

**PEMANFAATAN STYROFOAM SEBAGAI PENGGANTI
SEBAGIAN AGREGAT HALUS BETON FAS 0.4****Danindra Pramudya Wardana¹, Gilang Fadhlurrahman Evriantama², Muhtarom Riyadi³**^{1,2,3}Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. DR. G.A. Siwabessy, Kukusan, Kecamatan Beji, Kota Depok, Jawa Barat 16424e-mail: pramudya.danindra@gmail.com, gilang.fe121@gmail.com, muhtard37@gmail.com**ABSTRACT**

Concrete is a material commonly used for structural work. However, concrete has one disadvantage, namely that its specific gravity is high enough so that the dead load on a structure becomes large. One way to deal with high concrete density is to use Styrofoam waste as a substitute for some of the fine aggregate. This research was conducted to examine the physical and mechanical properties as well as the optimum value of compressive strength, split tensile strength and modulus of elasticity of concrete with a 0.4 fas using Styrofoam as a partial substitute for fine aggregate. The research method used is an experimental method by making the test object in the form of a concrete cylinder with a diameter of 15 cm and a height of 30 cm. The composition of the concrete mixture used is a volume ratio of 1 Pc: 2 Ps: 2 Kr with a fas 0.4. The styrofoam variations used are 10%, 20%, and 30% of the ratio to the volume of fine aggregate in normal concrete mixtures. Testing of the mechanical properties of concrete was carried out at the age of 7, 14, 21, and 28 days for the concrete compressive strength test, and 28 days for the split tensile strength of the concrete, and the modulus of elasticity. The results showed that the compressive strength of the concrete increased with the age of the concrete and the addition of the styrofoam variations with the exception of the 10% variation. For the split tensile strength test, there was an increase in line with the increase in the styrofoam variation, while the modulus of elasticity decreased at 10% variation against 0% variation and increased at 20% and 30% variation with 0% variation.

Keywords: Concrete, Styrofoam, Variation**ABSTRAK**

Beton merupakan material yang umum digunakan untuk pekerjaan struktur. Namun beton memiliki salah satu kelemahan yaitu berat jenisnya cukup tinggi sehingga beban mati pada suatu struktur menjadi besar. Salah satu cara menangani berat jenis beton yang tinggi adalah dengan menggunakan limbah styrofoam sebagai pengganti sebagian agregat halus. Penelitian ini dilakukan untuk meneliti sifat fisik dan sifat mekanik serta nilai optimum kuat tekan, kuat tarik belah dan modulus elastisitas dari beton dengan fas 0,4 dengan pemanfaatan Styrofoam sebagai pengganti sebagian agregat halus. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen dengan membuat benda uji berupa silinder beton dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Komposisi campuran beton yang digunakan adalah dengan perbandingan volume 1 Pc : 2 Ps : 2 Kr dengan fas 0,4. Variasi styrofoam yang digunakan adalah 10%, 20%, dan 30% dari perbandingan terhadap volume agregat halus pada campuran beton normal. Pengujian sifat mekanik beton dilakukan pada umur 7, 14, 21, dan 28 hari untuk uji kuat tekan beton, dan 28 hari untuk kuat tarik belah beton, serta modulus elastisitas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kuat tekan beton meningkat seiring dengan bertambahnya umur beton dan penambahan variasi styrofoam terkecuali variasi 10%. Untuk pengujian kuat tarik belah mengalami peningkatan seiring bertambahnya variasi styrofoam, sedangkan modulus elastisitas mengalami penurunan pada variasi 10% terhadap variasi 0% dan mengalami peningkatan pada variasi 20% dan 30% terhadap variasi 0%.

Kata kunci: Beton, Styrofoam, Variasi

PENDAHULUAN

Penggunaan beton sebagai bahan bangunan sudah lama diterapkan secara luas oleh masyarakat sebab memiliki keunggulan yaitu kekuatan yang baik, tahan terhadap api, tahan terhadap perubahan cuaca, serta relatif mudah dalam pengerjaan. Namun beton juga memiliki kelemahan, salah satu kelemahannya adalah berat jenisnya cukup tinggi yaitu 2400 kg/m^3 , sehingga beban mati pada suatu struktur menjadi besar. Oleh sebab itu, teknologi beton selalu dituntut berinovasi guna menjawab tantangan akan kebutuhan, diantaranya bersifat ramah lingkungan dan memiliki berat jenis yang rendah (beton ringan). Beton ringan pada umumnya memiliki berat jenis kurang dari 1900 kg/m^3 .

Salah satu bahan alternatif yang dapat digunakan adalah limbah *Styrofoam* karena merupakan salah satu bahan material yang memiliki berat jenis yang rendah. Dengan digunakannya *Styrofoam* sebagai bahan pengganti agregat halus, maka berat beton akan lebih ringan, serta nilai guna *Styrofoam* akan bertambah. Namun hal ini akan berpengaruh pada kekuatan beton tersebut.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan sifat fisik dan mekanik beton dan kadar optimum persentase *styrofoam* sebagai bahan pengganti sebagian agregat halus pada campuran beton.

Beton Styrofoam

Beton *styrofoam* adalah jenis beton ringan dengan bahan penyusunnya berupa semen, agregat kasar dan *styrofoam* serta mempunyai berat jenis sekitar 600 kg/m^3 .

Styrofoam digunakan sebagai salah satu bahan pengganti agregat halus untuk beton. *Styrofoam* merupakan hasil

pengolahan dari polysterene. Polysterene merupakan bahan termoplastik hasil dari pengolahan minyak mentah. Secara kimia polysterene ditulis sebagai $-\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}_6\text{H}_5)-$. Polysterene memiliki sifat transparan, lembut, elastis, dengan nilai susutan kecil, mudah diwarnai, dan mudah dibentuk. Polysterene merupakan bahan yang baik ditinjau dari segi mekanis maupun suhu, namun bersifat agak rapuh dan lunak pada suhu dibawah 100°C (Billmeyer, 1984). Polysterene memiliki berat jenis sampai 1050 kg/m^3 , kuat tarik sampai 40 MN/m^2 , modulus lentur sampai 3 GN/m^2 , angka poisson $0,33$ (Crawford, 1998)

Kuat Tekan Beton

Mutu dari sebuah struktur diidentifikasi dari kuat tekan betonnya. Semakin tinggi tingkat kekuatan struktur, semakin tinggi pula mutu betonnya. Beton harus dirancang proporsi campurannya agar menghasilkan suatu kekuatan rata-rata yang disyaratkan (Juli Ardita Pribadi R dan Marhadi Sastra, 2018). Kuat tekan beton dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Kuat Tekan } (\sigma_t) = \frac{P}{A}$$

Keterangan:

σ_t = Kuat tekan beton (Kg/cm^2
atau N/mm^2)

P = Beban maksimum (Kg atau N)

A = Luas penampang benda uji
(cm^2 atau mm^2)

Kuat Tarik Belah Beton

Berdasarkan SNI 03-2847-2002 besarnya kuat tarik beton adalah $0.33 \sqrt{f'_c}$. Kuat tarik belah beton merupakan nilai kuat tarik tidak langsung dari benda uji beton berbentuk silinder yang diperoleh dari beban tekan yang diterapkan secara merata di seluruh panjang dari silinder dimana tumpuannya diletakkan pada bagian

dasar. Kuat Tarik beton dapat tercapai jika silinder terbelah menjadi dua dari ujung ke ujung. Nilai kuat tarik belah beton dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Kuat Tarik } (\sigma_{tr}) = \frac{2P}{\pi DL}$$

Keterangan:

σ_{tr} = Kuat tarik belah beton
(kg/cm² atau N/mm²)

P = Beban maksimum (kg atau N)

L = Panjang benda uji (cm atau mm)

D = Diameter benda uji (cm atau mm)

Modulus Elastisitas Beton

Modulus Elastisitas merupakan perbandingan antara besarnya tegangan pada satu satuan regangan. Modulus elastisitas beton tidak pasti dan nilainya tergantung pada kekuatan beton, umur beton, jenis pembebanan, dan karakteristik serta perbandingan antara semen dan agregat.

Rumus menghitung modulus elastisitas eksperimen (ASTM C 46902), yaitu:

$$E_c = \frac{(S_2 - S_1)}{(\epsilon_2 - 0,000050)}$$

Dimana:

E_c = Modulus Elastisitas Beton (MPa)

S_1 = Tegangan pada regangan

$S_1 = 0.000050$ (MPa)

$S_2 = 40 \%$ tegangan max (MPa)

ϵ_2 = Regangan longitudinal pada saat tegangan S_2

Sedangkan secara teoritis, modulus elastisitas beton (E_c) dapat dihitung dengan rumus (SNI 03-2847-2002):

$$E_c = 0,043 \sqrt{f'_c} \cdot (W_c^{1,5})$$

Dimana:

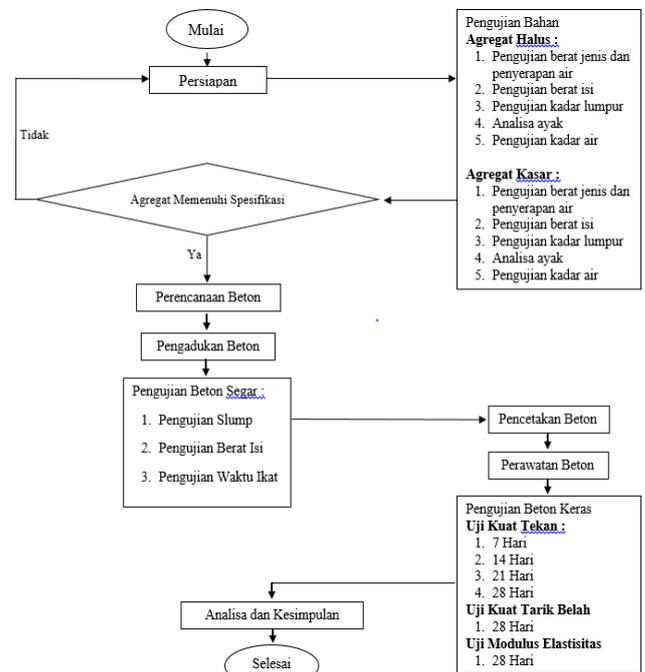
E_c = Modulus Elastisitas Beton(MPa)

f'_c = Kuat tekan beton umur 28 hari
(MPa)

W_c = Berat satuan beton (kg/m³)

METODE PENELITIAN

Bagan Alir Penelitian



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu semen (tipe 1 PCC), agregat kasar (batu pecah), agregat halus (pasir alam dan *Styrofoam*) dan air. *Styrofoam* yang akan digunakan diparut menggunakan parutan berdiameter 2 mm sehingga bentuknya menyerupai seperti pasir, kemudian dilakukan pengujian material yang sama dengan pasir.

Pengujian Material

Setelah semua bahan yang dibutuhkan telah disiapkan, kemudian dilakukan pengujian material. Material yang digunakan yaitu agregat kasar (batu pecah), agregat halus (pasir alam dan *Styrofoam*). Adapun jenis pemeriksaan yang dilakukan sebagai berikut:

1. Berat jenis dan penyerapan air
2. Berat isi
3. Analisa ayak
4. Kadar lumpur
5. Kadar air

Rancang Campuran

Rancang campuran yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan metode perbandingan berat dengan perbandingan 1:2:2 (semen : ag. halus : ag. kasar). Berikut adalah proporsi campuran yang didapat dari perbandingan campuran 1:2:2.

Kebutuhan Bahan 1 Variasi (15 Benda Uji)

- PC = $(87.45 / 248.412) \times 100$
= **36 Kg**
- Pasir = $(87.45 / 248.412) \times 200$
= **72 Kg**
- Kerikil = $(87.45 / 248.412) \times 200$
= **72 Kg**
- Air = $(87.45 / 248.412) \times 40$
= **14.4 Kg**

Volume Styrofoam yang diperlukan (liter)	Pasir yang diperlukan (Kg)
10% = $\frac{7.2 \text{ Kg}}{1.05 \text{ Kg/liter}} = 6.857 \text{ liter}$	90% x 72 Kg = 64.8 Kg
20% = $\frac{14.4 \text{ Kg}}{1.05 \text{ Kg/liter}} = 13.714 \text{ liter}$	80% x 72 Kg = 57.6 Kg
30% = $\frac{21.6 \text{ Kg}}{1.05 \text{ Kg/liter}} = 20.571 \text{ liter}$	70% x 72 Kg = 50.4 Kg

Gambar 2. Kebutuhan Bahan

Pembuatan Benda Uji

Pembuatan benda uji dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta dengan menggunakan mesin molen. Setiap satu kali pengadukan digunakan untuk membuat 1 variasi dengan jumlah benda uji sebanyak 15 sampel. Benda uji berbentuk silinder dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm digunakan untuk pengujian kuat tekan, kuat tarik dan modulus elastisitas. Setelah diaduk, beton segar dimasukkan ke dalam cetakan kemudian buka cetakan setelah kurang lebih 24 jam. Setelah dilepas dari cetakan, kemudian

dilakukan perawatan beton dengan cara direndam.

Pengujian Sifat Mekanik Beton

Setelah benda uji mencapai umur yang telah ditentukan untuk melakukan pengujian, benda uji diambil dari tempat perendaman dan dikeringkan. Setelah benda uji kering, dilakukan pengujian kuat tekan, kuat tarik, dan modulus elastisitas menggunakan mesin tekan.

HASIL dan PEMBAHASAN

Workability Beton Segar

Pengujian *Slump* dilakukan setelah tahap pengadukan selesai. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui tingkat kemudahan pengerjaan (*workability*) dari beton.

Dari hasil pengujian, didapatkan nilai slump pada variasi 10% sebesar **175 mm**, pada variasi 20% sebesar **140 mm** dan pada variasi 30% sebesar **110 mm**. Dapat disimpulkan bahwa semakin banyak jumlah/persentase *styrofoam* yang ditambahkan kedalam campuran beton, maka semakin kecil nilai *slump* yang dihasilkan. Dengan berkurangnya nilai slump, maka *workability* beton juga mengalami penurunan.

Berat Isi

Pengujian berat isi dilakukan setelah nilai slump sudah mencapai target yang telah ditentukan. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui perubahan berat isi beton segar setelah digunakannya *Styrofoam* sebagai pengganti sebagian agregat halus. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa semakin banyak jumlah/persentase *styrofoam* yang dicampurkan kedalam campuran beton maka semakin besar berat isi beton segar yang dihasilkan.

Waktu Ikut

Pengujian waktu ikat dilakukan setelah nilai slump sudah mencapai target yang telah ditentukan. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui berapa lama waktu yang dibutuhkan oleh beton untuk mengeras setelah digunakannya *Styrofoam* sebagai pengganti sebagian agregat halus.

Berdasarkan pengujian waktu ikat, dapat disimpulkan bahwa semakin banyak jumlah/persentase *styrofoam* yang ditambahkan kedalam campuran beton, maka semakin cepat waktu pengikatannya.

Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 7 hari, 14 hari, 21 hari dan 28 hari dengan menggunakan benda uji berbentuk silinder berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm.

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan pada umur 28 hari, dapat disimpulkan bahwa kuat tekan beton mengalami penurunan pada variasi *styrofoam* 10% terhadap variasi *styrofoam* 0. Kuat tekan pada beton dengan variasi *styrofoam* 20% mengalami kenaikan terhadap variasi *styrofoam* 0%. Kuat tekan beton tertinggi diperoleh oleh beton dengan variasi *styrofoam* 30 % dengan nilai kuat tekan beton rata-rata yaitu 15.909 N/mm².

Kuat Tarik Belah

Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 28 hari dengan menggunakan benda uji berbentuk silinder berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm.

Berdasarkan hasil pengujian kuat tarik belah pada umur 28 hari, dapat disimpulkan bahwa kuat tarik beton mengalami peningkatan pada variasi *styrofoam* 10%, 20% dan 30% terhadap variasi *styrofoam* 0%. Kuat tarik belah beton tertinggi diperoleh oleh beton dengan variasi *Styrofoam* 30 % dengan nilai kuat tarik belah beton rata-rata yaitu 1.136 N/mm².

Modulus Elastisitas

Pengujian modulus elastisitas dilakukan dengan menggunakan benda uji silinder yang sama dengan pengujian kuat tekan pada umur 28 hari.

Dari grafik Modulus Elastisitas dapat disimpulkan bahwa nilai modulus elastisitas eksperimen dan nilai modulus elastisitas teoritis mengalami penurunan pada variasi 10% terhadap variasi 0%. Sedangkan variasi 20% dan 30% mengalami peningkatan terhadap variasi 0%. Modulus elastisitas tertinggi diperoleh oleh beton dengan variasi *styrofoam* 30 % dengan nilai modulus elastisitas beton rata-rata yaitu 17316.538 N/mm² untuk modulus elastisitas eksperimen dan 14712.99 N/mm² untuk modulus elastisitas teoritis.

KESIMPULAN

Sifat Fisik Beton

1. Nilai slump beton variasi *Styrofoam* 10% mengalami peningkatan.
2. Nilai slump beton variasi *Styrofoam* 20% dan 30% mengalami penurunan.
3. Berat isi beton segar variasi *Styrofoam* 10% mengalami penurunan.
4. Berat isi beton segar variasi *Styrofoam* 20% dan 30% mengalami peningkatan. W
5. Waktu ikat awal untuk beton segar variasi *Styrofoam* 10% mengalami perlambatan.
6. Waktu ikat awal beton segar variasi *Styrofoam* 20% dan 30% mengalami percepatan.

Sifat Mekanik Beton

1. Nilai kuat tekan beton pada umur 28 hari mengalami penurunan pada variasi *Styrofoam* 10%.
2. Nilai kuat tekan beton pada variasi *Styrofoam* 20% dan 30% mengalami peningkatan.

3. Nilai kuat tarik beton pada umur 28 hari mengalami peningkatan pada variasi *Styrofoam* 10%, 20%, dan 30.
4. Nilai Modulus Elastisitas beton pada umur 28 hari mengalami peningkatan pada variasi *Styrofoam* 10%.
5. Nilai Modulus Elastisitas beton pada variasi *Styrofoam* 20% dan 30% mengalami penurunan.

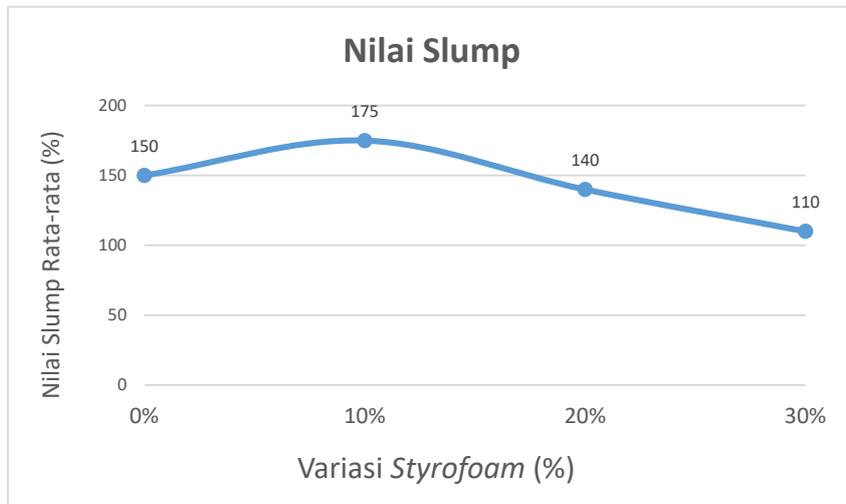
Nilai Optimum

1. Berdasarkan nilai kuat tekan, kuat tarik belah dan modulus elastisitas beton pada umur 28 hari belum diperoleh nilai optimum karena hasil yang terus mengalami peningkatan.
2. Sedangkan persentase *Styrofoam* yang menghasilkan nilai kuat tekan, kuat tarik belah dan modulus elastisitas yang paling tinggi terhadap variasi *Styrofoam* 10%, 20%, dan 30% yaitu pada beton dengan variasi *Styrofoam* 30%.

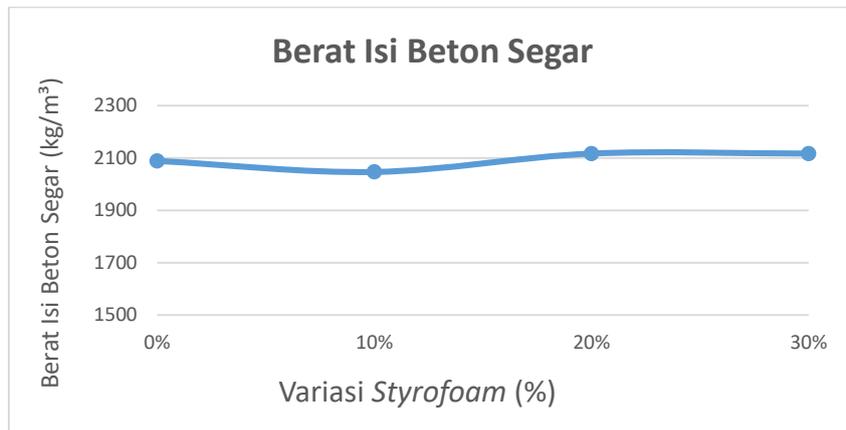
DAFTAR PUSTAKA

- [1] Giri Sudarsana Agustingsih, "Kuat Tarik Belah dan Lentur Beton Dengan Penambahan Styrofoam (Styrocom)" Jurnal Teknik Sipil, vol.12, No. 2, 2008.
- [2] Sudipta Sudarsana, "Permeabilitas Beton Dengan Penambahan Styrofoam" Jurnal Teknik Sipil, vol.13, No. 2, 2014.
- [3] Tjokrodimulyo, Teknologi Beton Edisi Pertama. Yogyakarta: Teknik Sipil Universitas Gajah Mada, 2007
- [4] Yoppi Nadia, "Pengaruh Penggunaan Styrofoam Sebagai Pengganti Agregat Kasar Terhadap Kuat Tekan Beton", Jurnal Konstruksia, vol. 5, No. 2, 2014.
- [5] Dharmagiri I.B, dkk, "Kuat Tekan dan Modulus Elastisitas Beton Dengan Penambahan Styrofoam (Styrocon)", Jurnal Ilmiah Teknik Sipil, Vol. 12, No. 1, 2008.
- [6] Bilmeyer, JR, FW, Text Book of Polymer Science, Third Edition. SINGAPORE: John Wiley and Sons, Inc, 1984.
- [7] Badan Standarisasi Nasional, Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal SK SNI 03-2834-2002, Bandung: BSN, 2000.
- [8] Badan Standarisasi Nasional, Tata Cara Perencanaan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung dengan Standar SK SNI 03-2487-2002, Bandung: BSN, 2002
- [9] ASTM C 469-02
- [10] Crawford, R.J., 1998, Plastic Engineering, Third Edition

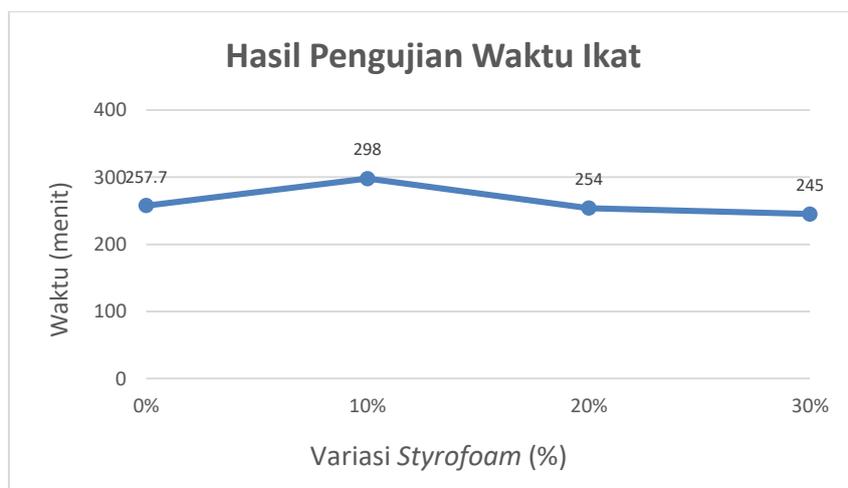
Lampiran



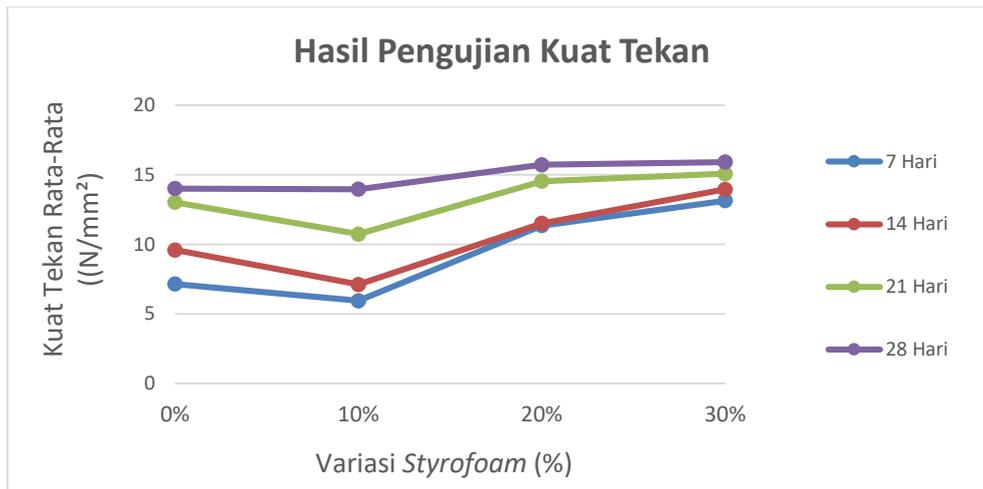
Gambar 3. Grafik Nilai Slump



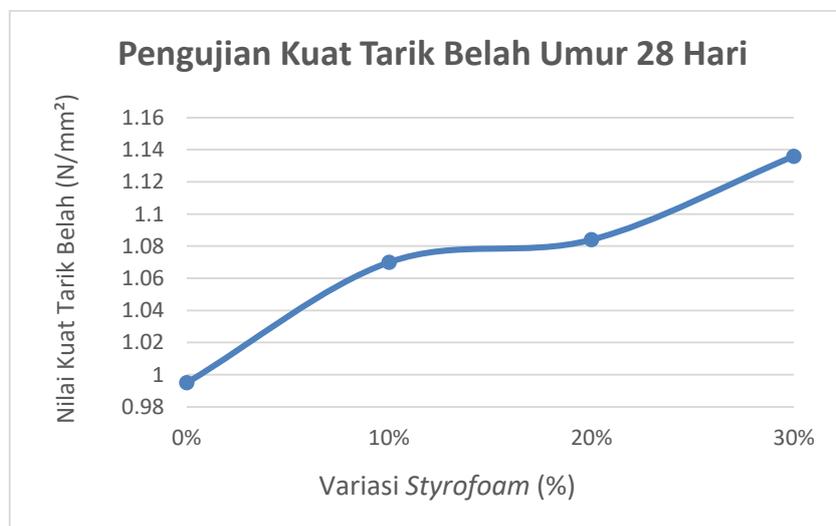
Gambar 4. Grafik Nilai Beton Segar



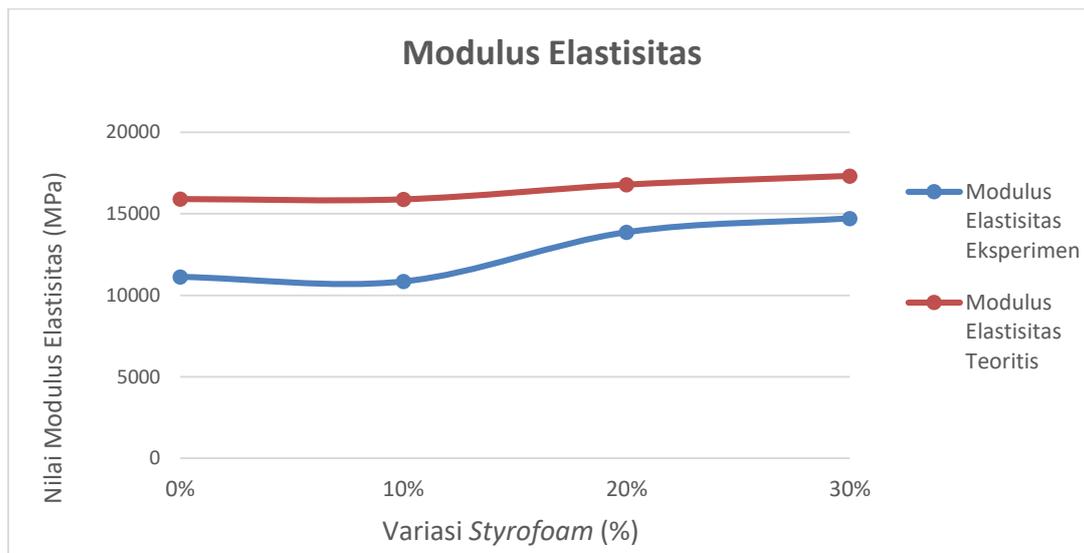
Gambar 5. Grafik Nilai Waktu Ikat



Gambar 6. Grafik Nilai Kuat Tekan



Gambar 7. Grafik Nilai Kuat Tarik Belah



Gambar 8. Grafik Nilai Modulus Elastisitas