

## **TUGAS AKHIR**

### **ANALISIS KUAT TEKAN BETON RINGAN DENGAN FILLER STYROFOAM SEBAGAI PENGGANTI BATU APUNG DENGAN CAMPURAN ADT Additive Cor (PENELITIAN)**

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat-Syarat Memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik Sipil Pada Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

**Disusun Oleh:**

**ICHSANUDDIN MUNIR LUBIS**  
**1707210149**



**UMSU**  
Unggul | Cerdas | Terpercaya

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2022

## LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas akhir ini diajukan oleh :

Nama : Ichsanuddin Munir Lubis  
NPM : 1707210149  
Program Studi : Teknik Sipil  
Judul Skripsi : Analisis Kuat Tekan Beron Ringan dengan filler Styrofoam sebagai pengganti Batu Apung dengan campuran ADT Additive Cor  
Bidang Ilmu : Struktur

DISETUJUI UNTUK DISAMPAIKAN KEPADA  
PANITIA UJIAN SKRIPSI

Medan, 20 Mei 2022  
Dosen Pembimbing



Dr. Fahrizal Zulkarnain, S.T., M.Sc.

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan oleh :

Nama : Ichsanuddin Munir Lubis  
NPM : 1707210149  
Program Studi : Teknik Sipil  
Judul Skripsi : Analisis Kuat Tekan Beron Ringan dengan filler Styrofoam sebagai pengganti Batu Apung dengan campuran ADT Additive Cor  
Bidang Ilmu : Struktur

Telah berhasil dipertahankan di hadapan tim penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 19 Juli 2022

Mengetahui dan menyetujui :

Dosen Pembimbing



Dr. Fahrizal Zulkarnain, S.T., M.Sc.

Dosen Pembanding I



Sayed Iskandar Muda, S.T, M.T

Dosen pembanding II



Rizki Efrida, S.T, M.T

Ketua Prodi Teknik Sipil



Dr. Fahrizal Zulkarnain, S.T., M.Sc.

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Ichsanuddin Munir Lubis

Tempat/Tanggal lahir : Pangkalan Berandan, 24 Februari 2000

NPM : 1707210149

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Sipil

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa Laporan Tugas Akhir saya yang berjudul “Analisis Kuat Tekan Beron Ringan dengan filler Styrofoam sebagai pengganti Batu Apung dengan campuran ADT Additive Cor”.

Bukan merupakan plagiatisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-materialserta segala kemungkinan lain, yang pada hakikatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinil dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuain antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh tim fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat serupa pembatalan kelulusan atau keserjanaan saya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 19 Juli 2022

Saya yang menyatakan



Ichsanuddin Munir Lubis

## ABSTRAK

### “ANALISIS KUAT TEKAN BETON RINGAN DENGAN FILLER STYROFOAM SEBAGAI PENGGANTI BATU APUNG DENGAN CAMPURAN ADT Additive Cor”

Ichsanuddin Munir Lubis

1707210149

Dr. Fahrizal Zulkarnain, S.T., M.Sc.

Pembuatan beton ringan membutuhkan material campuran yang mempunyai berat jenis yang rendah. Salah satu bahan alternatif yang bisa digunakan adalah styrofoam. Penelitian ini menggunakan butiran styrofoam yang berasal dari Kota Medan dengan ukuran butiran styrofoam yaitu 5 cm dan akan disubstitusikan dengan agregat halus. Adapun komposisi substitusi campuran styrofoam adalah 0%, 1%, 2% dan 3% dari berat agregat kasar. Dalam penelitian ini terbagi menjadi 2 pengujian kuat tekan yaitu untuk kuat tekan setelah perendaman 14 hari dan 28 hari. Berdasarkan hasil pengujian berat jenis basah dan berat jenis kering beton ringan styrofoam yang telah diuji tersebut memenuhi persyaratan dimana kisaran beton ringan sesuai referensi adalah kurang dari  $1900 \text{ kg/m}^3$ . Adapun berdasarkan pengujian kuat tekan 14 hari dan 28 hari berkisar antara 1,5 - 7,5 MPa dimana penggunaannya pada daerah non struktur seperti dinding partisi, kanopi, dan lain-lain.

**Kata Kunci:** Beton ringan, Styrofoam, Kuat tekan.

## **ABSTRACT**

### ***ABSORPTION AND COMPRESSIVE STRENGTH LIGHTWEIGHT CONCRETE USING STYROFOAM (RESEARCH STUDY)***

Ichsanuddin Munir Lubis

1707210149

Dr. Fahrizal Zulkarnain, S.T., M.Sc.

*The manufacture of lightweight concrete requires mixed materials that have low specific gravity. One alternative material that can be used is styrofoam. This study uses styrofoam granules from Medan City where styrofoam grain sizes of 5cm substituted with fine aggregate. The composition of the styrofoam mixture substitution is 0%, 1%, 2% and 3% by weight of fine aggregate. In this study, it was divided into 2 tests for compressive strength, namely for compressive strength after immersion for 14 days and 28 days. The results are the wet specific gravity and dry specific gravity of the Styrofoam lightweight concrete meets the requirements that is less than 1900 kg/m<sup>3</sup> . Meanwhile, based on the 14-day and 28-day compressive strength tests, the ranges are from 1.5 - 7.5 MPa which can be use for non-structural areas such as partition walls, canopies, and others.*

*Keywords: Lightweight concrete, Styrofoam, Compressive strength.*

## KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Analisis Kuat Tekan Beton Ringan Dengan Filler Styrofoam Sebagai Pengganti Batu Apung Dengan Campuran Adt Additive Cor”. Shalawat dan salam senantiasa tercurah kepada Rasulullah SAW yang telah mengantarkan umat manusia dari zaman kegelapan ke zaman yang terang benderang seperti saat ini. Penyusunan tugas akhir ini dimaksudkan untuk memenuhi sebagian syarat-syarat guna mencapai gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini tidak dapat terselesaikan tanpa dukungan dari berbagai pihak baik moril maupun materil. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan tugas akhir ini terutama kepada:

1. Bapak Dr. Fahrizal Zulkarnain, S.T., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing sekaligus Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak membimbing, yang memberikan saran dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Bapak Sayed Iskandar Muda, S.T, M.T selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Ibu Rizki Efrida, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing II dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Ibu Rizki Efrida, S.T., M.T, selaku Sekretaris Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Munawar Alfansuri Siregar S.T, M.Sc, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

6. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu ketekniksipilan kepada penulis.
7. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Teristimewa sekali kepada kedua orang tua dan keluarga saya Bapak, Badrul Lubis Ibu, Dahlena Siregar, dan yang telah mendukung saya dan bersusah payah membesarkan dengan kasih sayang yang tiada habisnya.
9. Sahabat-sahabat penulis yaitu, Teknik Sipil 2017, Keluarga C1 Pagi Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Keluarga KBA dan seluruh teman-teman yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah banyak membantu dan memotivasi saya dalam penyelesaian tugas akhir ini.
10. Keluarga besar PK IMM Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Saya menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan untuk penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan.

Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih dan rasa hormat yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian tugas ini. Semoga Tugas Akhir ini bisa memberikan manfaat bagi kita semua terutama bagi penulis dan juga bagi teman-teman mahasiswa Teknik Sipil khususnya. Aamiin.

Medan, 18 Juli 2022



Ichsanuddin Munir Lubis

## DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	i
DAFTAR TABEL	iii
DAFTAR GAMBAR	iv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Ruang Lingkup Penelitian	2
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
1.6. Sistematika Penulisan	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Beton	5
2.2. Beton Ringan	5
2.3. Beton Styrocon	7
2.4. Material Penyusun Beton	7
2.4.1. Semen Portland	8
2.4.2. Agregat Halus	9
2.4.3. Agregat Kasar	10
2.4.4. Air	10
2.4.5. Styrofoam	11
2.5. <i>Slump Flow</i> (ASTM C1611)	12
2.6. ADT Additive Cor	13
2.7. Kuat Tekan	14
2.8. Modulus Elastisitas Beton (ASTM C 46902)	14
BAB 3 METODE PENELITIAN	16
3.1. Diagram Alir Penelitian	16
3.2. Desain dan Jumlah Benda Uji	18
3.3. Waktu dan Tempat Penelitian	19
3.4. Persiapan Bahan dan Alat Penelitian	19
3.5. Metode Pengecoran	20

3.6. Metode Perawatan Benda Uji	20
3.7. Pengujian Benda Uji	21
3.8. Langkah – Langkah Pemeriksaan Bahan	21
3.8.1. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Pasir	21
3.8.2. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Pasir	23
3.8.3. Pemeriksaan Kadar Air Pasir	24
3.8.4. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Styrofoam	24
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	<b>27</b>
4.1 Hasil Pemeriksaan Agregat Halus	27
4.1.1. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus	27
4.1.2. Berat Isi Agregat Halus	29
4.1.3. Kadar Lumpur Agregat Halus	31
4.1.4. Kadar Air Agregat Halus	32
4.2 Hasil pemeriksaan bahan pengganti	33
4.2.1. Berat jenis dan penyerapan agregat halus	33
4.3 Perhitungan mix design beton ringan	35
4.4 Pemeriksaan slump flow	45
4.4.1. Pemeriksaan slump flow tanpa campuran ADT pada sampel kuat tekan 14 hari	45
4.4.2. Pemeriksaan slump flow dengan campuran ADT pada sampel kuat tekan 14 hari	46
4.4.3. Grafik perbandingan pemeriksaan slump flow pada sampel kuat tekan 14 hari	48
4.4.4. Pemeriksaan slump flow tanpa campuran ADT pada sampel kuat tekan 28 hari	49
4.4.5. Pemeriksaan slump flow dengan campuran ADT pada sampel kuat tekan 28 hari	50
4.4.6. Grafik perbandingan pemeriksaan slump flow pada sampel kuat tekan 28 hari	51
4.5 Pengujian berat jenis beton (density)	51
4.5.1. Analisa berat jenis beton ringan (density) pada sampel kuat tekan 14 hari	52
4.5.2. Analisa berat jenis beton ringan (density) pada sampel kuat tekan 28 hari tanpa cairan ADT	59
4.6 Pengujian kuat tekan	66
4.6.1. Analisa pengujian kuat tekan pada umur 14 hari	66
4.6.2. Analisa pengujian kuat tekan pada umur 28 hari	71

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	76
5.1. Kesimpulan	76
5.2. Saran	76

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1: Jenis – jenis beton berdasarkan pemakaiannya	6
Tabel 2.2: Jenis-jenis beton ringan berdasarkan kuat tekan, berat beton, dan agregat penyusunnya	7
Tabel 3.1: Jumlah Benda Uji Tanpa Campuran Cairan	18
Tabel 3.2: Jumlah Benda Uji Dengan Campuran Cairan	19
Tabel 4.1: Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat halus	27
Tabel 4.2: Berat isi agregat halus	30
Tabel 4.3: Kadar lumpur agregat halus	31
Tabel 4.4: Kadar air agregat halus	32
Tabel 4.5: Berat jenis dan penyerapan agregat kasar	33
Tabel 4.6: Komposisi campuran beton ringan Styrofoam tanpa campuran ADT	36
Tabel 4.7: Komposisi campuran beton ringan Styrofoam dengan campuran ADT	36
Tabel 4.8: Komposisi campuran beton ringan Styrofoam tanpa campuran dalam 0,0135 m <sup>3</sup>	42
Tabel 4.9: Komposisi campuran beton ringan Styrofoam tanpa campuran dalam 0,0135 m <sup>3</sup>	44
Tabel 4.10: Slump flow beton ringan styrofoam tanpa cairan ADT	46
Tabel 4.11: Slump flow beton ringan styrofoam dengan campuran cairan ADT	47
Tabel 4.12: Slump flow beton ringan styrofoam tanpa campuran cairan ADT pada sampel kuat tekan umur 28 hari	49
Tabel 4.13: Slump flow beton ringan styrofoam dengan campuran cairan ADT pada sampel kuat tekan umur 28 hari	50
Tabel 4.14: Berat jenis beton ringan tanpa cairan ADT pada umur 14 hari	52
Tabel 4.15: Berat jenis beton ringan dengan cairan ADT pada umur 14 hari	53
Tabel 4.16: Berat jenis beton ringan tanpa cairan ADT pada umur 28 hari	59
Tabel 4.17: Berat jenis beton ringan dengan cairan ADT pada umur 28 hari	60
Tabel 4.18: Analisa kuat tekan beton ringan Styrofoam umur 14 hari tanpa cairan ADT	66
Tabel 4.19: Analisa kuat tekan beton ringan Styrofoam umur 14 hari tanpa cairan ADT	67
Tabel 4.20: Analisa kuat tekan beton ringan Styrofoam umur 28 hari tanpa cairan ADT	71
Tabel 4.21: Analisa kuat tekan beton ringan Styrofoam umur 28 hari dengan cairan ADT	72

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1: Semen Portland	8
Gambar 2.2: Agregat Halus	9
Gambar 2.3: Agregat Kasar	10
Gambar 2.4: Styrofoam Bola	11
Gambar 2.5: Slump Sebenarnya	12
Gambar 2.6: Slump Geser	12
Gambar 2.7: Slump Runtuh	13
Gambar 2.8: Cairan ADT Aditive Cor	14
Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian	16
Gambar 4.1: Grafik pengujian slump flow pada sampel kuat tekan umur 14 hari	46
Gambar 4.2: Grafik pengujian slump flow pada sampel kuat tekan umur 14 hari dengan campuran ADT additive cor	47
Gambar 4.3: Grafik perbandingan antara beton menggunakan cairan ADT dengan yang tidak menggunakan cairan ADT pada umur 14 hari	48
Gambar 4.4: Grafik pengujian slump flow pada sampel kuat tekan umur 28 hari	49
Gambar 4.5: Grafik pengujian slump flow pada sampel kuat tekan umur 28 hari dengan campuran ADT additive cor	50
Gambar 4.6: Grafik perbandingan antara beton menggunakan cairan ADT dengan yang tidak menggunakan cairan ADT pada umur 28 hari	51
Gambar 4.7: Grafik analisa perbandingan density basah pada sampel kuat tekan 14 hari	54
Gambar 4.8: Grafik analisa perbandingan density basah pada sampel kuat tekan 14 hari	54
Gambar 4.9: Grafik analisa perbandingan density basah pada sampel kuat tekan 14 hari	55
Gambar 4.10: Grafik analisa perbandingan density basah pada sampel kuat tekan 14 hari	55
Gambar 4.11: Grafik analisa perbandingan density kering pada sampel kuat tekan 14 hari	55
Gambar 4.12: Grafik analisa perbandingan density kering pada sampel kuat tekan 14 hari	56
Gambar 4.13: Grafik analisa perbandingan density kering pada sampel kuat tekan 14 hari	57
Gambar 4.14: Grafik analisa perbandingan density kering pada sampel kuat tekan 14 hari	57

Gambar 4.15: Analisa perbandingan antara density basah dan density kering beton pada umur 14 hari	58
Gambar 4.16: Grafik analisa perbandingan density kering pada sampel kuat tekan 28 hari	61
Gambar 4.17: Grafik analisa perbandingan density kering pada sampel kuat tekan 28 hari	61
Gambar 4.18: Grafik analisa perbandingan density kering pada sampel kuat tekan 28 hari	62
Gambar 4.19: Grafik analisa perbandingan density kering pada sampel kuat tekan 28 hari	62
Gambar 4.20: Grafik analisa perbandingan density kering pada sampel kuat tekan 28 hari	63
Gambar 4.21: Grafik analisa perbandingan density kering pada sampel kuat tekan 28 hari	63
Gambar 4.22: Grafik analisa perbandingan density kering pada sampel kuat tekan 28 hari	64
Gambar 4.23: Grafik analisa perbandingan density kering pada sampel kuat tekan 28 hari	64
Gambar 4.24: Analisa perbandingan antara density basah dan density kering beton pada umur 28 hari	65
Gambar 4.25: Grafik perbandingan kuat tekan beton pada umur 14 hari	68
Gambar 4.26: Grafik perbandingan kuat tekan beton pada umur 14 hari	68
Gambar 4.27: Grafik perbandingan kuat tekan beton pada umur 14 hari	69
Gambar 4.28: Grafik perbandingan kuat tekan beton pada umur 14 hari	69
Gambar 4.29: Grafik keseluruhan perbandingan kuat tekan beton pada umur 14 hari	70
Gambar 4.30: Grafik perbandingan kuat tekan beton pada umur 28 hari	73
Gambar 4.31: Grafik perbandingan kuat tekan beton pada umur 28 hari	73
Gambar 4.32: Grafik perbandingan kuat tekan beton pada umur 28 hari	74
Gambar 4.33: Grafik perbandingan kuat tekan beton pada umur 28 hari	74
Gambar 4.34: Grafik keseluruhan perbandingan kuat tekan beton pada umur 28 hari	75

## DAFTAR NOTASI

SF	= Slump Flow	(mm)
$d_1$	= Diameter 1	(mm)
$d_2$	= Diameter 2	(mm)
$f'c$	= Kuat Tekan Beton	(N/mm <sup>2</sup> )
P	= Beban Maksimum	(N)
A	= Luas Penampang yang Menerima Beban	(mm <sup>2</sup> )
B	= Berat contoh SSD kering permukaan jenuh	(gr)
E	= Berat contoh SSD kering oven 110°C Sampai Konstan	(gr)
D	= Berat Piknometer penuh air	(gr)
C	= Berat contoh SSD di dalam piknometer penuh air	(gr)
F	= Berat pasir	(gr)
G	= Volume wadah	(Cm <sup>3</sup> )
A	= Berat contoh kering	(gr)
H	= Berat kering setelah dicuci	(gr)
I	= Berat kotoran agregat lolos saringan no.200 setelah dicuci	(gr)
W1	= Berat contoh SSD	(gr)
W2	= Berat contoh kering	(gr)
d	= Diameter silinder	(mm)
t	= Tinggi silinder	(mm)
V	= volume beton dalam 1m <sup>3</sup>	(m <sup>3</sup> )
V <sub>2,5</sub>	= Volume beton dalam 2,5 benda uji silinder	(m <sup>3</sup> )
$\rho$ rencana	= Berat jenis rencana	(Kg/m <sup>3</sup> )

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Proses pembuatan beton ringan membutuhkan material campuran yang mempunyai berat jenis yang rendah. Salah satu bahan alternatif yang bisa digunakan adalah styrofoam. Styrofoam atau expanded polystyrene yang terbuat dari polisterin atau lebih dikenal dengan gabus putih yang sering menjadi limbah rumah tangga maupun limbah industri yang menjadi masalah lingkungan karena sifat dari styrofoam itu sendiri yang tidak dapat membusuk serta sulit terurai di alam. Menggunakan styrofoam pada campuran beton, secara total berat beton menjadi lebih ringan dan nilai guna pada styrofoam akan bertambah. Tetapi hal ini akan berpengaruh pada kekuatan beton tersebut seiring dengan penambahan styrofoam pada campuran beton (Hadi, 2019)

Telah dilakukan penelitian styrofoam digunakan sebagai bahan pengisi beton dan dapat mengurangi berat beton, sehingga didapatkan beton yang lebih ringan, sekaligus dengan pemanfaatan styrofoam yang banyak menjadi limbah di lingkungan kita dapat mengurangi beban pemerintah kita dalam menanggulangi limbah styrofoam yang tidak dapat teruraikan di alam. Styrofoam adalah suatu bahan yang terbuat dari polistirin yang dikembangkan atau expanded polystyrene yang mempunyai berat satuan sangat ringan yaitu sekitar  $13 \text{ Kg/m}^3$  sampai  $16 \text{ Kg/m}^3$ . Karena ringannya bahan styrofoam ini, maka beton yang dihasilkan juga akan sangat ringan bila dibandingkan dengan menggunakan batu pecah atau kerikil pada umumnya. Selain bahannya yang ringan, beton dengan menggunakan styrofoam sebagai bahan pengganti sebagian agregat kasar ini mempunyai keuntungan yang lain yaitu biaya pembuatan yang murah karena memanfaatkan bahan limbah, tahan terhadap cuaca, mempunyai berat yang ringan karena berat struktur berkurang, maka beban gempa yang bekerja juga akan lebih kecil sehingga struktur akan lebih aman dan sangat cocok untuk perumahan di daerah gempa. Dalam penelitian ini styrofoam yang digunakan adalah styrofoam dari limbah kotak pembungkus barang pada kargo pesawat terbang (waste styrofoam).

Styrofoam merupakan salah satu bahan material yang memiliki berat jenis yang rendah. Selain harganya yang relatif murah, styrofoam atau expanded polystyrene yang terbuat dari polisterin atau yang lebih dikenal dengan gabus putih kerap menjadi limbah industri maupun limbah rumah tangga yang menjadi masalah lingkungan karena sifatnya yang tidak dapat membusuk dan susah terurai di alam.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah yang diambil pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh kuat tekan beton dengan filler *styrofoam* sebagai pengganti batu apung ?
2. Bagaimana pengaruh penambahan volume styrofoam yang bervariasi (0%, 1%, 2%, dan 3%) terhadap kuat tekan pada beton ringan?
3. Bagaimana perbandingan antara beton Styrofoam dengan menggunakan *ADT Additive Cor* dengan beton Styrofoam yang tidak menggunakan *ADT Additive Cor*?

## **1.3 Ruang Lingkup Penelitian**

Mengingat luasnya ruang lingkup permasalahan yang ada pada penelitian ini, maka penulis membatasi permasalahan antara lain sebagai berikut:

1. Beton yang akan di buat merupakan beton ringan non-struktural.
2. Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen portland tipe 1.
3. Pasir yang digunakan diperoleh dari daerah Kota Binjai.
4. (SNI 03-1996-2008, 2008). cara uji berat jenis dan penyerapan air agregat kasar.
5. (SNI 2493-2011, 2011). tata cara pembuatan dan perawatan benda uji beton di laboratorium.
6. (SNI 03-3449-2002). tata cara rencana pembuatan campuran beton ringan dengan agregat ringan.
7. Variasi perbandingan styrofoam terhadap volume beton yaitu 0%, 1%, 2%, dan 3%.

8. Kuat tekan ( $f_c$ ) beton styrofoam dengan spesimen silinder 15 x 30 cm<sup>2</sup> pada 14 hari dan 28 hari
9. Jumlah sampel yang digunakan tiap kali pengujian sebanyak 2 buah dan total sampel sebanyak 30 buah.
10. Styrofoam yang digunakan berdiameter 5 cm.
11. Pemeriksaan dan pembuatan dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui pengaruh styrofoam sebagai pengganti agregat kasar (batu apung) dalam beton dan untuk mengetahui kuat tekan beton optimum pada umur beton 14 hari dan 28 hari.
2. Untuk mengetahui apakah penambahan cairan *ADT Additive Cor* pada campuran dapat mempengaruhi kuat tekan pada beton.
3. Untuk mengetahui perbandingan antara penggunaan cairan ADT Additive cor dengan tidak menggunakan cairan pada campuran beton

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

1. Pada penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat dan memberikan informasi yang jelas bagi pengembangan ilmu teknologi beton dan pengaruh yang terjadi akibat penambahan zat adiktif jenis *ADT Additive Cor* dan penggantian agregat kasar (batu apung) dengan styrofoam terhadap campuran beton.
2. Memberikan informasi dengan perbandingan mutu beton dari variasi sampel beton dengan penambahan zat adiktif jenis ADT Additive Cor.

## **1.6 Sistematika Penulisan**

Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis membagi materi yang akan disampaikan dalam beberapa bab yaitu:

### **BAB 1 Pendahuluan**

Membahas tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, ruang lingkup penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

### **BAB 2 Tinjauan Pustaka**

Membahas hal-hal berupa teori yang berhubungan dengan judul tugas akhir dan metode-metode perhitungan yang digunakan.

### **BAB 3 Metodologi Penelitian**

Bagian ini menerangkan tentang tempat dan waktu penelitian, sumber data, teknik pengumpulan data dan metode analisis data.

### **BAB 4 Hasil dan Pembahasan**

Merupakan hasil penelitian dan pembahasan singkat mengenai hasil penelitian yang digunakan untuk memecahkan masalah dan menarik kesimpulan.

### **BAB 5 Kesimpulan dan Saran**

Dari pembahasan dan analisa data yang telah didapat, penulis dapat memberikan kesimpulan dan saran yang berkaitan dengan judul tugas akhir ini

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Beton**

Menurut (Miswar, 2018) Beton merupakan komponen bahan bangunan yang sangat umum penggunaannya. Perkembangan teknologi dan situasi alam menuntut pembangunan gedung dilakukan dengan material yang ringan tetapi tidak berdampak pada peningkatan biaya pembangunan gedung. Menggunakan material ringan sebagai bahan konstruksi akan mengurangi berat total bangunan, sehingga mengurangi beban yang dipikul oleh pondasi. Berat satuan beton dapat dibedakan menjadi beberapa jenis yaitu beton mutu ringan, beton normal dan beton mutu tinggi. Pengurangan berat satuan beton dilakukan dengan membuat beton dari agregat ringan, menambahkan udara atau menambahkan material yang mempunyai berat satuan yang kecil.

Menurut (Badan Standar Nasional Indonesia, 2013), beton adalah campuran semen portland atau semen hidrolis lainnya, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan (admixture).

Beton ialah bahan konstruksi yang terbuat dari semen, air, dan agregat. Untuk mencapai sifat yang bervariasi, beton juga ditambahkan bahan campuran kimia. Beton dibuat dengan cara mencampurkan air dengan komposit kering kemudian dipadatkan dan mengeras melalui proses kimia.

#### **2.2 Beton Ringan**

Beton ringan merupakan beton yang mempunyai berat jenis beton yang lebih kecil dari beton normal. Pada dasarnya, semua jenis beton ringan dibuat dengan kandungan rongga dalam beton dengan jumlah besar. Menurut (Basid, 2020), beton ringan adalah beton yang mengandung agregat ringan dan mempunyai berat jenis tidak lebih dari  $1900 \text{ kg/m}^3$ . Oleh karena itu, berdasarkan cara mendapatkan beton ringan menurut Tjokrodimuljo, K., (1996), beton ringan dapat dibedakan menjadi 3 jenis dasar sebagai berikut:

1. Beton Agregat Ringan

2. Beton Busa
3. Beton tanpa agregat halus (non pasir).

Menurut Tjokrodinuljo, K., (2003), beton ringan adalah beton yang mempunyai berat jenis beton antara 1000-2000 kg/m<sup>3</sup> . Berdasarkan berat jenis dan pemakaiannya beton dapat dikelompokkan menjadi empat kelompok seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 1.

Tabel 2.1: Jenis-jenis beton berdasarkan pemakaiannya

Jenis Beton	Berat Beton (Kg/m <sup>3</sup> )	Jenis Pemakaian
Beton sangat ringan	< 1000	Non- Struktur
Beton ringan	1000-2000	Struktur ringan
Beton normal	2300-2500	Struktur
Struktur beton berat	>3000	Perisai sinar-X

Menurut SK SNI 03-3449-2002, beton yang menggunakan agregat ringan atau campuran agregat kasar ringan dan pasir alami sebagai pengganti agregat halus dengan ketentuan beton dengan berat jenis dibawah 1850 kg/m<sup>3</sup> harus memenuhi ketentuan kuat tekan dengan tujuan kuat tekan minimum 17,24 Mpa dan maksimum 41,36 Mpa.

Menurut Saeed Jafari (2017) faktor – faktor yang memengaruhi kekuatan tekan dan densitas beton ringan adalah:

1. Peningkatan ukuran maksimum agregat ringan mengakibatkan densitas dan kekuatan tekan menurun. Hal ini dikarenakan peningkatan ukuran maksimum agregat ringan mengakibatkan struktur agregat ringan menjadi lebih lemah dan ringan.
2. Peningkatan rasio berat agregat ringan terhadap keseluruhan agregat mengakibatkan kekuatan tekan beton menurun.
3. Peningkatan rasio berat agregat ringan tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap densitas. Hal ini dikarenakan meningkatnya peningkatan jumlah agregat ringan mengakibatkan penurunan jumlah pasir dan peningkatan jumlah semen.

4. Peningkatan rasio air-semen mengakibatkan penurunan kekuatan tekan beton.

### 2.3 Beton Styrofoam (Styrocon)

Dalam pembuatan beton ringan salah satu bahan alternatif tambahan yang digunakan adalah styrofoam. Beton yang dibuat dengan penambahan styrofoam dapat disebut beton-styrofoam (styrofoam concrete) yang disingkat styrocon. Styrofoam ini ditambahkan ke dalam campuran beton. Styrofoam biasa dikenal sebagai gabus putih yang umumnya digunakan sebagai pembungkus barang-barang elektronik. Styrofoam atau foam polysterene adalah bahan yang dibentuk dari polysterene dengan cara menghembuskan udara pada polysterene dalam kondisi panas sehingga menghasilkan foam dengan kandungan udara mencapai 95 % sehingga berat satuan styrofoam cukup rendah berkisar antara 15 – 22 kg/m<sup>3</sup> . Beton styrofoam merupakan salah satu beton ringan yang dibentuk dengan menggunakan material ringan berupa butiran styrofoam. Beton styrofoam dapat dibentuk dari campuran semen, agregat halus dan butiran styrofoam atau semen, agregat halus, agregat kasar dan butiran Universitas Sumatera Utara styrofoam. Styrofoam yang ditambahkan ke dalam campuran beton dapat dianggap sebagai rongga udara. Keuntungan penggunaan styrofoam sebagai pembentuk styrofoam dibandingkan pemasukan udara dalam beton adalah styrofoam memiliki kekuatan tarik dan jumlahnya dapat dikontrol (Simanjuntak, 2018)

### 2.4 Material Penyusun Beton

Tabel 2.2: Jenis-jenis beton ringan berdasarkan kuat tekan, berat beton, dan agregat penyusunnya (sumber: Badan Standardisasi Nasional, 2002)

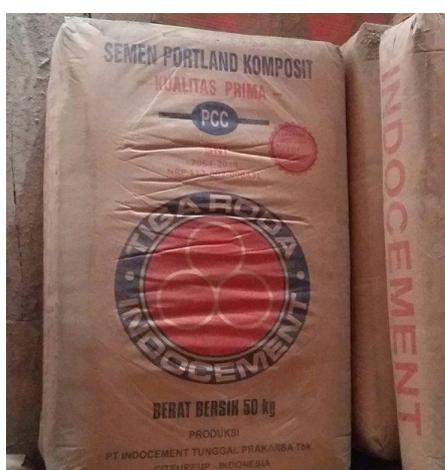
Konstruksi Beton Ringan	Beton Ringan		Jenis agregat ringan
	Kuat Tekan (Mpa)	Berat Isi (Kg/m <sup>3</sup> )	
Struktural : • Minimum • Maksimum	17,24 41,36	1400 1850	Agregat yang dibuat melalui proses pemanasan batu serpih, batu apung, batu sabak, terak besi atau abu terbang
Struktural Ringan : • Minimum • Maksimum	6,89 17,24	800 1400	Agregat mangan alami seperti scoria atau batu apung
Struktural			Pendit atau vermikulit

sangat ringan :	-	-	
• Minimum	-	800	
• Maksimum			

Tabel Lanjutan dari Tabel 2.2

### 2.4.1 Semen Portland

Semen Portland adalah jenis semen yang paling umum digunakan di seluruh dunia sebagai bahan dasar beton, mortar, plester, dan adukan non-spesialisasi. Semen ini dikembangkan dari jenis lain kapur hidrolik di Britania Raya pada pertengahan abad ke-19, dan biasanya berasal dari batu kapur.



Gambar 2.1: Semen Portland

Semen merupakan bahan campuran yang secara kimiawi aktif setelah berhubungan dengan air. Agregat tidak memainkan peranan penting dalam reaksi kimia, tetapi berfungsi sebagai bahan pengisi mineral yang dapat mencegah perubahan-perubahan volume beton setelah pengadukan selesai dan memperbaiki keawetan beton yang dihasilkan. Pada umumnya, beton mengandung rongga udara sekitar 1%- 2%, pasta semen (semen dan air) sekitar 25% - 40 % dan agregat (agregat halus dan kasar) sekitar 60%- 75% .

Semen Portland dibuat dari semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang terdiri dari silika-silika kalsium yang bersifat hidrolis ditambah dengan bahan yang mengatur waktu ikat (umumnya gips). Klinker semen Portland dibuat dari batu kapur ( $\text{CaCo}_3$ ), tanah liat dan bahan dasar berkadar besi. Persenyawaan semen dan air akan saling bereaksi dalam proses hidrasi semen. Proses reaksi ini berjalan sangat cepat, ketika semen dan air ini

bereaksi akan timbul panas, panas ini dinamakan panas hidrasi. Jumlah panas yang dibentuk antara lain tergantung dari jenis semen yang dipakai dan kehalusan penggilingnya (Anggita Prisilia, Bertinus Simanihuruk, 2021)

#### **2.4.2 Agregat Halus**

Agregat halus adalah material granular, contohnya pasir, batu pecah, krikil, dan kerak tungku pijar yang dipakai bersama dengan suatu pengikat untuk membentuk suatu beton atau adukan semen hidrolis (SNI 03-2847-2002, Tata cara perencanaan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung). Agregat halus ialah butiran halus yang memiliki kehalusan 2mm-5mm.

Menurut SNI 02-6820-2002, agregat halus adalah agregat yang nilai maksimumnya 4,75mm. Menurut Nevil (1997), agregat halus ialah agregat yang nilai besarnya tidak melebihi 5mm, sehingga pasir dapat berupa pasir alam atau bisa juga hasil dari pasir pecahan batu yang dihasilkan oleh pemecah batu.

Menurut SNI 03-6820-2002, secara umum agregat halus memiliki persyaratan sebagai berikut:

- a. Agregat halus terdiri dari butir-butir tajam dan keras
- b. Agregat halus bersifat kekal, yang artinya tidak pecah atau hancur akan pengaruh cuaca. Sifat kekal agregat halus dapat diuji dengan larutan jenuh garam. Jika dipakai natrium sulfat, nilai maksimum yang hancur adalah 10% berat.
- c. Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% (terhadap berat kering), jika kadar lumpur melebihi 5% maka agregat halus harus dicuci.



Gambar 2.2: Agregat Halus

### 2.4.3 Agregat Kasar

Menurut (Efendi et al., 2020) gregat kasar dibedakan menjadi 2 macam yaitu kerikil dan kricak. Menurut asalnya kerikil dapat dibedakan menjadi 3 yaitu Kerikil sungai, kerikil galian dan kerikil pantai. Kerikil galian biasanya mengandung lumpur, pasir dan bahan organik, sedangkan kerikil sungai dan pasir biasanya tebebas dari zat-zat tercampur, permukaannya licin dan bentuknya bulat. Agregat yang diperoleh dari batu alam yang dipecah menggunakan mesin pemecah batu atau secara manual menggunakan palu disebut dengan kricak.



Gambar 2.3: Agregat Kasar

### 2.4.4 Air

Air berperan penting dalam campuran beton. Air dan semen akan membuat suatu proses kimiawi dimana proses tersebut akan membasahi agregat dan memberikan kemudahan dalam pengerjaan beton. Dalam pembuatan beton jumlah air juga harus diperhatikan, karena jika penggunaan air terlalu sedikit akan menyebabkan beton sulit dikerjakan, dan sebaliknya jika penggunaan air melebihi dari yang ditetapkan maka akan mengurangi nilai kekuatan beton tersebut.

Dalam pemakaian air sebaiknya memenuhi syarat-syarat sebagai berikut:

- a. Tidak mengandung lumpur (benda melayang lainnya) lebih dari 2 gram/liter.
- b. Tidak mengandung garam yang dapat merusak beton seperti, asam, zat organic, dan sebagainya, dan tidak boleh lebih dari 15 gram/liter.
- c. Tidak mengandung Chlorida (Cl) lebih dari 0,5 gram/liter.
- d. Tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gram/liter.

#### 2.4.5 Styrofoam

Styrofoam merupakan hasil pengolahan dari polysterene yang merupakan bahan thermoplastic 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 susut kecil, mudah diwarnai, dan mudah dibentuk. Polysterene merupakan bahan yang baik, ditinjau dari segi mekanis dan suhu, namun bersifat agak rapuh dan lunak pada suhu dibawah  $100^\circ\text{C}$  (Billmeyer, 1984). Berat jenis polysterene adalah  $1050 \text{ Kg/m}^3$ , dan nilai tariknya sampai  $40 \text{ MN/m}^2$ , dan modulus lentur sampai  $3\text{GN/m}^2$ , dengan nilai poissonnya 0,33 (Aryani et al., 2018).



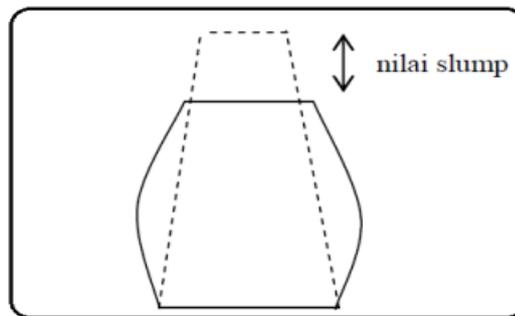
Gambar 2.4: Styrofoam bola

Selain ringan styrofoam juga memiliki kemampuan menyerap air yang sangat kecil (kedap air). Penggunaan styrofoam dalam beton dapat dianggap sebagai rongga udara. Namun keuntungan menggunakan styrofoam dibandingkan menggunakan rongga udara dalam beton berongga adalah styrofoam mempunyai kekuatan tarik. Dengan demikian, selain akan membuat beton menjadi ringan dapat juga bekerja sebagai serat yang rapat meningkatkan kemampuan kekuatan dan khususnya daktilitas beton. Kerapatan atau berat satuan beton dengan campuran styrofoam dapat diatur dengan mengontrol jumlah styrofoam yang digunakan dalam beton untuk memperoleh beton dengan berat satuan yang lebih kecil. Namun kuat tekan beton yang diperoleh tentunya akan lebih rendah (Miswar, 2018).

## 2.5 Slump Test

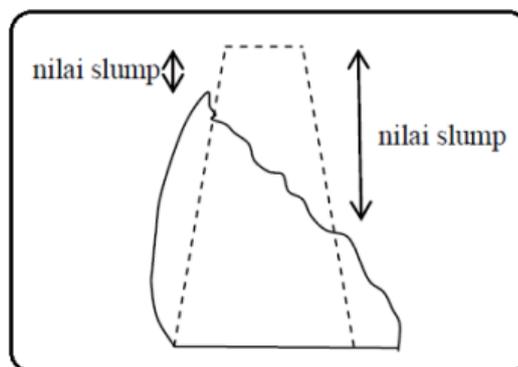
Untuk mengukur workability maka digunakan istilah slump sebagai tolak ukur, dengan alat untuk mengukur slump disebut slump test. Ada tiga jenis slump yaitu slump sejati (slump sebenarnya), slump geser dan slump runtuh (Simanjuntak, 2018).

Slump sebenarnya merupakan penurunan umum dan seragam tanpa ada adukan beton yang pecah, oleh karena itu dapat disebut slump yang sebenar. Pengambilan nilai slump sebenarnya dengan mengukur penurunan minimum dari puncak kerucut.



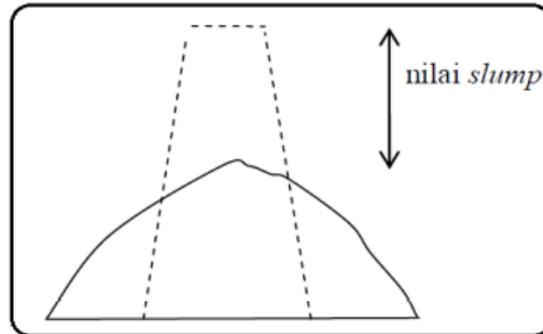
Gambar 2.5: *Slump* Sebenarnya

Slump geser terjadi bila separuh puncaknya tergeser atau tergelincir ke bawah pada bidang miring. Pengambilan nilai slump geser ini ada dua yaitu dengan mengukur penurunan minimum dan penurunan rata-rata dari puncak kerucut.



Gambar 2.6: *Slump* Geser

Slump runtuh terjadi pada kerucut adukan beton yang runtuh seluruhnya akibat adukan beton yang terlalu cair. Pengambilan nilai slump ini dengan mengukur penurunan minimum dari puncak kerucut.



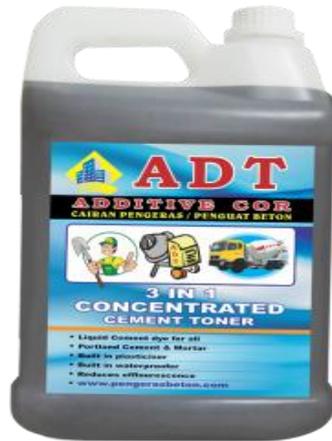
Gambar 2.7: *Slump* Runtuh

## 2.6 ADT Additive Cor

Menurut (Arman.A, DKK, 2020) zat additive sikament NN merupakan cairan yang berfungsi sebagai zat additive untuk mengurangi kadar air dan untuk mempercepat pengerasan beton dan kekecekannya tinggi, sesuai dengan ASTM C494-81 Type F.

Adapun cairan ADT Additive cor adalah salah satu bahan additive atau additive mixture yang bertujuan untuk meningkatkan kadar bonding dan mempercepat pengeringan beton. Bahan tambah mineral (*additive*) yang ditambahkan pada beton dimaksudkan untuk meningkatkan kinerja beton.

Adapun beberapa fungsi atau tujuan penggunaan cairan pengeras beton ini, diantaranya adalah mempercepat waktu pengeringan plesteran, menghemat waktu kerja dan penggunaan tukang terutama di musim hujan tanpa mengurangi kualitas beton yang dikerjakan, beton lebih solid, adukan beton lebih plastis hingga mudah dikerjakan, lebih kedap air, beton tahan terhadap cuaca, khususnya pada bagian yang terpapar hujan maupun panas, beton menjadi lebih kuat sehingga bisa mengurangi ketebalan beton yang digunakan, lebih menghemat penggunaan material



Gambar 2.8: Cairan ADT Additive Cor

## 2.7 Kuat Tekan

Mutu dari sebuah struktur dapat diidentifikasi dari kuat tekan betonnya. Semakin tinggi tingkat kekuatan struktur tersebut, semakin tinggi pula mutu betonnya. Beton harus sedemikian rupa dirancang proporsi campurannya agar menghasilkan suatu kekuatan rata-rata yang disyaratkan (Danindra & Evriantama, 2021). Kuat tekan beton dapat dihitung dengan rumus:

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

Keterangan:

$\sigma$  = Kuat tekan beton (Kg/cm<sup>2</sup> atau N/mm<sup>2</sup>)

P = Beban maksimum (Kg atau N)

A = Luas penampang benda uji (cm<sup>2</sup> atau mm<sup>2</sup>)

## 2.8 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)

$\epsilon_2$  = Regangan longitudinal pada saat tegangan  $S_2$

Sedangkan secara teoritis, modulus elastisitas beton ( $E_c$ ) dapat dihitung dengan rumus (SNI 03-2847-2002):  $\epsilon_c = 0,043 \sqrt{f'_c} \cdot (W_c^{1,5})$

Dimana:

$E_c$  = Modulus Elastisitas Beton(MPa)

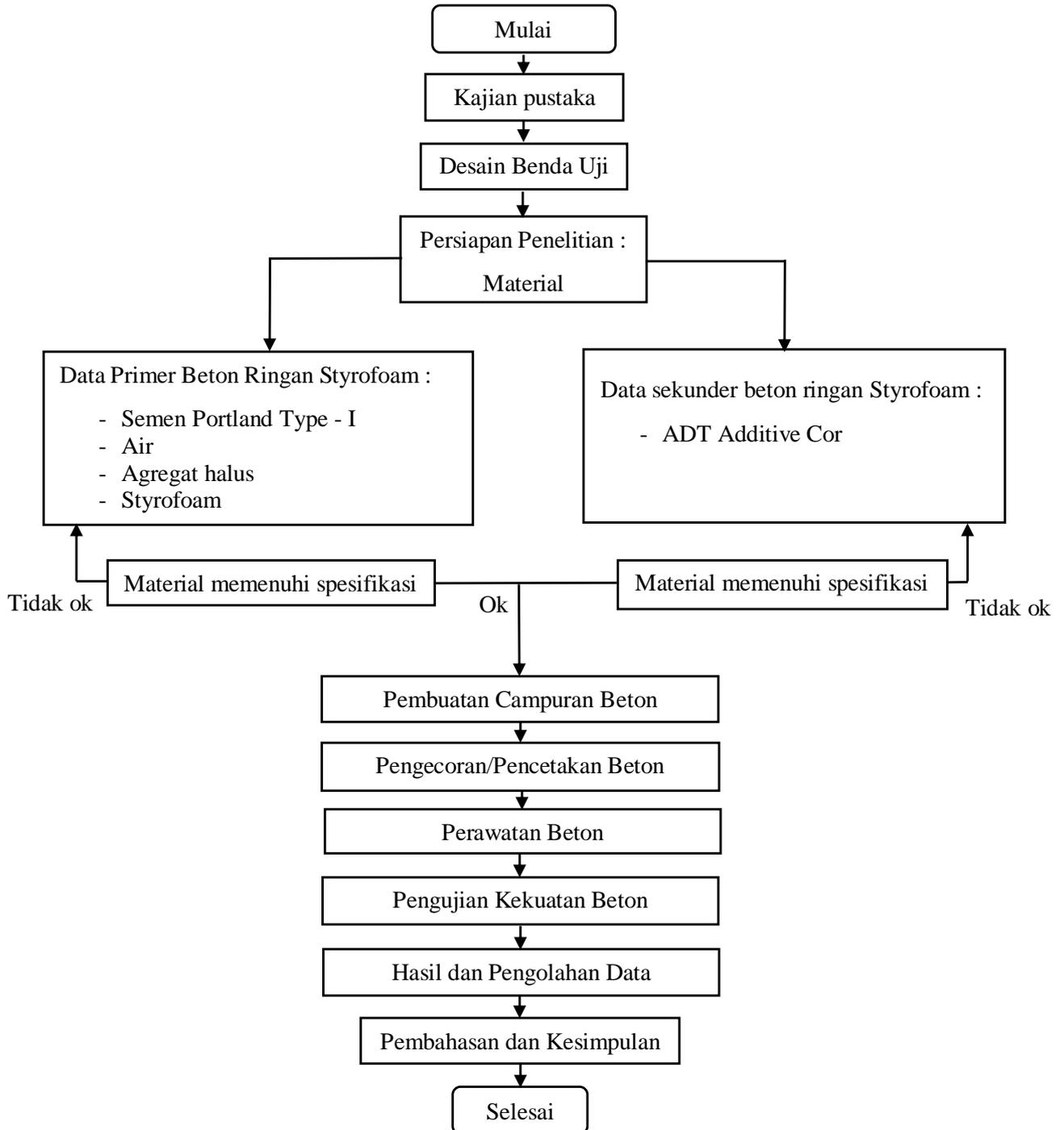
$f'_c$  = Kuat tekan beton umur 28 hari (MPa)

$W_c$  = Berat satuan beton ( $\text{kg/m}^3$ ). (Danindra & Evriantama, 2021).

### BAB 3 METODE PENELITIAN

#### 3.1 Diagram Alir Penelitian

Tahap perencanaan penelitian ini dapat dilihat pada bagan alir di bawah ini:



Gambar 3.1: Bagan Alir Penelitian

Gambar 3.1 di atas menunjukkan alur dari metode penelitian dimana pada proses awal, dilakukan:

1. Kajian pustaka

Peneliti melakukan pencarian referensi untuk melakukan penelitian ini agar penelitian ini berjalan dengan lancar.

2. Desain benda uji

Merencanakan rancangan campuran beton ringan merupakan hal yang penting sebelum melakukan pelaksanaan pengerjaan beton. Dalam desain benda uji ditentukan pula semua proporsi yang akan digunakan.

3. Persiapan penelitian

Dilakukan proses persiapan baik persiapan dan pengecekan alat maupun persiapan bahan yang akan digunakan selama penelitian berlangsung. Hal ini dimaksudkan supaya mempermudah kinerja saat melakukan penelitian.

4. Pemeriksaan material beton ringan

Dilakukan pemeriksaan material beton ringan yaitu pasir dan styrofoam sebelum melakukan pencampuran bahan agar material yang akan digunakan dalam kondisi yang baik.

5. Pembuatan campuran beton

Pembuatan benda uji adalah proses utama yang dilakukan dalam penelitian ini. Dilakukan pencampuran semua bahan penyusun beton ringan yaitu pasir, semen, air, dan styrofoam yang telah ditentukan proporsinya saat mix design kedalam mesin pengaduk beton mixer/molen dan dilakukan pengujian slump flow.

6. Pengecoran/pencetakan beton

Pencetakan beton ringan dengan benda uji silinder 15 x 30 cm<sup>2</sup> sebanyak 30 benda uji.

7. Perawatan beton

Benda uji yang telah dicetak akan melalui proses perawatan (curing) dengan melakukan perendaman beton selama 14 dan 28 hari.

8. Pengujian kekuatan beton

Selanjutnya benda uji akan dilakukan pengujian kuat tekan terhadap beton ringan yang telah melalui proses perendaman selama 14 dan 28 hari.

9. Hasil dan pengolahan data

Setelah penelitian di Laboratorium beton telah selesai dilakukan, peneliti melakukan pembahasan dan konsultasi analisa data pada dosen pembimbing.

10. Pembahasan dan kesimpulan

Setelah analisa telah dikerjakan secara keseluruhan, maka dapat peneliti dapat mengambil kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan.

11. Selesai

Peneliti dapat menyelesaikan laporan tugas akhir.

### 3.2 Desain dan Jumlah Benda Uji

Desain benda uji adalah sebagai berikut:

1. Benda uji silinder ukuran 15 x 30 cm<sup>2</sup> untuk pengujian kuat tekan beton ringan styrofoam.
2. Variasi persentase styrofoam : 0%, 1%, 2% , dan 3%.
3. Styrofoam yang digunakan berukuran 5 cm.

Jumlah benda uji yang akan dibuat dapat dilihat pada tabel 3.1 dibawah :

Tabel 3.1: Jumlah Benda Uji Tanpa Cairan

Beton tanpa campuran cairan ADT	Umur Pengujian (Hari)	Jumlah Sampel (Silinder)
Beton <i>Styrofoam</i> 0%	14	2
	28	2
Beton <i>Styrofoam</i> 1%	14	2
	28	2
Beton <i>Styrofoam</i> 2%	14	2
	28	2
Beton <i>Styrofoam</i> 3%	14	2
	28	2
Jumlah		16

Tabel 3.2: Jumlah Benda Uji Menggunakan Cairan

Beton dengan campuran ADT	Umur Pengujian (Hari)	Jumlah Sampel (Silinder)
Beton ADT 5%	14	2
	28	2
Beton ADT 7,5%	14	2
	28	2
Beton ADT 10%	14	2
	28	2
Jumlah		14

### 3.3 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimen berupa analisis kuat tekan beton ringan dengan bahan pengisi Styrofoam dengan campuran cairan *ADT Additive Cor*. Waktu penelitian direncanakan kurang lebih 4 bulan yakni mulai bulan Februari - Maret 2022/23.

### 3.4 Persiapan Bahan dan Alat Penelitian

Bahan Penelitian terdiri dari:

1. Semen PCC.
2. Agregat halus (pasir)
3. Styrofoam berukuran 5 cm.
4. Air yang digunakan untuk campuran benda uji adalah air PDAM Laboratorium Beton teknik sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

#### Alat Penelitian:

1. *Compression test machine*, merupakan alat untuk menguji kuat tekan beton ringan *styrofoam*.
2. Mesin Pencampur bahan (mixer/molen), digunakan untuk mencampur semua bahan hingga membentuk adonan mortar.
3. Cetakan berbentuk silinder 15 x 30 M<sup>2</sup> , digunakan sebagai wadah benda uji beton ringan *styrofoam*.
4. Timbangan.
5. Bak Perendaman, digunakan untuk merendam beton yang telah dilepaskan dari cetakan.
6. Mistar, digunakan untuk mengukur pengujian slump flow.
7. Vaseline dan kuas, digunakan untuk melapisi cetakan agar beton tidak lengket dan menempel dalam cetakan.
8. Satu set alat *slump flow test*, yang terdiri: kerucut abrams, mistar, dan plat.
9. Piknometer, digunakan untuk melakukan pengujian berat jenis dan penyerapan dari pasir, dan *styrofoam*.
10. Stopwatch, digunakan untuk mengukur waktu pengujian.
11. Gelas ukur, digunakan untuk takaran air, dan admixtures yang digunakan dalam pengerjaan beton ringan *styrofoam*.
12. Oven, digunakan untuk mengeringkan sampel bahan.
13. Wadah atau ember, digunakan sebagai tempat air perendaman sampel.
14. Plastik ukuran 10 kg, sebagai wadah untuk bahan yang telah siap untuk dimixer.
15. Pan, digunakan untuk menjemur agregat halus serta untuk alas pengaduk beton.

### 3.5 Metode Pengecoran

Langkah-langkah pembuatan benda uji adalah sebagai berikut:

1. Alat-alat yang akan digunakan dibersihkan terlebih dahulu, kemudian menimbang bahan-bahan yang digunakan sesuai dengan komposisi hasil mix design.

2. Menyiapkan molen yang bagian dalamnya sudah dilembabkan. Pertama-tama tuangkan agregat halus, semen, dan Styrofoam dan cairan *ADT Additive Cor* yang direncanakan. Aduk hingga ketiga bahan tersebut tercampur merata untuk beton ringan *styrofoam*.
3. Setelah bahan tersebut tercampur rata, masukkan air sedikit demi sedikit dan styrofoam secara bergantian sesuai dengan variasi yang telah ditentukan.
4. Setelah tercampur rata, dilakukan uji slump untuk mengukur tingkat workability adukan.
5. Apabila nilai slump telah memenuhi spesifikasi, selanjutnya adukan beton dituangkan ke dalam cetakan silinder, dan dirojok agar campuran beton menjadi padat.
6. Diamkan selama 24 jam.
7. Setelah 24 jam, cetakan dibuka kemudian dilakukan perawatan beton.

### **3.6 Metode Perawatan Benda Uji**

Perawatan benda uji dilakukan dengan cara direndam dalam bak perendaman. Benda uji diangkat dari bak 1 hari sebelum sampel di uji. Hal ini dimaksudkan agar pada waktu di uji, sampel dalam keadaan tidak basah. Pengujian dilakukan pada saat sampel berumur 14 Hari dan 28 hari. Hal ini berarti benda uji diangkat dari bak pada saat berumur 13, dan 27 hari.

### **3.7 Pengujian Benda Uji**

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui nilai kuat tekan beton yang telah mengeras dengan benda uji berbentuk silinder. Pembebanan dilakukan sampai silinder beton hancur dan dicatat besarnya beban maksimum  $P$  yang selanjutnya digunakan untuk menentukan tegangan tekan beton ( $f'c$ ).

### **3.8 Langkah-langkah Pemeriksaan Bahan**

#### **3.8.1 Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Pasir**

1. Tujuan : Untuk menentukan berat jenis pasir dalam keadaan SSD.

2. Peralatan:

Piknometer

- a. Kompor spitus
- b. Penyangga kaki tiga
- c. Oven
- d. Ember

3. Bahan: Pasir dalam keadaan SSD dan air

4. Prosedur:

- a. Timbang piknometer kosong, kemudian isi piknometer dengan air lalu timbang kembali \*D.
- b. Keluarkan air dari piknometer kemudian masukkan sampel pasir seberat 500 gram \*B.
- c. Isi kembali piknometer yang berisi sampel dengan air hingga penuh \*C
- d. Panaskan piknometer yang berisi sampel dan air selama 3×5 menit. Setiap 5 menit sekali, angkat piknometer dan bolak-balikkan piknometer agar gelembung udara yang terperangkap dapat keluar.
- e. Setelah tidak ada gelembung udara lagi, tambahkan air pada piknometer hingga batas garis lalu timbang. Kemudian biarkan piknometer hingga mencapai suhu ruangan.
- f. Rendam piknometer di dalam bak berisi 11 liter air dan didiamkan selama ±24 jam.
- g. Setelah 24 jam, keluarkan dan tuangkan isi piknometer ke dalam wadah yang telah ditimbang hingga tidak ada sampel pasir yang tertinggal di piknometer.
- h. Masukkan wadah ke dalam oven dengan suhu 105±5°C selama 24 jam.
- i. Keluarkan wadah dari oven dan diamkan hingga mencapai suhu ruangan kemudian timbang. \*E
- j. Perhitungan:

$$\text{Berat jenis contoh kering} : \frac{E}{(B+D-C)} \quad (\text{Pers. 3.1})$$

$$\text{Berat jenis contoh SSD} : \frac{B}{(B+D-C)} \quad (\text{Pers. 3.2})$$

$$\text{Berat jenis contoh semu} : \frac{E}{(E+D-C)} \quad (\text{Pers. 3.3})$$

$$\text{Penyerapan} : \frac{(B-E)}{E} \times 100\% \quad (\text{Pers. 3.4})$$

### 3.8.2 Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Pasir

1. Tujuan : Untuk mengetahui persentase kadar lumpur yang terkandung dalam pasir
2. Peralatan:
  - a. Timbangan digital.
  - b. Wadah
  - c. Oven
3. Bahan:
  - a. Pasir tertahan ayakan no.4
  - b. Ayakan no. 200
  - c. Air
4. Prosedur:
  - a. Timbang pasir sebanyak 700 gram. Letakkan pasir ke dalam wadah. \*A.
  - b. Ambil air dan bersihkan pasir dengan air. Kemudian pisahkan air dengan pasir menggunakan ayakan no.200. Ulangi langkah ini hingga pasir menjadi benar-benar bersih.
  - c. Keringkan pasir dengan cara memasukkan ke dalam oven bersuhu  $105 \pm 5^\circ\text{C}$  selama  $\pm 24$  jam.
  - d. Setelah  $\pm 24$  jam, keluarkan pasir dari oven kemudian dinginkan hingga mencapai suhu ruangan.
  - e. Timbang dan catat berat pasir setelah dioven. \*H
  - f. Perhitungan:

$$\text{Kadar lumpur} : \frac{A-H}{A} \times 100\% \quad (\text{Pers. 3.5})$$

### 3.8.3 Pemeriksaan Kadar Air Pasir

1. Tujuan : Untuk mengetahui kadar air yang terkandung dalam pasir.
2. Peralatan:
  - a. Timbangan digital.
  - b. Wadah.
  - c. Oven.
3. Bahan:
  - a. Pasir lolos ayakan no.4
4. Prosedur:
  - a. Timbang pasir dalam kondisi SSD \*W1.
  - b. Masukkan pasir kedalam oven dengan bersuhu  $105\pm 5^{\circ}\text{C}$  selama  $\pm 24$  jam.
  - c. Keluarkan pasir dari oven dan diamkan hingga mencapai suhu ruangan.
  - d. Timbang pasir tersebut \*W2.
  - e. Perhitungan:

$$\text{Kadar air} : \frac{W1-W2}{W2} \times 100\% \quad (\text{Pers. 3.5})$$

### 3.8.4 Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Styrofoam

1. Tujuan : Untuk menentukan berat jenis dan penyerapan styrofoam dalam keadaan SSD
2. Peralatan:
  - a. Piknometer.
  - b. Kompor spitus.
  - c. Penyangga kaki tiga.
  - d. Oven.
  - e. Ember.
3. Bahan:
  - a. Styrofoam
  - b. air

4. Prosedur:

- a. Timbang piknometer kosong, kemudian isi piknometer dengan air lalu timbang kembali.
- b. Keluarkan air dari piknometer kemudian masukkan sampel styrofoam seberat 800 gram.
- c. Isi kembali piknometer yang berisi sampel dengan air hingga penuh.
- d. Panaskan piknometer yang berisi sampel dan air selama 3×5 menit. Setiap 5 menit sekali, angkat piknometer dan bolak-balikkan piknometer agar gelembung udara yang terperangkap dapat keluar.
- e. Setelah tidak ada gelembung udara lagi, tambahkan air pada piknometer hingga batas garis lalu timbang. Kemudian biarkan piknometer hingga mencapai suhu ruangan.
- f. Rendam piknometer di dalam bak berisi 11 liter air dan didiamkan selama ±24 jam
- g. Setelah 24 jam, keluarkan dan tuangkan isi piknometer ke dalam wadah yang telah ditimbang hingga tidak ada sampel *Styrofoam* yang tertinggal di piknometer.
- h. Masukkan wadah kedalam oven dengan suhu 105±5°C selama 24 jam.
- i. Keluarkan wadah dari oven dan diamkan hingga mencapai suhu ruangan kemudian timbang.
- j. Perhitungan:

Pemeriksaan terhadap Styrofoam :

$$\text{Berat volume Agregat} : \frac{W_2 - W_1}{V} \quad (\text{Pers. 3.6})$$

$$\text{Berat jenis contoh kering} : \frac{Bk}{(BJ - BT)} \quad (\text{Pers. 3.7})$$

$$\text{Berat jenis contoh SSD} : \frac{BJ}{(BJ - BT)} \quad (\text{Pers. 3.8})$$

$$\text{Berat jenis contoh semu} : \frac{BK}{(BK - BT)} \quad (\text{Pers. 3.9})$$

$$\text{Berat jenis curah} : \frac{BK}{(BJ - BT)} \quad (\text{Pers. 3.10})$$

$$\text{Penyerapan} : \frac{(BJ-BK)}{BK} \times 100\%$$

(Pers. 3.11)

## BAB 4

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Hasil Pemeriksaan Agregat Halus

Pemeriksaan terhadap agregat halus yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi pengujian berat jenis dan penyerapan air, berat isi, kadar lumpur dan kadar air.

##### 4.1.1 Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

Pelaksanaan pengujian berat jenis dan penyerapan air mengacu pada SNI 1970- 2008 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara tentang berat jenis dan penyerapan air agregat halus.

Tabel 4.1: Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat halus

<i>Fine Agregats Passing no.4</i> (Agregat Halus Lolos Ayakan no. 4)	Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata
<i>Wt. Of SSD Sample in Air</i> (Berat contoh SSD kering permukaan jenuh) *B (gr)	500	500	500
<i>Wt. Of Oven Dry Sample</i> (Berat contoh SSD kering oven 110°C Sampai Konstan) *E (gr)	495	488	491,5
<i>Wt. Of Flask + Water</i> (Berat Piknometer penuh air) *D (gr)	689	692	690,5
<i>Wt. Of Flask + Water + Sample</i> (Berat contoh SSD di dalam piknometer penuh air) *C (gr)	993	995	994
<i>Bulk Sp. Gravity-Dry</i> (Berat jenis contoh kering) *E/(B+D-C) (gr/l)	2,53	2,48	2,50
<i>Bulk Sp. Gravity-SSD</i> (Berat jenis contoh SSD) *B/(B+D-C) (gr/l)	2,55	2,54	2,54
<i>Apparent Sp. Gravity-Dry</i> (Berat jenis contoh semu) *E/(E+D-C) (gr/l)	2,59	2,64	2,61
<i>Absorption</i> (penyerapan) *{((B-E)/E)x100%} (%)	1,01	2,46	1,73

Dari pengujian yang dilakukan, didapatkan berat jenis dan penyerapan air pada agregat halus seperti pada Tabel 4.1, maka digunakan perhitungan :

1. Berat Jenis dan Penyerapan Air sampel 1

$$\begin{aligned}\text{Berat jenis contoh kering} &= \frac{E}{(B+D-C)} \\ &= \frac{495}{(500+689-993)} \\ &= 2,53 \text{ gr/l}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Berat jenis contoh SSD} &= \frac{B}{(B+D-C)} \\ &= \frac{500}{(500+689-993)} \\ &= 2,55 \text{ gr/l}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Berat jenis contoh semu} &= \frac{E}{(E+D-C)} \\ &= \frac{495}{(495+689-993)} \\ &= 2,59 \text{ gr/l}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Penyerapan} &= \frac{(B-E)}{E} \times 100\% \\ &= \frac{(500-495)}{495} \times 100\% \\ &= 1,01\%\end{aligned}$$

2. Berat jenis dan penyerapan sampel 2

$$\begin{aligned}\text{Berat jenis contoh kering} &= \frac{E}{(B+D-C)} \\ &= \frac{488}{(500+692-995)} \\ &= 2,48 \text{ gr/l}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Berat jenis contoh SSD} &= \frac{B}{(B+D-C)} \\ &= \frac{500}{(500+692-995)} \\ &= 2,54 \text{ gr/l}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Berat jenis contoh semu} &= \frac{E}{(E+D-C)} \\ &= \frac{488}{(488+692-995)}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 2,64 \text{ gr/l} \\
 \text{Penyerapan} &= \frac{(B-E)}{E} \times 100\% \\
 &= \frac{(500-488)}{488} \times 100\% \\
 &= 2,46\%
 \end{aligned}$$

### 3. Berat jenis dan penyerapan air Rata-rata

$$\begin{aligned}
 \text{Berat jenis contoh kering} &= \frac{2,53+2,48}{2} \\
 &= 2,50 \text{ gr/l}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Berat jenis contoh SSD} &= \frac{2,55+2,54}{2} \\
 &= 2,54 \text{ gr/l}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Berat jenis contoh semu} &= \frac{2,59+2,64}{2} \\
 &= 2,61 \text{ gr/l}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Penyerapan} &= \frac{1,01+2,46}{2} \\
 &= 1,73\%
 \end{aligned}$$

Berdasarkan dari batas hasil penyerapan air pada agregat halus yang diperoleh dari 2 sampel pengujian masih memenuhi persyaratan yang ditetapkan oleh ASTM C128 – 93 yaitu dengan batas maksimal penyerapan sebesar 4%.

#### 4.1.2 Berat Isi Agregat Halus

Pelaksanaan pengujian berat isi mengacu pada SNI 03-4804-1998 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara tentang berat isi agregat halus. Hasil dari pengujian yang sudah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2: Berat isi agregat halus

<i>Fine Agregat</i>	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3
Berat pasir dan wadah (gr)	22902	23542	23719
Berat wadah (gr)	5366	5366	5366
Berat pasir *F (gr)	17566	18306	18383

Volume wadah *G (cm <sup>3</sup> )	11125,4	11125,4	11125,4
Berat isi (gr/cm <sup>3</sup> )	1,58	1,65	1,65
Rata-rata berat isi (gr/cm <sup>3</sup> )	1,63		

Dari pengujian yang dilakukan, didapatkan data berat isi agregat halus seperti pada Tabel 4.2, maka digunakan perhitungan :

$$\begin{aligned}
 1. \text{ Sampel 1 (Metode lepas)} &= \frac{F}{G} \\
 &= \frac{17566}{11125,4} \\
 &= 1,58 \text{ gr/cm}^3 \\
 2. \text{ Sampel 2 (Metode tusuk)} &= \frac{F}{G} \\
 &= \frac{18306}{11125,4} \\
 &= 1,65 \text{ gr/cm}^3 \\
 3. \text{ Sampel 3 (Metode goyang)} &= \frac{F}{G} \\
 &= \frac{18383}{11125,4} \\
 &= 1,65 \text{ gr/cm}^3 \\
 4. \text{ Rata-rata berat isi} &= \frac{\text{Sampel 1} + \text{Sampel 2} + \text{Sampel 3}}{3} \\
 &= \frac{1,58 + 1,65 + 1,65}{3} \\
 &= 1,63 \text{ gr/cm}^3
 \end{aligned}$$

Berdasarkan dari batas yang ditetapkan pada ASTM C 29 / C 29 M - 91, bahwa hasil yang didapatkan dari 2 sampel pengujian berat isi agregat halus yang dilakukan baik dalam metode lepas, metode tusuk maupun metode goyang didapati bahwa telah memenuhi spesifikasi yaitu 0,4 – 1,9 gr/cm<sup>3</sup>.

#### 4.1.3 Kadar Lumpur Agregat Halus

Pelaksanaan pengujian kadar lumpur mengacu pada SNI 03-2461-2002 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Program Studi Teknik Sipil Universitas

Muhammadiyah Sumatera Utara tentang kadar lumpur agregat kasar. Hasil dari pengujian yang sudah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3: Kadar lumpur agregat halus

<i>Fine agregat</i>	Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata
Berat contoh kering *A (gr)	1000	1000	1000
Berat kering contoh setelah dicuci *H (gr)	965	968	967
Berat kotoran agregat halus lolos saringan No.200 setelah dicuci *I (gr)	35	32	34
Persentase kotoran agregat lolos saringan No.200 setelah dicuci (%)	3,6	3,3	3,5

Dari pengujian yang dilakukan, didapatkan data kadar air seperti tabel 4.3, maka digunakan perhitungan :

$$\begin{aligned}
 1. \text{ Persentase kadar lumpur Sampel 1} &= \frac{(A-H)}{A} \times 100\% \\
 &= \frac{(1000-965)}{965} \times 100\% \\
 &= 3,6 \% \\
 2. \text{ Persentase kadar lumpur Sampel 2} &= \frac{(A-H)}{A} \times 100\% \\
 &= \frac{(1000-968)}{968} \times 100\% \\
 &= 3,3 \% \\
 3. \text{ Persentase kadar lumpur rata-rata} &= \frac{\text{Sampel 1} + \text{Sampel 2}}{2} \\
 &= \frac{(3,6+3,3)}{2} \\
 &= 3,5 \%
 \end{aligned}$$

Berdasarkan dari batas yang ditetapkan pada SNI 03-2461-2002, bahwa hasil yang didapatkan dari 2 sampel pengujian adalah kadar lumpur yang

terkandung dalam pasir masih memenuhi persyaratan yang ditentukan, yaitu maksimal sebesar 5,0%.

#### 4.1.4 Kadar Air Agregat Halus

Pemeriksaan kadar air pada agregat halus ini dilakukan untuk memenuhi besarnya kadar air yang terkandung dalam agregat halus dengan cara pengeringan dalam oven. Kadar air agregat halus adalah perbandingan antara berat agregat halus dalam kondisi kering oven terhadap berat semula yang dinyatakan dalam persen. Nilai kadar ini digunakan untuk koreksi takaran air untuk adukan beton yang disesuaikan dengan kondisi agregat di lapangan.

Tabel 4.4: Kadar air agregat halus

<i>Fine agregats</i>	Sampel 1	Sampel 2
Berat SSD dan Berat wadah (gr)	1493	1509
Berat contoh SSD *W1 (gr)	1000	1000
Berat contoh kering Oven dan Berat wadah (gr)	1481	1498
Berat contoh kering *W2	988	989
Berat wadah (gr)	493	509
Berat air (gr)	12	11
Kadar air (%)	1,21	1,11
Rata-rata kadar Air (%)	1,16	

Dari pengujian yang dilakukan, didapatkan data kadar air seperti pada Tabel 4.4, Maka digunakan perhitungan:

$$\begin{aligned}
 1. \text{ Kadar air Sampel 1} &= \frac{W_1 - W_2}{W_2} \times 100\% \\
 &= \frac{1000 - 988}{988} \times 100\% \\
 &= 1,21\% \\
 2. \text{ Kadar air sampel 2} &= \frac{W_1 - W_2}{W_2} \times 100\% \\
 &= \frac{1000 - 989}{989} \times 100\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= 1,11\% \\
3. \text{ Kadar air rata-rata} &= \frac{\text{Sampel 1} + \text{Sampel 2}}{2} \\
&= \frac{1,21 + 1,11}{2} \\
&= 1,16\%
\end{aligned}$$

Berdasarkan dari batas yang ditetapkan pada SNI 03-1971-1990, bahwa hasil yang didapatkan dari 2 sampel pengujian adalah kadar air yang terkandung dalam agregat halus masih memenuhi persyaratan yang ditentukan, yaitu sebesar 1% - 5%.

## 4.2 Hasil Pemeriksaan Bahan Pengganti

### 4.2.1 Berat jenis dan Penyerapan Agregat kasar

Dengan mengetahui berat jenis kering (specific gravity) dan penyerapan air pada butiran styrofoam, maka kita dapat menentukan nilai berat jenis SSD, berat jenis contoh semu dan persentasi penyerapan air. Hasil dari pengujian yang sudah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5: Berat jenis dan Penyerapan Agregat kasar

<i>Styrofoam 5 cm</i>	Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata
Berat contoh (SSD) kering permukaan jenuh *BJ (gr)	300	300	300
Berat contoh (SSD) kering oven 110±5°C sampai konstan *BK (gr)	0	0	0
Berat piknometer penuh air *B (gr)	693	695	694
Berat contoh (SSD) di dalam piknometer penuh air *BT (gr)	393	395	394
Berat jenis contoh kering *BK/(BJ+B-BT) (gr/l)	0	0	0
Berat jenis contoh SSD *BJ/(BJ+B-BT) (gr/l)	2	2	2
Berat jenis contoh semu *BK/(BK+B-BT) (gr/l)	0	0	0
Berat Jenis Curah *BK/(B+BJ-BT)	0	0	0
Penyerapan *(BJ-BK)/BK (100%)	0	0	0

Dari pengujian yang dilakukan, didapatkan berat jenis dan penyerapan air pada styrofoam seperti pada Tabel 4.5, maka digunakan perhitungan:

1. Berat jenis dan penyerapan Sampel 1

$$\begin{aligned}\text{Berat jenis contoh kering} &= \frac{BK}{(BJ+B-BT)} \\ &= \frac{0}{(300+693-393)} \\ &= 0 \text{ gr/l}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Berat jenis contoh SSD} &= \frac{BJ}{(BJ+B-BT)} \\ &= \frac{300}{(300+693-393)} \\ &= 2 \text{ gr/l}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Berat jenis contoh semu} &= \frac{BK}{(Bk+B-BT)} \\ &= \frac{0}{(0+693-393)} \\ &= 0 \text{ gr/l}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Berat jenis curah} &= \frac{BK}{(B+Bj-BT)} \\ &= \frac{0}{(300+693-393)} \\ &= 0 \text{ gr/l}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Penyerapan} &= \frac{BJ-BK}{BK} \\ &= \frac{300-0}{0} \\ &= 0 \%\end{aligned}$$

2. Berat jenis dan Penyerapan Sampel 2

$$\begin{aligned}\text{Berat jenis contoh kering} &= \frac{BK}{(BJ+B-BT)} \\ &= \frac{0}{(300+695-395)} \\ &= 0 \text{ gr/l}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Berat jenis contoh SSD} &= \frac{BJ}{(BJ+B-BT)} \\ &= \frac{300}{(300+695-395)}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= 2 \text{ gr/l} \\
\text{Berat jenis contoh semu} &= \frac{BK}{(Bk+B-BT)} \\
&= \frac{0}{(0+695-395)} \\
&= 0 \text{ gr/l} \\
\text{Berat jenis curah} &= \frac{BK}{(B+Bj-BT)} \\
&= \frac{0}{(300+695-395)} \\
&= 0 \text{ gr/l} \\
\text{Penyerapan} &= \frac{BJ-BK}{BK} \\
&= \frac{300-0}{0} \\
&= 0 \%
\end{aligned}$$

### 3. Berat jenis dan Penyerapan air rata-rata

$$\begin{aligned}
\text{Berat jenis contoh kering} &= \frac{0+0}{2} \\
&= 0 \text{ gr/l} \\
\text{Berat jenis contoh SSD} &= \frac{2+2}{2} \\
&= 2 \text{ gr/l} \\
\text{Berat jenis contoh semu} &= \frac{0+0}{2} \\
&= 0 \text{ gr/l} \\
\text{Berat jenis curah} &= \frac{0+0}{2} \\
&= 0 \text{ gr/l} \\
\text{Penyerapan} &= \frac{0+0}{2} \\
&= 0 \%
\end{aligned}$$

### 4.3 Perhitungan Mix Design Beton Ringan

Sampai saat ini, tidak ada pengaturan mix design yang baku untuk proses pembuatan beton ringan styrofoam. Hal ini disebabkan karena densitas yang

berperan besar pada jenis beton ini bergantung pada styrofoam. Oleh karena itu, untuk acuan campuran yang digunakan didasarkan pada pendekatan terhadap SNI 03-6825-2002 serta jurnal penelitian-penelitian sejenis yang relevan. Perhitungan mix design didasarkan pada volume cetakan yang akan digunakan dalam sekali pembuatan benda uji. Dalam 1 m<sup>3</sup> adonan beton digunakan perbandingan semen, agregat halus dan agregat kasar sebesar 1:2:3 dengan nilai FAS sebesar 0.55.

Tabel 4.6: Komposisi campuran beton ringan Styrofoam tanpa campuran ADT

No.	Deskripsi	Beton ringan <i>styrofoam</i> tanpa campuran ADT			
		0%	1%	2%	3%
1.	Semen (kg)	300	300	300	300
2.	Agregat Halus (kg)	600	600	600	600
3.	Air (l)	165	165	165	165
4.	<i>Styrofoam</i>	0	9	18	27

Analisa Komposisi Campuran Dalam 1 m<sup>3</sup> :

Dalam rencana adonan beton ringan styrofoam sebanyak 1 m<sup>3</sup> dengan berat jenis rencana sebesar 1500 Kg/m<sup>3</sup>. Maka diketahui kebutuhan material yang diperlukan adalah sebesar:

$$\begin{aligned}
 \text{Berat material rencana} &= \rho_{\text{rencana}} \times V \\
 &= 1500 \text{ kg/m}^3 \times 1 \text{ m}^3 \\
 &= 1500 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Dikarenakan digunakan perbandingan semen, agregat halus dan agregat kasar sebesar 1:2:3, maka berat material rencana tersebut dibagi 5 guna mendapatkan nilai perbandingannya :

$$\begin{aligned}
 \text{Kebutuhan semen} &= \frac{\text{Berat material rencana}}{5 \text{ bagian}} \times 1 \text{ bagian semen} \\
 &= \frac{1500}{5} \times 1
 \end{aligned}$$

$$= 300 \text{ kg}$$

$$\text{Kebutuhan Pasir} = \frac{\text{Berat material rencana}}{5 \text{ bagian}} \times 2 \text{ bagian agregat halus}$$

$$= \frac{1500}{5} \times 2$$

$$= 600 \text{ kg}$$

$$\text{Kebutuhan Styrofoam} = \frac{\text{Berat material rencana}}{5 \text{ bagian}} \times 3 \text{ bagian agregat kasar}$$

$$= \frac{1500}{5} \times 3$$

$$= 900 \text{ kg}$$

$$\text{Kebutuhan air} = \text{Nilai FAS rencana} \times \text{Berat semen keseluruhan}$$

$$= 0,55 \times 300$$

$$= 165 \text{ liter}$$

Kebutuhan bahan campuran pengganti agregat kasar

#### 1. Variasi 1%

$$\text{Kebutuhan Styrofoam} = 1\% \times \text{Berat agregat kasar keseluruhan}$$

$$= 1\% \times 900$$

$$= 9 \text{ kg}$$

Maka penggunaan agregat kasar dikurangi sebesar:

$$\text{Agregat kasar yang digunakan} = \text{Agregat kasar keseluruhan} - \text{Variansi 1\%}$$

$$= 900 - 9$$

$$= 891 \text{ kg}$$

#### 2. Variasi 2%

$$\text{Kebutuhan Styrofoam} = 2\% \times \text{Berat agregat kasar keseluruhan}$$

$$= 2\% \times 900$$

$$= 18 \text{ kg}$$

Maka penggunaan agregat kasar dikurangi sebesar:

$$\begin{aligned} \text{Agregat kasar yang digunakan} &= \text{Agregat kasar keseluruhan} - \text{Variasi 2\%} \\ &= 900 - 18 \\ &= 882 \text{ kg} \end{aligned}$$

### 3. Variasi 3%

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan Styrofoam} &= 3\% \times \text{Berat agregat kasar keseluruhan} \\ &= 3\% \times 900 \\ &= 27 \text{ kg} \end{aligned}$$

Maka penggunaan agregat kasar dikurangi sebesar:

$$\begin{aligned} \text{Agregat kasar yang digunakan} &= \text{Agregat kasar keseluruhan} - \text{Variasi 3\%} \\ &= 900 - 27 \\ &= 873 \text{ kg} \end{aligned}$$

Tabel 4.7: Komposisi campuran beton ringan Styrofoam dengan campuran cairan ADT

No.	Deskripsi	Beton ringan <i>Styrofoam</i> dengan campuran ADT			
		0%	5%	7,5%	10%
1.	Semen (kg)	300	300	300	300
2.	Agregat Halus (kg)	600	600	600	600
3.	Air (l)	165	156,75	152,62	148,5
4.	<i>Styrofoam</i> (kg)	0	9	18	27
5.	Cairan ADT (ml)	0	8,25	12,375	16,5

Dikarenakan digunakan perbandingan semen, agregat halus dan agregat kasar ditambah penggunaan cairan sebesar 1:2:3 dengan pengurangan penggunaan air, maka berat material rencana tersebut dibagi 5 guna mendapatkan nilai perbandingannya :

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan semen} &= \frac{\text{Berat material rencana}}{5 \text{ bagian}} \times 1 \text{ bagian semen} \\ &= \frac{1500}{5} \times 1 \\ &= 300 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan Pasir} &= \frac{\text{Berat material rencana}}{5 \text{ bagian}} \times 2 \text{ bagian agregat halus} \\ &= \frac{1500}{5} \times 2 \\ &= 600 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan Styrofoam} &= \frac{\text{Berat material rencana}}{5 \text{ bagian}} \times 3 \text{ bagian agregat kasar} \\ &= \frac{1500}{5} \times 3 \\ &= 900 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan air} &= \text{Nilai FAS rencana} \times \text{Berat semen keseluruhan} \\ &= 0,55 \times 300 \\ &= 165 \text{ liter} \end{aligned}$$

Kebutuhan bahan campuran pengganti agregat kasar

#### 1. Variasi 1%

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan Styrofoam} &= 1\% \times \text{Berat agregat kasar keseluruhan} \\ &= 1\% \times 900 \\ &= 9 \text{ kg} \end{aligned}$$

Maka penggunaan agregat kasar dikurangi sebesar:

$$\begin{aligned} \text{Agregat kasar yang digunakan} &= \text{Agregat kasar keseluruhan} - \text{Variansi 1\%} \\ &= 900 - 9 \\ &= 891 \text{ kg} \end{aligned}$$

#### 2. Variasi 2%

$$\text{Kebutuhan Styrofoam} = 2\% \times \text{Berat agregat kasar keseluruhan}$$

$$= 2\% \times 900$$

$$= 18 \text{ kg}$$

Maka penggunaan agregat kasar dikurangi sebesar:

$$\text{Agregat kasar yang digunakan} = \text{Agregat kasar keseluruhan} - \text{Variasi } 2\%$$

$$= 900 - 18$$

$$= 882 \text{ kg}$$

### 3. Variasi 3%

$$\text{Kebutuhan Styrofoam} = 3\% \times \text{Berat agregat kasar keseluruhan}$$

$$= 3\% \times 900$$

$$= 27 \text{ kg}$$

Maka penggunaan agregat kasar dikurangi sebesar:

$$\text{Agregat kasar yang digunakan} = \text{Agregat kasar keseluruhan} - \text{Variasi } 3\%$$

$$= 900 - 27$$

$$= 873 \text{ kg}$$

Kebutuhan penambahan cairan ADT

### 1. Variasi 5%

$$\text{Kebutuhan Cairan ADT} = 5\% \times \text{Berat air keseluruhan}$$

$$= 5\% \times 165$$

$$= 8,25 \text{ Liter}$$

Maka penggunaan air dikurangi sebesar:

$$\text{Air yang digunakan} = \text{Berat air keseluruhan} - \text{Variasi } 5\%$$

$$= 165 - 8,25$$

$$= 156,75 \text{ liter}$$

### 2. Variasi 7,5%

$$\text{Kebutuhan Cairan ADT} = 7,5\% \times \text{Berat air keseluruhan}$$

$$= 7,5\% \times 165$$

$$= 12,375 \text{ liter}$$

Maka penggunaan air dikurangi sebesar:

$$\begin{aligned} \text{Air yang digunakan} &= \text{Berat air keseluruhan} - \text{Variasi } 7,5\% \\ &= 165 - 12,375 \\ &= 152,62 \text{ liter} \end{aligned}$$

### 3. Variasi 10%

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan Cairan ADT} &= 10\% \times \text{Berat air keseluruhan} \\ &= 10\% \times 165 \\ &= 16,5 \text{ liter} \end{aligned}$$

Maka penggunaan air dikurangi sebesar:

$$\begin{aligned} \text{Air yang digunakan} &= \text{Berat air keseluruhan} - \text{Variasi } 10\% \\ &= 165 - 16,5 \\ &= 148,5 \text{ liter} \end{aligned}$$

Analisa Komposisi Campuran Saat Pelaksanaan :

Digunakan cetakan silinder dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm.

$$\begin{aligned} \text{Volume 1 Benda Uji} &= \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times t \\ &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,15^2 \times 0,3 \\ &= 0,0053 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Pada saat pelaksanaan pembuatan beton ringan, dalam sekali pengadukan digunakan sebanyak 2.5 volume benda uji. Hal ini dilakukan untuk pengujian slump flow serta mengantisipasi apabila adanya kekurangan adonan beton akibat kesalahan perhitungan.

$$\begin{aligned} \text{Volume 2.5 Benda Uji} &= 2,5 \times \text{Volume 1 Benda Uji} \\ &= 2,5 \times 0,0053 \\ &= 0,01325 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Dalam perencanaan beton ringan pada penelitian ini, komposisi mix design didasarkan pada berat jenis kering (*density*) rencana sebesar 1500 Kg/m<sup>3</sup>.

Maka:

$$\begin{aligned} \text{Berat material rencana} &= \rho_{\text{rencana}} \times V_{2,5} \\ &= 1500 \text{ kg/m}^3 \times 0.01325 \text{ m}^3 \\ &= 19,875 \text{ kg} \end{aligned}$$

Tabel 4.8: Komposisi campuran beton ringan Styrofoam tanpa campuran ADT dalam 0.01325 m<sup>3</sup>

No.	Deskripsi	Beton ringan <i>styrofoam</i> tanpa campuran ADT			
		0%	1%	2%	3%
1.	Semen (kg)	4	4	4	4
2.	Agregat Halus (kg)	7,94	7,94	7,94	7,94
3.	Air (l)	2,2	2,2	2,2	2,2
4.	<i>Styrofoam</i> (kg)	0	0,1192	0,2384	0,3576

1. Untuk variasi 0%

Dikarenakan digunakan perbandingan semen, agregat halus dan agregat kasar ditambah penggunaan cairan sebesar 1:2:3 dengan pengurangan penggunaan air, maka berat material rencana tersebut dibagi 5 guna mendapatkan nilai perbandingannya :

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan semen} &= \frac{\text{Berat material rencana}}{5 \text{ bagian}} \times 1 \text{ bagian semen} \\ &= \frac{19,87}{5} \times 1 \\ &= 3,97 \sim 4 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan Pasir} &= \frac{\text{Berat material rencana}}{5 \text{ bagian}} \times 2 \text{ bagian agregat halus} \\ &= \frac{19,87}{5} \times 2 \end{aligned}$$

$$= 7,94 \text{ kg}$$

$$\text{Kebutuhan Styrofoam} = \frac{\text{Berat material rencana}}{5 \text{ bagian}} \times 3 \text{ bagian agregat kasar}$$

$$= \frac{19,87}{5} \times 3$$

$$= 11,92 \text{ kg}$$

$$\text{Kebutuhan air} = \text{Nilai FAS rencana} \times \text{Berat semen keseluruhan}$$

$$= 0,55 \times 4$$

$$= 2,2 \text{ liter}$$

Kebutuhan bahan campuran pengganti agregat kasar

#### 1. Variasi 1%

$$\text{Kebutuhan Styrofoam} = 1\% \times \text{Berat agregat kasar keseluruhan}$$

$$= 1\% \times 11,92$$

$$= 0,1192 \text{ kg} \sim 119,2 \text{ gr}$$

Maka penggunaan agregat kasar dikurangi sebesar:

$$\text{Agregat kasar yang digunakan} = \text{Agregat kasar keseluruhan} - \text{Variasi 1\%}$$

$$= 11,92 - 0,1192$$

$$= 11,8008 \text{ kg}$$

#### 2. Variasi 2%

$$\text{Kebutuhan Styrofoam} = 2\% \times \text{Berat agregat kasar keseluruhan}$$

$$= 2\% \times 11,92$$

$$= 0,2384 \text{ kg} \sim 238,4 \text{ gr}$$

Maka penggunaan agregat kasar dikurangi sebesar:

$$\text{Agregat kasar yang digunakan} = \text{Agregat kasar keseluruhan} - \text{Variasi 2\%}$$

$$= 11,92 - 0,2384$$

$$= 11,6816 \text{ kg}$$

### 3. Variasi 3%

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan Styrofoam} &= 3\% \times \text{Berat agregat kasar keseluruhan} \\ &= 3\% \times 11,92 \\ &= 0,3576 \text{ kg} \sim 357,6 \text{ gr}\end{aligned}$$

Maka penggunaan agregat kasar dikurangi sebesar:

$$\begin{aligned}\text{Agregat kasar yang digunakan} &= \text{Agregat kasar keseluruhan} - \text{Variasi } 3\% \\ &= 11,92 - 0,3756 \\ &= 11,5444 \text{ kg}\end{aligned}$$

Tabel 4.9: Komposisi campuran beton ringan Styrofoam dengan campuran ADT dalam 0.01325 m<sup>3</sup>

No.	Deskripsi	Beton ringan <i>Styrofoam</i> dengan campuran ADT			
		0%	5%	7,5%	10%
1.	Semen (kg)	4	4	4	4
2.	Agregat Halus (kg)	7,94	7,94	7,94	7,94
3.	Air (l)	2,2	2,09	2,035	1,98
4.	<i>Styrofoam</i> (kg)	0	0,1192	0,2384	0,3576
5.	Cairan ADT (ml)	0	11	16,5	22

Kebutuhan penambahan cairan ADT

#### 1. Variasi 5%

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan Cairan ADT} &= 5\% \times \text{Berat air keseluruhan} \\ &= 5\% \times 2,2 \\ &= 0,11 \text{ Liter} \sim 11 \text{ ml}\end{aligned}$$

Maka penggunaan air dikurangi sebesar:

$$\begin{aligned}\text{Air yang digunakan} &= \text{Berat air keseluruhan} - \text{Variasi } 5\% \\ &= 2,2 - 0,11 \\ &= 2,09 \text{ liter}\end{aligned}$$

## 2. Variasi 7,5%

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan Cairan ADT} &= 7,5\% \times \text{Berat air keseluruhan} \\ &= 7,5\% \times 2,2 \\ &= 0,165 \text{ liter} \sim 16,5 \text{ ml}\end{aligned}$$

Maka penggunaan air dikurangi sebesar:

$$\begin{aligned}\text{Air yang digunakan} &= \text{Berat air keseluruhan} - \text{Variasi } 7,5\% \\ &= 2,2 - 0,165 \\ &= 2,035 \text{ liter}\end{aligned}$$

## 3. Variasi 10%

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan Cairan ADT} &= 10\% \times \text{Berat air keseluruhan} \\ &= 10\% \times 2,2 \\ &= 0,22 \text{ liter} \sim 22 \text{ ml}\end{aligned}$$

Maka penggunaan air dikurangi sebesar:

$$\begin{aligned}\text{Air yang digunakan} &= \text{Berat air keseluruhan} - \text{Variasi } 10\% \\ &= 2,2 - 0,22 \\ &= 1,98 \text{ liter}\end{aligned}$$

### 4.4 Pemeriksaan *Slump flow*

Slump flow test digunakan untuk menentukan flowability (kemampuan alir) dan stabilitas pada beton ringan (Kusnadi, 2011).

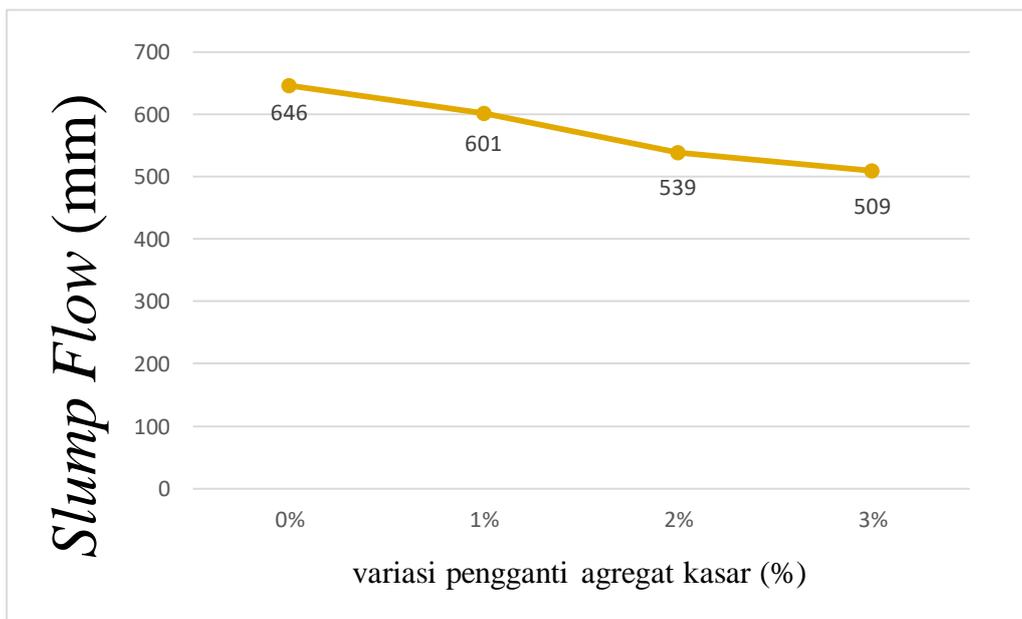
#### 4.4.1 Pemeriksaan slump flow tanpa campuran adt pada sampel kuat tekan 14 hari

Dilakukan pengujian nilai *slump flow* pada sampel kuat tekan guna mengetahui nilai diameter yang dihasilkan untuk setiap variasi. Hal ini dilakukan untuk mengetahui kelecakan (*workability*) beton ringan dengan penambahan *styrofoam*.

Tabel 4.10: *Slump flow* beton ringan *Styrofoam* tanpa campuran cairan ADT

No.	Kode variasi	Diameter 1 (mm)	Diameter 2 (mm)	Slump flow (mm)
0	1	2	3	$4=(2+3)*0.5$
1	Sampel 0%	640	652	646
2	Sampel 1%	597	605	601
3	Sampel 2%	536	542	539
4	Sampel 3%	506	512	509

Dari Tabel 4.10 diatas dapat dilihat bahwa *slump flow* terbesar dengan diameter rata-rata 646 mm terjadi pada variasi beton ringan dengan tidak ada campuran *Styrofoam* dan tanpa cairan ADT, sedangkan *slump flow* terendah dengan diameter rata-rata 509 mm ada pada variasi beton ringan *styrofoam* 3%. Dapat dilihat pula terjadi penurunan pada diameter *slump flow*.



Gambar 4.1 Grafik pengujian *slump flow* pada sampel kuat tekan umur 14 hari

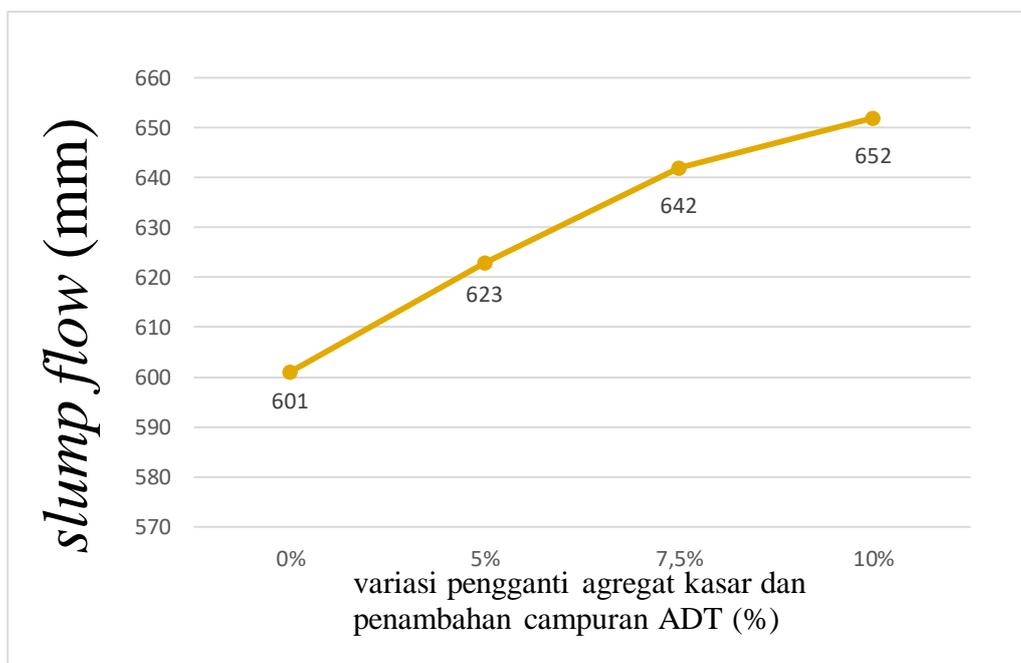
Pada Gambar 4.1 dapat dilihat penurunan nilai rata-rata slump flow mulai terjadi dari variasi 0% hingga variasi 3%. Hal ini dapat didasari pada penggunaan campuran beton ringan serta penambahan yang dapat menghambat *flowability* dan *workability* beton ringan. Hal ini ditunjukkan dengan nilai *slump flow* yang berkurang.

#### 4.4.2 Pemeriksaan Slump Flow Dengan Campuran ADT Pada Sampel Kuat Tekan 14 Hari

Tabel 4.11: *Slump flow* beton ringan *Styrofoam* dengan campuran cairan ADT

No.	Kode variasi Campuran cairan ADT	Diameter 1 (mm)	Diameter 2 (mm)	Slump flow (mm)
0	1	2	3	$4=(2+3)*0.5$
1	Sampel 0%	596	606	601
2	Sampel 5%	614	632	623
3	Sampel 7,5%	636	648	642
4	Sampel 10%	650	654	652

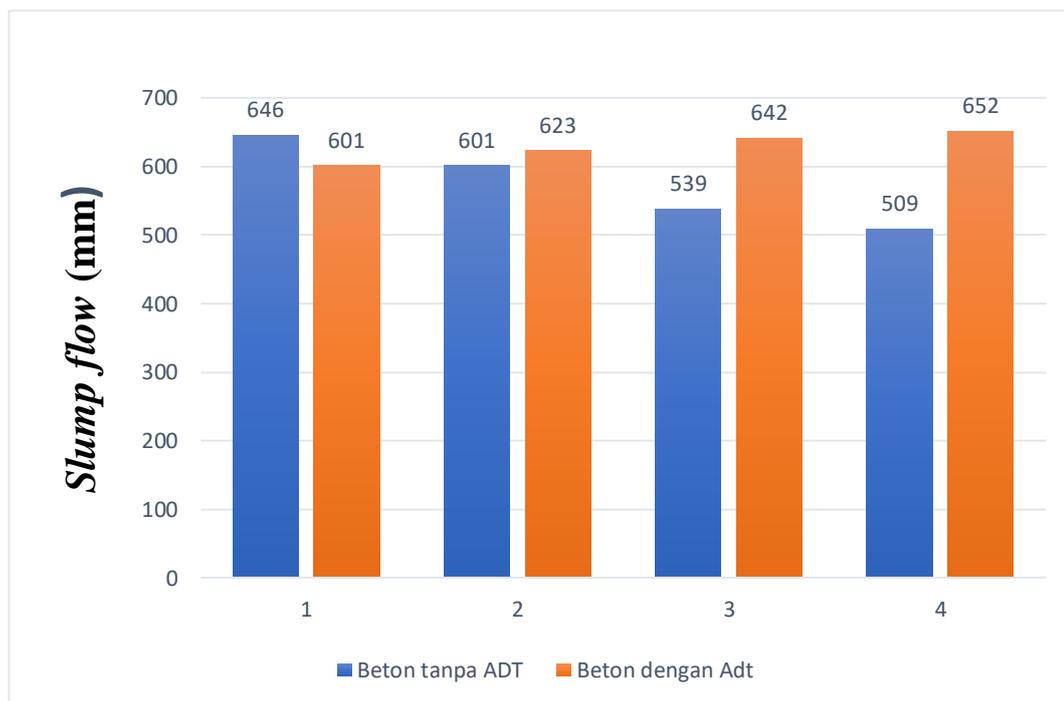
Dari tabel 4.11 diatas dapat dilihat bahwa *slump flow* terbesar dengan diameter rata-rata 652 mm terjadi pada variasi beton ringan dengan campuran *Styrofoam* dan penambahan cairan ADT sebesar 10%, hal ini dikarenakan sifat cairan ini yang cepat menyatu dengan bahan yang lainnya, sedangkan *slump flow* terendah dengan diameter rata-rata 601 mm ada pada variasi beton ringan styrofoam 0%. Dapat dilihat bahwa kenaikan *slump flow* terjadi akibat penambahan cairan ADT yang digunakan.



Gambar 4.2: Grafik pengujian *slump flow* pada sampel kuat tekan umur 14 hari dengan campuran ADT additive Cor

Pada Gambar 4.2 dapat dilihat kenaikan nilai rata-rata *slump flow* mulai terjadi dari variasi 0% hingga variasi 3% dengan penambahan cairan ADT sebesar 0% hingga 10%. Hal ini dikarenakan sifat cairan ini yang cepat menyatu dengan bahan yang lainnya, dapat dilihat bahwa kenaikan *slump flow* terjadi akibat penambahan cairan ADT yang digunakan.

#### 4.4.3 Grafik Perbandingan Pemeriksaan *Slump Flow* Pada Sampel Kuat Tekan 14 Hari



Gambar 4.3 Grafik perbandingan antara beton menggunakan cairan ADT dengan yang tidak menggunakan cairan ADT pada umur 14 hari

Dari gambar 4.3 diatas dapat dilihat perbandingan antara *slump flow* beton ringan tanpa campuran ADT dengan *slump flow* beton ringan dengan campuran ADT, dalam perbandingan ini nilai *slump flow* beton ringan dengan campuran cairan ADT memiliki *flowability* dan *workability* yang baik, dapat dilihat bahwa grafik *slump flow* dalam beton ringan dengan campuran ADT mengalami kenaikan dengan variasi penambahan cairan sebesar 0%, 5%, 7,5%, dan 10% dimana *slump flow* terbesar rata-rata 652 mm pada variasi penambahan cairan sebesar 10%.

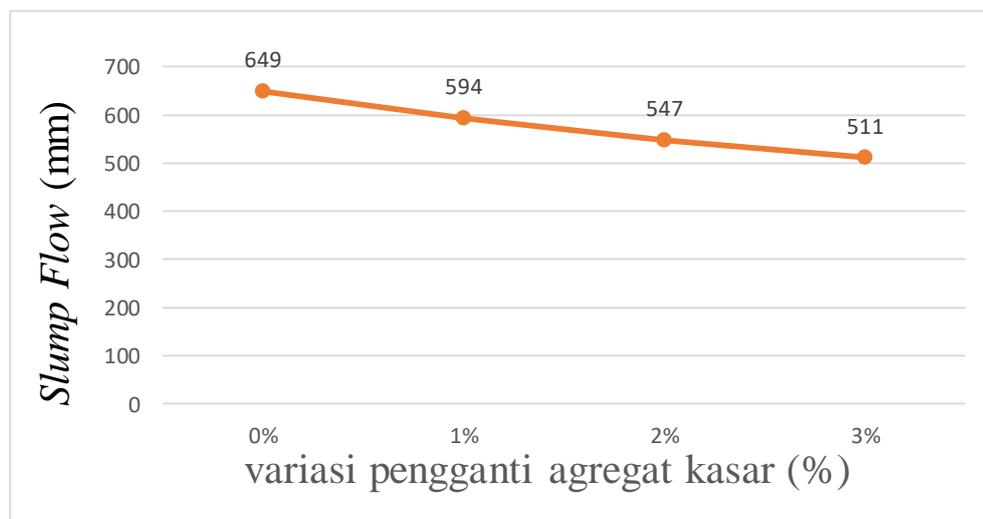
#### 4.4.4 Pemeriksaan *Slump Flow* Tanpa Campuran ADT Pada Sampel Kuat Tekan umur 28 Hari

Dilakukan pengujian nilai *slump flow* pada sampel kuat tekan guna mengetahui nilai diameter yang dihasilkan untuk setiap variasi. Hal ini dilakukan untuk mengetahui kelecakan (*workability*) beton ringan dengan penambahan *styrofoam*.

Tabel 4.12: *Slump flow* beton :ringan *Styrofoam* tanpa campuran cairan ADT umur 28 hari

No.	Kode variasi	Diameter 1 (mm)	Diameter 2 (mm)	Slump flow (mm)
0	1	2	3	$4=(2+3)*0.5$
1	Sampel 0%	648	650	649
2	Sampel 1%	600	588	594
3	Sampel 2%	546	548	547
4	Sampel 3%	508	514	511

Dari Tabel 4.12 diatas dapat dilihat bahwa *slump flow* terbesar dengan diameter rata-rata 649 mm terjadi pada variasi beton ringan dengan tidak ada campuran *Styrofoam* dan tanpa cairan ADT, sedangkan *slump flow* terendah dengan diameter rata-rata 511 mm ada pada variasi beton ringan *styrofoam* 3%. Dapat dilihat pula terjadi penurunan pada diameter *slump flow*.



Gambar 4.4: Grafik pengujian *slump flow* pada sampel kuat tekan umur 28 hari

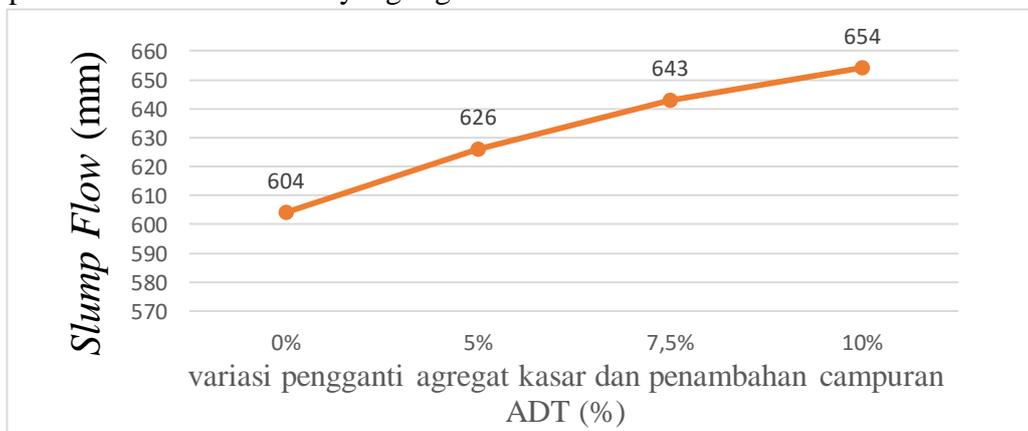
Pada Gambar 4.4 dapat dilihat penurunan nilai rata-rata slump flow mulai terjadi dari variasi 0% hingga variasi 3%. Hal ini dapat didasari pada penggunaan campuran beton ringan serta penambahan yang dapat menghambat *flowability* dan *workability* beton ringan. Hal ini ditunjukkan dengan nilai *slump flow* yang berkurang.

#### 4.4.5 Pemeriksaan *Slump Flow* Dengan Campuran ADT Pada Sampel Kuat Tekan umur 28 Hari

Tabel 4.13: *Slump flow* beton ringan *Styrofoam* dengan campuran cairan ADT umur 28 hari

No.	Kode variasi Campuran cairan ADT	Diameter 1 (mm)	Diameter 2 (mm)	Slump flow (mm)
0	1	2	3	$4=(2+3)*0.5$
1	Sampel 0%	598	610	604
2	Sampel 5%	618	634	626
3	Sampel 7,5%	636	650	643
4	Sampel 10%	652	656	654

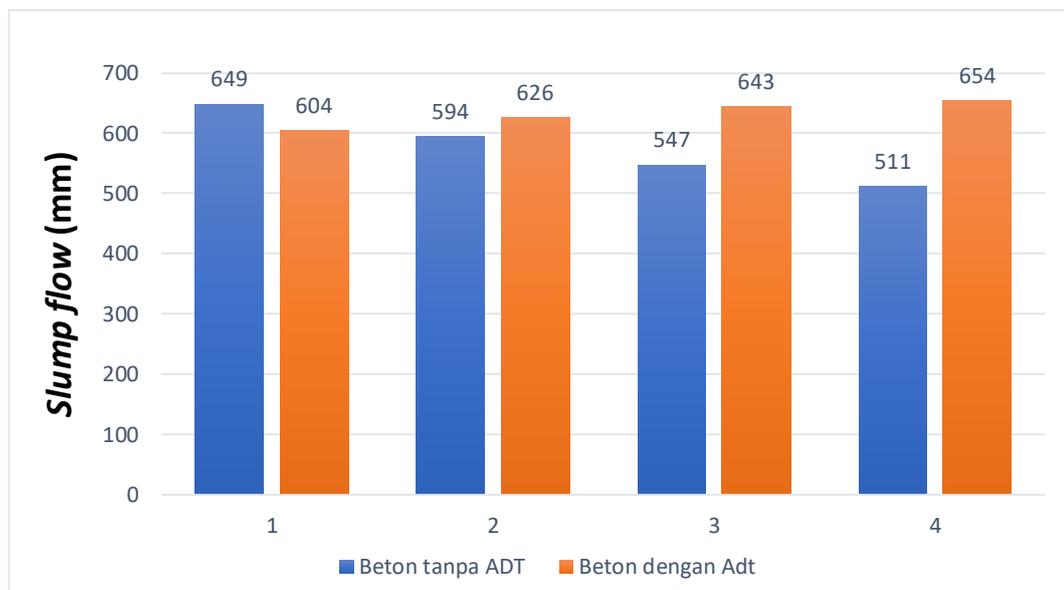
Dari tabel 4.13 diatas dapat dilihat bahwa *slump flow* terbesar dengan diameter rata-rata 654 mm terjadi pada variasi beton ringan dengan campuran *Styrofoam* dan penambahan cairan ADT sebesar 10%,hal ini dikarenakan sifat cairan ini yang cepat menyatu dengan bahan yang lainnya, sedangkan *slump flow* terendah dengan diameter rata-rata 601 mm ada pada variasi beton ringan styrofoam 0%. Dapat dilihat bahwa kenaikan *slump flow* terjadi akibat penambahan cairan ADT yang digunakan.



Gambar 4.5: Grafik pengujian *slump flow* pada sampel kuat tekan umur 28 hari dengan campuran ADT *additive Cor*

Pada Gambar 4.5 dapat dilihat kenaikan nilai rata-rata *slump flow* mulai terjadi dari variasi 0% hingga variasi 3% dengan penambahan cairan ADT sebesar 0% hingga 10%. Hal ini dikarenakan sifat cairan ini yang cepat menyatu dengan bahan yang lainnya, dapat dilihat bahwa kenaikan *slump flow* terjadi akibat penambahan cairan ADT yang digunakan.

#### 4.4.6 Grafik Perbandingan Pemeriksaan *Slump Flow* Pada Sampel Kuat Tekan 28 Hari



Gambar 4.6: Grafik perbandingan antara beton menggunakan cairan ADT dengan yang tidak menggunakan cairan ADT pada umur 28 hari

Dari gambar 4.6 diatas dapat dilihat perbandingan antara *slump flow* beton ringan tanpa campuran ADT dengan *slump flow* beton ringan dengan campuran ADT, dalam perbandingan ini nilai *slump flow* beton ringan dengan campuran cairan ADT memiliki *flowability* dan *workability* yang baik, dapat dilihat bahwa grafik *slump flow* dalam beton ringan dengan campuran ADT mengalami kenaikan dengan variasi penambahan cairan sebesar 0%, 5%, 7,5%, dan 10% dimana *slump flow* terbesar rata-rata 654 mm pada variasi penambahan cairan sebesar 10%.

#### 4.5 Pengujian Berat jenis Beton (*Density*)

Tujuan dilakukannya pengujian berat jenis beton adalah untuk menentukan kepadatan beton segar dan beton kering setelah perendaman, serta untuk

mengetahui apabila beton yang dilakukan pengujian tersebut telah memenuhi nilai berat jenis rencana (SNI 03-1996-2008).

#### 4.5.1 Analisa Berat jenis Beton Ringan (*Density*) Pada Sampel Kuat Tekan 14 Hari

Pada tabel dibawah ini dijelaskan mengenai analisa berat jenis beton ringan pada sampel kuat tekan untuk setiap variasi. Terdapat dua jenis berat jenis yang dilakukan analisis, yaitu berat jenis beton segar sebelum direndam dan berat jenis beton setelah dilakukan perendaman selama 14 hari tanpa penambahan cairan ADT.

Tabel 4.14: Berat jenis Beton ringan tanpa cairan ADT pada umur 14 Hari

Silinder 150/300 mm		Berat basah	Volum e Benda uji	Berat Jenis Benda Uji Basah	Berat Jenis Basah Rata-rata	Berat kering	Berat Jenis Benda Uji Kering	Berat Jenis Kering Rata-rata
Peng ganti Agre gat kasar	Kode							
		(Kg)	(m <sup>3</sup> )	(Kg/m <sup>3</sup> )	(Kg/m <sup>3</sup> )	(Kg)	(Kg/m <sup>3</sup> )	(Kg/m <sup>3</sup> )
0	1	2	3	4=2/3	5	6	7=6/3	8
0%	BRS1	10,85	0,0053	2047,17	2044,34	11,12	2098,11	2092,45
	BRS2	10,82	0,0053	2041,51		11,06	2086,79	
1%	BRS1	7,60	0,0053	1433,96	1432,07	7,71	1454,71	1451,88
	BRS2	7,58	0,0053	1430,18		7,68	1449,05	
2%	BRS1	5,59	0,0053	1054,72	1041,51	5,77	1088,67	1080,18
	BRS2	5,45	0,0053	1028,30		5,68	1071,69	
3%	BRS1	5,16	0,0053	973,58	966,03	5,28	996,22	979,24
	BRS2	5,08	0,0053	958,49		5,10	962,26	

Dari pengujian yang dilakukan, didapatkan berat jenis beton ringan (*density*) saat basah dan kering untuk pengujian kuat tekan pada umur 14 hari tanpa cairan ADT.

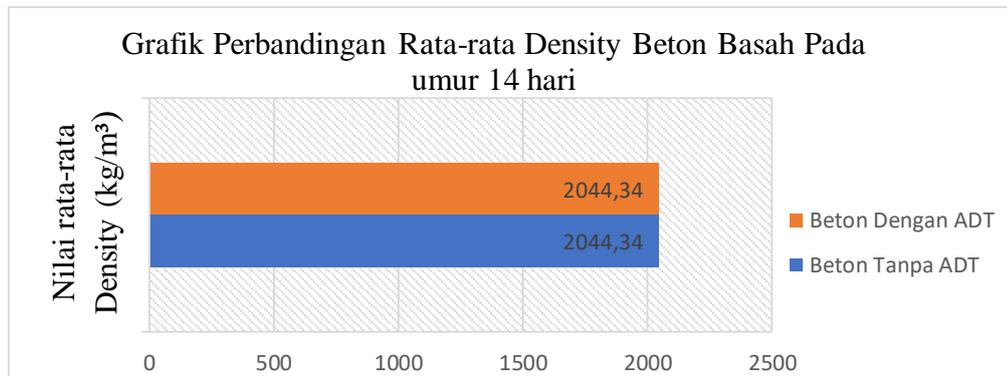
Pada tabel dibawah ini dijelaskan mengenai analisa berat jenis beton ringan pada sampel kuat tekan untuk setiap variasi. Terdapat dua jenis berat jenis yang dilakukan analisis, yaitu berat jenis beton segar sebelum direndam dan berat jenis beton setelah dilakukan perendaman selama 14 hari dengan penambahan cairan ADT.

Tabel 4.15: Berat jenis Beton ringan dengan cairan ADT pada umur 14 Hari

Silinder 150/300 mm		Berat basah	Volum e Benda uji	Berat Jenis Benda Uji Basah	Berat Jenis Basah Rata-rata	Berat kering	Berat Jenis Benda Uji Kering	Berat Jenis Kering Rata-rata
Penam bahan Cairan ADT	Kode							
		(Kg)	(m <sup>3</sup> )	(Kg/m <sup>3</sup> )	(Kg/m <sup>3</sup> )	(Kg)	(Kg/m <sup>3</sup> )	(Kg/m <sup>3</sup> )
0	1	2	3	4=2/3	5	6	7=6/3	8
0%	BRS1	10,93	0,0053	2047,17	2044,34	11,12	2098,11	2092,45
	BRS2	10,88	0,0053	2041,51		11,06	2086,79	
5%	BRS1	7,65	0,0053	1443,39	1438,67	7,75	1462,26	1457,54
	BRS2	7,60	0,0053	1433,96		7,70	1452,83	
7,5%	BRS1	5,62	0,0053	1060,37	1049,05	5,80	1094,33	1084,9
	BRS2	5,50	0,0053	1037,73		5,70	1075,47	
10%	BRS1	5,18	0,0053	977,35	969,80	5,29	998,11	982,07
	BRS2	5,10	0,0053	962,26		5,12	966,03	

Dari pengujian yang dilakukan, didapatkan berat jenis beton ringan (*density*) saat basah dan kering untuk pengujian kuat tekan pada umur 14 hari dengan cairan ADT.

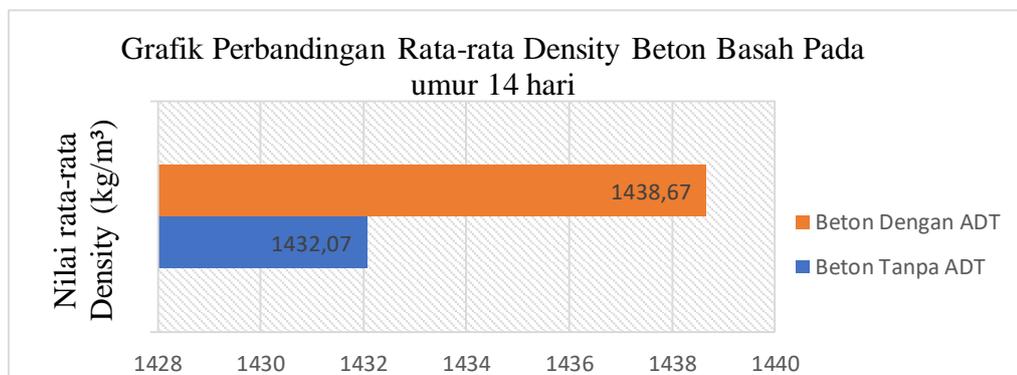
1. Hasil grafik perbandingan berat jenis beton (*Density*) basah pada sampel kuat tekan 14 hari variasi 0% Styrofoam dengan penambahan cairan ADT 0%



Gambar 4.7: Grafik analisa perbandingan *density* basah pada sampel kuat tekan 14 hari

Dari Gambar 4.7 di atas dapat diketahui bahwa berat jenis beton (*density*) pada kedua benda uji sebesar 2044,34 kg/m<sup>3</sup> hal ini disebabkan karena pada kedua benda uji masih dalam keadaan beton normal.

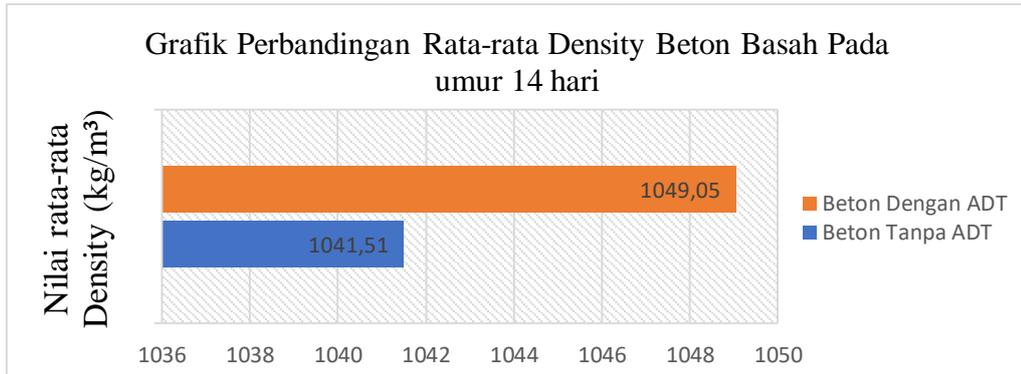
2. Hasil grafik perbandingan berat jenis beton (*Density*) basah pada sampel kuat tekan 14 hari variasi 1% Styrofoam dengan penambahan cairan ADT 5%



Gambar 4.8: Grafik analisa perbandingan *density* basah pada sampel kuat tekan 14 hari

Dari Gambar 4.8 di atas dapat diketahui bahwa berat jenis beton (*density*) pada benda uji pertama *density* beton sebesar 1432,07 kg/m<sup>3</sup> dan untuk benda uji kedua *density* beton sebesar 1438,67 kg/m<sup>3</sup> kenaikan nilai *density* pada benda uji kedua dikarenakan penambahan cairan ADT sebanyak 5% sehingga perbandingan *density* pada kedua uji berbeda.

3. Hasil grafik perbandingan berat jenis beton (*Density*) basah pada sampel kuat tekan 14 hari variasi 2% Styrofoam dengan penambahan cairan ADT 7,5%

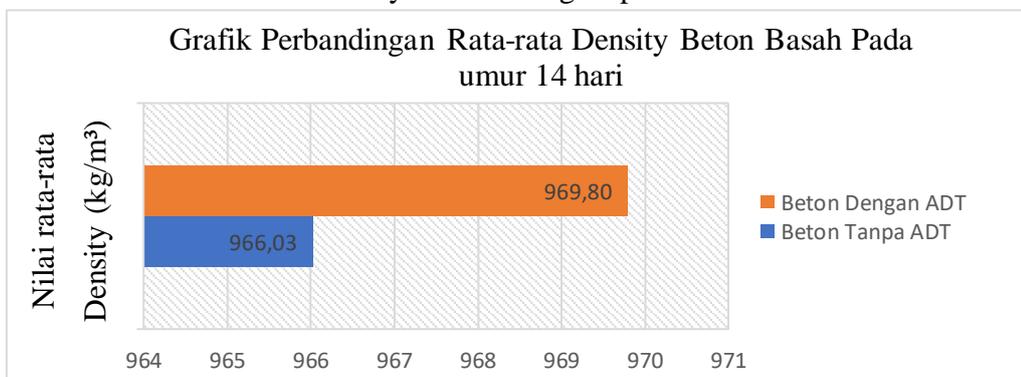


Gambar 4.9: Grafik analisa perbandingan *density* basah pada sampel kuat tekan 14 hari

Dari Gambar 4.9 di atas dapat diketahui bahwa berat jenis beton (*density*)

pada benda uji pertama *density* beton sebesar 1041,51 kg/m<sup>3</sup> dan untuk benda uji kedua *density* beton sebesar 1049,05 kg/m<sup>3</sup> kenaikan nilai *density* pada benda uji kedua dikarenakan penambahan cairan ADT sebanyak 7,5% sehingga perbandingan *density* pada kedua uji berbeda.

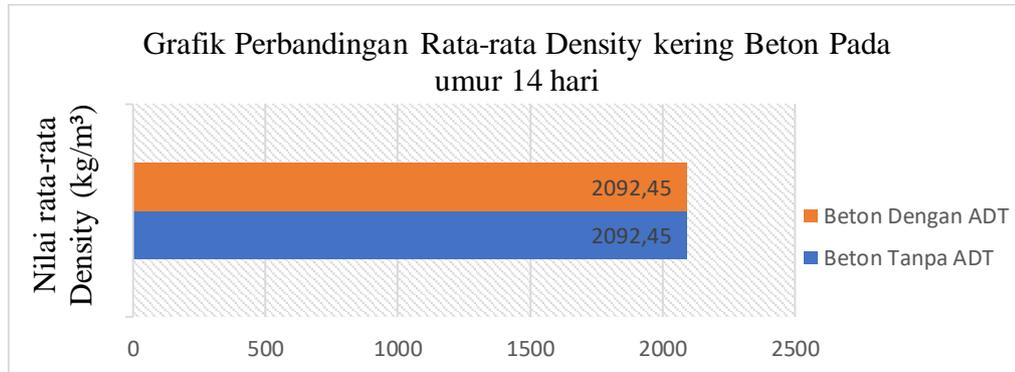
4. Hasil grafik perbandingan berat jenis beton (*Density*) basah pada sampel kuat tekan 14 hari variasi 3% Styrofoam dengan penambahan cairan ADT 10%



Gambar 4.10: Grafik analisa perbandingan *density* basah pada sampel kuat tekan 14 hari

Dari Gambar 4.10 di atas dapat diketahui bahwa berat jenis beton (*density*) pada benda uji pertama *density* beton sebesar 966,03 kg/m<sup>3</sup> dan untuk benda uji kedua *density* beton sebesar 969,80 kg/m<sup>3</sup> kenaikan nilai *density* pada benda uji kedua dikarenakan penambahan cairan ADT sebanyak 10% sehingga perbandingan *density* pada kedua uji berbeda.

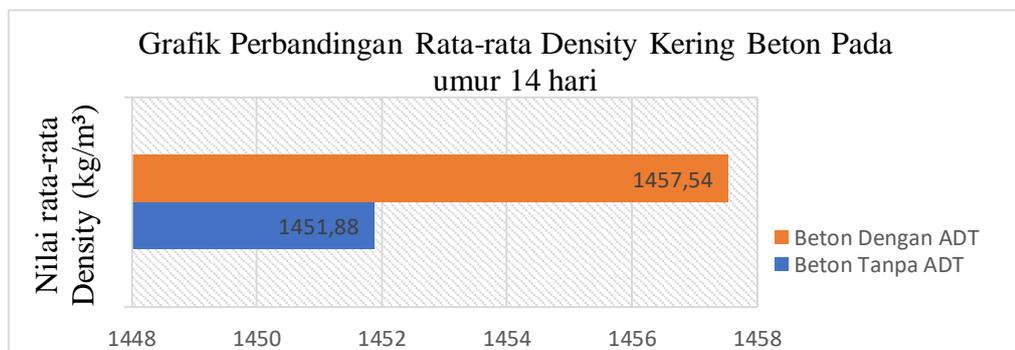
5. Hasil grafik perbandingan berat jenis beton (*Density*) kering pada sampel kuat tekan 14 hari variasi 0% Styrofoam dengan penambahan cairan ADT 0% (Beton Normal)



Gambar 4.11: Grafik analisa perbandingan *density* kering pada sampel kuat tekan 14 hari

Dari Gambar 4.11 di atas dapat diketahui bahwa berat jenis beton (*density*) pada kedua benda uji sebesar 2092,45 kg/m<sup>3</sup> hal ini disebabkan karena pada kedua benda uji masih dalam keadaan beton normal.

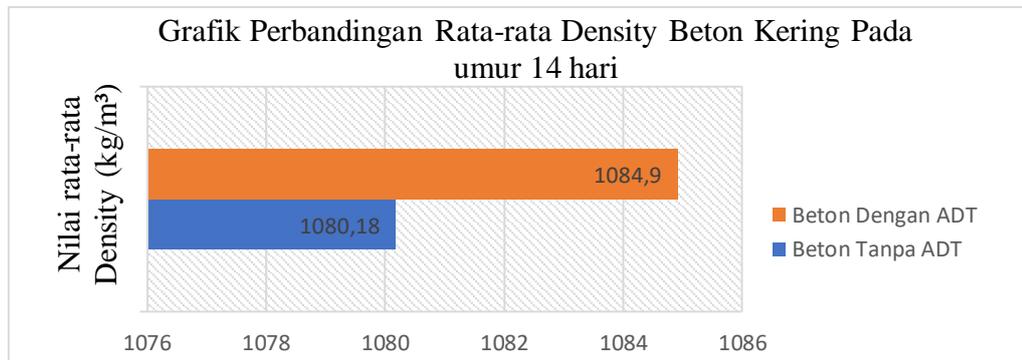
6. Hasil grafik perbandingan berat jenis beton (*Density*) kering pada sampel kuat tekan 14 hari variasi 1% Styrofoam dengan penambahan cairan ADT 5%



Gambar 4.12: Grafik analisa perbandingan *density* kering pada sampel kuat tekan 14 hari

Dari Gambar 4.12 di atas dapat diketahui bahwa berat jenis beton (*density*) pada benda uji pertama *density* beton sebesar 1451,88 kg/m<sup>3</sup> dan untuk benda uji kedua *density* beton sebesar 1457,54 kg/m<sup>3</sup> kenaikan nilai *density* pada benda uji kedua dikarenakan penambahan cairan ADT sebanyak 5% sehingga perbandingan *density* pada kedua uji berbeda.

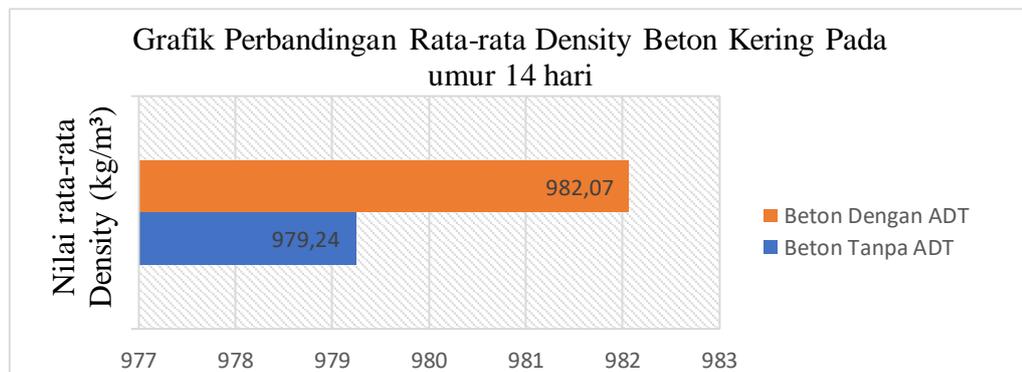
7. Hasil grafik perbandingan berat jenis beton (*Density*) kering pada sampel kuat tekan 14 hari variasi 2% Styrofoam dengan penambahan cairan ADT 7,5%



Gambar 4.13: Grafik analisa perbandingan *density* kering pada sampel kuat tekan 14 hari

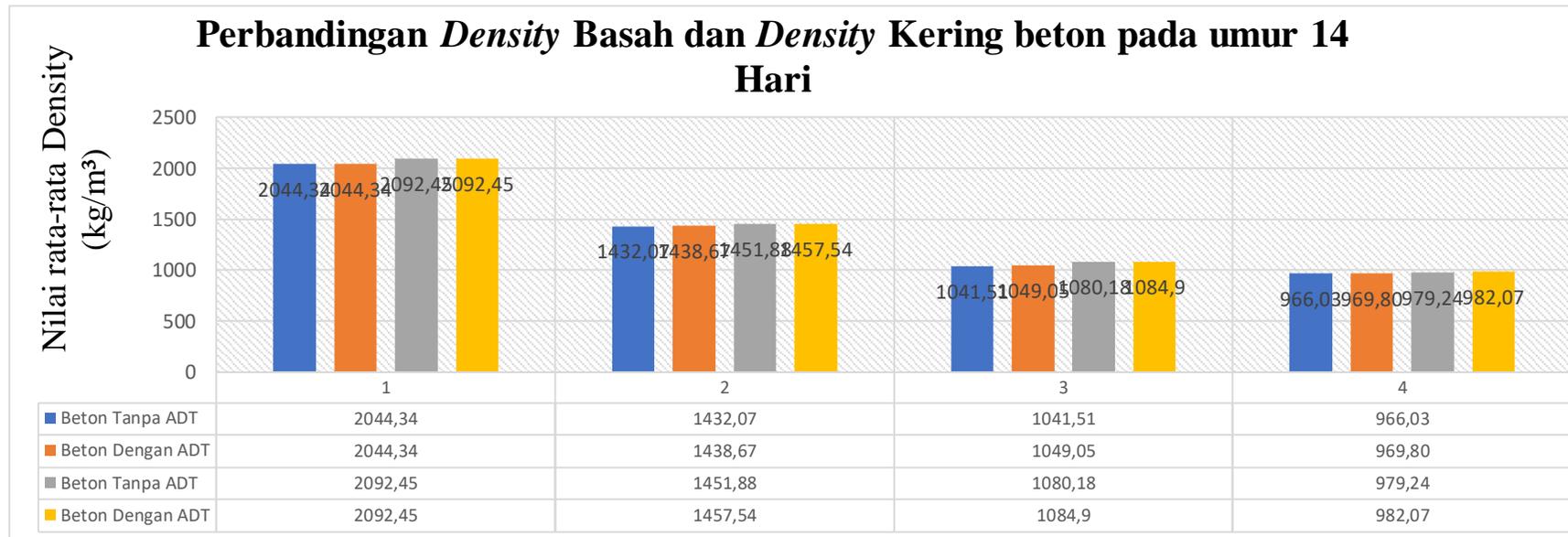
Dari Gambar 4.13 di atas dapat diketahui bahwa berat jenis beton (*density*) pada benda uji pertama *density* beton sebesar  $1080,18 \text{ kg/m}^3$  dan untuk benda uji kedua *density* beton sebesar  $1084,9 \text{ kg/m}^3$  kenaikan nilai *density* pada benda uji kedua dikarenakan penambahan cairan ADT sebanyak 7,5% sehingga perbandingan *density* pada kedua uji berbeda.

8. Hasil grafik perbandingan berat jenis beton (*Density*) kering pada sampel kuat tekan 14 hari variasi 3% Styrofoam dengan penambahan cairan ADT 10%



Gambar 4.14: Grafik analisa perbandingan *density* kering pada sampel kuat tekan 14 hari

Dari Gambar 4.14 di atas dapat diketahui bahwa berat jenis beton (*density*) pada benda uji pertama *density* beton sebesar  $979,24 \text{ kg/m}^3$  dan untuk benda uji kedua *density* beton sebesar  $982,07 \text{ kg/m}^3$  kenaikan nilai *density* pada benda uji kedua dikarenakan penambahan cairan ADT sebanyak 10% sehingga perbandingan *density* pada kedua uji berbeda.



Gambar 4.15: Analisa perbandingan antara *Density* basah dan *Density* kering beton pada umur 14 hari

Dari Gambar 4.15 diatas dapat diketahui bahwa berat jenis beton (*density*) pada benda semua benda uji memiliki nilai yang berbeda, pada gambar tersebut dapat dilihat penurunan *density* beton hal ini disebabkan karena sifat bahan tambah yaitu styrofoam yang memiliki kekuatan untuk menahan air masuk, pada grafik ini juga didapat bahwa nilai *density* beton basah dan *density* beton kering tanpa campuran ADT mengalami penurunan berbeda dengan nilai *density* beton basah dan *density* beton kering menggunakan cairan ADT yang mengalami kenaikan nilai *density*, hal ini disebabkan karena cairan ADT yang dipakai memiliki *durability* terhadap air dan bahan tambah lain yaitu styrofoam yang mampu menambah daya tahan beton terhadap air.

#### 4.5.2 Analisa Berat jenis Beton Ringan (*Density*) Pada Sampel Kuat Tekan 28 Hari Tanpa Cairan ADT

Pada tabel dibawah ini dijelaskan mengenai analisa berat jenis beton ringan pada sampel kuat tekan untuk setiap variasi. Terdapat dua jenis berat jenis yang dilakukan analisis, yaitu berat jenis beton segar sebelum direndam dan berat jenis beton setelah dilakukan perendaman selama 28 hari tanpa cairan ADT.

Tabel 4.16: Berat jenis Beton ringan tanpa cairan ADT pada umur 28 Hari

Silinder 150/300 mm		Berat basah	Volum e Benda uji	Berat Jenis Benda Uji Basah	Berat Jenis Basah Rata-rata	Berat kering	Berat Jenis Benda Uji Kering	Berat Jenis Kering Rata-rata
Peng ganti Agre gat kasar	Kode							
		(Kg)	(m <sup>3</sup> )	(Kg/m <sup>3</sup> )	(Kg/m <sup>3</sup> )	(Kg)	(Kg/m <sup>3</sup> )	(Kg/m <sup>3</sup> )
0	1	2	3	4=2/3	5	6	7=6/3	8
0%	BRS1	11,11	0,0053	2096,23	2089,62	11,22	2116,98	2111,32
	BRS2	11,04	0,0053	2083,02		11,16	2105,66	
1%	BRS1	7,68	0,0053	1449,05	1438,67	7,72	1456,60	1448,11
	BRS2	7,57	0,0053	1428,30		7,63	1439,62	
2%	BRS1	6,04	0,0053	1139,62	1124,52	6,18	1166,03	1147,16
	BRS2	5,88	0,0053	1109,43		5,98	1128,30	
3%	BRS1	5,60	0,0053	1056,60	1041,50	5,74	1083,01	1071,69
	BRS2	5,44	0,0053	1026,41		5,62	1060,37	

Dari pengujian yang dilakukan, didapatkan berat jenis beton ringan (*density*) saat basah dan kering untuk pengujian kuat tekan pada umur 28 hari tanpa cairan ADT.

Pada tabel dibawah ini dijelaskan mengenai analisa berat jenis beton ringan pada sampel kuat tekan untuk setiap variasi. Terdapat dua jenis berat jenis yang dilakukan analisis, yaitu berat jenis beton segar sebelum direndam dan berat jenis

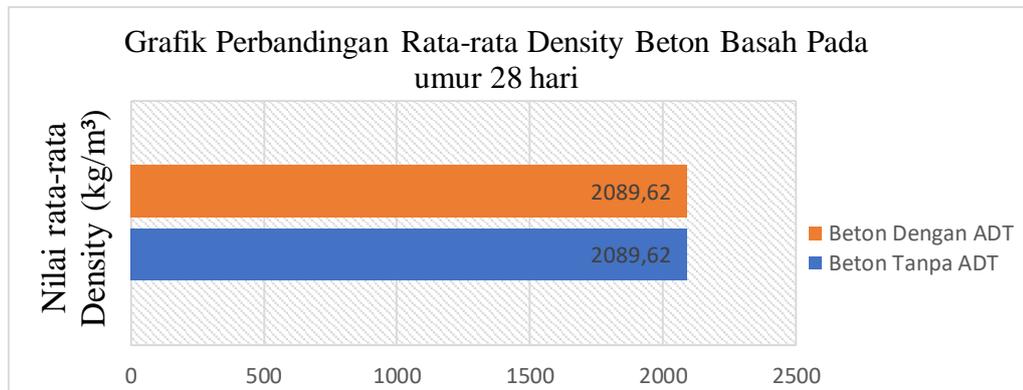
beton setelah dilakukan perendaman selama 28 hari dengan penambahan cairan ADT.

Tabel 4.17: Berat jenis Beton ringan dengan cairan ADT pada umur 28 Hari

Silinder 150/300 mm		Berat basah	Volum e Benda uji	Berat Jenis Benda Uji Basah	Berat Jenis Basah Rata-rata	Berat kering	Berat Jenis Benda Uji Kering	Berat Jenis Kering Rata-rata
Peng ganti Agre gat kasar	Kode							
		(Kg)	(m <sup>3</sup> )	(Kg/m <sup>3</sup> )	(Kg/m <sup>3</sup> )	(Kg)	(Kg/m <sup>3</sup> )	(Kg/m <sup>3</sup> )
0	1	2	3	4=2/3	5	6	7=6/3	8
0%	BRS1	11,11	0,0053	2096,23	2089,62	11,22	2116,98	2111,32
	BRS2	11,04	0,0053	2083,02		11,16	2105,66	
5%	BRS1	7,80	0,0053	1471,69	1464,14	7,88	1486,79	1473,58
	BRS2	7,72	0,0053	1456,60		7,74	1460,37	
7,5%	BRS1	6,10	0,0053	1150,94	1132,07	6,22	1173,58	1152,82
	BRS2	5,90	0,0053	1113,20		6,00	1132,07	
10%	BRS1	5,80	0,0053	1094,33	1064,14	5,86	1105,66	1073,58
	BRS2	5,48	0,0053	1033,96		5,52	1041,50	

Dari pengujian yang dilakukan, didapatkan berat jenis beton ringan (*density*) saat basah dan kering untuk pengujian kuat tekan pada umur 28 hari tanpa cairan ADT.

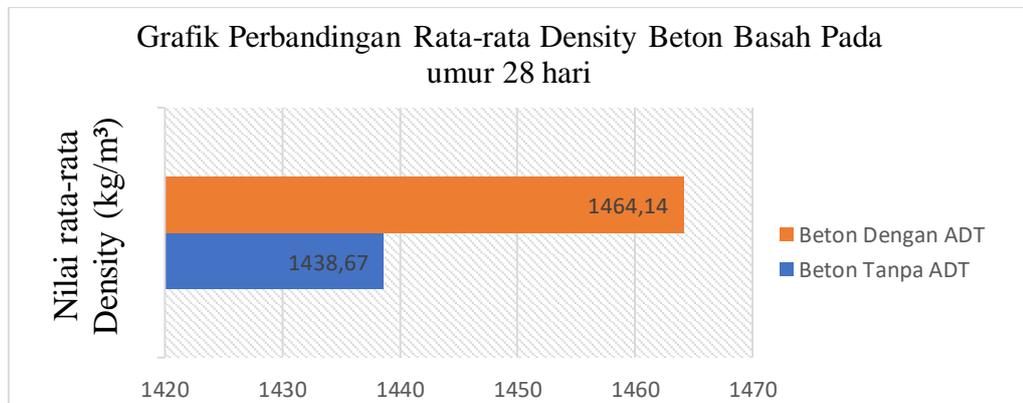
1. Hasil grafik perbandingan berat jenis beton (*Density*) basah pada sampel kuat tekan 28 hari variasi 0% Styrofoam dengan penambahan cairan ADT 0%



Gambar 4.16: Grafik analisa perbandingan *density* kering pada sampel kuat tekan 28 hari

Dari Gambar 4.16 di atas dapat diketahui bahwa berat jenis beton (*density*) pada kedua benda uji sebesar 2089,62 kg/m<sup>3</sup> hal ini disebabkan karena pada kedua benda uji masih dalam keadaan beton normal.

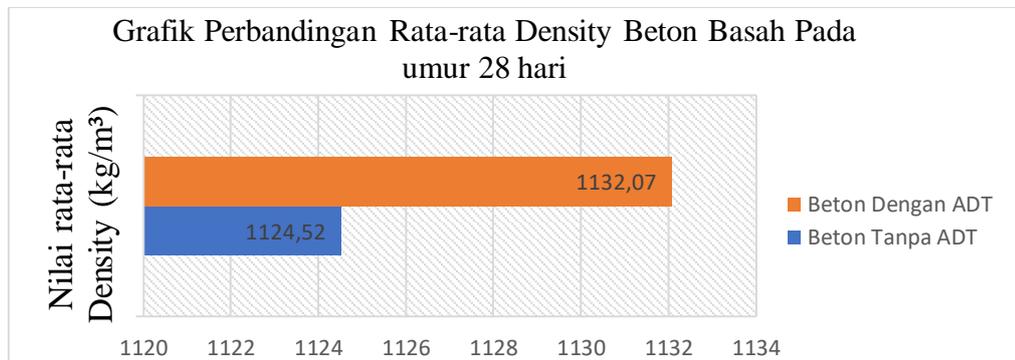
2. Hasil grafik perbandingan berat jenis beton (*Density*) basah pada sampel kuat tekan 28 hari variasi 1% Styrofoam dengan penambahan cairan ADT 5%



Gambar 4.17: Grafik analisa perbandingan *density* kering pada sampel kuat tekan 28 hari

Dari Gambar 4.17 di atas dapat diketahui bahwa berat jenis beton (*density*) pada benda uji pertama *density* beton sebesar 1438,67 kg/m<sup>3</sup> dan untuk benda uji kedua *density* beton sebesar 1464,14 kg/m<sup>3</sup> kenaikan nilai *density* pada benda uji kedua dikarenakan penambahan cairan ADT sebanyak 5% sehingga perbandingan *density* pada kedua uji berbeda.

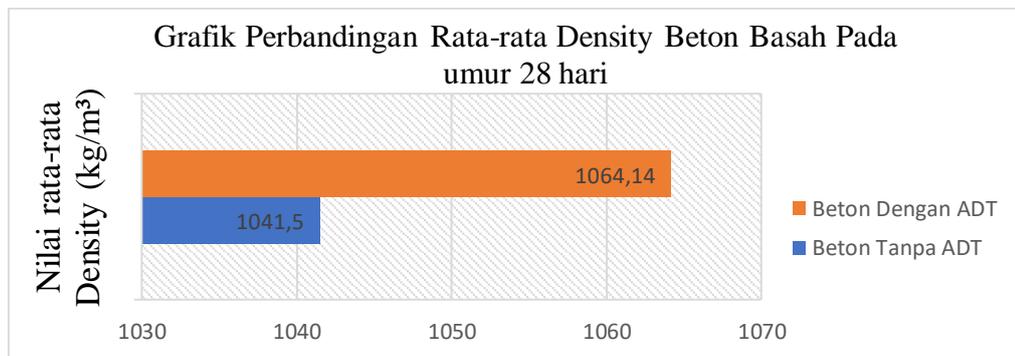
3. Hasil grafik perbandingan berat jenis beton (*Density*) basah pada sampel kuat tekan 28 hari variasi 2% Styrofoam dengan penambahan cairan ADT 7,5%



Gambar 4.18: Grafik analisa perbandingan *density* kering pada sampel kuat tekan 28 hari

Dari Gambar 4.18 di atas dapat diketahui bahwa berat jenis beton (*density*) pada benda uji pertama *density* beton sebesar 1124,52 kg/m<sup>3</sup> dan untuk benda uji kedua *density* beton sebesar 1132,52 kg/m<sup>3</sup> kenaikan nilai *density* pada benda uji kedua dikarenakan penambahan cairan ADT sebanyak 5% sehingga perbandingan *density* pada kedua uji berbeda.

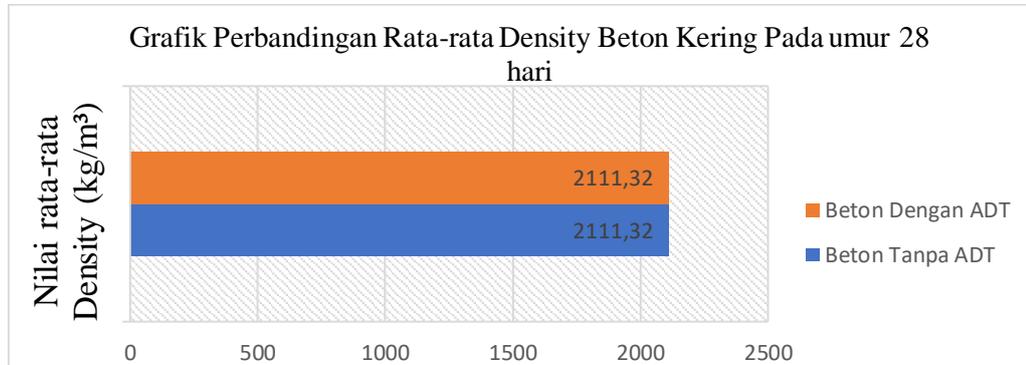
4. Hasil grafik perbandingan berat jenis beton (*Density*) basah pada sampel kuat tekan 28 hari variasi 3% Styrofoam dengan penambahan cairan ADT 10%



Gambar 4.19: Grafik analisa perbandingan *density* kering pada sampel kuat tekan 28 hari

Dari Gambar 4.19 di atas dapat diketahui bahwa berat jenis beton (*density*) pada benda uji pertama *density* beton sebesar 1041,5 kg/m<sup>3</sup> dan untuk benda uji kedua *density* beton sebesar 1064,15 kg/m<sup>3</sup> kenaikan nilai *density* pada benda uji kedua dikarenakan penambahan cairan ADT sebanyak 5% sehingga perbandingan *density* pada kedua uji berbeda.

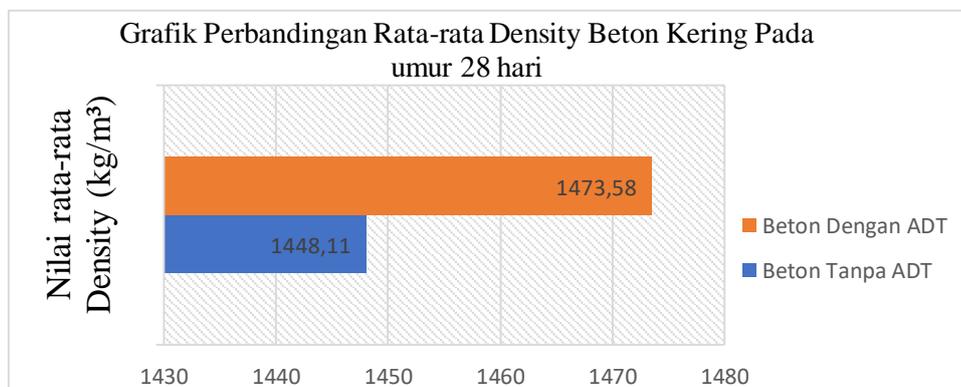
5. Hasil grafik perbandingan berat jenis beton (*Density*) kering pada sampel kuat tekan 28 hari variasi 0% Styrofoam dengan penambahan cairan ADT 0% (Beton Normal)



Gambar 4.20: Grafik analisa perbandingan *density* kering pada sampel kuat tekan 28 hari

Dari Gambar 4.11 di atas dapat diketahui bahwa berat jenis beton (*density*) pada kedua benda uji sebesar  $2111,32 \text{ kg/m}^3$  hal ini disebabkan karena pada kedua benda uji masih dalam keadaan beton normal.

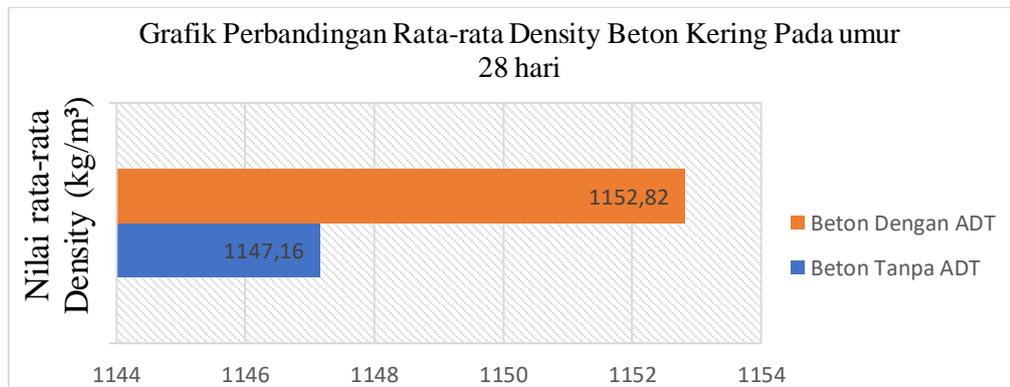
6. Hasil grafik perbandingan berat jenis beton (*Density*) kering pada sampel kuat tekan 28 hari variasi 1% Styrofoam dengan penambahan cairan ADT 5%



Gambar 4.21: Grafik analisa perbandingan *density* kering pada sampel kuat tekan 28 hari

Dari Gambar 4.21 di atas dapat diketahui bahwa berat jenis beton (*density*) pada benda uji pertama *density* beton sebesar  $1448,11 \text{ kg/m}^3$  dan untuk benda uji kedua *density* beton sebesar  $1473,58 \text{ kg/m}^3$  kenaikan nilai *density* pada benda uji kedua dikarenakan penambahan cairan ADT sebanyak 5% sehingga perbandingan *density* pada kedua uji berbeda.

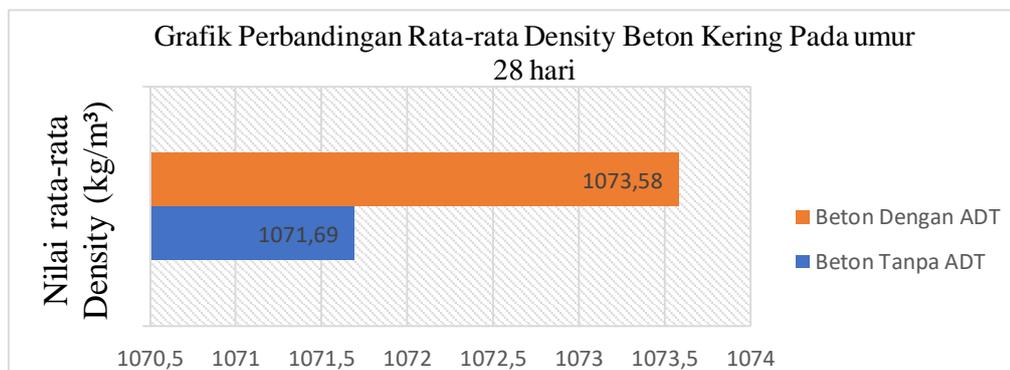
7. Hasil grafik perbandingan berat jenis beton (*Density*) kering pada sampel kuat tekan 28 hari variasi 2% Styrofoam dengan penambahan cairan ADT 7,5%



Gambar 4.22: Grafik analisa perbandingan *density* kering pada sampel kuat tekan 28 hari

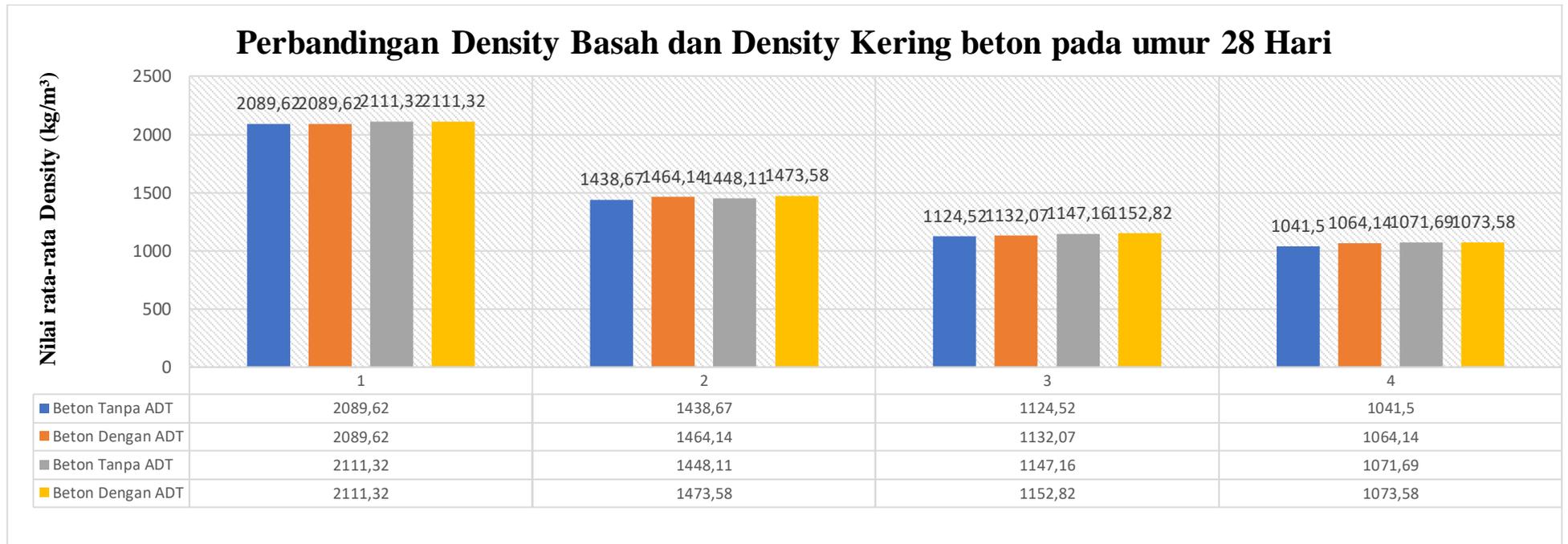
Dari Gambar 4.22 di atas dapat diketahui bahwa berat jenis beton (*density*) pada benda uji pertama *density* beton sebesar 1147,47 kg/m<sup>3</sup> dan untuk benda uji kedua *density* beton sebesar 1152,82 kg/m<sup>3</sup> kenaikan nilai *density* pada benda uji kedua dikarenakan penambahan cairan ADT sebanyak 7,5% sehingga perbandingan *density* pada kedua uji berbeda.

8. Hasil grafik perbandingan berat jenis beton (*Density*) kering pada sampel kuat tekan 28 hari variasi 3% Styrofoam dengan penambahan cairan ADT 10%



Gambar 4.23: Grafik analisa perbandingan *density* kering pada sampel kuat tekan 28 hari

Dari Gambar 4.22 di atas dapat diketahui bahwa berat jenis beton (*density*) pada benda uji pertama *density* beton sebesar 1124,52 kg/m<sup>3</sup> dan untuk benda uji kedua *density* beton sebesar 1132,07 kg/m<sup>3</sup> kenaikan nilai *density* pada benda uji kedua dikarenakan penambahan cairan ADT sebanyak 7,5% sehingga perbandingan *density* pada kedua uji berbeda.



Gambar 4.24: Analisa perbandingan antara *Density* basah dan *Density* kering beton pada umur 28 hari

Dari Gambar 4.24 diatas dapat diketahui bahwa berat jenis beton (*density*) pada benda semua benda uji memiliki nilai yang berbeda, pada gambar tersebut dapat dilihat penurunan *density* beton hal ini disebabkan karena sifat bahan tambah yaitu styrofoam yang memiliki kekuatan untuk menahan air masuk, pada grafik ini juga didapat bahwa nilai *density* beton basah dan *density* beton kering tanpa campuran ADT mengalami penurunan berbeda dengan nilai *density* beton basah dan *density* beton kering menggunakan cairan ADT yang mengalami kenaikan nilai *density*, hal ini disebabkan karena cairan ADT yang dipakai memiliki *durability* terhadap air dan bahan tambah lain yaitu styrofoam yang mampu menambah daya tahan beton terhadap air.

#### 4.6 Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan beton pada penelitian ini menggunakan metode sesuai dengan (SNI 03-1974-1990) pada saat beton berumur 14 Hari dan 28 hari dengan menggunakan mesin kuat tekan (compressive strength test) dengan kapasitas 1500 KN. Benda uji yang dilakukan tes adalah beraupa silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.

##### 4.6.1 Analisa Pengujian Kuat Tekan Pada Umur 14 Hari

Analisa pengujian kuat tekan beton ringan normal dan beton ringan Styrofoam tanpa campuran cairan ADT dapat dilihat pada tabel 4.18.

Tabel 4.18: Analisa kuat tekan beton ringan Styrofoam umur 14 hari tanpa cairan ADT

No	Kode Variasi	Luas Penampang	Volume	Kuat Tekan	Kuat Tekan Rata-rata
		(cm <sup>2</sup> )	(cm <sup>3</sup> )	(MPa)	(MPa)
1.	BSR 0%	176,62	0,0053	23	22,32
2.	BSR 0%	176,62	0,0053	21,65	
3.	BSR 1%	176,62	0,0053	6,65	6,65
4.	BSR 1%	176,62	0,0053	6,65	
5.	BSR 2%	176,62	0,0053	2,70	2,57
6.	BSR 2%	176,62	0,0053	2,45	
7.	BSR 3%	176,62	0,0053	1,65	1,51
8.	BSR 3%	176,62	0,0053	1,38	

Dari hasil analisa kuat tekan beton ringan Styrofoam tanpa campuran cairan ADT umur 14 hari pada tabel diatas dapat dilihat perbandingan rata-rata setiap benda uji mengalami penurunan kuat tekan, hal ini disebabkan karena sifat agregat kasar yang dipakai yakni Styrofoam memiliki sifat bahan yang

ringan, sehingga beton mengalami penurunan kuat tekan pada setiap variasi persenan.

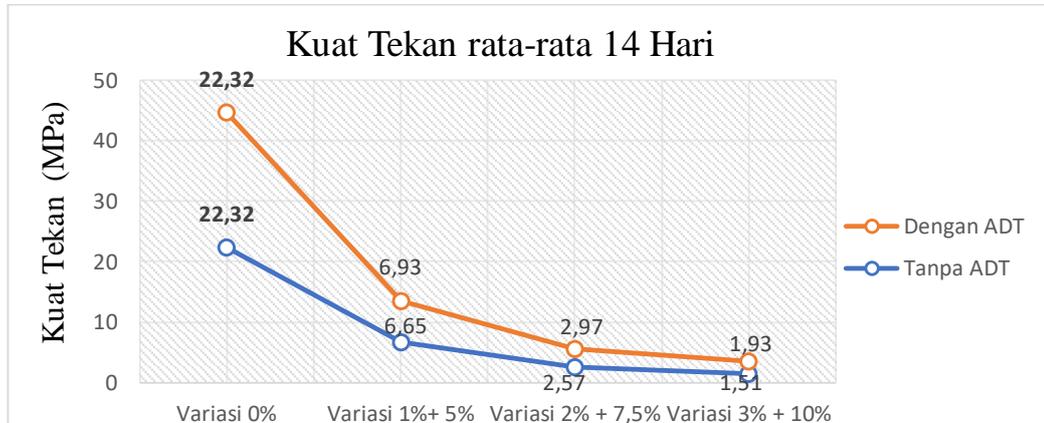
Analisa pengujian kuat tekan beton ringan normal dan beton ringan Styrofoam dengan campuran cairan ADT dapat dilihat pada tabel 4.19.

Tabel 4.19: Analisa kuat tekan beton ringan Styrofoam umur 14 hari dengan campuran cairan ADT

No	Kode Variasi	Luas Penampang	Volume	Kuat Tekan	Kuat Tekan Rata-rata
		(cm <sup>2</sup> )	(cm <sup>3</sup> )	(MPa)	(MPa)
1.	BSR 0%	176,62	0,0053	23	22,32
2.	BSR 0%	176,62	0,0053	21,65	
3.	BSR 5%	176,62	0,0053	6,96	6,93
4.	BSR 5%	176,62	0,0053	6,90	
5.	BSR 7,5%	176,62	0,0053	3,15	2,97
6.	BSR 7,5%	176,62	0,0053	2,80	
7.	BSR 10%	176,62	0,0053	2,10	1,93
8.	BSR 10%	176,62	0,0053	1,76	

Dari hasil analisa kuat tekan beton ringan Styrofoam dengan memakai cairan ADT pada umur 14 hari. Dapat dilihat Pada tabel 4.18 dan pada tabel 4.19 diatas perbandingan antara beton yang memakai campuran cairan ADT dengan beton yang tidak memakai campuran cairan ADT, hal ini disebabkan karena adanya penambahan campuran cairan pada setiap variasi persenan yang mampu meningkatkan kenaikan kuat tekan pada beton.

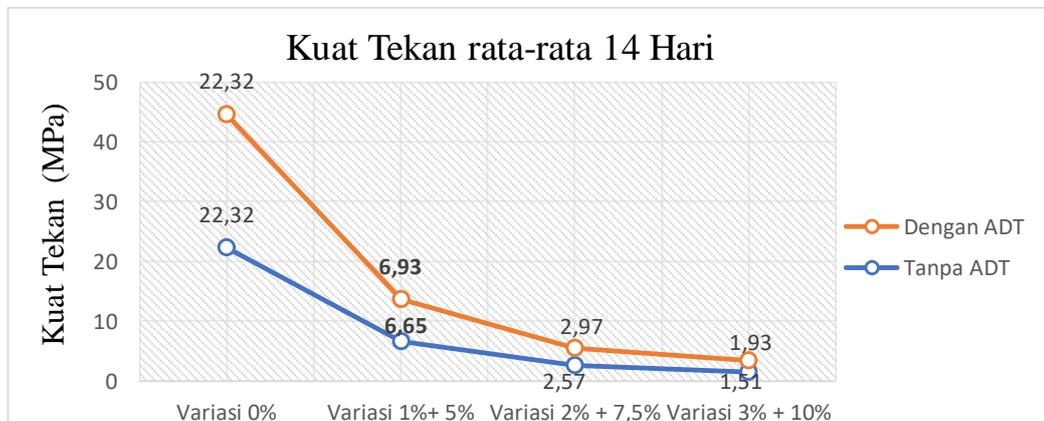
- Analisa hasil grafik kuat tekan variasi 0% pada umur 14 hari dapat dilihat pada Gambar 4.25



Gambar 4.25: Grafik Perbandingan kuat tekan beton pada umur 14 hari

Dari Gambar 4.25 diatas dapat dilihat bahwa pada variasi 0% (Styrofoam 0%) nilai kuat tekan rata-rata pada sampel 1 dan sampel 2 diperoleh hasil kuat tekan rata-rata yaitu sebesar 22,32 MPa dari kedua sampel.

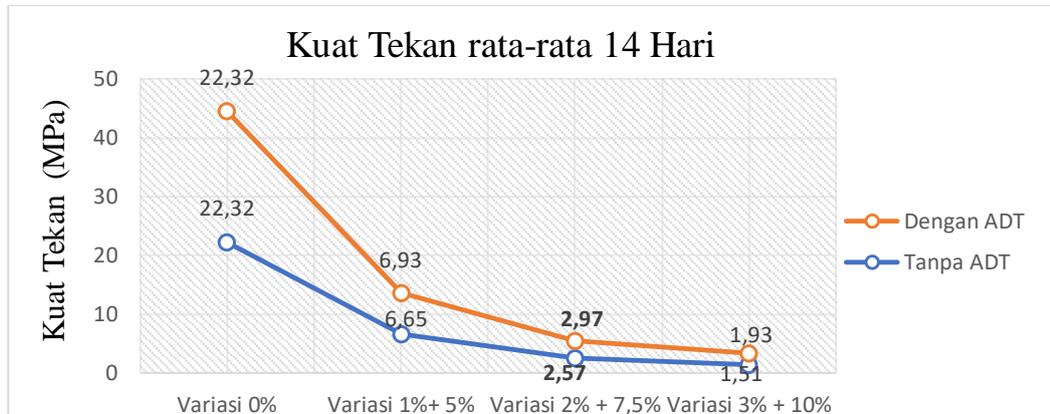
- Analisa hasil grafik kuat tekan variasi 1% Styrofoam dengan penambahan 5% cairan ADT pada umur 14 hari dapat dilihat pada Gambar 4.26



Gambar 4.26: Grafik perbandingan kuat tekan beton pada umur 14 hari

Dari Gambar 4.26 diatas dapat dilihat bahwa pada variasi 1% Styrofoam tanpa tambahan campuran cairan dan variasi 1% Styrofoam dengan penambahan 5% cairan ADT diperoleh nilai kuat tekan rata-rata pada sampel 1 yaitu sebesar 6,65 MPa dan kuat tekan rata-rata pada sampel 2 yaitu sebesar 6,93 MPa. Terjadi peningkatan kuat tekan rata-rata pada sampel 2 hal ini dikarenakan adanya penambahan cairan yang mempengaruhi kuat tekan beton.

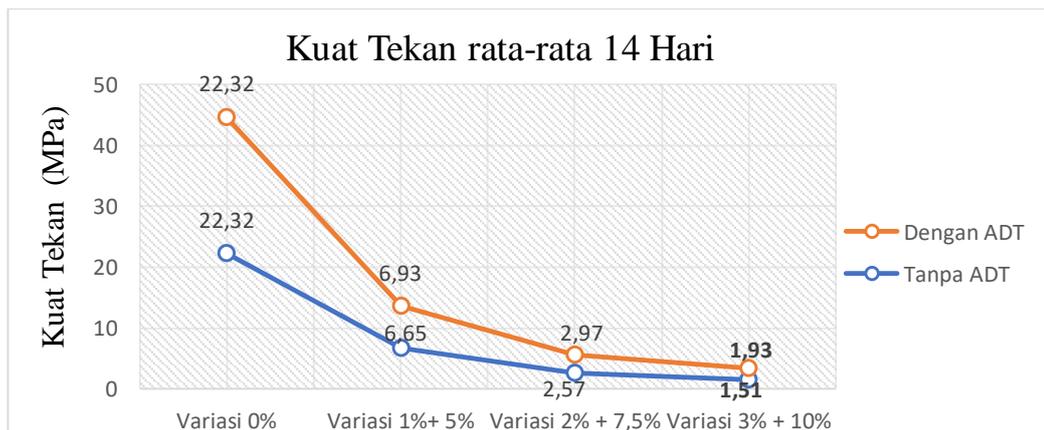
3. Analisa hasil grafik kuat tekan variasi 2% Styrofoam dengan penambahan 7,5% cairan ADT dapat dilihat pada Gambar 4.27



Gambar 4.27: Grafik perbandingan kuat tekan beton pada umur 14 hari

Dari Gambar 4.27 diatas dapat dilihat bahwa pada variasi 2% Styrofoam tanpa tambahan campuran cairan dan variasi 2% Styrofoam dengan penambahan 7,5% cairan ADT diperoleh nilai kuat tekan rata-rata pada sampel 1 yaitu sebesar 2,57 MPa dan kuat tekan rata-rata pada sampel 2 yaitu sebesar 2,97 MPa. Terjadi peningkatan kuat tekan rata-rata pada sampel 2 hal ini dikarenakan adanya penambahan cairan yang mempengaruhi kuat tekan beton.

4. Analisa hasil grafik kuat tekan variasi 3% Styrofoam dengan penambahan 10% cairan ADT dapat dilihat pada Gambar 4.28

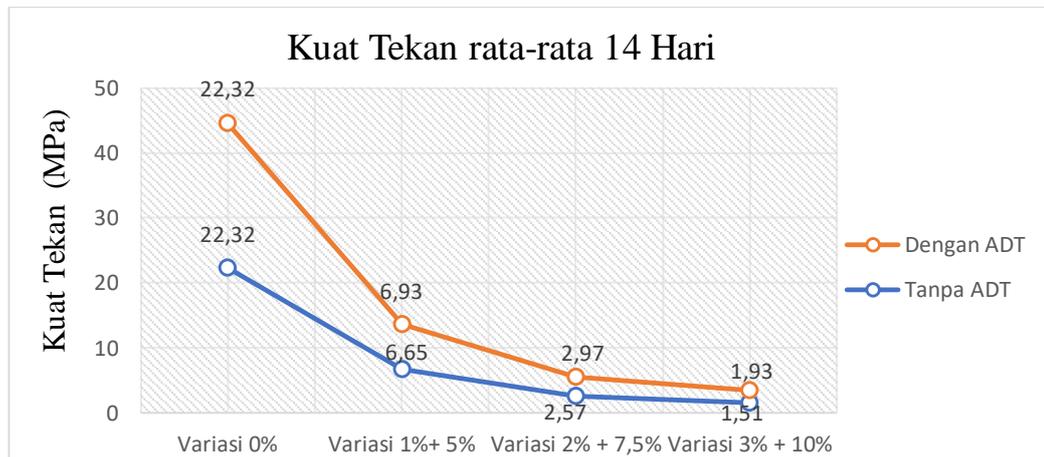


Gambar 4.28: Grafik perbandingan kuat tekan beton pada umur 14 hari

Dari Gambar 4.28 diatas dapat dilihat bahwa pada variasi 2% Styrofoam tanpa tambahan campuran cairan dan variasi 3% Styrofoam dengan penambahan 10% cairan ADT diperoleh nilai kuat tekan rata-rata pada sampel 1 yaitu sebesar

1,51 MPa dan kuat tekan rata-rata pada sampel 2 yaitu sebesar 1,93 MPa. Terjadi peningkatan kuat tekan rata-rata pada sampel 2 hal ini dikarenakan adanya penambahan cairan yang mempengaruhi kuat tekan beton.

5. Analisa hasil grafik kuat tekan Rata-rata dari berbagai variasi dapat dilihat pada gambar 4.29



Gambar 4.29: Grafik keseluruhan perbandingan kuat tekan beton pada umur 14 hari

Dari Gambar 4.29 diatas dapat dilihat bahwa kuat tekan beton pada setiap variasi berbeda, untuk variasi 0% tidak mengalami perubahan hal ini dikarenakan beton yang diuji adalah beton normal. Untuk variasi 1% + 5% mengalami perbandingan nilai kuat tekan hal ini terjadi karena adanya penambahan 5% cairan ADT pada beton sehingga mempengaruhi kuat tekan. Untuk variasi 2% + 7,5% mengalami perbandingan nilai kuat tekan hal ini terjadi karena adanya penambahan 7,5% cairan ADT pada beton sehingga mempengaruhi kuat tekan. Untuk variasi 3% + 10% mengalami perbandingan nilai kuat tekan hal ini terjadi karena adanya penambahan 10% cairan ADT pada beton sehingga mempengaruhi kuat tekan.

#### 4.6.2 Analisa Pengujian Kuat Tekan Pada Umur 28 Hari

Analisa pengujian kuat tekan beton ringan normal dan beton ringan Styrofoam tanpa campuran cairan ADT dapat dilihat pada tabel 4.20.

Tabel 4.20: Analisa kuat tekan beton ringan Styrofoam umur 28 hari tanpa cairan ADT

No	Kode Variasi	Luas Penampang	Volume	Kuat Tekan	Kuat Tekan Rata-rata
		(cm <sup>2</sup> )	(cm <sup>3</sup> )	(MPa)	(MPa)
1.	BSR 0%	176,62	0,0053	25,85	25,32
2.	BSR 0%	176,62	0,0053	24,80	
3.	BSR 1%	176,62	0,0053	7,48	7,06
4.	BSR 1%	176,62	0,0053	6,65	
5.	BSR 2%	176,62	0,0053	3,92	4,05
6.	BSR 2%	176,62	0,0053	4,18	
7.	BSR 3%	176,62	0,0053	1,68	1,96
8.	BSR 3%	176,62	0,0053	2,24	

Dari hasil analisa kuat tekan beton ringan Styrofoam tanpa campuran cairan ADT umur 28 hari pada tabel diatas dapat dilihat perbandingan rata-rata setiap benda uji mengalami penurunan kuat tekan, hal ini disebabkan karena sifat agregat kasar yang dipakai yakni Styrofoam memiliki sifat bahan yang ringan, sehingga beton mengalami penurunan kuat tekan pada setiap variasi persenan.

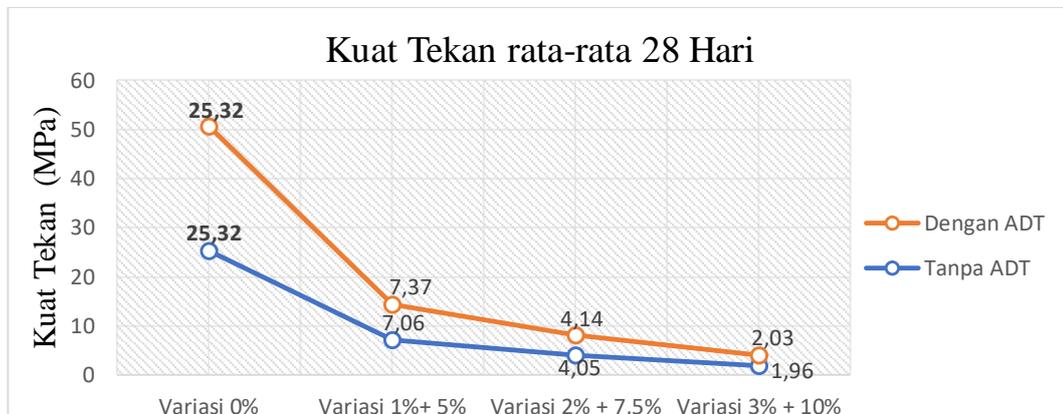
Analisa pengujian kuat tekan beton ringan normal dan beton ringan Styrofoam dengan campuran cairan ADT dapat dilihat pada tabel 4.21.

Tabel 4.21: Analisa kuat tekan beton ringan Styrofoam umur 28 hari dengan campuran cairan ADT

No	Kode Variasi	Luas Penampang	Volume	Kuat Tekan	Kuat Tekan Rata-rata
		(cm <sup>2</sup> )	(cm <sup>3</sup> )	(MPa)	(MPa)
1.	BSR 0%	176,62	0,0053	25,85	25,32
2.	BSR 0%	176,62	0,0053	24,80	
3.	BSR 5%	176,62	0,0053	7,90	7,37
4.	BSR 5%	176,62	0,0053	6,85	
5.	BSR 7,5%	176,62	0,0053	3,83	4,14
6.	BSR 7,5%	176,62	0,0053	4,45	
7.	BSR 10%	176,62	0,0053	1,73	2,03
8.	BSR 10%	176,62	0,0053	2,28	

Dari hasil analisa kuat tekan beton ringan Styrofoam dengan memakai cairan ADT pada umur 28 hari. Dapat dilihat pada tabel 4.20 dan pada tabel 4.21 diatas perbandingan antara beton yang memakai campuran cairan ADT dengan beton yang tidak memakai campuran cairan ADT, hal ini disebabkan karena adanya penambahan campuran cairan pada setiap variasi persenan yang mampu meningkatkan kenaikan kuat tekan pada beton.

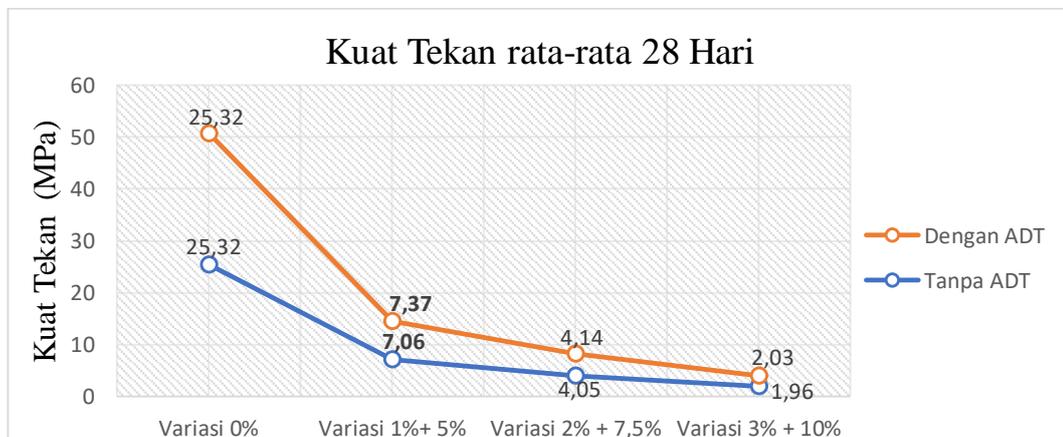
- Analisa hasil grafik kuat tekan variasi 0% pada umur 28 hari dapat dilihat pada Gambar 4.30



Gambar 4.30: Grafik perbandingan kuat tekan beton pada umur 28 hari

Dari Gambar 4.25 diatas dapat dilihat bahwa pada variasi 0% (Styrofoam 0%) nilai kuat tekan rata-rata pada sampel 1 dan sampel 2 diperoleh hasil kuat tekan rata-rata yaitu sebesar 22,32 MPa dari kedua sampel.

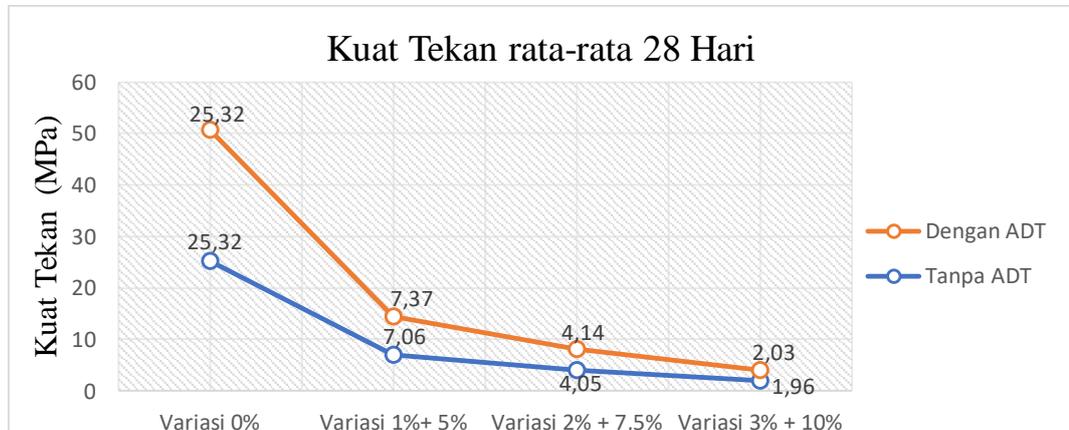
- Analisa hasil grafik kuat tekan variasi 1% Styrofoam dengan penambahan 5% cairan ADT pada umur 28 hari dapat dilihat pada Gambar 4.31



Gambar 4.31: Grafik perbandingan kuat tekan beton pada umur 28 hari

Dari Gambar 4.31 diatas dapat dilihat bahwa pada variasi 1% Styrofoam tanpa tambahan campuran cairan dan variasi 1% Styrofoam dengan penambahan 5% cairan ADT diperoleh nilai kuat tekan rata-rata pada sampel 1 yaitu sebesar 7,06 MPa dan kuat tekan rata-rata pada sampel 2 yaitu sebesar 7,37 MPa. Terjadi peningkatan kuat tekan rata-rata pada sampel 2 hal ini dikarenakan adanya penambahan cairan yang mempengaruhi kuat tekan beton.

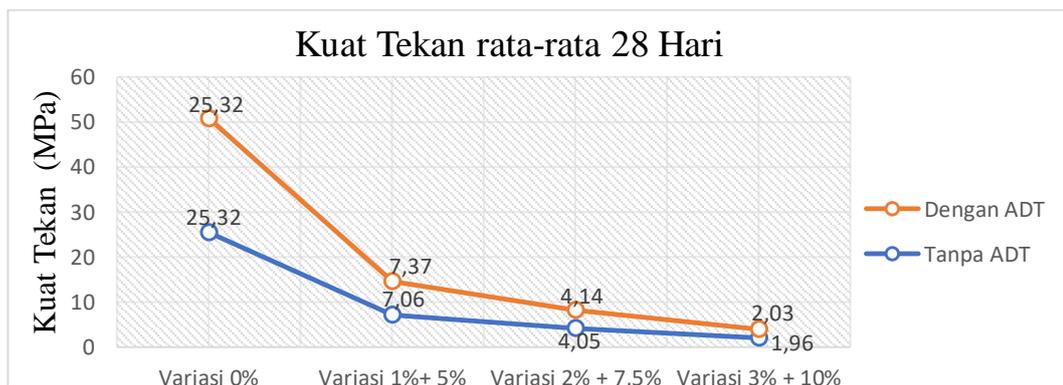
3. Analisa hasil grafik kuat tekan variasi 2% Styrofoam dengan penambahan 7,5% cairan ADT pada umur 28 hari dapat dilihat pada Gambar 4.32



Gambar 4.32: Grafik perbandingan kuat tekan beton pada umur 28 hari

Dari Gambar 4.32 diatas dapat dilihat bahwa pada variasi 2% Styrofoam tanpa tambahan campuran cairan dan variasi 2% Styrofoam dengan penambahan 7,5% cairan ADT diperoleh nilai kuat tekan rata-rata pada sampel 1 yaitu sebesar 4,05 MPa dan kuat tekan rata-rata pada sampel 2 yaitu sebesar 4,14 MPa. Terjadi peningkatan kuat tekan rata-rata pada sampel 2 hal ini dikarenakan adanya penambahan cairan yang mempengaruhi kuat tekan beton.

4. Analisa hasil grafik kuat tekan variasi 3% Styrofoam dengan penambahan 10% cairan ADT pada umur 28 hari dapat dilihat pada Gambar 4.33

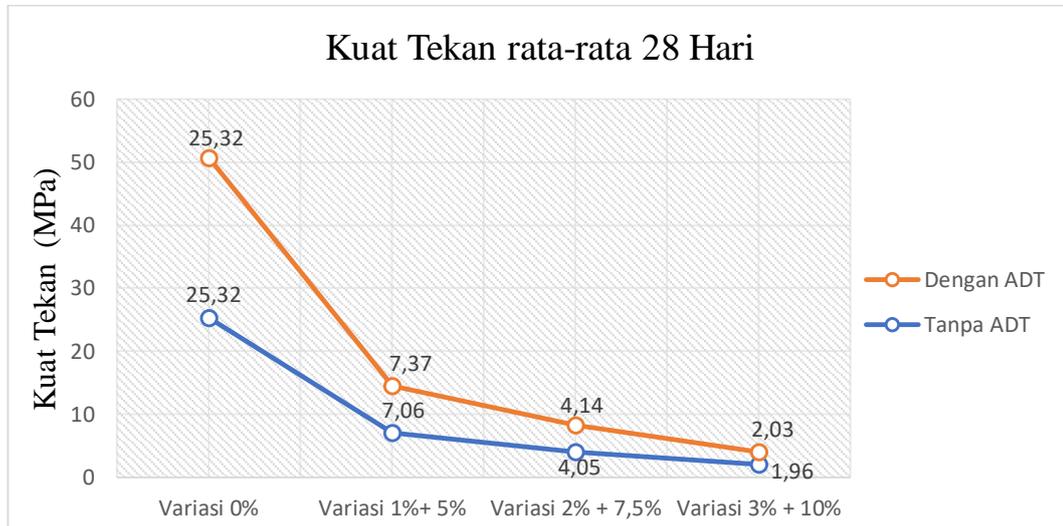


Gambar 4.33: Grafik Perbandingan kuat tekan beton pada umur 28 hari

Dari Gambar 4.28 diatas dapat dilihat bahwa pada variasi 2% Styrofoam tanpa tambahan campuran cairan dan variasi 3% Styrofoam dengan penambahan 10% cairan ADT diperoleh nilai kuat tekan rata-rata pada sampel 1 yaitu sebesar 1,96 MPa dan kuat tekan rata-rata pada sampel 2 yaitu sebesar 2,03 MPa. Terjadi

peningkatan kuat tekan rata-rata pada sampel 2 hal ini dikarenakan adanya penambahan cairan yang mempengaruhi kuat tekan beton.

5. Analisa hasil grafik kuat tekan Rata-rata dari berbagai variasi pada umur 28 hari dapat dilihat pada gambar 4.34



Gambar 4.34: Grafik keseluruhan perbandingan kuat tekan beton pada umur 28 hari

Dari Gambar 4.34 diatas dapat dilihat bahwa kuat tekan beton pada setiap variasi berbeda, untuk variasi 0% tidak mengalami perubahan hal ini dikarenakan beton yang diuji adalah beton normal. Untuk variasi 1% + 5% mengalami perbandingan nilai kuat tekan hal ini terjadi karena adanya penambahan 5% cairan ADT pada beton sehingga mempengaruhi kuat tekan. Untuk variasi 2% + 7,5% mengalami perbandingan nilai kuat tekan hal ini terjadi karena adanya penambahan 7,5% cairan ADT pada beton sehingga mempengaruhi kuat tekan. Untuk variasi 3% + 10% mengalami perbandingan nilai kuat tekan hal ini terjadi karena adanya penambahan 10% cairan ADT pada beton sehingga mempengaruhi kuat tekan.

## **BAB 5**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Dengan selesainya proses penelitian dan analisis hasil penelitiannya, maka dapat ditarik kesimpulan dari penelitian tersebut yaitu:

1. Hasil dari penambahan styrofoam pada beton ringan memberikan pengaruh terhadap tekan yaitu diperoleh nilai kuat tekan beton ringan normal atau tanpa styrofoam yaitu  $>17$  MPa beton ringan tersebut dikategorikan sebagai beton ringan struktur, sedangkan nilai kuat tekan beton ringan styrofoam variasi 0%, 1%, 2% dan 3% yaitu 0,35 - 7 MPa beton ringan tersebut dikategorikan sebagai beton ringan non struktur.
2. Hasil dari penambahan cairan ADT additive cor pada beton ringan memberikan pengaruh terhadap kuat tekan beton dengan kuat tekan beton optimum pada umur 14 hari sebesar 1,93 MPa dengan penambahan cairan sebanyak 10%, dan pada umur 28 hari memiliki kuat tekan optimum sebesar 2,03 MPa dengan penambahan cairan sebanyak 10%.
3. Hasil dari perbandingan antara penambahan cairan ADT Additive Cor dengan dengan tidak menggunakan cairan ADT Additive Cor terhadap kuat tekan beton mengalami kenaikan kuat tekan dengan perbandingan 0,42% pada umur 14 hari dan 0,9% pada umur 28 hari.

#### **5.2 Saran**

Dengan harapan bahwa penelitian ini akan menghasilkan hasil yang bervariasi dan maksimal, ada beberapa saran yang bisa diambil antara lain:

1. Pengecoran beton harus dilakukan secara berkelanjutan serta menerima perlakuan perawatan yang sama. Hal ini dilakukan agar tidak menyebabkan nilai kuat tekan yang dihasilkan pada saat tes tidak berbeda jauh.
2. Pengujian material serta sampel dapat dilakukan secara lebih selektif karena bisa jadi alat yang digunakan tidak pernah dikalibrasi terlebih alat seperti timbangan yang sangat sering digunakan untuk menimbang. Sehingga sebelum digunakan perlu menetralkan posisi timbangan terlebih dahulu.

3. Penelitian tugas akhir ini dapat dijadikan sebagai literature tambahan atau sebagai bahan evaluasi bagi penelitian tugas akhir selanjutnya, dengan harapan pada hasil penelitian selanjutnya akan menghasilkan karakteristik beton ringan yang lebih baik daripada penelitian sebelumnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anggita Prisilia, Bertinus Simanihuruk, H. D. (2021). *Latar Belakang Secara umum bidang konstruksi pada masa kini di Indonesia telah mengalami peningkatan sangat cepat , hampir seluruhnya dalam pekerjaan konstruksi menggunakan material beton . Bahan Bahan yang banyak digunakan untuk bidang konstruksi pada sa.* 6(1), 2–9.
- Arman. A, DKK, 2020. (2020). *STUDI EKSPERIMEN PENGARUH CAMPURAN SIKA DALAM MENINGKATKAN KUAT TEKAN BATA RINGAN.* 3(1), 14–20.
- Aryani, F. D., Magister, P., Sipil, D. T., Sipil, F. T., & Kebumian, L. D. A. N. (2018). *Analisis Pengaruh Variasi Semen Opc Dan Ppc Limbah Styrofoam Terhadap Kuat Tekan.*
- Badan Standar Nasional Indonesia. (2013). SNI 2847:2013, Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung. *Bandung: Badan Standardisasi Indonesia*, 1–265.
- Badan Standardisasi Nasional. (2002). *SNI 03-3449-2002 Tata Cara Perancangan Campuran Beton Ringan dengan Agregat Ringan.*
- Badan Standardisasi Nasional. (2011). SNI 1974-2011 Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder. *Badan Standardisasi Nasional Indonesia*, 20.
- Basid, A. (2020). Analisis Beton Ringan Dengan Penambahan Batu Apung Dan Zat Additive Untuk Pengujian Kuat Tekan Beton. *Unistek*, 7(2), 89–92. <https://doi.org/10.33592/unistek.v7i2.712>
- Danindra, P., & Evriantama, G. F. (2021). *PEMANFAATAN STYROFOAM SEBAGAI PENGGANTI.* 3(1).
- Efendi, D., Hidayah, E., & Hasanuddin, A. (2020). U KaRsT. *Mapping of Landslide Susceptible Zones by Using Frequency Ratios at Bluncong*, 5(1), 126–141.
- Hadi, S. (2019). *ANALISIS KUAT TEKAN BETON RINGAN DENGAN BAHAN TAMBAH STYROFOAM.* 14(April), 33–35.
- Kusnadi, D. S. 2011. (2011). Pengaruh Penambahan Superplastisizer Terhadap Campuran Beton Ringan Yang Menggunakan Styrofoam. *Pengaruh Penambahan Superplastisizer Terhadap Campuran Beton Ringan Yang Menggunakan Styrofoam*, 7(2), 124–140. <https://doi.org/10.21831/inersia.v7i2.3684>
- Miswar, K. (2018). *Beton Ringan Dengan Menggunakan Limbah Styrofoam.*

Portal: *Jurnal Teknik Sipil*, 10(1), 33–39.  
<https://doi.org/10.30811/portal.v10i1.981>

- Simanjuntak, R. (2018). Karakteristik Kuat Tekan , Kuat Tarik , dan Absorpsi Beton Akibat Penambahan Styrofoam dan Superplasticizer. *Skripsi*.
- SNI 03-1996-2008. (2008). Cara uji berat jenis dan penyerapan air agregat kasar SNI1969-2008. *Badan Standar Nasional Indonesia*, 20.
- SNI 03-3449-2002. (2002). Tata cara rencana pembuatan campuran beton ringan dengan agregat ringan. *Yayasan LPMB*, 1–32.
- SNI 03-6820. (2002). Spesifikasi Agregat Halus Untuk Pekerjaan Adukan dan Plesteran Dengan Bahan Dasar Semen. *Badan Standardisasi Nasional*, 6820.
- SNI 2493-2011. (2011). *Tata Cara Pembuatan dan Perawatan Benda Uji Beton di Laboratorium*. *Badan Standar Nasional Indonesia*, 23.
- ASTM C128-01. *Standard Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity), and Absorption of Fine Aggregate*.
- ASTM C143/C143M *Standard Test Method for Slump of Hydraulic-Cement Concrete*
- ASTM C1611M. *Standart test method for slump flow of self-consolidating concrete*.
- ASTM C 29 / C 29 M – 91. *Standard Test Method for Bulk Density (“Unit Weight”) and Voids in Aggregate*.
- Anthony, A., Tanbora, R., & Sugiharto, H. (2019). Penelitian Lightweight Concrete Dengan Menggunakan Expanded Polystyrene. *Jurnal Dimensi Pratama Teknik Sipil*, 8(2), 16-23.
- Ardan, M. (2016). Kajian Penggunaan Batu Apung Dan Styrofoam Sebagai Bahan Pengganti Agregat Kasar Pada Perencanaan Beton Ringan. *arbitek: jurnal teknik sipil & arsitektur*, 2(2).
- Artiningsih, Titik Penta. 2017. “Kajian Penggunaan Ferro-Cement.” 14(3): 170–81. Asraar, I., & Mungok, C. D. Studi Perancangan Beton Hemat Energi (Self Compacting Concrete) Untuk Beton Normal,  $f_c = 25\text{mpa}$  Dengan Metode Aci Modifikasi. *Jurnal Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Tanjungpura*, 1(1).
- Purba, N. B. (2020). Sifat Mekanis Beton Ringan dengan Agregat dari Tanah Diatomae. *Journal of The Civil Engineering Student*, 2(1), 64-70.
- Purnawirati, I. N. (2020). Pengaruh Faktor Air Semen Terhadap Sifat Mekanik Beton Ringan Styrofoam. *Jurnal Kacapuri: Jurnal Keilmuan Teknik Sipil*, 3(2), 59-70.

- Siahaan, N. S. M., Sumajouw, M. D., & Mondoringin, M. R. (2020). Penggunaan Styrofoam Sebagai Substitusi Parsial Agregat Kasar Terhadap Nilai Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Belah Beton Ringan. *Jurnal Sipil Statik*, 8(4).
- Harijono, H., Tamelan, P. G., & Chatib, A. (2020). Keselamatan Lingkungan Tahan Resonansi Dengan Beton Ringan Bahan Styrofoam (Suatu Kajian Teori Tahan Gempa). *Jurnal Teknologi*, 14(1), 30-36.
- Hunggurami, E., Bolla, M. E., & Messakh, P. (2017). Perbandingan Desain Campuran Beton Normal Menggunakan Sni 03-2834-2000 Dan Sni 7656: 2012. *Jurnal Teknik Sipil*, 6(2), 165-172.
- Dharmagiri I. B., I Ketut Sudarsana, dan N.L.P. Eka Agustiningsih. "Kuat Tarik Belah dan Lentur Beton dengan Penambahan Styrofoam." *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil* Vo. 12 (Juli 2008)
- Dipohusodo, I., 1993, *Struktur Beton Bertulang*, Berdasarkan SK SNI T-15-1991-03, Departemen Pekerjaan Umum RI, PT Gramedia Pustaka Utama: Jakarta.
- Enda, D. (2016). Kajian Eksperimental Perkuatan Agregat Kasar Styrofoam dengan Lapisan Coating pada Pembuatan Beton Ringan. *Inovtek Polbeng*, 6(2), 103-111.

## LAMPIRAN



Gambar L.1: *Compressing test machine.*



Gambar L.2: Cetakan silinder 15x30cm



Gambar L.3: Oven



Gambar L.4: Gelas ukur.



Gambar L.5: Perendaman beton ringan



Gambar L.6: Kerucut abrams



Gambar L.7: Mesin *mixer* beton.



Gambar L.8: Timbangan digital.



Gambar L.9: Bak perendaman.



Gambar L.10: Ember.



Gambar L.11: Sendok semen dan sekop tangan.



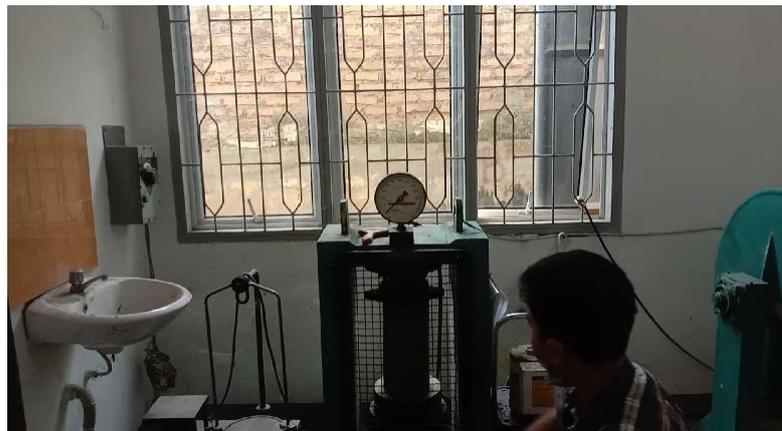
Gambar L.12: Penggaris.



Gambar L.13: Skrap.



Gambar L.14: Pengeringan beton ringan dalam cetakan



Gambar L.15: Pengujian kuat tekan.



Gambar L.16: Hasil pengujian kuat tekan.

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



### INFORMASI PRIBADI

Nama : Ichsanuddin Munir Lubis  
Panggilan : Munir,Uden  
Tempat, Tanggal lahir : Pangkalan Berandan, 24 Februari 2000  
Jenis kelamin : Laki-laki  
Agama : Islam  
Alamat : Jl. Dahlia, Pangkalan Berandan No. 24  
Nomor hp : 081263747072  
Nama ayah : Badrul Lubis  
Nama Ibu : Dahlena Siregar  
E-mail : [ichsanlubis07@gmail.com](mailto:ichsanlubis07@gmail.com)

### RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Induk Mahasiswa : 1707210149  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Sipil  
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara  
Alamat Perguruan Tinggi : Jl. Kapten Muchtar Basri, No. 3 Medan 20238

### PENDIDIKAN FORMAL

No	Tingkat Pendidikan	Nama Pendidikan	Tahun Lulus
1	SD	SDN 050743 Pangkalan Berandan	2011
2	SMP	SMP NEGERI 1 BABALAN	2014
3	SMA	SMA NEGERI 1 BABALAN	2017
4	Universitas	Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara	2017-Selesai

### ORGANISASI

Informasi	Tahun
1. Sekretaris Bidang Lingkungan Hidup PK IMM FT UMSU	2018-2019
2. Ketua Bidang Sosial Pemberdayaan Masyarakat PK IMM FT UMSU	2019-2020
3. Demisioner PK IMM FT UMSU	2020-2021

