur dan catatlah beban maksimum yang terjadi selama pemeriksaan benda uji.
- f. Gambar bentuk pecah dan catatlah keadaan benda uji.

- g. Lakukan perhitungan dengan menggunakan rumus.

3.5 Benda Uji Genteng Beton

3.5.1 Alat Penelitian

1. Timbangan.
2. Meja leleh dan pengukur leleh.
3. Alat vicat.
4. Stopwatch.
5. Cetakan genteng.
6. Saringan dengan ukurab 19 mm (3/4"), 9,6 mm (3/8"), 4,75 mm (No.4), 2,36 mm (No.8), 1,18 mm (No.16), 0,6 mm (No.30), 0,3 mm (N0.50), 0,15 mm (No.100, 0,075 mm (N0.200).
7. Piknometer dan gelas ukur dengan ketelitian 2 ml.
8. Oven.
9. Bak perendaman genteng beton.
10. Alat uji impermeabilitas genteng beton.
11. Mesin uji lentur genteng beton.
12. Peralatan tambahan seperti loyang, ember, kuas, sendok dan alat penunjang lainnya.

3.5.2 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan untuk penelitian ini adalah :

1. Semen : Semen Gresik Tipe 1 34
2. Agregat Halus : Pasir Lumajang
3. Air : Air PDAM
4. Styrofoam : Dari limbah

3.5.3 Perencanaan Bahan Susun Genteng Beton

Persiapan bahan susun genteng meliputi penimbangan semen, pasir, Styrofoam, dan air sesuai dengan kebutuhan yang telah direncanakan yaitu 1 PC : 3 PS dengan menggunakan perbandingan berat (Kg).

3.5.4 Pembuatan Benda Uji Genteng Beton

1. Persiapan bahan susun genteng

Bahan susun genteng meliputi, mempersiapkan takaran semen, pasir, styrofoam, dan air sesuai dengan kebutuhan.
2. Tahap pencampuran dan pengadukan bahan susun genteng beton

Bahan susun genteng beton (semen, pasir, styrofoam) dimasukkan kedalam ember dan dicampur dalam keadaan kering dengan menggunakan cetok sampai adukan menjadi homogen, yaitu jika warnanya sudah sama. Selanjutnya tambahkan air $\pm 75\%$ dari jumlah air yang diperlukan, kemudian adukan diratakan dan sisa air yang diperlukan ditambahkan sedikit-sedikit sambil adukan terus diratakan sampai homogen.

3. Tahap pencetakan genteng beton

Adukan yang telah homogen, selanjutnya dituang dalam cetakan genteng beton sampai penuh yang sebelumnya telah diolesi oleh pelumas. Lalu ditekan dan diangkat ke tempat pemeliharaan. Demikian seterusnya Langkah ini dilakukan berulang-ulang hingga jumlah genteng beton mencapai jumlah yang diinginkan untuk diuji.

4. Pengeringan

Genteng beton yang telah selesai dicetak, dikeringkan dan ditempatkan diatas tatakan atau rak-rak, kemudain diangin-anginkan pada tempat yang terlindungi dari terik matahari dan hujan selama 24 jam.

5. Perawatan benda uji genteng beton

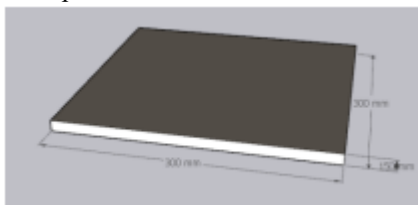
Setelah proses pencetakan benda uji selesai, kemudian disimpan dalam ruangan lembab selama 24 jam dengan menggunakan tempat pengeringan genteng beton. Kemudian benda uji direndam dalam air bersih selama 35 minimal 14 hari, setelah itu genteng beton diangkat dari tempat perendaman dan diangin-anginkan sampai hari pengujian yaitu 28 hari.

3.5.5 Pengujian Benda Uji Genteng Beton

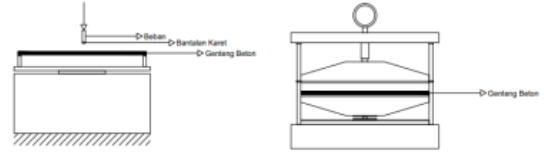
1. Kuat Lentur Genteng Beton

Pengujian kuat lentur genteng beton dilakukan setelah benda uji berumur 28 hari. Cara kerja pengujian kuat lentur genteng beton :

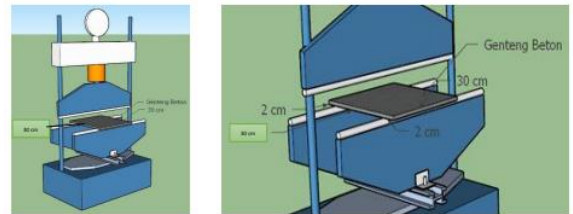
1. Kondisikan benda uji sebanyak 6 buah dalam ruangan bersuhu antara 15°C - 30°C dan kelembapan relatif minimum 40%.



2. Letakkan benda uji diatas pisau penumpu pada mesin uji sehingga pisau pembebanan berada ditengah-tengah pisau penumpu dengan jarak tumpu $2/3$ panjang genteng.



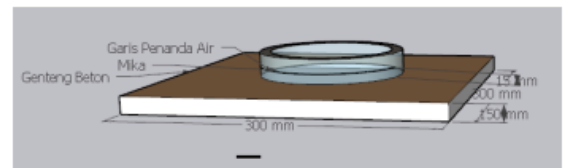
3. Letakkan bantalan karet diantara pisau pembebanan dengan genteng untuk genteng datar dan rata.
4. Dan letakkan bantalan karet diantara papan penekan dengan genteng untuk genteng profil.
5. Lakukan pembebanan dengan penambahan beban yang tetap dengan kecepatan pembebanan maksimum 108 N/detik hingga genteng patah.
6. Catat beban maksimum setiap genteng dengan ketelitian 10 N.
7. Hitung karakteristik beban lentur.



2. Pengujian Rembesan Air (Impermeabilitas) Genteng Beton

Cara kerja uji impermeabilitas genteng beton adalah :

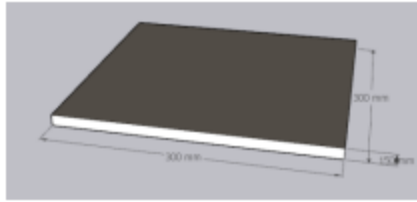
1. Siapkan benda uji sebanyak 6 buah.
2. Letakkan genteng (benda uji) pada rangka uji, kemudian beri lapisan pasta penambal pada sekeliling benda uji. 38
3. Tuangkan air setinggi 10 mm-15 mm dari permukaan atas benda uji. Pengujian berlangsung selama 20 jam ± 5 menit, dalam suhu ruangan berkisar 15°C hingga 30°C dan kelembapan relatif 40%.
4. Catat ada atau tidak adanya tetesan air yang jatuh pada permukaan cermin.



Hasil yang didapat untuk memenuhi syarat uji yaitu penyerapan air maksimal 10%.

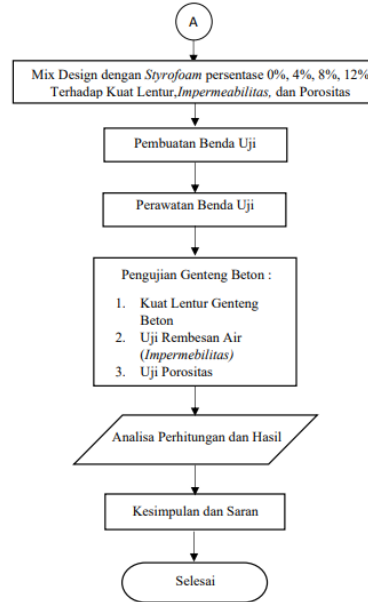
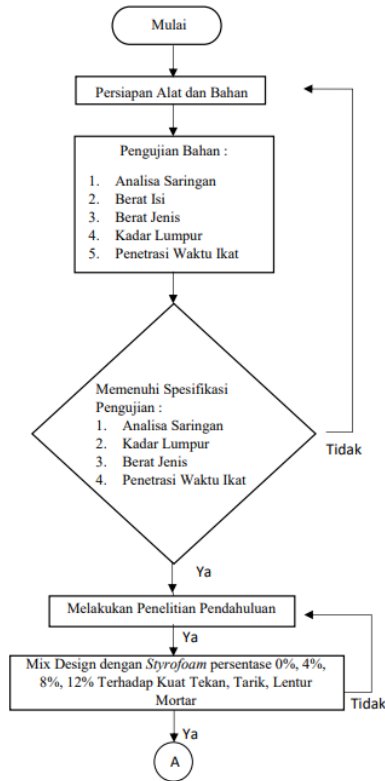
3. Pengujian Penyerapan Air (Porositas) Genteng Beton

1. Siapkan benda uji sebanyak 6 buah.



2. Keringkan genteng beton dalam oven pada suhu $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ sampai berat tetap.
3. Timbang genteng beton dalam keadaan kering oven.
4. Rendam genteng beton kedalam air selama 24 jam.
5. Timbang genteng dalam keadaan basah dengan menyeka permukaan genteng lebih dahulu dengan lap lembab.
6. Hitung penyerapan masing-masing air genteng beton dengan menggunakan rumus.

3.6 Bagan Alir Penelitian



4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengujian Benda Uji

4.1.1 Mortar

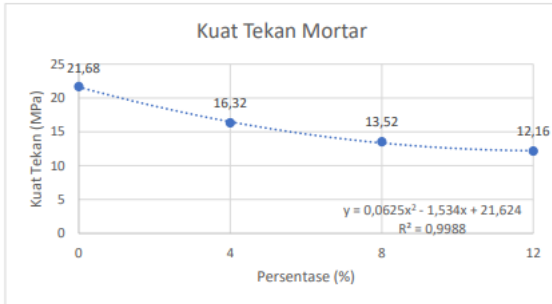
a. Kuat Tekan Mortar

Variasi	Umur	Kuat Tekan Mortar (MPa)					Rata-rata f_c (MPa)
		1	2	3	4	5	
0%	7	22	21,6	22,4	22	20,4	21,68
4%	7	18	14,8	15,6	16	17,2	16,32
8%	7	10,4	16	15,2	14,4	11,6	13,52
12%	7	13,2	11,6	10,8	12,4	12,8	12,16

Sumber : Hasil Perhitungan



Gambar diatas merupakan hasil dari kubus styrofoam yang sudah mengalami pengujian kuat tekan. Dari hasil yang didapat kubus dengan campuran styrofoam hancur sebagian dengan kuat tekan yang tidak terlalu tinggi, karena styrofoam tidak dapat membantu kubus mendapatkan kuat yang lebih baik.



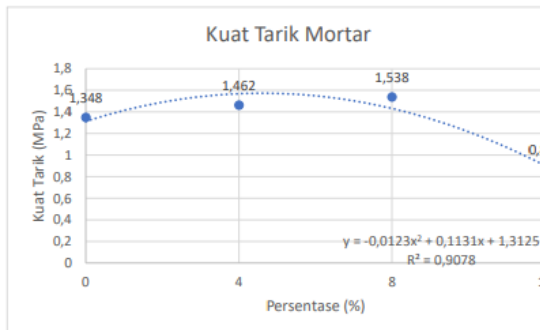
Hasil yang didapatkan pada kuat mortar tanpa penambahan styrofoam menghasilkan 21,68 MPa. Sedangkan hasil kuat tekan mortar yang didapatkan dengan penambahan styrofoam menghasilkan 16,32 MPa pada penambahan 4% styrofoam, 13,52 MPa pada penambahan 8% styrofoam, dan 12,16 MPa pada penambahan 12% styrofoam.

b. Kuat Tarik Aksial Mortar

Variasi	Umur	Kuat Tarik Mortar (MPa)					Rata-rata f'c (MPa)
		1	2	3	4	5	
0%	7	1,59	1,18	1,2	1,58	1,19	1,348
4%	7	0,95	2,15	1,25	0,92	2,04	1,462
8%	7	1,96	1,55	1,4	1,46	1,32	1,538
12%	7	0,82	0,86	0,65	0,91	1,09	0,866



Gambar diatas merupakan hasil benda uji briquette yang telah mengalami pengujian kuat tarik mortar, terlihat bahwa briquette mengalami patah Tengah dan ada satu briquette yang mengalami patah tepi.



Hasil yang didapatkan pada kuat tarik mortar tanpa penambahan styrofoam menghasilkan 1,347 MPa. Sedangkan hasil kuat tarik mortar yang didapatkan dengan

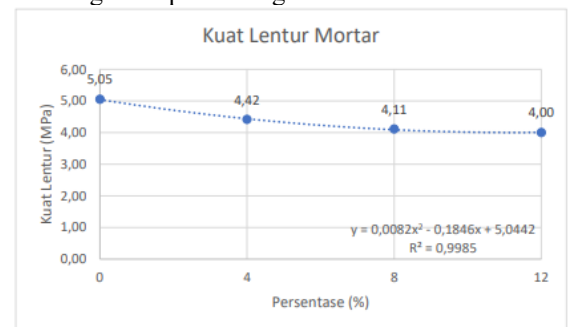
penambahan styrofoam menghasilkan 1,462 MPa pada penambahan 4% styrofoam, 1,538 MPa pada penambahan 8% styrofoam, dan 0,866 MPa pada penambahan 12% styrofoam.

c. Kuat Lentur Mortar

Variasi	Umur	Kuat Lentur Mortar (MPa)					Rata-rata f'c (MPa)
		1	2	3	4	5	
0%	7	4,53	5,91	5,01	5,32	4,5	5,05
4%	7	4,5	4,5	4,36	4,64	4,08	4,42
8%	7	4,19	4,16	4,08	3,91	4,22	4,11
12%	7	3,40	4,36	3,88	4,28	4,08	4,00



Gambar diatas merupakan hasil benda uji balok 16x4x4 cm yang telah mengalami pengujian kuat lentur mortar, terlihat bahwa benda uji tersebut semuanya mengalami patah Tengah.

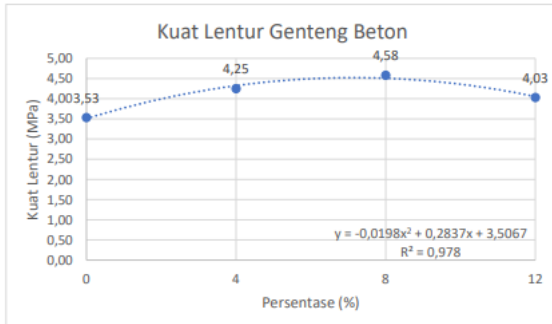


Hasil yang didapatkan pada kuat lentur mortar tanpa penambahan styrofoam menghasilkan 5,05 MPa. Sedangkan hasil kuat lentur mortar yang didapatkan dengan penambahan styrofoam menghasilkan 4,42 MPa pada penambahan 4% styrofoam, 4,11 MPa pada penambahan 8% styrofoam, dan 4,00 MPa pada penambahan 12% styrofoam.

4.1.2 Genteng Beton

a. Kuat Lentur Genteng Beton

Variasi	Umur	Kuat Lentur Genteng Beton (MPa)					Rata-rata f _c (MPa)
		1	2	3	4	5	
0%	7	2,90	4,36	2,48	3,67	4,25	3,53
4%	7	4,63	4,66	4,02	2,99	4,94	4,25
8%	7	5,10	4,45	3,38	5,87	4,11	4,58
12%	7	4,20	3,78	4,23	3,85	4,08	4,03



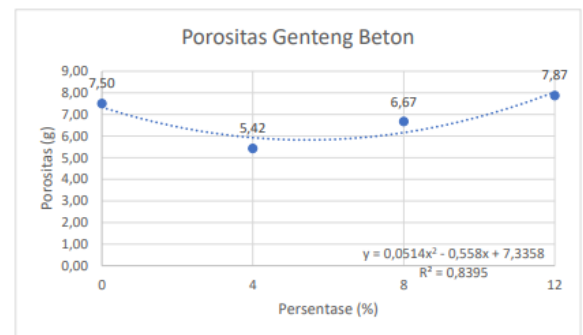
Hasil yang didapatkan pada kuat lentur genteng beton tanpa penambahan styrofoam menghasilkan 3,53 MPa. Sedangkan hasil kuat lentur mortar yang didapatkan dengan penambahan styrofoam menghasilkan 4,25 MPa pada penambahan 4% styrofoam, 4,58 MPa pada penambahan 8% styrofoam, dan 4,03 MPa pada penambahan 12% styrofoam.

b. Impermeabilitas Genteng Beton

No	Persentase	Rembesan	No	Persentase	Rembesan
1	0%	Tidak ada	1	8%	Tidak ada
2	0%	Tidak ada	2	8%	Tidak ada
3	0%	Tidak ada	3	8%	Tidak ada
4	0%	Tidak ada	4	8%	Tidak ada
5	0%	Tidak ada	5	8%	Tidak ada
1	4%	Tidak ada	1	12%	Tidak ada
2	4%	Tidak ada	2	12%	Tidak ada
3	4%	Tidak ada	3	12%	Tidak ada
4	4%	Tidak ada	4	12%	Tidak ada
5	4%	Tidak ada	5	12%	Tidak ada

c. Porositas Genteng Beton

No	Variasi	Berat Genteng dalam Keadaan Basah (g)	Berat Genteng dalam Keadaan Kering (g)	Penyerapan Air	Rata-Rata
1	0%	3380	3140	7,64	7,50
2		3340	3110	7,40	
3		3360	3130	7,35	
4		3360	3120	7,69	
5		3320	3090	7,44	
1	4%	3520	3340	5,39	5,42
2		3540	3360	5,36	
3		3520	3340	5,39	
4		3560	3380	5,33	
5		3560	3370	5,64	
1	8%	3480	3280	6,10	6,67
2		3520	3280	7,32	
3		3500	3260	7,36	
4		3460	3260	6,13	
5		3480	3270	6,42	
1	12%	3350	3120	7,37	7,87
2		3390	3110	9,00	
3		3370	3120	8,01	
4		3400	3150	7,94	
5		3350	3130	7,03	



Dari pengujian yang dilakukan, penyerapan air genteng beton yang diberi campuran styrofoam pada persentase 4% dan 8% lebih sedikit mengalami penyerapan air dibandingkan dengan genteng beton normal dan genteng beton persentase 12%. Pada grafik 4.8 dimana porositas genteng beton minimum terjadi pada persentase 4% dengan penyerapan air sebesar 5,42 dan mengalami kenaikan penyerapan air dengan campuran 8% sebesar 6,67 dan 12% sebesar 7,87.

4.2 Pengolahan Data

4.2.1 Pengujian Interval Kepercayaan

a. Kuat Tekan Mortar

Persentase	\bar{X}	S	P	dk	t _{0,975}	Interval Kepercayaan
0	21,68	0,77	0,975	4	2,776	20,70 < μ < 22,64
4	16,32	1,28	0,975	4	2,776	14,73 < μ < 17,91
8	13,52	2,41	0,975	4	2,776	10,53 < μ < 16,51
12	12,16	0,96	0,975	4	2,776	10,96 < μ < 13,36

Sumber : Hasil Perhitungan

Data yang diterima dan ditolak disortir menurut range interval kepercayaan yang

disebutkan sebelumnya, seperti yang ditunjukkan dalam tabel dibawah ini.

No	Persentase	Kuat Tekan (MPa)	Interval Kepercayaan	Keterangan	\bar{X} Tekan (MPa)
1	0%	22,00	$20,70 < \mu < 22,64$	Memenuhi	22,00
2		21,60		Memenuhi	
3		22,40		Memenuhi	
4		22,00		Memenuhi	
5		20,40		Tidak Memenuhi	
1	4%	18,00	$14,73 < \mu < 17,91$	Tidak Memenuhi	15,9
2		14,80		Memenuhi	
3		15,60		Memenuhi	
4		16,00		Memenuhi	
5		17,20		Memenuhi	
1	8%	10,40	$10,53 < \mu < 16,51$	Tidak Memenuhi	14,3
2		16,00		Memenuhi	
3		15,20		Memenuhi	
4		14,40		Memenuhi	
5		11,60		Memenuhi	
1	12%	13,20	$10,96 < \mu < 13,36$	Memenuhi	12,5
2		11,60		Memenuhi	
3		10,80		Tidak Memenuhi	
4		12,40		Memenuhi	
5		12,80		Memenuhi	

b. Kuat Tarik Mortar

Persentase	\bar{X}	S	P	dk	t0,975	Interval Kepercayaan
0	1,348	0,22	0,975	4	2,776	$1,08 < \mu < 1,62$
4	1,462	0,59	0,975	4	2,776	$0,73 < \mu < 2,20$
8	1,538	0,25	0,975	4	2,776	$1,23 < \mu < 1,85$
12	0,866	0,16	0,975	4	2,776	$0,67 < \mu < 1,06$

No	Persentase	Kuat Tekan (MPa)	Interval Kepercayaan	Keterangan	\bar{X} Tarik (MPa)
1	0%	1,59	$1,08 < \mu < 1,62$	Memenuhi	1,35
2		1,18		Memenuhi	
3		1,20		Memenuhi	
4		1,58		Memenuhi	
5		1,19		Memenuhi	
1	4%	0,95	$0,73 < \mu < 2,20$	Memenuhi	1,46
2		2,15		Memenuhi	
3		1,25		Memenuhi	
4		0,92		Memenuhi	
5		2,04		Memenuhi	
1	8%	1,96	$1,23 < \mu < 1,85$	Tidak Memenuhi	1,43
2		1,55		Memenuhi	
3		1,40		Memenuhi	
4		1,46		Memenuhi	
5		1,32		Memenuhi	
1	12%	0,82	$0,67 < \mu < 1,06$	Memenuhi	0,86
2		0,86		Memenuhi	
3		0,65		Tidak Memenuhi	
4		0,91		Memenuhi	
5		1,09		Tidak Memenuhi	

c. Kuat Lentur Mortar

Persentase	\bar{X}	S	P	dk	t0,975	Interval Kepercayaan
0	5,054	0,59	0,975	4	2,776	$4,32 < \mu < 5,79$
4	4,416	0,21	0,975	4	2,776	$4,15 < \mu < 4,68$
8	4,112	0,12	0,975	4	2,776	$3,96 < \mu < 4,27$
12	4,000	0,38	0,975	4	2,776	$3,52 < \mu < 4,48$

No	Persentase	Kuat Tekan (MPa)	Interval Kepercayaan	Keterangan	\bar{X} Lentur Mortar (MPa)
1	0%	4,53	$4,32 < \mu < 5,79$	Memenuhi	4,84
2		5,91		Tidak Memenuhi	
3		5,01		Memenuhi	
4		5,32		Memenuhi	
5		4,50		Memenuhi	
1	4%	4,50	$4,15 < \mu < 4,68$	Memenuhi	4,50
2		4,50		Memenuhi	
3		4,36		Memenuhi	
4		4,64		Memenuhi	
5		4,08		Tidak Memenuhi	
1	8%	4,19	$3,96 < \mu < 4,27$	Memenuhi	4,16
2		4,16		Memenuhi	
3		4,08		Memenuhi	
4		3,91		Tidak Memenuhi	
5		4,22		Memenuhi	
1	12%	3,40	$3,52 < \mu < 4,48$	Tidak Memenuhi	4,15
2		4,36		Memenuhi	
3		3,88		Memenuhi	
4		4,28		Memenuhi	
5		4,08		Memenuhi	

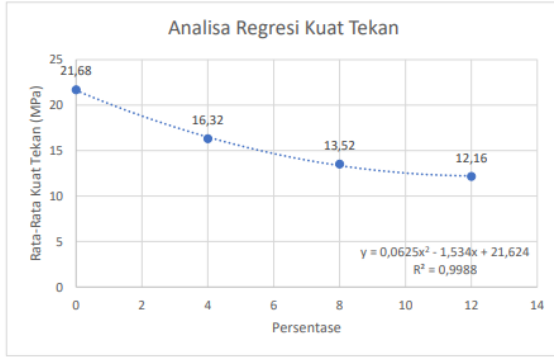
d. Kuat Lentur Genteng Beton

Persentase	\bar{X}	S	P	dk	t0,975	Interval Kepercayaan
0	3,532	0,589	0,975	4	2,776	$2,57 < \mu < 4,58$
4	4,248	0,212	0,975	4	2,776	$3,28 < \mu < 5,22$
8	4,582	0,124	0,975	4	2,776	$3,40 < \mu < 5,76$
12	4,028	0,384	0,975	4	2,776	$3,77 < \mu < 4,28$

No	Persentase	Kuat Tekan (MPa)	Interval Kepercayaan	Keterangan	\bar{X} Lentur Genteng (MPa)
1	0%	3,25	$2,57 < \mu < 4,58$	Memenuhi	3,86
2		4,53		Memenuhi	
3		2,44		Tidak Memenuhi	
4		3,54		Memenuhi	
5		4,13		Memenuhi	
1	4%	4,63	$3,28 < \mu < 5,22$	Memenuhi	4,61
2		4,66		Memenuhi	
3		4,22		Memenuhi	
4		2,99		Tidak Memenuhi	
5		4,94		Memenuhi	
1	8%	5,10	$3,40 < \mu < 5,76$	Memenuhi	4,34
2		4,15		Memenuhi	
3		3,98		Memenuhi	
4		5,87		Tidak Memenuhi	
5		4,11		Memenuhi	
1	12%	4,20	$3,77 < \mu < 4,28$	Memenuhi	4,03
2		3,78		Memenuhi	
3		4,23		Memenuhi	
4		3,85		Memenuhi	
5		4,08		Memenuhi	

4.2.2 Analisa Regresi

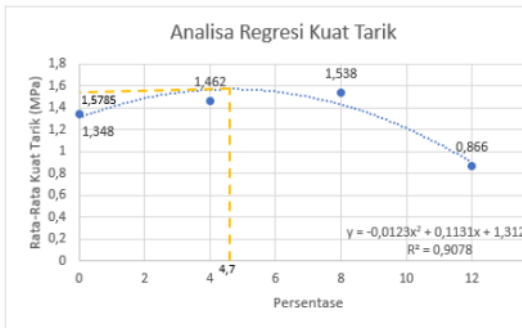
a. Kuat Tekan Mortar



Dari hasil perhitungan diatas, didapatkan bahwa nilai kuat tekan mortar terbesar hasil sebesar 21,68 MPa pada persentase 0%.

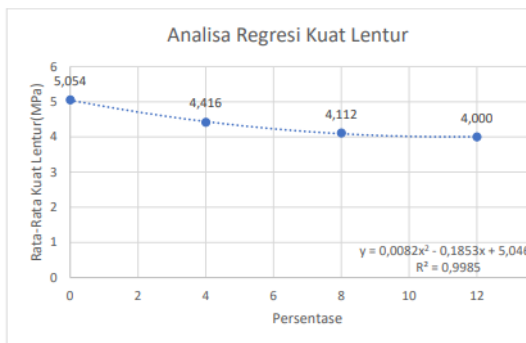
b. Kuat Tarik Mortar

No	X	Persamaan y	y
1	4,5	$y = -0,0123x^2 + 0,1131x + 1,3125$	1,5780
2	4,6	$y = -0,0123x^2 + 0,1131x + 1,3125$	1,5784
3	4,7	$y = -0,0123x^2 + 0,1131x + 1,3125$	1,5785
4	4,8	$y = -0,0123x^2 + 0,1131x + 1,3125$	1,5784
5	5	$y = -0,0123x^2 + 0,1131x + 1,3125$	1,5775



Dari hasil analisa regresi diatas, didapatkan nilai optimum kuat tarik mortar pada persentase 4,6% dengan nilai kuat tarik rata-rata sebesar 1,5785 MPa.

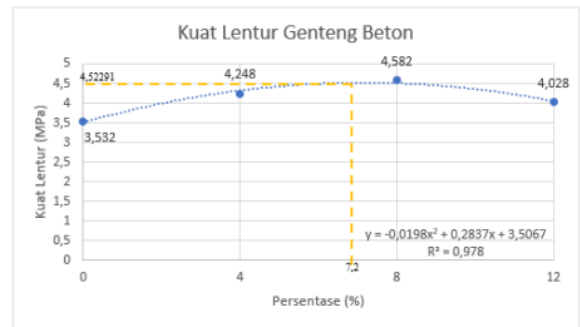
c. Kuat Lentur Mortar



Dari hasil perhitungan diatas, didapatkan bahwa nilai kuat lentur mortar terbesar terjadi pada persentase 0% dan didapatkan hasil sebesar 5,054 MPa.

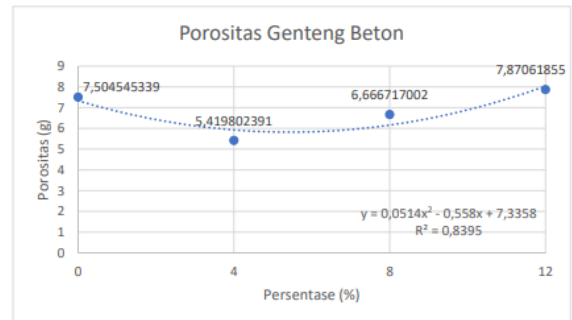
d. Kuat Lentur Genteng Beton

No	X	persamaan y	y
1	7	$y = -0,0198x^2 + 0,2837 + 3,5067$	4,5224
2	7,1	$y = -0,0198x^2 + 0,2837 + 3,5067$	4,52285
3	7,2	$y = -0,0198x^2 + 0,2837 + 3,5067$	4,52291
4	7,3	$y = -0,0198x^2 + 0,2837 + 3,5067$	4,5226
5	7,4	$y = -0,0198x^2 + 0,2837 + 3,5067$	4,5218



Dari hasil perhitungan analisa regresi diatas, didapatkan nilai optimum kuat lentur genteng beton terjadi pada persentase 7,2% dengan nilai kuat lentur rata-rata sebesar 4,52291 MPa.

e. Porositas Genteng Beton



Dari grafik diatas, didapatkan bahwa nilai porositas geteng beton terbesar didapatkan hasil sebesar 7,87 MPa.

4.2.3 Perhitungan Hipotesis

Pengujian hipotesis pada penelitian ini menggunakan pengujian student distribution (t). Tujuan dari uji t-value adalah untuk menentukan apakah variabel bebas (x), yaitu persentase styrofoam, memiliki pengaruh signifikan terhadap variabel terikat (y), yaitu kuat tekan, tarik, lentur mortar dan kuat lentur genteng. Ketika hipotesis dibuat, perhitungan *thitung* terkait dilakukan untuk membandingkan *ttabel* dengan koefisien

korelasi (R), yang digunakan untuk membandingkan dengan t_{tabel} pada signifikansi 5%.

1. Kuat Tekan Mortar

$$t_{hitung} = \frac{R\sqrt{n}}{\sqrt{1-R^2}}$$

$$= \frac{0,998\sqrt{5}}{\sqrt{1-0,998^2}}$$

$$= 35,302$$

$$t_{tabel} = 2,015$$

Karena $t_{hitung} > t_{tabel} = 35,302 > 2,015$, maka hipotesis nihil (Ho) ditolak, dan hipotesis alternatif (Ha) diterima. Dengan tingkat signifikansi $\alpha = 0,05$ ini menunjukkan bahwa kuat tekan mortar dipengaruhi oleh persentase styrofoam.

2. Kuat Tarik Mortar

$$t_{hitung} = \frac{R\sqrt{n}}{\sqrt{1-R^2}}$$

$$= \frac{0,998\sqrt{5}}{\sqrt{1-0,953^2}} = 7,033$$

$$t_{tabel} = 2,015$$

Karena $t_{hitung} > t_{tabel} = 7,033 > 2,015$, maka hipotesis nihil (Ho) ditolak, dan hipotesis alternatif (Ha) diterima. Dengan tingkat signifikansi $\alpha = 0,05$ ini menunjukkan bahwa kuat tarik mortar dipengaruhi oleh persentase styrofoam.

3. Kuat Lentur Mortar

$$t_{hitung} = \frac{R\sqrt{n}}{\sqrt{1-R^2}}$$

$$= \frac{0,998\sqrt{5}}{\sqrt{1-0,9992^2}} = 55,868$$

$$t_{tabel} = 2,015$$

Karena $t_{hitung} > t_{tabel} = 55,868 > 2,015$, maka hipotesis nihil (Ho) ditolak, dan hipotesis alternatif (Ha) diterima. Dengan tingkat signifikansi $\alpha = 0,05$ ini menunjukkan bahwa kuat lentur mortar dipengaruhi oleh persentase styrofoam.

4. Kuat Lentur Genteng

$$t_{hitung} = \frac{R\sqrt{n}}{\sqrt{1-R^2}}$$

$$= \frac{0,998\sqrt{5}}{\sqrt{1-0,989^2}} = 14,951$$

$$t_{tabel} = 2,015$$

Karena $t_{hitung} > t_{tabel} = 14,951 > 2,015$, maka hipotesis nihil (Ho) ditolak, dan hipotesis alternatif (Ha) diterima. Dengan tingkat signifikansi $\alpha = 0,05$ ini menunjukkan bahwa kuat lentur genteng beton dipengaruhi oleh persentase styrofoam.

5. Porositas Genteng

$$t_{hitung} = \frac{R\sqrt{n}}{\sqrt{1-R^2}}$$

$$= \frac{0,998\sqrt{5}}{\sqrt{1-0,916^2}} = 5,106$$

$$t_{tabel} = 2,015$$

Karena $t_{hitung} > t_{tabel} = 5,106 > 2,015$, maka hipotesis nihil (Ho) ditolak, dan hipotesis alternatif (Ha) diterima. Dengan tingkat signifikansi $\alpha = 0,05$ ini menunjukkan bahwa kuat porositas genteng beton dipengaruhi oleh persentase styrofoam.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian campuran mortar terhadap genteng beton dengan komposisi 1 : 2,017 : 0,7 (semen : pasir : air) dengan penambahan styrofoam terhadap kuat lentur, impermeabilitas, dan porositas genteng beton, didapat kesimpulan seperti dibawah ini :

1. Pada hasil kuat tekan mortar dengan komposisi campuran 1 : 2,017 : 0,7 (semen : pasir : air) didapatkan nilai kuat tekan mortar terbesar pada persentase 0% dengan hasil 21,68 MPa. Dari hasil tersebut didapatkan bahwa semakin besar persentase penambahan styrofoam membuat kuat tekan mortar semakin menurun.
2. Pada hasil kuat tarik mortar dengan komposisi campuran 1 : 2,017 : 0,7 (semen : pasir : air) didapatkan nilai optimum terjadi pada persentase 4,6% dengan nilai kuat tarik rata-rata sebesar 1,5785 MPa.
3. Pada hasil kuat lentur mortar dengan komposisi campuran 1 : 2,017 : 0,7 (semen : pasir : air) didapatkan bahwa nilai kuat lentur mortar terbesar terjadi pada persentase 0% dan didapatkan hasil sebesar 5,054 MPa.
4. Pada pengujian kuat lentur genteng beton dengan menggunakan komposisi campuran 1 : 2,017 : 0,7 (semen : pasir : air) dan di uji pada umur 7, didapatkan nilai optimum kuat lentur genteng beton terjadi pada persentase 7,2% dengan nilai kuat lentur rata-rata sebesar 4,52291 MPa.
5. Pada pengujian impermeabilitas genteng beton persentase 0% maupun ada penambahan styrofoam tidak terjadi

remebesan setelah diberi air dan didiamkan selama 20 jam ± 5 menit.

6. Pada pengujian porositas, didapatkan bahwa nilai porositas geteng beton terbesar terjadi pada persentase 12% dan didapatkan hasil sebesar 7,87 MPa.
7. Tampilan pada genteng beton dengan campuran styrofoam sedikit berbeda dengan genteng beton normal, dikarenakan terdapat butiran-butiran styrofoam yang muncul dipermukaan genteng beton.

5.2 Saran

Peneliti memberikan saran yang mungkin dapat dipergunakan dalam penelitian selanjutnya, yaitu :

1. Perlu dilakukan variasi terhadap penambahan persentase styrofoam agar mendapatkan hasil dengan mutu yang lebih baik.
2. Perlu dilakukan pemilihan jenis agregat yang lebih baik lagi, sehingga dapat menambah kualitas mutu dari mortar dan genteng beton.
3. Dapat dilakukan penelitian selanjutnya terkait penambahan styrofoam terhadap genteng yang menggunakan profil.
4. Pada penelitian selanjutnya dapat ditambahkan kapur mill atau fly ash agar bisa mendapatkan genteng beton yang lebih halus lagi permukaannya.
5. Dapat dilakukan penelitian lanjutan penambahan styrofoam pada beton ringan (paving, batako, bata ringan) agar didapat hasil yang lebih maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. (2007). Genteng beton. *Badan Standardisasi Nasional* 0096:2007,7798393(022), 7798393.
- Basuki, E. (2012). *Naskah Publikasi: Analisis Kualitas Genteng Beton Sebagai Penutup Atap Dengan Bahan Tambahan Serat Ijuk*.
- Fahmiardi, G. (2012). *Pemanfaatan Pasir Sempadan Pantai Sebagai Agregat*

Pengganti Pasir Sungai Luk Ulo Untuk Pembuatan Paving Block (Studi Kasus Pasir Sempadan Pantai Kebumen) Info Artikel. 30(1), 30–35.

Nasional, S., Ics, I., & Nasional, B. S. (2008). *Cara uji berat jenis dan penyerapan air agregat halus.*

Winarno, H., & Pujantara, R. (2015). *Pengaruh komposisi bahan pengisi Styrofoam pada pembuatan batako mortar semen ditinjau dari karakteristik dan kuat tekan. Jurnal, Teknik Sipil Dan Perencanaan Universitas Negeri Makassar, 1(1), 1–12.*