

**TUGAS AKHIR**

**ANALISIS PENGARUH BAHAN TAMBAH SERAT *POLYPROPYLENE*  
DENGAN SERBUK CANGKANG TELUR DAN ABU SEKAM PADI  
SEBAGAI PENGGANTI SEMEN SEBAGIAN TERHADAP KUAT TARIK  
BETON BUSA (*FOAM CONCRETE*)**

**(Studi Penelitian)**

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

**Disusun Oleh:**

**REAN FARRAS SEPTIAN**  
**1607210168**



**UMSU**  
Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2020**



**JMSU**  
Unggul | Cerdas | Terpercaya

Bila menjawab surat ini agar disebutkan Nomor dan tanggalnya

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

## **FAKULTAS TEKNIK**

Jalan Kapten Mukhtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 – EXT. 12

Website : <http://fatek.umsu.ac.id> Email : [fatek@umsu.ac.id](mailto:fatek@umsu.ac.id)

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

### **LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING**

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Rean Farras Septian  
NPM : 1607210168  
Program Studi : Teknik Sipil  
Judul Skripsi : Analisis Pengaruh Bahan Tambah Serat Polypropylene Dengan Serbuk Cangkang Telur Dan Abu Sekam Padi Sebagai Pengganti Semen Sebagian Terhadap Kuat Tarik Beton Busa (Foam Concrete) (Studi Penelitian)  
Bidang Ilmu : Struktur

DISETUJUI UNTUK DISAMPAIKAN KEPADA  
PANITIA UJIAN SKRIPSI

**UMSU**

Medan, *November* 2020

Unggul | Cerdas | Terpercaya  
Dosen Pembimbing

Fetra Venny Riza, S.T., M.Sc., Ph.D.

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

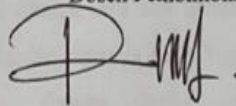
Nama : Rean Farras Septian  
NPM : 1607210168  
Program Studi : Teknik Sipil  
Judul Skripsi : Analisis Pengaruh Bahan Tambah Serat *Polypropylene*  
Dengan Serbuk Cangkang Telur Dan Abu Sekam Padi  
Sebagai Pengganti Semen Sebagian Terhadap Kuat Tarik  
Beton Busa (*Foam Concrete*)  
Bidang Ilmu : Struktur

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, 11 November 2020

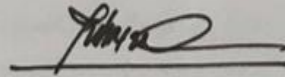
Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing



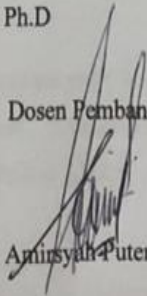
Fetra Venny Riza, S.T., M.Sc., Ph.D

Dosen Pembanding I



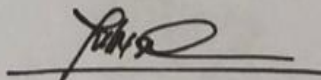
Fahrizal Zulkarnain, S.T., M.Sc., Ph.D

Dosen Pembanding II



Tondi Amirsyah Putera, S.T., M.T

Ketua Prodi Teknik Sipil



Fahrizal Zulkarnain, S.T., M.Sc., Ph.D

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Rean Farras Septian  
Tempat, Tanggal Lahir : Padang, 07 September 1997  
NPM : 1607210168  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Sipil

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa Laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

“Analisis Pengaruh Bahan Tambah Serat *Polypropylene* Dengan Serbuk Cangkang Telur Dan Abu Sekam Padi Sebagai Pengganti Semen Sebagian Terhadap Kuat Tarik Beton Busa (*Foam Concrete*)”.

Bukan merupakan *plagiarism*, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena/hubungan material dan non-material serta segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjana saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan keadaan sadar dan tidak dalam tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun, demi menegakkan integritas Akademik di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammdiyah Sumatera Utara.

Medan, 11 November 2020

Saya yang menyatakan,

  
Rean Farras Septian

## **ABSTRACT**

### **ANALISIS PENGARUH BAHAN TAMBAH SERAT *POLYPROPYLENE* DENGAN SERBUK CANGKANG TELUR DAN ABU SEKAM PADI SEBAGAI PENGGANTI SEMEN SEBAGIAN TERHADAP KUAT TARIK BETON BUSA (*FOAM CONCRETE*)**

Rean Farras Septian

1607210168

Fetra Venny Riza, S.T., M.Sc., Ph.D

Beton busa (*Foam Concrete*) adalah salah satu bagian dari beton ringan. Beton busa dalam penelitian ini dibuat dengan campuran air, semen, pasir, busa dan penambahan serat *polypropylene*, serbuk cangkang telur, dan abu sekam padi dengan variasi bahan tambah sebanyak 10%, 15%, dan 20%. Penambahan busa pada campuran akan membentuk pori-pori pada beton sehingga beton tersebut menjadi ringan karena berkurangnya jumlah material yang digunakan. Busa di sini dibentuk dari *foaming agent* yang dicampur dengan air yang akan menghasilkan busa yang stabil. Penelitian ini dilakukan penambahan serat *polypropylene* dengan tujuan untuk solusi kelemahan beton ringan terhadap tarik serta membuat beton ringan lebih padat dikarenakan pori-pori beton ringan terisi oleh serat *polypropylene* sehingga kuat tekan dan kuat tariknya meningkat serta mengurangi resapan airnya. Pengujian kuat tekan dan kuat tarik dilakukan pada umur 28 hari. Hasil pengujian kuat tekan berdasarkan variasi yang direncanakan didapat Normal (0%) = 7,13 Mpa; Variasi I (10%) = 5,65 Mpa; Variasi II (15%) = 2,74 Mpa; Variasi III (20%) = 2,43 Mpa. Sedangkan hasil nilai kuat tarik berdasarkan variasi yang direncanakan didapat Normal (0%) = 0,65 Mpa; Variasi I (10%) = 0,72 Mpa; Variasi II (15%) = 0,42 Mpa; Variasi III (20%) = 0,37 Mpa. Dari hasil yang didapat terjadi penurunan pada setiap variasi yang disebabkan karna terlalu banyaknya penggunaan bahan tambah serbuk cangkang telur yang membuat campuran beton tidak saling terjadinya pengikatan, sehingga pada penelitian selanjutnya diperlukan variasi yang lebih spesifik.

Kata kunci: Beton busa (*Foam Concrete*), serat *polypropylene*, serbuk cangkang telur, abu sekam padi, kuat tekan, kuat tarik.

## **ABSTRACT**

### ***ANALYSIS OF THE EFFECT OF ADDITIONAL FIBER POLYPROPYLENE WITH EGG POWDER AND RICE HUSK ASH AS PATRIAL SUBSTITUTION OF FOAM CONCRETE***

Rean Farras Septian

1607210168

Fetra Venny Riza, S.T., M.Sc., Ph.D

*Concrete foam (Foam Concrete) is one piece of lightweight concrete. Foam concrete in this study was made with a mixture of water, cement, sand, foam and the addition of fibers polypropylene, eggshell powder and rice husk ash with added variations of 10%, 15%, and 20%. The addition of foam to the mixture will form pores in the concrete so that the concrete becomes lighter due to the reduced amount of material used. The foam here is formed from a foaming agent mixed with water which will produce a stable foam. This research carried out the addition of fibers polypropylene with the aim of a solution to the weakness of lightweight concrete against tensile and to make lightweight concrete denser because the pores of lightweight concrete are filled with fibers polypropylene so that the compressive strength and tensile strength increase and reduce water absorption. The compressive strength and tensile strength tests were carried out at the age of 28 days. The results of the compressive strength test based on the planned variation obtained Normal (0%) = 7.13 Mpa; Variation I (10%) = 5.65 Mpa; Variation II (15%) = 2.74 Mpa; Variation III (20%) = 2.43 Mpa. While the results of the tensile strength value based on the planned variations obtained Normal (0%) = 0.65 Mpa; Variation I (10%) = 0.72 Mpa; Variation II (15%) = 0.42 Mpa; Variation III (20%) = 0.37 Mpa. From the results obtained, there was a decrease in each variation due to the use of too many additives for eggshell powder which made the concrete mixture not bond with each other, so that in further research more specific variations were needed.*

*Keywords: Foam Concrete, fibers polypropylene, eggshell powder, rice husk ash, compressive strength, tensile strength.*



## KATA PENGANTAR

### **Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh**

Puji syukur penulis ucapkan kepada ALLAH SWT berkat dan rahmatnya penulis dapat menyelesaikan skripsi penelitian pada Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Judul dari skripsi ini adalah **“Analisis Pengaruh Bahan Tambah Serat *Polypropylene* Dengan Serbuk Cangkang Telur Dan Abu Sekam Padi Sebagai Pengganti Semen Sebagian Terhadap Kuat Tarik Beton Busa (*Foam Concrete*)”**.

Didalam penulisan skripsi ini penulis telah berusaha dan berupaya dengan segala kemampuan yang ada, namun penulis menyadari masih terdapat kekurangan didalamnya, untuk itu penulis dengan rasa rendah hati bersedia menerima saran dan kritik yang sifatnya membangun dalam perbaikan skripsi penelitian ini kedepannya. Dalam mempersiapkan skripsi ini, penulis banyak menerima bantuan berupa bimbingan dan petunjuk. Untuk itu pada kesempatan ini izinkanlah penulis untuk mengucapkan banyak terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam penyusunan skripsi ini:

1. Ibu Fetra Venny Riza, S.T., M.Sc., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing yang selama ini bersedia meluangkan waktu dan memberikan bantuannya kepada penulis dalam mempersiapkan skripsi ini.
2. Bapak Fahrizal Zulkarnain, S.T., M.Sc., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing I sekaligus Ketua Prodi Fakultas Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan masukan.
3. Bapak Tondi Amirsyah Putera, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak memberikan masukan.
4. Ibu Irma Dewi, S.T., M.T. selaku Sekretaris Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Munawar Alfansuri S.T., M.T. 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 materi pembelajaran Teknik Sipil kepada penulis.
7. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Kedua orang tua, Ayahanda Syafarli dan Ibunda Yusma Yeni tercinta yang telah mengasuh dan membesarkan penulis dengan rasa cinta dan kasih sayang yang tulus dan tak terhingga sampai akhir hayat serta telah memberikan dorongan, semangat, doa serta cinta kasih yang begitu dalam kepada penulis.
9. Serta terimakasih kepada pacar saya Cut Qonita Gusmar yang selalu menyemangati dalam proses pengerjaan Tugas Akhir ini.
10. Terimakasih kepada rekan-rekan seperjuangan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Stambuk 2016.

Terimakasih atas bantuan, kebersamaannya, waktu serta dan dukungannya selama ini kepada penulis. Semoga ALLAH SWT membalas kebaikan yang telah diberikan kepada penulis, semoga laporan Tugas Akhir ini dapat berguna dan bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkan.

**Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh**

Medan, 2020

Rean Farras Septian



## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<i>ABSTRACT</i>	iii
<i>ABSTRACT</i>	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Ruang Lingkup Penelitian	2
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
1.6. Metodologi Penulisan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Beton Busa	5
2.1.1. <i>Foam Agent</i>	8
2.2. Serat <i>Polypropylene</i>	8
2.3. Abu Sekam Padi	12
2.4. Serbuk Cangkang Telur	14
2.5.. Kuat Tekan Beton	16
2.6. Kuat Tarik Beton	18
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	20
3.1. Diagram Alir Penelitian	20

3.3.1. Metodologi Penelitian	21
3.2. Tempat dan Waktu Penelitian	21
3.3. Bahan dan Peralatan	22
3.3.1. Bahan	22
3.3.2. Peralatan	27
3.4. Persiapan Penelitian	27
3.5. Metode Penelitian	28
3.6. Pemeriksaan Agregat	29
3.6.1. Kadar Air Agregat Halus	29
3.6.2. Kadar Lumpur Agregat Halus	30
3.6.3. Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus	30
3.6.4. Berat Jenis dan Penyerapan Serbuk Cangkang Telur	31
3.6.5. Berat Jenis dan Penyerapan Abu Sekam Padi	32
3.7. Pembuatan Rencana Campuran ( <i>Mix Design</i> )	32
3.8. Pembuatan Benda Uji	33
3.9. Perawatan Benda Uji	35
3.10. Pengujian Sampel	35
3.10.1. Pengujian <i>Slump Flow</i>	35
3.10.2. Pengujian Kuat Tekan	36
3.10.3. Pengujian Kuat Tarik	38
<b>BAB 4 ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN</b>	<b>40</b>
4.1. Hasil Analisa Pengujian Agregat	40
4.1.1. Kadar Air Agregat Halus	40
4.1.2. Kadar Lumpur Agregat Halus	41
4.1.3. Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus	42
4.1.4. Berat Jenis dan Penyerapan Serbuk Cangkang Telur	43

4.1.5. Berat Jenis dan Penyerapan Abu Sekam Padi	44
4.2. Perhitungan Rencana Campuran ( <i>Mix Design</i> )	45
4.2.1. Perhitungan <i>Mix Design</i> Beton Busa Siliinder Kuat Tekan	45
4.2.2. Perhitungan <i>Mix Design</i> Beton Busa Silinder Kuat Tarik	49
4.3. Hasil Pengujian <i>Slump Flow</i>	52
4.4. Hasil Uji Kuat Tekan Beton Ringan	54
4.5. Hasil Uji Kuat Tarik Beton Ringan	56
4.6. Pembahasan	58
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	60
5.1. Kesimpulan	60
5.2. Saran	61
DAFTAR PUSTAKA	62
LAMPIRAN	

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Hasil penelitian beton busa yang telah dilakukan sebelumnya	6
Tabel 2.2 Karakteristik Serat <i>Polypropylene</i>	9
Tabel 2.3 Hasil penelitian beton ringan menggunakan tambahan serat polypropylene yang telah dilakukan sebelumnya	10
Tabel 2.4 Komposisi kimia abu sekam padi (Hadipramana et al., 2016)	12
Tabel 2.5 Hasil penelitian beton ringan antara tambahan campuran abu sekam padi yang telah dilakukan sebelumnya	13
Tabel 2.6 Kandungan Kimia pada Semen dan Cangkang Telur Ayam (Alim et al., n.d.)	14
Tabel 2.7 Hasil penelitian beton ringan antara tambahan cangkang telur yang telah dilakukan sebelumnya	15
Tabel 2.8 Syarat kekuatan beton ringan berdasarkan tujuan konstruksi (SNI 03- 3449-2002)	17
Tabel 2.9 Toleransi waktu agar pengujian kuat tekan tidak keluar dari batasan waktu yang telah ditoleransikan (ASTM C-39, 1993)	18
Tabel 3.1 Tempat dan waktu penelitian	21
Tabel 3.2 Variasi campuran beton	33
Tabel 3.3 Jumlah semua sampel yang akan dibuat	34
Tabel 4.1 Data-data hasil penelitian kadar air agregat halus	40
Tabel 4.2 Data-data hasil penelitian kadar lumpur agregat halus	41
Tabel 4.3 Data-data hasil penelitian berat jenis dan penyerapan agregat halus	42
Tabel 4.4 Data-data hasil penelitian berat jenis dan penyerapan serbuk cangkang telur	43
Tabel 4.5 Data-data hasil penelitian berat jenis dan penyerapan abu sekam padi	44
Tabel 4.6 Perencanaan bahan campuran beton busa untuk 1 kali <i>mix</i> (3 sampel) pada kuat tekan	46
Tabel 4.7 Perencanaan bahan campuran beton busa untuk 1 kali <i>mix</i> (3 sampel) pada kuat tarik	49

Tabel 4.8 Data hasil pengujian kuat tekan beton ringan	54
Tabel 4.9 Rata-rata kuat tekan beton ringan	55
Tabel 4.10 Data hasil pengujian kuat tarik beton ringan	56
Tabel 4.11 Rata-rata hasil pengujian kuat tarik beton ringan	57

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Semen Andalas	23
Gambar 3.2 Agregat Halus	23
Gambar 3.3 Air	24
Gambar 3.4 <i>Foam Agent</i>	24
Gambar 3.5 <i>Chemical Admixture</i>	25
Gambar 3.6 Serat <i>Polypropylene</i>	25
Gambar 3.7 Abu Sekam Padi	26
Gambar 3.8 Serbuk Cangkang Telur	26
Gambar 3.9 Pengujian <i>Slump Flow</i>	36
Gambar 3.10 <i>Compression Testing Machine</i>	37
Gambar 3.11 Ilustrasi Pengujian Kuat Tekan	37
Gambar 3.12 Plat Penekan Kuat Tarik	39
Gambar 3.13 Pengujian Kuat Tarik Beton	39
Gambar 4.1 Grafik kuat tekan beton ringan umur 28 hari	55
Gambar 4.2 Grafik kuat tarik beton ringan umur 28 hari	58

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang Masalah

Pada umumnya beton busa dihasilkan dari penambahan cairan busa (*foam agent*) kedalam air pada rencana mix design beton. *Foam agent* berfungsi untuk menstabilkan gelembung udara selama proses pencampuran beton. Beberapa kelebihan penggunaan beton busa yaitu beton lebih ringan dari pada beton normal, kemampuan untuk mengalir, memadat dengan sendiri, perubahan dimensi yang rendah, tahan terhadap api, sedikit air yang diserap, mudah untuk di buat, isolato suara dan termal. Produk beton busa ini dapat digunakan dalam pembuatan beton untuk dinding, bata, dan konstruksi jalan.

Di Indonesia, limbah industri pangan seperti cangkang telur, abu sekam padi biasanya tidak dimanfaatkan dengan baik. Sebagian besar dibuang begitu saja hingga menumpuk dan menyebabkan bau yang tidak sedap serta menimbulkan sumber penyakit. Ketersediaan limbah yang terbuang begitu saja sangat banyak bahkan yang paling banyak dijumpai dan tidak akan pernah habis. Untuk itu perlu ada suatu perhatian yang serius dalam penanganan masalah limbah tersebut secara terpadu dan terarah.

Pemanfatan serat *polypropylene* dalam pembuatan beton busa dapat mengurangi terjadinya retak serta meningkatkan homogenitas beton dengan cara mengurangi terjadinya *bleeding*. Akan tetapi penambahan serat *polypropylene* juga mengurangi workability dari beton.

Di satu sisi sangat diperlukan suatu inovasi teknologi konstruksi yang dapat mengurangi eksploitasi alam dan dapat memanfaatkan kembali limbah-limbah industri pangan. Salah satu contoh upaya mengurangi dampak tersebut adalah memanfaatkan limbah industri pangan seperti abu sekam padi, cangkang telur, dan serta penambahan serat *polypropylene* dapat diolah sebagai alternatif bahan campuran pada pembuatan beton ringan. Sehingga dapat menghasilkan beton yang ramah lingkungan, lebih ekonomis dan akan dapat meningkatkan mutu bahan konstruksi.



Dengan pemanfaatan limbah abu sekam padi, serbuk cangkang telur sebagai bahan pengganti dalam penggunaan semen serta penambahan serat polypropylene diharapkan mampu menghasilkan produksi beton busa dengan kekuatan tarik belah yang baik. Maka dari itu peneliti mengambil judul “Analisis Pengaruh Bahan Tambah Serat *Polypropylene* Dengan Serbuk Cangkang Telur Dan Abu Sekam Padi Sebagai Pengganti Semen Sebagian Terhadap Kuat Tarik Beton Busa (*Foam Concrete*)” sebagai studi penelitian.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, maka penulisan merumuskan permasalahan dalam penelitian yang dilakukan sebagai berikut:

1. Bagaimana hasil kuat tarik beton busa dengan penambahan serat *polypropylene*, abu sekam padi, dan serbuk cangkang telur?
2. Bagaimana hasil perbandingan persentase kuat tarik beton busa normal terhadap beton busa dengan penambahan serat *polypropylene*, abu sekam padi, dan serbuk cangkang telur?
3. Bagaimana pengaruh dari penambahan serat *polypropylene*, abu sekam padi, dan serbuk cangkang telur sebagai pengganti semen sebagian pada beton busa?

## **1.3. Ruang Lingkup Penelitian**

Pada penelitian ini permasalahan penelitian dibatasi pada:

1. Jenis beton ringan yang akan diteliti adalah Beton Busa (*Foam Concrete*).
2. Karakteristik beton busa yang diuji adalah kuat tekan dan kuat tarik dari hasil eksperimen.
3. Bahan tambah yang digunakan adalah serat *polypropylene* dengan abu sekam padi dan cangkang telur sebagai pengganti semen sebagian.
4. Serat *polypropylene* yang digunakan dapat meningkatkan nilai kuat tarik dari beton.
5. Tinjauan kimia, pengaruh suhu, angin, dan kelembaban udara tidak dibahas secara mendalam dalam penelitian ini.

#### **1.4. Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Mengetahui nilai kuat tarik beton busa terhadap bahan tambah serat *polypropylene* dengan abu sekam padi dan serbuk cangkang telur yang optimum.
2. Mengetahui perbandingan persentase kuat tarik beton busa dengan menggunakan serat *polypropylene*, abu sekam padi, dan serbuk cangkang telur dengan variasi campuran 10%, 15%, dan 20%.
3. Untuk mengetahui pengaruh penambahan serat *polypropylene* dengan abu sekam padi dan serbuk cangkang telur sebagai pengganti semen sebagian.

#### **1.5. Manfaat Penelitian**

1. Menghasilkan material konstruksi beton yang baru dan ramah lingkungan.
2. Memanfaatkan bahan limbah industri pangan seperti cangkang telur, abu sekam padi, untuk meminimalisir pencemaran udara.
3. Dapat meningkatkan pemahaman dalam menganalisa data untuk mengetahui kuat tarik beton busa dari hasil yang dikaji secara umum.
4. Apabila penelitian ini berhasil, diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan untuk tahap selanjutnya, baik itu penggunaan pelaksanaan di lapangan maupun dilakukan penelitian lebih lanjut kedepannya.

#### **1.6. Metodologi Penulisan**

Untuk penulisan tugas akhir dengan judul “Analisis Pengaruh Bahan Tambah Serat *Polypropylene* Dengan Serbuk Cangkang Telur Dan Abu Sekam Padi Sebagai Pengganti Semen Sebagian Terhadap Kuat Tarik Beton Busa (*Foam Concrete*)” ini tersusun dari 5 bab dan tiap-tiap bab terdiri dari beberapa pokok bahasan dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

#### **BAB 1 PENDAHULUAN**

Membahas tentang latar belakang, tujuan penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, 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 Busa

Sejarah beton busa kembali ke awal 1920-an dan produksi diautoklaf beton aerasi, yang digunakan terutama sebagai isolasi. Sebuah studi rinci mengenai komposisi, sifat fisik dan produksi beton berbuis pertama kali dilakukan pada 1950-an dan 60-an. Setelah penelitian ini, baru *admixtures* dikembangkan pada 1970-an dan awal 80-an, yang menyebabkan penggunaan komersial beton berbuis dalam proyek konstruksi. Awalnya, itu digunakan di Belanda untuk mengisi kekosongan dan untuk stabilisasi tanah. Penelitian lebih lanjut dilakukan di Belanda membantu membawa tentang penggunaan lebih luas beton busa sebagai bahan bangunan.

Menurut (Gunawan, Wibowo, & Primasatya, 2014) beton ringan *foam* merupakan beton yang dibuat tanpa adanya agregat kasar dan penerapan teknologi *foam* dengan adanya penambahan *foam agent* (cairan busa) sehingga beton menjadi ringan tidak seperti beton normal yang memiliki berat jenis tinggi. Beton sangat baik dalam menahan desak namun lemah terhadap tarikan sehingga untuk memperkuat beton pada bagian elemen yang mengalami lenturan diperlukannya perkuatan tahanan tarik dengan menambahkan serat pada beton yang menjadikan kuat lentur beton semakin tinggi.

Beton busa tidak memerlukan pemadatan, hal ini diakibatkan karena beton busa dapat mengalir dengan mudah untuk mengisi rongga-rongga yang tidak teratur. Berat jenis yang dihasilkan berkisar  $400 - 1600 \text{ kg/m}^3$ , memiliki kuat tekan berkisar  $1-25 \text{ N/mm}^2$  pada 28 hari. Proses pengerasan pada beton busa membutuhkan waktu 24 jam.

Ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk mengurangi berat jenis beton atau membuat beton lebih ringan, antara lain adalah sebagai berikut: (Afifuddin, Abdullah, & Huzaim, 2010)

1. Dengan membuat gelembung-gelembung gas/udara dalam adukan semen sehingga terjadi banyak pori-pori udara di dalam betonnya.

2. Dengan menggunakan agregat ringan, misalnya tanah liat bakar, batu apung atau agregat buatan sehingga beton yang dihasilkan akan lebih ringan daripada beton biasa.
3. Dengan cara membuat beton tanpa menggunakan butir-butir agregat halus atau pasir yang disebut sebagai beton non pasir.

Pembahasan beton busa yang telah dilakukan oleh para peneliti dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Hasil penelitian beton busa yang telah dilakukan sebelumnya.

No	Nama, Tahun	Bahan/Cara	Hasil
1	Eksperimen Pembuatan Beton Ringan dengan Penambahan Abu Sinabung dan Silica Fume pada Beton Foam untuk Keperluan Struktural (Stanley, 2018)	Penambahan Abu Sinabung dan Silica Fume pada Beton Foam untuk Keperluan Struktural.	Pada kadar foam agent 10% terjadi peningkatan kuat tekan sebesar 12% dengan penambahan abu vulkanik gunung Sinabung dan 7,1% dengan penambahan Silica fume. Sedangkan pada kadar foam agent 20% terjadi peningkatan kuat tekan sebesar 15,8% dengan penambahan abu vulkanik gunung Sinabung dan 15,4% dengan penambahan Silica fume.
2	Pengaruh Penambahan Serat Aluminium Pada Beton Ringan Dengan Teknologi Foam Terhadap Kuat Tekan , Kuat Tarik Foam Terhadap Kuat Tekan , Kuat Tarik (Gunawan et al., 2014)	Beton ringan foam dengan bahan tambah serat aluminium.	Nilai kuat lentur rata-rata pada beton ringan foam tanpa serat sebesar 1.04 MPa, sedangkan pada beton ringan foam berserat aluminium dengan persentase serat 0.25%; 0.5%; dan 1% secara berurutan sebesar 1.32 MPa; 1.62 MPa dan 1.08 MPa. Nilai toughness rata-rata pada beton ringan foam tanpa serat sebesar 0.66 kNmm, sedangkan pada beton ringan foam berserat aluminium dengan persentase serat 0.25%; 0.5%; dan 1% secara berurutan sebesar 0.91 kNmm; 1.14 kNmm dan 0.69 kNmm. Nilai stiffness rata-rata beton ringan berserat aluminium dengan persentase serat 0%, 0.25%, 0.5%, dan 1% secara berturut - turut adalah 5.04 kN/mm; 5.91 kN/mm; 7.24 kN/mm dan 5.89 kN/mm.

Tabel 2.1. Lanjutan.

No	Nama, Tahun	Bahan/Cara	Hasil
3	Penggunaan Foam Agent Dalam Pembuatan Bata Beton Ringan (Simbolon, 2014)	Penggunaan Foam Agent Dalam Pembuatan Bata Beton Ringan.	Kuat tekan sebesar 17,422 kg/cm <sup>2</sup> ; 14,756 kg/cm <sup>2</sup> dan 9,778 kg/cm <sup>2</sup> dengan berat masing - masing sebesar 2,510 kg ; 2,748 kg dan 2,808 kg
4	Pengaruh Penambahan Foam Agent Pada Pembuatan Beton Busa (Tinjauan Terhadap Densitas, Kuat Tekan Dan Water Absorption) (Susanto, Arief, Muhammad Reza, 2016).	Pengaruh penambahan <i>foaming agent</i> pada beton busa.	Pelaksanaan pengujian dilakukan pada umur 28 hari. Berdasarkan hasil penelitian ini didapatkan nilai densitas pada variasi 2%, 3%, dan 4% secara berurutan sebesar 1975 kg/m <sup>3</sup> ; 1781kg/m <sup>3</sup> ; 1613 kg/m <sup>3</sup> .
5	Pengaruh Penambahan Foam Agent Dan Serat Ijuk Pada Kuat Tarik Beton Busa (Ningsih, Perti Ayu Widya, 2016)	Pengaruh penambahan <i>foam agent</i> dan serat ijuk pada kuat Tarik belah beton busa.	Hasil pengujian nilai kuat tekan dan kuat tarik belah beton busa diperoleh nilai optimum pada variasi campuran foam agent 1% dan serat ijuk 2% pada umur perawatan 28 hari dengan nilai kuat tekan sebesar 19.73 MPa masuk dalam kategori kelas mutu-I dan nilai kuat tarik belah sebesar 1.897 MPa.
6	Pemanfaatan Abu Ampas Tebu Dalam Pembuatan Beton Busa Ringan (Nugroho, Rahman Saleh, Rawamangun Muka, & Timur Surel, 2017)	Abu ampas tebu dalam pembuatan beton busa ringan	Kuat tekan beton busa ringan dengan menggunakan abu ampas tebu sebesar 12% menghasilkan kuat tekan terbesar yaitu sebesar 1,9 MPa dapat digunakan sebagai bahan nonstruktur seperti dinding rumah atau bata busa ringan (bata foam).
7	Karakteristik Beton Busa Menggunakan Abu Cangkang Kerang Hijau Sebagai Bahan Penganti Semen Portland (Nugroho, 2016)	Beton busa menggunakan abu cangkang kerak hijau sebagai bahan pengganti Semen Portland	Beton busa dengan dengan persentase cangkang kerang hijau 7.5% menghasilkan kuat tekan 1,54 MPa dapat digunakan sebagai bahan non struktur seperti dinding rumah atau batafoam.

### **2.1.1. *Foam Agent***

Penggunaan *foaming agent* bertujuan untuk memperoleh berat jenis beton yang lebih ringan. *Foam agent* adalah suatu larutan pekat dari bahan surfaktan, dimana apabila hendak digunakan harus dilarutkan dengan air. Surfaktan adalah zat yang cenderung terkonsentrasi pada antarmuka dan mengaktifkan antarmuka tersebut. dengan membuat gelembung-gelembung/udara dalam adukan semen, dengan demikian akan terjadi banyak pori-pori udara di dalam betonnya. (Setiadji & Husin, 2008)

Salah satu konsep dari beton busa adalah mengurangi kepadatan yang terdapat dalam suatu sampel didalam volume yang sama, artinya berat benda tersebut menjadi berkurang akibat kepadatannya berkurang akan tetapi volume benda tersebut tetap sama. Penelitian ini menggunakan zat kimia berupa *foaming agent*. Zat ini memiliki fungsi sebagai pengisi rongga dalam campuran pengecoran sehingga bobot bahan pengecoran yang telah dicampurkan dan ditambah *foaming agent* menjadi lebih ringan.

*Foam agent* merupakan bahan yang dapat digunakan untuk pembuatan beton ringan atau bata ringan. Menurut ASTM C 869-91, 1. *Scope*, *foam agent* diformulasikan khusus untuk membuat busa yang digunakan dalam produksi beton seluler.

Komponen utama penyusun dari *foaming agent* adalah *Alcohol* dan *Sulfuric Ester*. Zat tersebut sangat baik untuk digunakan dalam pembuatan beton ringan ataupun bata ringan. Perbandingan pemakaian airnya 1:20 s/d 1:39.

### **2.2. Serat *Polypropylene***

Serat *Polypropylene* merupakan bahan dasar yang umum digunakan dalam memproduksi bahan – bahan yang terbuat dari plastik. Pertama kali fiber digunakan dalam industri tekstil karena harganya murah dan dapat menghasilkan produk yang berkualitas. Material ini berbentuk filamen-filamen yang ketika dicampurkan dalam adukan beton untaiannya akan terurai. Serat jenis ini dapat meningkatkan kuat tarik dan tekan beton. (Kartini, 2007)



Maksud utama penambahan serat ke dalam beton adalah untuk menambah kuat tarik beton, mengingat kuat tarik beton yang sangat rendah. Kuat tarik yang sangat rendah berakibat beton mudah retak, yang pada akhirnya dapat mengurangi keawetan beton. Dengan adanya serat, ternyata beton menjadi lebih tahan retak dan tahan benturan jika masalah penyerapan energi diperlukan. Perlu diperhatikan bahwa pemberian serat tidak banyak menambah kuat tekan beton, namun hanya menambah daktilitas

Serat *polypropylene* merupakan senyawa hidrokarbon dengan rumus kimia  $C_3H_6$  yang berupa filamen tunggal ataupun jaringan serabut tipis yang berbentuk jala dengan ukuran panjang antara 6 mm sampai 50 mm dan memiliki diameter 90 mikron. Kadar serat *polypropylene* yang sering digunakan adalah sebesar  $900 \text{ gr/m}^3$  beton. (Adianto & Joewono, 2006). Karakteristik umum dari serat *polypropylene* yang dipakai dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2. Karakteristik Serat *Polypropylene*.

Karakteristik	Serat <i>Polypropylene</i>
Bentuk	Jaringan serabut tipis yang berbentuk jala
Diameter Serat	90 mikron
Panjang Serat	19 mm
Berat Jenis	0,9 gr
Kekuatan Tarik	$5600 \text{ kg/cm}^2$
Modulus Elastisitas	$35000 \text{ kg/cm}^2$
Penyerapan Air	Nihil
Titik Leleh	$170^\circ\text{C}$
Ketahanan Asam dan Garam	Baik
Ketahanan Alkali	Baik
Permukaan Beton	Berambut

Sumber: (Adianto & Joewono, 2006)

Penggunaan serat muncul berbagai inovasi yang bertujuan untuk memperbaiki sifat tertentu dari beton. Salah satunya adalah perkembangan penggunaan serat pada campuran beton.. Percobaan hasil penelitian beton ringan yang telah dilakukan oleh para peneliti menggunakan serat *polypropylene* dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3. Hasil penelitian beton ringan menggunakan tambahan serat *polypropylene* yang telah dilakukan sebelumnya.

No	Nama, Tahun	Bahan/Cara	Hasil
1	Studi Penggunaan Serat Polypropylene, Catalyst, Monomer Dan Kapur Sebagai Substitusi Material Penyusun Beton Ringan Seluler (Cahyaka, Wibowo, Handayani, Wiyono, & Santoso, 2018)	Pengaruh penambahan serat <i>polypropylene</i> sebagai alternatif pembuatan beton ringan seluler.	Kuat tekan pada umur 28 hari 0% = 2,37 MPa 0,25% = 2,41 MPa 0,5% = 2,70 MPa 0,75 =2,81 MPa 1% = 2,44 MPa
2	Studi Penggunaan Catalyst, Monomer, Fly Ash Dan Penambahan Serat Polypropylene Sebagai Alternatif Pembuatan Beton Ringan Seluler (Sari & Imaduddin, 2018)	Studi penggunaan serat <i>polypropylene</i> , <i>catalyst</i> , monomer dan kapur sebagai substitusi material penyusun beton ringan seluler.	Kuat tekan pada umur 28 hari 0% = 2,26 MPa 0,25% = 2,34 MPa 0,5% = 2,40 MPa 0,75 =2,55 MPa 1% = 2,49 MPa
3	Pengaruh Hibridasi Antara Serat Baja Dan Polypropylene Pada Pembuatan Beton Mutu Normal Dengan Copper Slag Sebagai Substitusi Pasir (Ghofur, 2018)	Pengaruh hibridasi antara serat baja dan <i>polypropylene</i> pada pembuatan beton mutu normal dengan copper slag sebagai substitusi pasir.	Kuat tekan 0% = 21,96 MPa 2% = 21,11 Mpa 4% = 18,14 MPa 6% = 11,88 MPa

Tabel 2.3. Lanjutan.

No	Nama, Tahun	Bahan/Cara	Hasil
4	Pengaruh Penambahan <i>Polypropylene Fiber Mesh</i> Terhadap Sifat Mekanis Beton (Hasanr, Tatong, & Tole, 2013)	Pengaruh penambahan <i>polypropylene fiber mesh</i> terhadap sifat mekanis beton	<p>Kuat Tekan</p> <p>0 kg/m<sup>3</sup> = 20,59 MPa</p> <p>0,40 kg/m<sup>3</sup> = 20,84 MPa</p> <p>0,60 kg/m<sup>3</sup> = 21,56 MPa</p> <p>0,80 kg/m<sup>3</sup> = 20,74 Mpa</p> <p>Kuat Tarik</p> <p>0 kg/m<sup>3</sup> = 3,19 MPa</p> <p>0,40 kg/m<sup>3</sup> = 3,30 MPa</p> <p>0,60 kg/m<sup>3</sup> = 3,81 MPa</p> <p>0,80 kg/m<sup>3</sup> = 3,51 Mpa</p>
5	Penggunaan Serat <i>Polypropylene</i> Untuk Meningkatkan Kuat Tarik Belah Beton (Kartini, 2007)	Pengaruh penambahan serat <i>polypropylene</i> pada beton normal dan beton mutu tinggi terhadap kuat tarik belah beton	<p>Kuat Tarik Belah Beton Normal</p> <p>Umur 90 Hari</p> <p>0 kg/m<sup>3</sup> = 2,52 MPa</p> <p>0,3 kg/m<sup>3</sup> = 2,54 MPa</p> <p>0,6 kg/m<sup>3</sup> = 2,58 MPa</p> <p>0,9 kg/m<sup>3</sup> = 2,60 MPa</p> <p>Kuat Tarik Belah Beton Mutu Tinggi Umur 90 Hari</p> <p>0 kg/m<sup>3</sup> = 3,30 MPa</p> <p>0,3 kg/m<sup>3</sup> = 2,33 MPa</p> <p>0,6 kg/m<sup>3</sup> = 2,40 MPa</p> <p>0,9 kg/m<sup>3</sup> = 2,49 MPa</p>

### 2.3. Abu Sekam Padi

Abu sekam padi bisa menjadi satu bahan yang potensial di gunakan di Indonesia karena produksi yang tinggi dan penyebaran yang luas. Abu sekam padi didapatkan dari pembakaran sekam padi pada suhu tertentu yang dapat dipakai dalam campuran beton. Adapun fungsi abu sekam padi untuk beton, yaitu dapat menghasilkan kekuatan beton yang tinggi, mengurangi porositas beton, dan lebih ramah lingkungan. Nilai paling umum kandungan silika dari abu sekam padi adalah 94 – 96%, dengan *Pozzolanic Activity Index* 87% dan apabila mendekati atau dibawah 90% kemungkinan disebabkan oleh sampel sekam yang telah terkontaminasi dengan zat lain yang kandungan silikatnya rendah. Silika yang terdapat dalam sekam ada dalam bentuk amorf terhidrat.

Abu sekam padi memiliki sifat sebagai pengikat jika dicampur dengan air, disamping itu juga merupakan pengikat pasir. Pasir silika mempunyai sifat *hydrophilic*, yaitu sifat yang dimiliki sebuah material untuk menarik dan mengikat air pada permukaannya. Abu sekam padi merupakan material bersifat sebagai pengisi yang mengandung unsur-unsur bermanfaat dalam meningkatkan kuat tekan dan kuat tarik beton. (Tata & Sultan, 2016). Senyawa kimia yang terkandung pada abu sekam padi dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4. Komposisi kimia abu sekam padi. (Hadipramana et al., 2016)

Abu Sekam Padi	
Komponen	% Berat
CO <sub>2</sub>	0,10%
SiO <sub>2</sub>	89,90%
K <sub>2</sub> O	4,50%
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2,45%
CaO	1,01%
MgO	0,79%
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,47%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,46%
MnO	0,14%
S	0<LLD

Tabel 2.5. Hasil penelitian beton ringan anantara tambahan campuran abu sekam padi yang telah dilakukan sebelumnya.

No	Nama, Tahun	Bahan/Cara	Hasil
1	Pengaruh Penggunaan Abu Sekam Padi terhadap Sifat Mekanik Beton Busa Ringan (Nugroho, 2017)	Abu Sekam Padi terhadap Sifat Mekanik Beton Busa Ringan.	Persentase kadar abu sekam padi yang digunakan dalam penelitian ini adalah 0%, 10%, 15% dan 20% dari berat semen. Berat jenis yang dihasilkan oleh beton busa ringan sebesar 700 kg/m <sup>3</sup> . Kuat tekan terbesar didapat pada kadar abu sekam padi sebesar 15% dan 20% yaitu 1,45 MPa. Beton busa ringan tanpa menggunakan abu sekam padi menghasilkan kuat lentur terbesar yaitu sebesar 0,76 MPa.
2	Pengujian Kuat Tarik Belah Dan Kuat Tarik Lentur Beton Ringan Beragregat Kasar (Batu Apung) Dan Abu Sekam Padi Sebagai Substitusi Parsial Semen (Rahamudin, Manalip, & Mondoringin, 2016)	Pengujian kuat Tarik belah dan kuat Tarik lentur beton ringan beragregat kasar (batu apung) dan abu sekam padi sebagai substitusi parsial semen.	Hasil pengujian menghasilkan beton ringan dengan berat isi 1440 kg/m <sup>3</sup> , dengan kuat tekan beton maksimum sebesar 14,59 Mpa, kuat Tarik belah dan kuat Tarik lentur beton yaitu 1,61 Mpa dan 3,48 Mpa pada kadar substitusi parsial ASP sebesar 15% dari berat semen.
3	Perilaku Mekanik Beton Ringan Styrofoam Dengan Variasi Penambahan Abu Sekam Padi (Wibowo, 2019)	Perilaku mekanik beton ringan <i>Styrofoam</i> dengan variasi penambahan abu sekam padi.	Hasil percobaan kuat tekan beton kandungan <i>styrofoam</i> 10% dengan variasi abu sekam 15% yaitu rata rata sebesar 90,79 kg/cm <sup>2</sup> . Mengalami peningkatan sebesar 3,34%. Dari hasil percobaan kuat tekan beton kandungan <i>styrofoam</i> 30% dengan variasi abu sekam 15% yaitu sebesar 67,35 kg/cm <sup>2</sup> . Mengalami peningkatan sebesar 3,9%. Kuat lentur beton kandungan <i>styrofoam</i> 10% dengan variasi abu sekam 15% yaitu sebesar 3,21MPa meningkat sebesar 6%. Kuat lentur beton kandungan <i>styrofoam</i> 30% dengan variasi abu sekam 15% yaitu sebesar 2,79MPa meningkat sebesar 7%.

## 2.4. Serbuk Cangkang Telur

Cangkang telur kering mengandung sekitar 95% kalsium karbonat dengan berat 5,5 gram. Sementara itu, rerata dari cangkang telur mengandung 3% fosfor dan 3% terdiri atas magnesium, kalium, natrium, seng, mangan, besi dan tembaga.

Cangkang telur ayam diketahui memiliki kandungan  $\text{CaCO}_3$  yang cukup tinggi. Kandungan utama dalam cangkang telur adalah kalsium, magnesium karbonat dan protein. Kandungan cangkang telur yang sama pada semen menjadi alternatif bahan substitusi dalam campuran beton yang baru dan dapat diperbarui. Kandungan kimia yang terkandung dalam cangkang telur ayam disajikan pada Tabel 2.6.

Tabel 2.6 Kandungan Kimia pada Semen dan Cangkang Telur Ayam. (Alim, Sasmita, Fernando, & Sugiharto, 2018)

	Cement	Eggshell
$\text{SiO}_2$	22,8	0,08
$\text{Al}_2\text{O}_3$	6,6	0,04
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	4,1	0,02
$\text{CaO}$	62,5	53,6
$\text{MgO}$	2,7	0,01
$\text{Na}_2\text{O}$	0,4	0,13
$\text{K}_2\text{O}$	0,4	-
$\text{SO}_2$	2,5	0,61
Others	-	0,62

Pengujian serbuk cangkang telur menurut (Pliya & Cree, 2015), cangkang telur ayam kemudian akan dibersihkan lalu dihancurkan atau ditumbuk hingga menjadi bubuk berbutir halus dan disaring dengan ukuran yang dibutuhkan. Proses pembersihan dan penghancuran dilakukan agar mendapatkan zat calcite/kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) yang murni. Bubuk cangkang telur ayam yang sudah tersedia dipanaskan  $900^\circ\text{C}$  dalam waktu 1 jam sebelum digunakan sebagai material dalam pembuatan mortar beton. Bubuk cangkang telur ayam dipanaskan dengan suhu tinggi yakni  $900^\circ\text{C}$  agar kandungan kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) yang ada di dalam cangkang telur bisa terdekomposisi menjadi kalsium oksida ( $\text{CaO}$ ) dan karbon

dioksida (CO<sub>2</sub>). Hasil studi menunjukkan bahwa pada suhu antara 850°C - 870°C, reaksi dekomposisi CaCO<sub>3</sub> terjadi sangat cepat (Halikia, Zoumpoulakis, Christodoulou, & Prattis, 2001). Dengan terdekomposisinya kalsium karbonat (CaCO<sub>3</sub>) maka gas karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) akan terlepas dan meninggalkan molekul kalsium oksida (CaO) sehingga bubuk cangkang telur ayam memiliki kandungan zat yang sama dengan semen. Waktu yang diperlukan untuk melakukan pemanasan pada bubuk cangkang telur ayam yakni 1 jam.

Penambahan CaO pada semen dengan jumlah yang lebih tinggi mengakibatkan kandungan senyawa 3CaO.SiO<sub>2</sub>.3H<sub>2</sub>O di dalam semen meningkat sehingga kalsium hidroksida yang dilepaskan oleh semen ketika semen bereaksi dengan air bertambah pula. Semakin banyaknya kalsium hidroksida yang terbentuk, maka daya rekat semen akan berkurang sehingga struktur di dalamnya akan lemah dan mengakibatkan kuat tekannya rendah (Reni, Y, C., Hastuti, R., Darmawan, 2011). Dengan berkurangnya senyawa silikat karena bertambahnya bubuk cangkang telur ayam ini menyebabkan ketidak seimbangan yang terjadi pada campuran beton. Oleh karena itu, pada penelitian ini diperlukan penambahan abu sekam padi yang mengandung silika. Dapat dilihat pada Tabel 2.7 hasil penelitian serbuk cangkang telur sebagai campuran beton.

Tabel 2.7. Hasil penelitian beton ringan antara tambahan serbuk cangkang telur yang telah dilakukan sebelumnya.

No	Nama, Tahun	Bahan/Cara	Hasil
1	Penggunaan Limbah Cangkang Telur, Abu Sekam, dan Copper Slag Sebagai Material Tambahan Pengganti Semen (Fitriani, Muhamad Fathul M, & Farida, 2017)	Pengaruh penambahan serbuk cangkang telur sebagai material pengganti semen.	Dari hasil penelitian yang dilakukan didapat hasil rata-rata kuat tekan beton pada hari ke 3= 4,9 Mpa, hari ke 14= 10,8 Mpa , Hari ke 21= 14MPa



Tabel 2.7. *Lanjutan.*

No	Nama, Tahun	Bahan/Cara	Hasil
2	Pengaruh Akibat Adanya Bahan Substitusi Abu Cangkang Telur Sebagai Tambahan Semen Dan Kerak Boiler Sebagai Substitusi Pasir (Sitorus, Kardeni, Nursyamsi, n.d.)	Pengaruh akibat adanya bahan substitusi serbuk cangkang telur sebagai tambahan semen dan kerak boiler sebagai substitusi pasir.	Hasil kuat tekan pada hari 28 didapat nilai maksimum 20,08 Mpa dengan proporsi campuran CT 5% dan AKB 25%. Kuat tarik belah pada hari 28= 9,30 Mpa dengan proporsi campuran CT 7,5% dan AKB 25%.
3	Pengaruh Substitusi Parsial Semen Dengan Cangkang Telur Ayam Dan Fly Ash Pada Karakteristik Mortar Beton (Alim et al., 2018)	Pengaruh substitusi parsial semen dengan cangkang telur ayam dan <i>fly ash</i> pada karakteristik mortar beton.	Hasil kuat tekan umur 28 hari didapat nilai maksimal 58,67 Mpa dengan persentase SCT 5% dan FA 10% terjadi peningkatan terhadap perbandingan beton normal.

## 2.5. Kuat Tekan Beton

Kekuatan tekan adalah sifat mekanik yang paling penting dari setiap beton, termasuk beton ringan *foam*. Kekuatan tekan menurun secara eksponensial dengan pengurangan densitas beton ringan *foam*. Selain itu kerapatan beton, bentuk dan ukuran, metodeformasi pori, arah pemuatan, umur pengawetan, kadar air, karakteristik, bahan yang digunakan dan zat aditif tambahan akan mempengaruhi kekuatan beton ringan *foam*. Parameter lainnya seperti rasio semen-pasir dan airsemen, proses pengawetan, jenis dan ukuran partikel distribusi pasir dan jenis bahan pembusa yang digunakan dapat menjadi faktor yang mempengaruhi kekuatan beton ringan.

Syarat suatu beton ringan bisa digunakan untuk keperluan berdasarkan tujuan konstruksi sudah diatur dalam SNI 03-3449-2002 dengan memerlukan data kuat tekan beton dan berat isinya. Pada SNI 03-3449-2002 beton ringan bisa

diklasifikasikan kedalam 3 bagian menurut kuat tekan (Mpa) dan berat isi (kg/m<sup>3</sup>) beton tersebut, dapat dilihat pada Tabel 2.8.

Tabel 2.8. Syarat kekuatan beton ringan berdasarkan tujuan konstruksi. ( SNI 03-3449-2002)

Konstruksi Bangunan		Beton Ringan	
		Kuat Tekan (Mpa)	Berat Isi (kg/m <sup>3</sup> )
Struktural	Minimum	17,24	1400
	Maksimum	41,36	1850
Struktural Ringan	Minimum	6,89	800
	Maksimum	17,24	1400
Struktural Sangat Ringan	Minimum	-	-
	Maksimum	-	800

Adapun metode pengujian kuat tekan beton menurut SNI 1974-2011 “Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Uji Silinder”. Metode ini dimaksudkan sebagai pegangan dalam pengujian ini untuk menentukan kuat tekan (*compressive strength*) beton dengan benda uji berbentuk silinder yang dibuat dan perawatan (*curing*) di laboratorium. Beban yang bekerja akan didistribusikan secara merata dan kontiniu melalui titik berat sepanjang sumbu longitudinal dengan tegangan yang dihasilkan. Kuat tekan masing-masing benda uji ditentukan oleh tegangan tekan tertinggi ( $f'c$ ) yang dicapai benda uji umur 28 hari akibat beban tekan selama percobaan. Pengujian kuat tekan dapat dihitung dengan rumus 2.1:

$$f'c = \frac{P}{A} \quad (2.1)$$

Dimana:  $f'c$  = Kuat tekan (N/mm<sup>2</sup>)

P = Gaya tekan maksimum (N)

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

Menurut ASTM C-39 (1993), pengujian kuat tekan beton memiliki toleransi waktu yang telah diatur sedemikian rupa sehingga diharapkan pada saat melakukan

pengetesan, tidak melebihi atau kurang dari waktu yang telah ditentukan, sesuai dengan Tabel 2.9.

Tabel 2.9. Toleransi waktu agar pengujian kuat tekan tidak keluar dari batasan waktu yang telah ditoleransikan. (ASTM C-39, 1993).

Umur Pengujian	Toleransi Waktu yang Diizinkan
24 jam	0,5 jam atau 2,1 %
3 hari	2 jam atau 2,8 %
7 hari	6 jam atau 3,6 %
28 hari	20 jam atau 3,0 %
90 hari	48 jam atau 2,2 %

## 2.6. Kuat Tarik Beton

Pengujian kuat tarik beton pada penelitian ini berdasarkan SNI 03-2491-2002. Pengujian bertujuan untuk mengetahui besarnya beban maksimal yang mampu ditahan oleh benda uji. Pengujian dilakukan pada beton yang berumur 28 hari setelah proses perawatan (perendaman benda uji).

Kekuatan tarik biasanya ditentukan dengan menggunakan percobaan pembebanan silinder (*the split-cylinder*) menurut ASTM C496-71 dimana benda uji silinder beton yang diletakkan pada arah memanjang di atas alat penguji kemudian beban tekan diberikan merata arah tegak dari atas pada seluruh panjang silinder. Apabila kuat tarik terlampaui, benda uji terbelah menjadi dua bagian dari ujung ke ujung.

Penelitian yang dilakukan oleh (Hasanr et al., 2013) pada pengujian kuat tarik belah beton dengan penambahan serat *polypropylene* pada adukan beton dapat meningkatkan kuat tekan beton. Kuat tekan beton yang optimum pada beton serat dengan dosis 0,60 kg/m<sup>3</sup> pada umur 28 hari sebesar 29,17 MPa atau mengalami peningkatan sebesar 3,62% dari beton normalnya. Serta penambahan serat *polypropylene* pada adukan beton dapat meningkatkan kuat tarik belah beton. Kuat tarik belah beton yang optimum pada beton serat dengan dosis 0,65 kg/m<sup>3</sup> pada umur 28 hari sebesar 3,842 MPa atau mengalami peningkatan sebesar 20,44% dari beton normalnya.

Hasil penelitian yang telah dilakukan oleh (Kartini, 2007) dengan menggunakan bahan tambah serat *polypropylene* terjadi peningkatan kuat tarik

belah yang paling optimum untuk FAS 0,55 yaitu 2,60 Mpa dengan kenaikan sebesar 3,17 % dengan menggunakan variasi serat *polypropylene* 0,9 Kg/cm<sup>2</sup> dibandingkan beton tanpa serat *polypropylene*. Dan peningkatan kuat tarik belah yang paling optimum untuk FAS 0,35 yaitu 3,49 Mpa dengan kenaikan sebesar 5,76 % dengan menggunakan variasi fiber 0,9 kg/cm<sup>2</sup>. Beton yang menggunakan *polypropylene fiber* sebagai bahan tambah dalam campuran beton dapat digunakan karena memberikan hasil peningkatan kuat tarik belah yang jauh lebih baik dibandingkan dengan beton yang tidak menggunakan polypropylene fiber.

Menurut (Pane, Tanudjaja, & Windah, 2015) kuat tarik beton biasanya 8%-15% dari kuat tekan beton, kekuatan tarik adalah suatu sifat yang penting yang mempengaruhi perambatan dan ukuran dari retak didalam struktur. Kekuatan tarik biasanya ditentukan dengan menggunakan percobaan pembebanan silinder, dimana silinder yang ukurannya sama dengan benda uji dalam percobaan kuat tekan diletakkan pada sisinya di atas mesin uji dan beban tekan P dikerjakan secara merata dalam arah diameter disepanjang benda uji.

Kekuatan tarik beton relatif rendah, kira-kira 10%-15% dari kekuatan tekan beton, kadang-kadang 20%. Kekuatan ini lebih sukar untuk diukur dan hasilnya berbeda-beda dari satu bahan percobaan ke bahan percobaan yang lain dibandingkan untuk silinder-silinder tekan. Rumus yang digunakan untuk perhitungan kuat tarik belah beton adalah:

$$f't = \frac{2P}{\pi DL} \quad (2.2)$$

Keterangan:  $f't$  = kuat tarik belah beton (MPa )

P = beban maksimum (N)

L = tinggi silinder beton (mm)

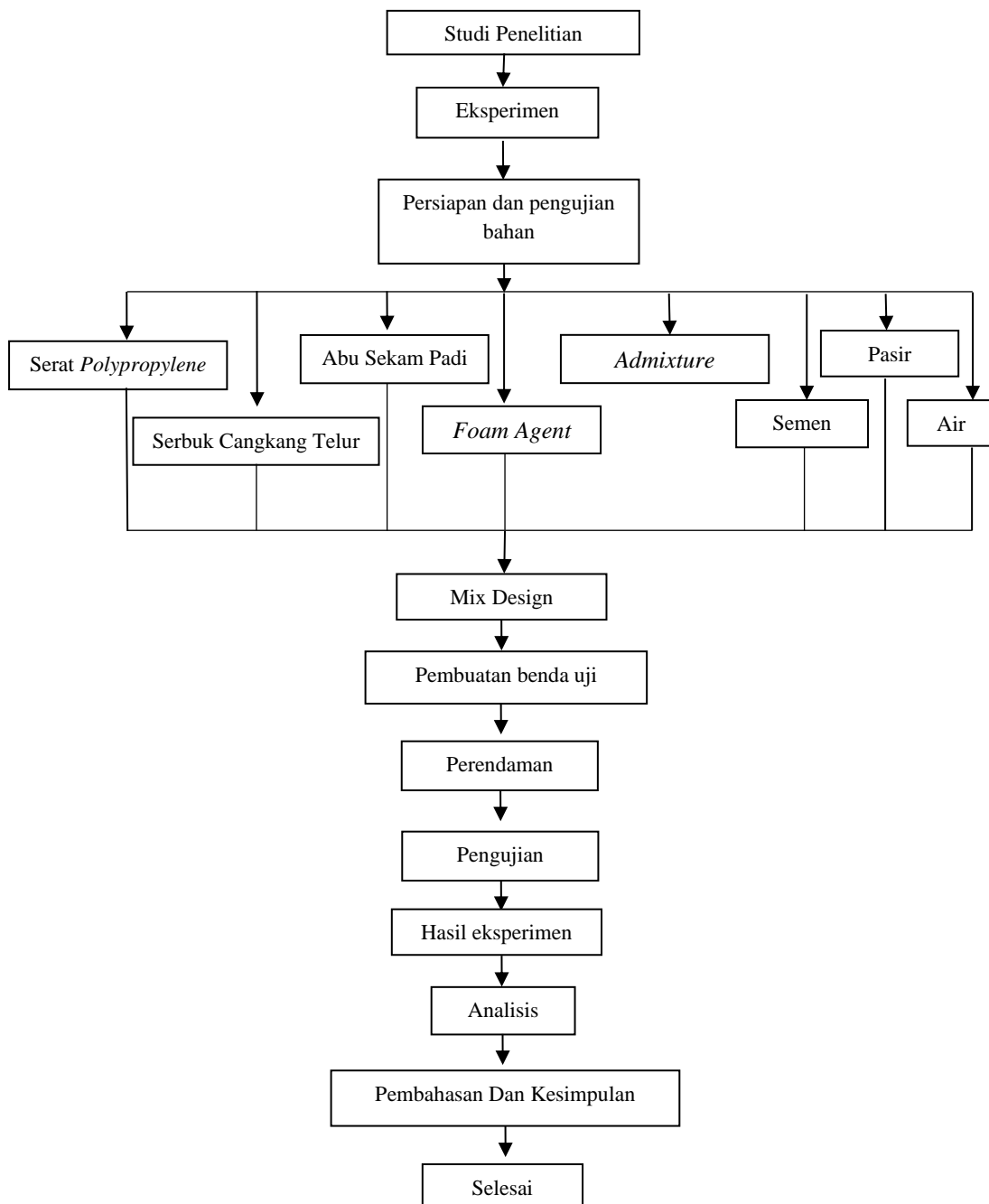
D = diameter silinder beton (mm)

## BAB 3

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1. Diagram Alir Penelitian

Langkah-langkah yang akan digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat sebagai berikut:



### 3.3.1. Metodologi Penelitian

Sebagai acuan dalam penyelesaian tugas akhir ini tidak terlepas dari data-data pendukung. Data pendukung diperoleh dari:

1. Data primer

Data yang diperoleh dari hasil perhitungan di laboratorium seperti:

- a. Analisa saringan agregat halus.
- b. Berat jenis dan penyerapan.
- c. Pemeriksaan berat isi agregat halus.
- d. Pemeriksaan kadar air agregat halus.
- e. Pemeriksaan kadar lumpur.
- f. Perbandingan dalam campuran beton ringan.
- g. Kekentalan adukan beton segar (*slump flow*).
- h. Uji kuat tekan beton.
- i. Uji kuat tarik beton.

2. Data sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari beberapa buku yang berhubungan dengan teknik beton (literatur), jurnal terdahulu yang telah melakukan pengujian beton busa dan konsultasi langsung dengan dosen pembimbing di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Data teknis mengenai SNI 03-3449-2002, PBI (Peraturan Beton Indonesia), ASTM C33 (1985) serta buku-buku atau literatur sebagai penunjang guna untuk memperkuat suatu penelitian yang dilakukan.

### 3.2. Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat dan waktu penelitian diuraikan kedalam Tabel 3.1.

Tabel 3.1. Tempat dan waktu penelitian.

No	Kegiatan	Tempat	Waktu
1	Persiapan alat dan bahan	Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara	Maret 2020

Tabel 3.1. *Lanjutan.*

No	Kegiatan	Tempat	Waktu
2	Proses penimbangan bahan-bahan sampel yang akan diuji	Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara	Juli 2020
3	Proses pembuatan sampel beton	Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara	Agustus 2020
4	Proses perendaman sampel beton	Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara	Agustus 2020
5	Proses pengangkatan benda uji setelah direndam	Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara	September 2020
6	Proses pengujian kuat tekan dan kuat tarik	Laboratorium Teknologi Beton USU	September 2020

### 3.3. Bahan dan Peralatan

#### 3.3.1. Bahan

Komponen bahan pembentuk beton busa yang digunakan yaitu:

##### 1. Semen

Berdasarkan SNI 2049-2015 tentang spesifikasi *Semen Portland, Portland Composite Cement (PCC)* didefinisikan sebagai pengikat hidrolis hasil penggilingan bersama-sama klinker semen Portland dan gypsum dengan satu atau lebih bahan anorganik, atau hasil pencampuran antara bubuk semen Portland dengan bubuk bahan organik lain. Bahan anorganik antara lain pozzolan, senyawa silikat, batu kapur dengan kadar total bahan anorganik 6-35% dari massa semen.

Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah Semen Andalas PPC (*Portland Pozzolan Cement*) sesuai SNI 15-0302-2004.



Gambar 3.1 Semen Andalus

## 2. Agregat Halus

Agregat halus yang digunakan di ambil di daerah Binjai, Jalan.Megawati. Agregat halus yang akan digunakan harus memiliki ukuran butirannya kurang atau sama dengan 4,75 mm.( No. 4 ASTM C33).



Gambar 3.2 Agregat Halus

## 3. Air

Air yang digunakan diambil dari air bersih berasal dari PDAM Tirtanadi di Laboratorium Teknik Sipil UMSU. Air diperlukan pada pembuatan beton agar terjadi reaksi kimiawi dengan semen yang menyebabkan pengikatan dan berlangsungnya pengerasan, untuk membasahi agregat dan untuk melumas butir-butir agregat agar dapat mudah dikerjakan dan dipadatkan (SNI 7974-2013).

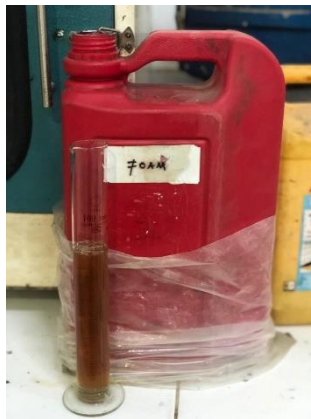




Gambar 3.3 Air

#### 4. *Foam Agent*

*Foam Agent* dibeli di toko bahan kimia. Perbandingan pemakaian 1:40 terhadap air. Merek *foam agent* yang digunakan pada penelitian ini adalah Amphitol 20B (CAPB) *Agl-chemicals*. Standart yang digunakan pada penggunaan *Foaming agent* adalah ASTM C 869 “Spesifikasi *Foaming Agent* Dalam Pembuatan Busa Untuk Beton Selular”.



Gamabar 3.4 *Foam Agent*

#### 5. *Chemical Admixture*

*Chemical admixture* yang digunakan pada penelitian ini adalah Sika Visconcrete 3115N. Penggunaan *Chemical admixture* menggunakan standart ASTM C 494 “Spesifikasi *Chemical Admixture* Untuk Beton”.



Gambar 3.5 *Chemical Admixture*

#### 6. Serat *Polypropylene*

Pada penelitian ini serat *polypropylene* berupa filamen tunggal ataupun jaringan serabut tipis yang berbentuk jala dengan ukuran panjang antara 6 mm sampai 50 mm dan memiliki diameter 90 mikron. Jenis serat ini didesain untuk mengurangi terjadinya retak pada beton akibat *plastic shrinkage*, tetapi juga tidak menutup kemungkinan dapat meningkatkan kekuatan beton, baik itu berupa kuat tarik maupun kuat tekan beton. Serat *polypropylene* yang digunakan pada campuran beton busa adalah konstan sebanyak 1,5% dari berat pasir. Dalam penelitian ini digunakan serat *polypropylene* yang diproduksi oleh Sika atau lebih dikenal dengan istilah *sikafibre*.



Gambar 3.6 Serat *Polypropylene*

#### 7. Abu sekam padi

Abu sekam padi yang digunakan diambil dari Kilang Padi Tanjung Selamat, Jl. Besar Tj. Selamat, Tj. Anom, Kec. Pancur Batu, Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara 20351. Abu sekam padi yang dipilih adalah sekam padi yang telah mengalami pembakaran selama  $\pm 30$  hari sehingga abu sekam padi benar-benar cocok untuk di campurkan pada campuran beton. Abu sekam padi yang digunakan sebagai pengganti semen adalah abu sekam yang lolos saringan No.100.



Gambar 3.7 Abu Sekam Padi

#### 8. Serbuk Cangkang Telur

Cangkang telur yang digunakan adalah cangkang telur yang diambil dari pedagang makanan kaki lima dan industri roti di sekitar Kota Medan. Cangkang telur akan dibersihkan terlebih dahulu, kemudian di jemur di bawah sinar matahari sampai cangkang telur mengering dan setelah itu menghaluskan cangkang telur hingga menjadi serbuk halus dengan lolos saringan No.50.



Gambar 3.8 Serbuk Cangkang Telur

### 3.3.2. Peralatan

Peralatan yang digunakan di dalam penelitian ini antara lain:

1. Saringan agregat halus (pasir) No.4
2. Saringan untuk Serbuk Cangkang Telur (SCT) No.50
3. Saringan untuk Abu Sekam Padi (ASP) No. 100
4. Satu set alat *Slam flow test*
5. Oven
6. Timbangan digital
7. Ember
8. Cetakan benda uji silinder
9. Sekop tangan
10. Piknometer
11. Pan
12. Gelas ukur
13. Plastik 10kg
14. Kuas
15. Meteran
16. Mesin pengaduk beton (*mixer*)
17. Mesin pengaduk *foam agent* (bor)
18. Sarung tangan
19. Masker
20. Bak perendam
21. Plat penekan kuat tarik
22. *Digital Compression Machine*

### 3.4. Persiapan Penelitian

Penelitian dimulai setelah mendapatkan persetujuan secara tertulis dari Ketua Prodi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Selanjutnya dilakukan Studi Literatur, seperti mencari referensi pada penelitian terdahulu, informasi kandungan dalam bahan tambahan, nilai persentase yang akan yang digunakan serta acuan dalam melakukan penelitian dan memperhatikan tahapan-

tahapan dalam pencampuran beton busa agar mendapatkan hasil yang efisien. Karena hasil penelitian ini yang akan dijadikan sebagai data-data pendukung dalam penyelesaian tugas akhir.

Setelah seluruh material berada di lokasi penelitian, maka material dipisahkan berdasarkan jenisnya untuk mempermudah dalam tahapan-tahapan penelitian yang akan dilaksanakan dan juga agar material tidak tercampur dengan bahan-bahan yang lain sehingga mempengaruhi kualitas material.

### **3.5. Metode Penelitian**

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental yang dilakukan laboratorium yaitu dengan membuat beton ringan *foam* tanpa agregat kasar dengan menambahkan serat *polypropylene*, abu sekam padi dan serbuk cangkang telur dengan variasi campuran sebanyak 0%, 10%, 15% dan 20% dari berat semen. Benda uji yang digunakan berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Tahap-tahap penelitian yang dilakukan yaitu:

1. Mempersiapkan material sesuai dengan kebutuhan yang diperlukan selama penelitian.
2. Menganalisa material yang digunakan, dengan keperluan data-data yang diperlukan untuk penelitian.
3. Merencanakan campuran (*Mix Design*) dengan menggunakan faktor air semen (FAS) 0,55 serta menggunakan serat *polypropylene* sebanyak 1,5% dari berat pasir.
4. Dari *mix design* akan didapatkan data-data proporsi mengenai kuat tekan dan kuat tarik beton busa pada umur 28 hari yang kemudian data – data tersebut di analisa.
5. Dari analisa data diatas akan didapatkan kombinasi antara *filler* dalam campuran beton yang terbaik untuk dijadikan sebagai bahan tambah dalam campuran beton.

### **3.6. Pemeriksaan Agregat**

Di dalam pemeriksaan agregat yaitu agregat halus dilakukan di Laboratorium mengikuti panduan dari SNI tentang pemeriksaan agregat serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Penelitian ini meliputi beberapa pemeriksaan diantaranya:

1. Pemeriksaan kadar air.
2. Pemeriksaan kadar lumpur.
3. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat halus.
4. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan ASP.
5. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan serbuk cangkang telur.

#### **3.6.1. Kadar Air Agregat Halus**

Pengujian kadar air dalam rancangan campuran beton kondisi agregat harus dalam keadaan kering permukaan atau jenuh (*Saturated Surface Dry Condition /SSD*). Kadar air yang dikandung agregat dapat mempengaruhi nilai kuat tekan beton.

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C 566 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik UMSU tentang kadar air agregat halus.

Langkah-langkah pengerjaan pengujian pada kadar air agregat halus:

1. Menyiapkan alat dan bahan yang akan diuji.
2. Mengambil contoh bahan sebagian untuk mewakili jumlah besar bahan yang akan digunakan.
3. Memasukkan contoh kedalam wadah lalu ditimbang.
4. Mengeringkan contoh bahan sampai berat konstan kedalam oven selama  $\pm 24$  jam dengan suhu  $\pm 105^{\circ}\text{C}$ .
5. Mengeluarkan contoh bahan dari oven untuk mendinginkan dalam suhu ruang kemudian ditimbang.
6. Melakukan percobaan diatas sebanyak 3 kali.

### **3.6.2. Kadar Lumpur Agregat Halus**

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C 142 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum. Pemeriksaan kadar lumpur agregat halus dilakukan dengan mencuci sampel dengan menggunakan air, kemudian disaring dengan menggunakan Saringan No. 200, persentase yang didapat dihitung dari pembagian berat kotoran agregat yang lolos saringan dibagi dengan berat contoh awal sampel, kemudian membuat hasilnya di dalam persentase.

Langkah-langkah pengerjaan pengujian pada kadar lumpur agregat halus:

1. Menyiapkan alat dan bahan.
2. Mengambil contoh bahan, lalu diayak dengan saringan No.4 dan mengambil agregat yang lolos saringan.
3. Menimbang berat contoh setelah diayak.
4. Mengambil air dengan ember untuk mencuci agregat.
5. Mencuci contoh bahan tersebut dengan air bersih yang telah disiapkan, lalu menyaringnya dengan saringan No.200 dan masukkan kedalam wadah.
6. Melalukan prosedur nomor 4 dan nomor 5 secara berulang-ulang supaya tidak mengandung kadar lumpur lagi.
7. Memasukkan benda uji kedalam oven selama  $\pm 24$  jam hingga berat konstan.
8. Mengeluarkan contoh bahan yang telah dioven selama  $\pm 24$  jam, lalu mendinginkan beberapa saat, lalu ditimbang.
9. Menghitung persentase kotoran agregat lolos saringan No.200 setelah mencucinya.

### **3.6.3. Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus**

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C 128-88 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik UMSU tentang berat jenis dan penyerapan agregat halus.

Langkah-langkah pengerjaan pengujian berat jenis dan penyerapan agregat halus:

1. Mempersiapkan alat dan bahan.
2. Mengeringkan agregat halus yang jenuh air sampai kondisi kering dengan kondisi contoh tercurah dengan baik (SSD).
3. Memasukkan contoh agregat halus kedalam cetakan kerucut pasir, lalu memadatkan dengan tongkat pemadat dengan cara memukul sisi-sisi dari cetakan sebanyak 25 kali.
4. Memasukkan air kedalam piknometer sampai penuh lalu menimbang dan mencatat hasilnya.
5. Membuang air dari piknometer.
6. Memasukkan contoh agregat sebanyak 500 gram kedalam piknometer, lalu mengisi piknometer dengan air sampai penuh.
7. Menggoyangkan piknometer sampai gelembung udara keluar.
8. Menambahkan air sampai setengah, kemudian memanaskan piknometer dengan spritus selama  $\pm 15$  menit dan 5 menit dipanaskan, setelah itu diguncang selama 1 menit, lakukan sampai 3 kali.
9. Merendam piknometer kedalam ember berisi air selama  $\pm 24$  jam.
10. Setelah direndam  $\pm 24$  jam, piknometer diangkat dan menimbang beratnya.

#### **3.6.4. Berat Jenis dan Penyerapan Serbuk Cangkang Telur**

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C 128-88 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik UMSU tentang berat jenis dan penyerapan. Saringan pada berat jenis dan penyerapan serbuk cangkang telur digunakan antara lain saringan No.50.

Langkah-langkah cara pengerjaan berat jenis dan penyerapan:

1. Mempersiapkan alat dan bahan.
2. Memasukkan air kedalam piknometer sampai penuh lalu menimbang dan mencatat hasilnya.
3. Membuang air dari piknometer.
4. Memasukkan serbuk cangkang telur sebanyak 200 gram kedalam piknometer, lalu mengisi piknometer dengan air sampai penuh.



5. Menggoyangkan piknometer sampai gelembung udara keluar.
6. Menambahkan air sampai setengah, kemudian memanaskan piknometer dengan spritus selama  $\pm 15$  menit dan 5 menit dipanaskan, setelah itu diguncang selama 1 menit, lakukan sampai 3 kali.
7. Merendam piknometer kedalam ember berisi air selama  $\pm 24$  jam.
8. Setelah direndam  $\pm 24$  jam, piknometer diangkat dan menimbang beratnya.

### **3.6.5. Berat Jenis dan Penyerapan Abu Sekam Padi**

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C 128-88 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik UMSU tentang berat jenis dan penyerapan. Saringan pada berat jenis dan penyerapan abu sekam padi digunakan antara lain saringan No.100.

Langkah-langkah cara pengerjaan berat jenis dan penyerapan:

1. Mempersiapkan alat dan bahan.
2. Memasukkan air kedalam piknometer sampai penuh lalu menimbang dan mencatat hasilnya.
3. Membuang air dari piknometer.
4. Memasukkan abu sekam padi sebanyak 100 gram kedalam piknometer, lalu mengisi piknometer dengan air sampai penuh.
5. Menggoyangkan piknometer sampai gelembung udara keluar.
6. Menambahkan air sampai setengah, kemudian memanaskan piknometer dengan spritus selama  $\pm 15$  menit dan 5 menit dipanaskan, setelah itu diguncang selama 1 menit, lakukan sampai 3 kali.
7. Merendam piknometer kedalam ember berisi air selama  $\pm 24$  jam.
8. Setelah direndam  $\pm 24$  jam, piknometer diangkat dan menimbang beratnya.

### **3.7. Pembuatan Rencana Campuran (*Mix Design*)**

Penelitian ini menggunakan sampel Beton Busa menggunakan bahan tambah serat *polypropylene* dengan abu sekam padi dan serbuk cangkang telur sebagai bahan alternatif pengganti semen sebagian sebanyak 12 sampel kuat tekan dan 12 sampel kuat tarik dengan pembagian kadar abu sekam padi dan cangkang telur yang

berbeda. Benda uji dibuat dengan menambahkan variasi campuran abu sekam padi dan serbuk cangkang telur sebesar 0%, 10%, 15% dan 20 % dan serat *polypropylene* yang bernilai konstan sebanyak 1.5% dari berat pasir. Digunakan rasio 1:2 untuk semen dan pasir, 0,55 untuk nilai rasio Faktor Air Semen (FAS), dan 1:40 untuk campuran air dan *foam agent*. Perencanaan campuran beton untuk penelitian ini menggunakan (SNI 03-3449-2002) tentang “Tata Cara Pembuatan Beton Ringan”.

Hal ini menentukan persentase atau komposisi masing-masing komponen material pembentuk beton untuk memperoleh suatu campuran beton yang memenuhi kekuatan dan keawetan yang direncanakan serta memiliki kelecakan yang sesuai dengan mempermudah proses pengerjaan dan sesuai dengan jurnal-jurnal yang terindeks *Scopus*. Variasi campuran beton yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.2 sebagai berikut:

Tabel 3.2. Variasi campuran beton.

Sesi	Variasi	Serbuk cangkang telur	Abu sekam padi	Jumlah sampel 28 hari
1	0%	0%	0%	3
2	10%	5%	5%	3
3	15%	5%	10%	3
4	20%	5%	15%	3

Komposisi serat *polypropylene* digunakan sebagai bahan tambah sebanyak 1,5% dari berat pasir pada setiap variasi 10%, 15%, dan 20%.

### 3.8. Pembuatan Benda Uji

Menggunakan standart SNI 03-3449-2002 “Tata Cara Pembuatan Campuran Beton Ringan”. Dengan campuran Serat *Polypropylene*, Serbuk Cangkang Telur, dan Abu Sekam Padi yang sudah direncanakan.

Benda uji yang digunakan berbentuk silinder dengan ukuran 30 x 15 cm berjumlah 12 sampel. Sampel yang akan diuji memiliki umur rencana 28 hari dan setiap variasi terdapat 3 sampel yang dapat dilihat pada Tabel 3.3 sebagai berikut:

Tabel 3.3. Jumlah sampel silinder yang akan dibuat.

Variasi Beton Ringan	Uji kuat tekan	Uji kuat tarik
	28 hari	28 hari
Normal (0% campuran ASP, SCT, dan SP)	3	3
Variasi I (10% ) 5% ASP dan 5% SCT (dari semen) + 1,5% SP (dari pasir)	3	3
Variasi II (15% ) 10% ASP dan 5% SCT (dari semen) + 1,5% SP (dari pasir)	3	3
Variasi III (20% ) 15% ASP dan 5% SCT (dari semen) + 1,5% SP (dari pasir)	3	3
Jumlah benda uji	12	12

Ada beberapa tahapan yang dilakukan dalam pembuatan benda uji:

#### 1. Pengadukan Beton

Pengadukan beton dilakukan dengan menggunakan mesin pengaduk (mixer). Mula-mula memasukan agregat halus lolos saringan No.4 dengan berat yang sudah ditentukan, lalu semen, abu sekam padi, serbuk cangkang telur. Setelah menyatu hingga rata memasukkan serat *polypropylene* kedalam campuran selama 5-10 menit, kemudian baru ditambahkan air dan bahan campuran zat kimia. Pengadukan dilanjutkan sampai warna adukan tampak rata, dan tampak campuran homogen dan sudah tampak kelecakan yang cukup. Setelah beton tercampur merata kemudian adukan beton tersebut dituang ke dalam cetakan.

#### 2. Pencetakan

Sebelum beton di masukan kedalam cetakan terlebih dahulu dilakukan pengukuran kelecakan (*slump test*). Setelah itu kemudian adukan beton dimasukan kedalam cetakan yang telah di sediakan, memasukkan adukan beton kedalam cetakan dengan menggunakan sendok aduk, sekop. Pengambilan campuran dari *mixer* langsung dimasukan kedalam cetakan tanpa melakukan perojokan/tusuk, setelah itu ratakan permukaan cetakan dan di tutup dengan kaca untuk menjaga

penguapan air dari beton segar. Lepaskan cetakan setelah  $24 \pm$  jam dan tidak lebih dari 48 jam setelah pencetakan.

### 3.9. Perawatan Benda Uji

Setelah beton dikeluarkan dari cetakan, dilakukan perawatan dengan cara perendaman dalam air sampai saat uji kuat tekan dan kuat tarik dilakukan, yaitu pada umur 28 hari sesuai standart (SNI 03-1974-1990) dan standart (SNI 03-2491-2002).

Kondisi perendaman harus seluruh bagian dari benda uji terendam dengan baik. Pada penelitian ini langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Pembongkaran benda uji dilakukan  $\pm$  24 jam setelah pembuatan.
2. Perendaman didalam bak rendaman Laboratorium Teknik Sipil UMSU. Untuk pengujian kuat tekan dan kuat tarik, benda uji direndam selama 28 hari.
3. Benda uji diangkat dari bak perendaman sehari sebelum hari pengujian.

### 3.10. Pengujian Sampel

Standart pengujian yang dilakukan pada penelitian ini adalah:

#### 3.10.1. Pengujian *Slump Flow*

Pengujian *slump flow* yang dilakukan mengacu pada ASTM C 1611 “Metode Pengujian *Slump Flow* pada benda uji SCC (*Self Consolidating Concrete*)”. Pengujian *slump flow* dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil UMSU. Nilai *slump flow* minimum 660 mm dan maksimum 750 mm.

Pengambilan nilai *slump flow* dilakukan untuk masing – masing campuran baik pada beton normal maupun beton busa yang menggunakan bahan tambah (*additive and admixture*).

Langkah-langkah pengerjaan *slump flow*:

1. Memposisikan presisi plat dasar hingga rata.
2. Persiapkan kerucut *slump* dan plat dasar, letakan kerucut *slump* bagian atas pada lokasi lingkaran titik tengah plat dasar, tahan alat *slump* tersebut pada posisi berdiri. Pastikan tidak ada beton yang keluar pada bagian bawah kerucut *slump*.

3. Basahi kerucut *slump* dan plat dasar tanpa menyebabkan penambahan air.
4. Masukkan adukan beton ke corong tanpa di rojok dalam waktu 30 detik.
5. Angkat kerucut vertikal satu gerakan tanpa mengganggu aliran beton 1-3 betik.
6. Ukur penyebaran aliran terbesar tanpa mengganggu plat dasar dan beton.



Gambar 3.9 Pengujian *Slump Flow*

### 3.10.2. Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan menurut SNI 1974-2011 “Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Uji Silinder”. Kuat tekan (*Compressive Strength*), digunakan untuk mengetahui kekuatan beton ringan. Sebelum ditekan benda uji ditimbang terlebih dahulu untuk dapat mengetahui berat jenis beton. Pada mesin uji tekan, benda yang akan diuji diletakkan dan diberikan beban hingga runtuh /hancur, yaitu pada saat beban maksimum bekerja. Pengujian kuat tekan dapat dihitung dengan rumus 3.1:

$$f_c = \frac{P}{A} \quad (3.1)$$

Dimana:  $f_c$  = Kuat tekan ( $N/mm^2$ )

$P$  = Gaya tekan maksimum (N)

$A$  = Luas penampang benda uji ( $mm^2$ )

Langkah-langkah cara pengujian kuat tekan beton:

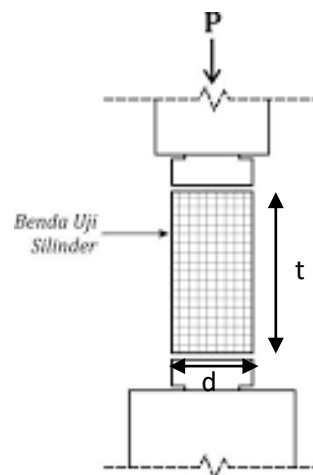
1. Setelah proses pembuatan dan perendaman selesai, benda uji yang sudah mengering bisa diuji.

2. Menimbang berat benda uji sebelum di tes uji.
3. Meletakkan benda uji kedalam mesin *Compression Testing Machine*.
4. Pengujian dilakukan dengan pembebanan maksimum sehingga benda uji jadi hancur.
5. Untuk pengambilan data, dengan mencatat nilai beban maksimum pada benda uji.

Pengujian terhadap kuat tekan beton dilakukan untuk mendapatkan gambaran mutu beton tersebut. Semakin tinggi kekuatan struktur yang dikehendaki semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan. Jadi pengujian kuat tekan ini merupakan pembuktian dari hasil perbandingan *Mix Design* yang direncanakan.



Gambar 3.10 *Compression Testing Machine*



Gambar 3.11 Ilustrasi Pengujian Kuat Tekan

### 3.10.3. Pengujian Kuat Tarik

Kuat tarik beton biasanya 8%-15% dari kuat tekan beton. Pengujian kuat tarik menurut SNI 03-2491-2002 “Metode Pengujian Kuat Tarik Belah Pada Benda Uji Silinder”. Pengujian kuat tarik belah beton menggunakan benda uji berbentuk silinder beton dengan diameter 150 mm dan panjang 300 mm, diletakkan arah memanjang atau horizontal diatas alat penguji.

Kemudian diberi beban tekan secara merata searah tegak lurus dari atas ke seluruh panjang silinder. Maka untuk mendapatkan nilai kuat tarik masing-masing benda uji menggunakan rumus seperti di bawah ini:

$$f't = \frac{2P}{\pi DL} \quad (3.2)$$

Keterangan:  $f't$  = kuat tarik belah beton (MPa )

$P$  = beban maksimum (N)

$L$  = tinggi silinder beton (mm)

$D$  = diameter silinder beton (mm)

Langkah-langkah cara pengujian kuat tarik:

1. Setelah proses pembuatan dan perendaman selesai, benda uji yang sudah mengering bisa diuji.
2. Menimbang berat benda uji sebelum di tes uji.
3. Meletakkan benda uji kedalam pelat penekan tambahan untuk mendapatkan nilai kuat tarik.
4. Meletakkan pelat penekan tambahan dan benda uji kedalam mesin *compression testing machine*.
5. Pengujian dilakukan dengan pembebanan tertinggi sehingga benda uji jadi terbelah atau patah menjadi dua.
6. Untuk pengambilan data, dengan mencatat nilai beban maksimum pada benda uji.



a. Tampak depan



b. Tampak samping

Gambar 3.12 Pelat Penekan Tambahan



Gambar 3.13 Pengujian Kuat Tarik Beton



## BAB 4

### ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini dikemukakan data hasil penelitian yang diperoleh dari hasil pengamatan sesuai dengan metodologi penelitian dan pembahasan. Hasil analisa yang telah dilakukan pada penelitian ini mengacu pada beberapa jurnal yang dikumpulkan untuk menjadi referensi dalam melakukan penelitian ini, karena belum adanya SNI atau ASTM yang mengatur untuk syarat-syarat pembuatan Beton Ringan (*Foam Concrete*). Pada bab ini juga ditampilkan hasil sifat mekanis beton yaitu kuat tarik dengan variasi campuran 0%, 10%, 15% dan 20%. Maka dari itu, baik tahapan pelaksanaan ataupun alat dan bahan yang digunakan kebanyakan mengacu pada jurnal tentang beton ringan yang telah dilakukan pada penelitian sebelumnya.

#### 4.1. Hasil Analisa Pengujian Agregat

##### 4.1.1. Kadar Air Agregat Halus

Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 4.1. Sehingga diketahui kadar air agregat halus yang diperiksa.

Tabel 4.1. Data-data hasil penelitian kadar air agregat halus.

Pengujian	Sample 1 (gr)	Contoh 2 (gr)	Contoh 3 (gr)	Rata-rata
Berat contoh SSD dan berat wadah (W1)	655	657	663	658,3
Berat contoh kering oven & berat wadah (W2)	644	646	652	647,3
Berat wadah (W3)	155	157	163	158,3
Berat Air (W1-W2)	11	11	11	11

Tabel 4.1. *Lanjutan.*

Pengujian	Sample 1 (gr)	Contoh 2 (gr)	Contoh 3 (gr)	Rata-rata
Berat contoh kering (W2-W3)	489	489	489	489
Kadar Air $((W1-W2)/(W2-W3)) \times 100\%$	2,25	2,25	2,25	2,25

Berdasarkan Tabel 4.1 menjelaskan hasil pemeriksaan kadar air pada agregat halus yang telah diteliti di Laboratorium Beton Program Studi Teknik Sipil UMSU, didapat rata-rata kadar air sebesar 2,25%. Percobaan ini dilakukan sebanyak tiga kali pengujian, pada contoh pertama, kadar air yang didapat sebesar 2,25%, percobaan kedua sebesar 2,25% dan percobaan ketiga didapat kadar air sebesar 2,25%. Hasil diatas tersebut telah memenuhi standar yang ditentukan yaitu 2%-4,0%.

#### 4.1.2. Kadar Lumpur Agregat Halus

Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 4.2. Sehingga diketahui kadar lumpur agregat halus yang diperiksa.

Tabel 4.2. Data-data hasil penelitian kadar lumpur agregat halus.

Agregat Halus Lolos Saringan No.4	Sample 1	Sample 2	Sample 3	Rata-rata
Berat contoh kering (gr)	500	500	500	500
Berat contoh setelah dicuci (gr)	488	490	480	486
Berat Kotoran agregat lolos saringan No.200 setelah dicuci (gr)	12	10	20	14
Persentase kotoran agregat lolos saringan No.200 setelah dicuci (%)	2,4	2	4	2,8

Berdasarkan Tabel 4.2 pemeriksaan kadar lumpur agregat halus dilakukan dengan mencuci sampel dengan menggunakan air, kemudian disaring dengan menggunakan Saringan No. 200, persentase yang didapat dihitung dari pembagian berat kotoran agregat yang lolos saringan dibagi dengan berat contoh awal contoh, kemudian membuat hasilnya di dalam persentase. Dari percobaan ini didapat persentase kadar lumpur untuk sampel yang pertama sebesar 2,4%, sampel kedua sebesar 2% dan sampel ketiga sebesar 4%. Maka, untuk mengambil nilai kadar lumpur diambil dari rata-rata pengujian yakni sebesar 2,8%. Jumlah persentase tersebut telah memenuhi persyaratan berdasarkan PBI 1971, yaitu < 5%.

#### 4.1.3. Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 4.3, sehingga diketahui berat jenis dan penyerapan agregat halus yang diperiksa.

Tabel 4.3. Data-data hasil penelitian berat jenis dan penyerapan agregat halus.

Pengujian Lolos ayakan No. 4	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	Rata-rata
Berat contoh SSD (kering permukaan jenuh) (B)	500	500	500	500
Berat contoh SSD kering oven (110 <sup>0</sup> c) Sampai Konstan (E)	492	491	490	491
Berat Piknometer penuh air (D)	696	693	695	694,6
Berat contoh SSD di dalam piknometer penuh air (C)	971	969	969	969,67
Berat jenis contoh kering $E / (B + D - C)$	2,18	2,19	2,16	2,17
Berat jenis contoh SSD $B / (B + D - C)$	2,22	2,23	2,21	2,22
Berat jenis contoh semu $E / (E + D - C)$	2,26	2,28	2,26	2,26
Penyerapan ( <i>Absorbition</i> ) $[(B - E) / E] \times 100 \%$	1,62	1,83	2,04	1,83

Berdasarkan Tabel 4.3 menjelaskan hasil pemeriksaan yang dilakukan di Laboratorium Beton Fakultas Teknik UMSU sehingga dapat diketahui nilai berat jenis dan penyerapan. Pada Tabel 3.4 terlampir 3 macam berat jenis, yakni berat jenis contoh kering, berat jenis SSD, dan berat jenis contoh semu. Berat jenis agregat terpenuhi apabila nilai Berat Jenis Contoh Kering < Berat Jenis SSD < Berat Jenis Contoh Semu dengan nilai rata-rata  $2,17 \text{ gr/cm}^3 < 2,22 \text{ gr/cm}^3 < 2,26 \text{ gr/cm}^3$  dan nilai penyerapan rata-rata sebesar 1,83%. Berdasarkan standar ASTM C 128 tentang absorpsi yang baik adalah dibawah 2% dan nilai absorpsi agregat halus yang diperoleh telah memenuhi syarat.

#### 4.1.4. Berat Jenis dan Penyerapan Serbuk Cangkang Telur

Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 4.4 sehingga diketahui berat jenis dan penyerapan yang telah diperiksa.

Tabel 4.4. Data-data hasil penelitian berat jenis dan penyerapan serbuk cangkang telur.

Pengujian	Sample 1 (gr)	Sample 2 (gr)	Sample 3 (gr)	Rata-rata (gr)
Berat contoh SSD (kering permukaan jenuh) (B)	200	200	200	200
Berat contoh SSD kering oven (110 <sup>0</sup> C) Sampai Konstan (E)	182	189	179	183,3
Berat Piknometer penuh air (D)	693	693	697	694,3
Berat contoh SSD di dalam piknometer penuh air (C)	731	745	740	738,6
Berat jenis contoh kering $E / (B + D - C)$	1,12	1,27	1,14	1,17
Berat jenis contoh SSD $B / (B + D - C)$	1,23	1,35	1,27	1,28
Berat jenis contoh semu $E / (E + D - C)$	1,26	1,37	1,31	1,31
Penyerapan ( <i>Absorbtion</i> ) $[(B - E) / B] \times 100 \%$	0,09	0,055	0,105	0,083

Berdasarkan Tabel 4.4 menjelaskan hasil pemeriksaan yang dilakukan di Laboratorium Beton Fakultas Teknik UMSU sehingga dapat diketahui nilai berat jenis maupun penyerapan. Pada Tabel 4.4 terlampir 3 macam berat jenis, yakni berat jenis contoh kering, berat jenis SSD, dan berat jenis contoh semu. Berat jenis agregat terpenuhi apabila nilai Berat Jenis Contoh Kering < Berat Jenis SSD < Berat Jenis Contoh Semu dengan nilai rata-rata  $1,17 \text{ gr/cm}^3 < 1,28 \text{ gr/cm}^3 < 1,31 \text{ gr/cm}^3$  dan nilai penyerapan rata-rata sebesar 0,083%. Berdasarkan standar ASTM C 128 tentang absorpsi yang baik adalah dibawah 2% dan nilai absorpsi agregat halus yang diperoleh telah memenuhi syarat.

#### 4.1.5. Berat Jenis dan Penyerapan Abu Sekam Padi

Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 4.5 sehingga diketahui berat jenis dan penyerapan yang telah diperiksa.

Tabel 4.5. Data-data hasil penelitian berat jenis dan penyerapan abu sekam padi.

Pengujian	Sample 1 (gr)	Sample 2 (gr)	Sample 3 (gr)	Rata-rata
Berat contoh SSD (kering permukaan jenuh) (B)	100	100	100	100
Berat contoh SSD kering oven (110 <sup>0</sup> C) Sampai Konstan (E)	76	90	95	87
Berat Piknometer penuh air (D)	700	693	695	696
Berat contoh SSD di dalam piknometer penuh air (C)	734	725	731	730
Berat jenis contoh kering $E / (B + D - C)$	1,15	1,32	1,48	1,31
Berat jenis contoh SSD $B / (B + D - C)$	1,51	1,47	1,56	1,51
Berat jenis contoh semu $E / (E + D - C)$	1,80	1,55	1,61	1,65
Penyerapan ( <i>Absorbtion</i> ) $[(B - E) / B] \times 100 \%$	0,24	0,1	0,05	0,13

Berdasarkan Tabel 4.5 menjelaskan hasil pemeriksaan yang dilakukan di Laboratorium Beton Fakultas Teknik UMSU sehingga dapat diketahui nilai berat jenis maupun penyerapan. Pada Tabel 4.5 terlampir 3 macam berat jenis, yakni berat jenis contoh kering, berat jenis SSD, dan berat jenis contoh semu. Berat jenis agregat terpenuhi apabila nilai Berat Jenis Contoh Kering < Berat Jenis SSD < Berat Jenis Contoh Semu dengan nilai rata-rata  $1,31 \text{ gr/cm}^3 < 1,51 \text{ gr/cm}^3 < 1,65 \text{ gr/cm}^3$  dan nilai penyerapan rata-rata sebesar 0,13%. Berdasarkan standar ASTM C 128 tentang absorpsi yang baik adalah dibawah 2% dan nilai absorpsi agregat halus yang diperoleh telah memenuhi syarat.

## 4.2. Perhitungan Rencana Campuran (*Mix Design*)

### 4.2.1. Perhitungan *Mix Design* Beton Busa Siliinder Kuat Tekan

Dalam penelitian ini dilakukan pembuatan sampel pada tiap-tiap variasi, dimana setiap variasi memiliki 3 sampel yang di cetak. Jumlah campuran yang dibutuhkan untuk membuat 3 sampel dalam satu kali *mix* dapat dilihat pada perhitungan berikut:

Untuk satu benda uji (kg)

Menggunakan cetakan silinder dengan ukuran:

Tinggi	= 30 cm
Diameter	= 15 cm
Volume silinder	= $\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot t$
	= $\frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 0,15^2 \cdot 0,30$
	= 0,0053 m <sup>3</sup>
4V	= 0,0053 x 4
	= 0,0212 m <sup>3</sup>
Berat isi rencana	= 1200 kg/m <sup>3</sup>
Berat isi rencana x 4V	= 1200 x 0,0212
	= 25,447 kg / 3 bagian
Maka, berat isi rencana / bagian	= 25,447/3
	= 8,482 kg/bagian

Maka, dari data-data yang telah didapat membuat perencanaan campuran beton (*Mix Design*) yang terlampir pada Tabel 4.6. Perhitungan *mix design* yang dilakukan dalam satu kali *mix* pada sampel kuat tekan dengan 4 variasi. Setelah menganalisa, maka didapat proporsi untuk nilai perbandingan campuran beton per m<sup>3</sup>.

Tabel 4.6. Perencanaan bahan campuran beton busa untuk 1 kali *mix* (3 sampel) pada kuat tekan.

Uraian		Variasi			
		0%	10%	15%	20%
Semen (kg)		8,482	7,634	7,210	6,786
Pasir (kg)		16,965	16,710	16,710	16,710
Air (L)		4,665	4,198	3,965	3,732
F/A (ml)		21,2:848	21,2:848	21,2:848	21,2:848
Sika (ml)		17	15,2	14,4	13,5
<i>Filler</i>	ASP (kg)	0	0,424	0,848	1,272
	SCT (kg)	0	0,424	0,424	0,424
	SP (kg)	0	0,254	0,254	0,254

Data yang dihasilkan dari Tabel 4.6 dapat dilihat dari rincian perhitungan sebagai berikut:

1. Normal (0%)

- a) Berat semen (kg) : 1 bagian = 8,482 kg
- b) Berat Pasir (kg) : 2 bagian = 2 x 8,482 = 16,964 kg
- c) Air (L) : Semen x 0,55 = 8,482 x 0,55 = 4,665 L
- d) F/A (ml) : 1/40 = 21,2 *foam agent* : 848 air

- e) Sika (ml) : 2 % x semen = 2% x 8,482  
= 17 ml
- f) ASP (kg) : 0 % x semen = 0 % x 8,482  
= 0 kg
- g) SCT (kg) : 0 % x semen = 0 % x 8,482  
= 0 kg
- h) SP (kg) : 0 % x pasir = 0 % x 16,965  
= 0 kg

## 2. Variasi 10%

- a) Berat semen (kg) = 1 bagian – semen terganti  
= 8,482 – (10% x 8,482)  
= 7,634 kg
- b) Berat Pasir (kg) = 2 bagian – pasir terganti  
= 16,964 – ( 1,5% x 16,964)  
= 16,710 kg
- c) Air (L) = Semen x 0,55 = 7,634 x 0,55  
= 4,198 L
- d) F/A (ml) = 1/40 = 21,2 *foam agent* : 848 air
- e) Sika (ml) = 2% x semen = 2% x 7,634  
= 15,2 ml
- f) ASP (kg) = 5% x semen = 5 % x 7,634  
= 0,424 kg
- g) SCT (kg) = 5% x semen = 5 % x 7,634  
= 0,424 kg
- h) SP (kg) = 1,5% x pasir = 1,5 % x 16,710  
= 0,254 kg

## 3. Variasi 15%

- a) Berat semen (kg) = 1 bagian – semen terganti  
= 8,482 – (15% x 8,482)  
= 7,210 kg



- b) Berat Pasir (kg) = 2 bagian – pasir terganti  
= 16,964 – ( 1,5% x 16,964)  
=16,710 kg
- c) Air (L) = Semen x 0,55 = 7,210 x 0,55  
= 3,965 L
- d) F/A (ml) = 1/40 = 21,2 *foam agent* : 848 air
- e) Sika (ml) = 2% x semen = 2% x 7,210  
= 14,4 ml
- f) ASP (kg) = 10% x semen = 10% x 7,210  
= 0,848 kg
- g) SCT (kg) = 5% x semen = 5% x 7,210  
= 0,424 kg
- h) SP (kg) = 1,5% x pasir = 1,5% x 16,710  
= 0,254kg

#### 4. Variasi 20%

- a) Berat semen (kg) = 1 bagian – semen terganti  
= 8,482 – (20% x 8,482)  
= 6,786 kg
- b) Berat Pasir (kg) = 2 bagian – pasir terganti  
= 16,964 – ( 1,5% x 16,964)  
=16,710 kg
- c) Air (L) = Semen x 0,55 = 6,786 x 0,55  
= 3,732 L
- d) F/A (ml) = 1/40 = 21,2 *foam agent* : 848 air
- e) Sika (ml) = 2 % x semen = 2% x 6,786  
= 13,5 ml
- f) ASP (kg) = 15 % x semen = 15% x 6,786  
= 1,272 kg
- g) SCT (kg) = 5% x semen = 5% x 6,786  
= 0,424 kg
- h) SP (kg) = 1,5% x pasir = 1,5% x 16,710  
= 0,254 kg

#### 4.2.2. Perhitungan *Mix Design* Beton Busa Silinder Kuat Tarik

Dalam penelitian ini dilakukan pembuatan sampel pada tiap-tiap variasi, dimana setiap variasi memiliki 3 sampel yang di cetak. Jumlah campuran yang dibutuhkan untuk membuat 3 sampel dalam satu kali *mix* dapat dilihat pada perhitungan berikut:

Untuk satu benda uji (kg)

Menggunakan cetakan silinder dengan ukuran:

$$\begin{aligned} \text{Tinggi} &= 30 \text{ cm} \\ \text{Diameter} &= 15 \text{ cm} \\ \text{Volume silinder} &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot t \\ &= \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 0,15^2 \cdot 0,30 \\ &= 0,0053 \text{ m}^3 \\ 3,5V &= 0,0053 \times 3,5 \\ &= 0,0158 \text{ m}^3 \\ \text{Berat isi rencana} &= 1200 \text{ kg/m}^3 \\ \text{Berat isi rencana} \times 3,5V &= 1200 \times 0,0158 \\ &= 22,26 \text{ kg} / 3 \text{ bagian} \\ \text{Maka, berat isi rencana} / \text{bagian} &= 22,26 \text{ kg} / 3 \\ &= 7,422 \text{ kg/bagian} \end{aligned}$$

Maka, dari data-data yang telah didapat membuat perencanaan campuran beton (*Mix Design*) yang terlampir pada Tabel 4.7. Perhitungan *mix design* yang dilakukan dalam satu kali *mix* pada sampel kuat tarik dengan 4 variasi. Setelah menganalisa, maka didapat proporsi untuk nilai perbandingan campuran beton per  $\text{m}^3$ .

Tabel 4.7. Perencanaan bahan campuran beton busa untuk 1 kali *mix* (3 sampel) pada kuat tarik.

Uraian	Variasi			
	0%	10%	15%	20%
Semen (kg)	7,422	6,679	6,308	5,937

Tabel 4.7. *Lanjutan.*

Uraian		Variasi			
Pasir (kg)		14,822	14,599	14,599	14,599
Air (L)		4,082	3,673	3,469	3,265
F/A (ml)		19:760	19:760	19:760	19:760
Sika (ml)		15	13	13	12
<i>Filler</i>	ASP (kg)	0	0,371	0,742	1,113
	SCT (kg)	0	0,371	0,371	0,371
	SP (kg)	0	0,222	0,222	0,222

Data yang dihasilkan dari Tabel 4.7 dapat dilihat dari rincian perhitungan sebagai berikut:

1. Normal (0%)

- a) Berat semen (kg) : 1 bagian = 7,422kg
- b) Berat Pasir (kg) : 2 bagian = 2 x 7,422  
= 14,822 kg
- c) Air (L) : Semen x 0,55 = 7,422x 0,55  
= 4,082 L
- d) F/A (ml) : 1/40 = 19 *foam agent* : 760 air
- e) Sika (ml) : 2 % x semen = 2% x 7,422  
= 15 ml
- f) ASP (kg) : 0 % x semen = 0 % x 7,422  
= 0 kg
- g) SCT (kg) : 0 % x semen = 0 % x 7,422  
= 0 kg
- h) SP (kg) : 0 % x pasir = 0 % x 14,822  
= 0 kg

## 2. Variasi 10%

- a) Berat semen (kg) = 1 bagian – semen terganti  
=  $7,422 - (10\% \times 7,422)$   
= 6,679 kg
- b) Berat Pasir (kg) = 2 bagian – pasir terganti  
=  $14,822 - (1,5\% \times 14,822)$   
= 14,599 kg
- c) Air (L) = Semen x 0,55 =  $6,679 \times 0,55$   
= 3,673 L
- d) F/A (ml) = 1/40 = 19 foam agent : 760 air
- e) Sika (ml) = 2% x semen =  $2\% \times 6,679$   
= 13 ml
- f) ASP (kg) = 5% x semen =  $5\% \times 7,422$   
= 0,371 kg
- g) SCT (kg) = 5% x semen =  $5\% \times 7,422$   
= 0,371 kg
- h) SP (kg) = 1,5% x pasir =  $1,5\% \times 14,822$   
= 0,222 kg

## 3. Variasi 15%

- a) Berat semen (kg) = 1 bagian – semen terganti  
=  $7,422 - (15\% \times 7,422)$   
= 6,308 kg
- b) Berat Pasir (kg) = 2 bagian – pasir terganti  
=  $14,822 - (1,5\% \times 14,822)$   
= 14,599 kg
- c) Air (L) = Semen x 0,55 =  $6,308 \times 0,55$   
= 3,469 L
- d) F/A (ml) = 1/40 = 19 foam agent : 760 air
- e) Sika (ml) = 2% x semen =  $2\% \times 6,308$   
= 13 ml
- f) ASP (kg) = 10% x semen =  $10\% \times 7,422$

$$\begin{aligned}
 &= 0,742 \text{ kg} \\
 \text{g) SCT (kg)} &= 5\% \times \text{semen} = 5\% \times 7,422 \\
 &= 0,371 \text{ kg} \\
 \text{h) SP (kg)} &= 1,5\% \times \text{pasir} = 1,5\% \times 14,822 \\
 &= 0,222 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

#### 4. Variasi 20%

$$\begin{aligned}
 \text{a) Berat semen (kg)} &= 1 \text{ bagian} - \text{semen terganti} \\
 &= 7,422 - (20\% \times 7,422) \\
 &= 5,937 \text{ kg} \\
 \text{b) Berat Pasir (kg)} &= 2 \text{ bagian} - \text{pasir terganti} \\
 &= 14,822 - (1,5\% \times 14,822) \\
 &= 14,599 \text{ kg} \\
 \text{c) Air (L)} &= \text{Semen} \times 0,55 = 5,937 \times 0,55 \\
 &= 3,265 \text{ L} \\
 \text{d) F/A (ml)} &= 1/40 = 19 \text{ foam agent} : 760 \text{ air} \\
 \text{e) Sika (ml)} &= 2\% \times \text{semen} = 2\% \times 5,937 \\
 &= 12 \text{ ml} \\
 \text{f) ASP (kg)} &= 15\% \times \text{semen} = 15\% \times 7,422 \\
 &= 1,113 \text{ kg} \\
 \text{g) SCT (kg)} &= 5\% \times \text{semen} = 5\% \times 7,422 \\
 &= 0,371 \text{ kg} \\
 \text{h) SP (kg)} &= 1,5\% \times \text{pasir} = 1,5\% \times 14,822 \\
 &= 0,222 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

### 4.3. Hasil Pengujian *Slump Flow*

Salah satu cara yang dapat digunakan untuk melihat *workability* (tingkat kemudahan pengerjaan) dari campuran beton segar adalah dengan pengujian *Slump Flow*. Nilai *slump flow* pada beton ringan yang diizinkan minimum 550 mm dan maksimum 850 mm.

#### 1. Hasil *Slump Flow* Kuat Tekan

$$\text{SF Normal 0\%} = \frac{D1+D2}{2}$$

$$= \frac{680+700}{2}$$

$$= 690 \text{ mm} \rightarrow 69 \text{ cm}$$

$$\text{SF Variasi 10\%} = \frac{D1+D2}{2}$$

$$= \frac{670+710}{2}$$

$$= 690 \text{ mm} \rightarrow 69 \text{ cm}$$

$$\text{SF Variasi 15\%} = \frac{D1+D2}{2}$$

$$= \frac{610+625}{2}$$

$$= 617,5 \text{ mm} \rightarrow 61,8 \text{ cm}$$

$$\text{SF Variasi 20\%} = \frac{D1+D2}{2}$$

$$= \frac{700+715}{2}$$

$$= 707,5 \text{ mm} \rightarrow 70,8 \text{ cm}$$

## 2. Hasil *Slump Flow* Kuat Tarik

$$\text{SF Normal 0\%} = \frac{D1+D2}{2}$$

$$= \frac{700+710}{2} (700+ 710) / 2$$

$$= 705 \text{ mm} \rightarrow 70,5 \text{ cm}$$

$$\text{SF Variasi 10\%} = \frac{D1+D2}{2}$$

$$= \frac{695+725}{2}$$

$$= 710 \text{ mm} \rightarrow 71 \text{ cm}$$

$$\text{SF Variasi 15\%} = \frac{D1+D2}{2}$$

$$= \frac{600+610}{2}$$

$$= 605 \text{ mm} \rightarrow 60,5 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned}
 \text{SF Variasi 20\%} &= \frac{D1+D2}{2} \\
 &= \frac{655+680}{2} \\
 &= 667,5 \text{ mm} \rightarrow 66,8 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

#### 4.4. Hasil Uji Kuat Tekan Beton Ringan

Uji kuat tekan beton ringan pada penelitian ini dilakukan agar mengetahui nilai kuat tekan beton ringan ( $f_c'$ ). Sampel penelitian yang dibuat untuk melakukan pengujian sebanyak 3 sampel di tiap variasi dengan umur rencana 28 hari. Pada pengujian ini terdapat 12 sampel beton ringan, 3 sampel untuk beton ringan normal, dan sebanyak 9 sampel beton untuk total ketiga variasi dengan cetakan berbentuk silinder ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Dimana, setiap variasinya menggunakan *filler* serat *polypropylene*, abu sekam padi dan serbuk cangkang telur. Maka hasil pengujian kuat tekan yang telah dilakukan dituangkan pada Tabel 4.8, sebagai berikut:

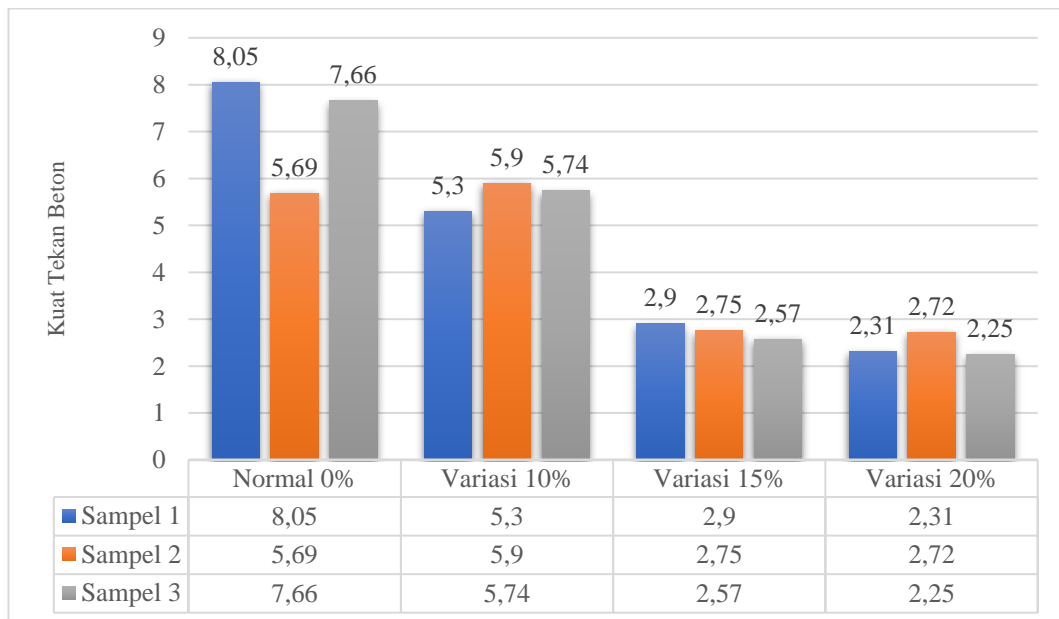
Tabel 4.8. Data hasil pengujian kuat tekan beton ringan.

Sampel	%ASP	%SCT	%SP	Berat Beton		Umur Rencana	Beban Tekan Beton $f_c'$ (kN)
				Sebelum Perendaman	Setelah Perendaman		
1	Normal (0%)			8,772	8,691	28 Hari	142,2
2	0%	0%	0%	8,370	8,350		100,5
3				8,606	8,712		135,4
1	Variasi I (10%)			8,443	8,407	28 Hari	93,7
2	5%	5%	1,5%	8,126	8,021		104,3
3				8,397	8,165		101,5
1	Variasi II (15%)			7,382	7,172	28 Hari	51,1
2	10%	5%	1,5%	7,019	6,763		48,7
3				6,723	6,529		45,5
1	Variasi III (20%)			6,925	6,648	28 Hari	41
2	15%	5%	1,5%	6,891	6,495		48,2
3				7,041	6,982		39,8

Berdasarkan Tabel 4.8, maka didapatkan hasil nilai rata-rata dari kuat tekan yang dirincikan kedalam Tabel 4.9 sebagai berikut:

Tabel 4.9. Rata-rata kuat tekan beton ringan.

Sampel	%ASP	%SCT	%SP	Kuat Tekan Beton $f'_c$ (Mpa)
1	0%	0%	0%	8,05
2				5,69
3				7,66
Rata-Rata				7,13
1	5%	5%	1,5%	5,30
2				5,90
3				5,74
Rata-Rata				5,65
1	10%	5%	1,5%	2,90
2				2,75
3				2,57
Rata-Rata				2,74
1	15%	5%	1,5%	2,31
2				2,72
3				2,25
Rata-Rata				2,43



Gambar 4.1 Grafik kuat tekan beton ringan umur 28 hari

Berdasarkan hasil kuat tekan beton busa, didapat nilai kuat tekan rata-rata maksimum sebesar 7,13 Mpa pada beton busa normal. Sedangkan pada beton busa



dengan variasi 10%, 15%, dan 20% terjadi penurunan dengan nilai rata-rata 5,65 MPa, 2,74 MPa, dan 2,43 MPa.

Pada hasil penelitian terjadi penurunan pada setiap variasi dikarenakan pada penambahan serbuk cangkang telur terlalu banyak terjadi tidak saling mengikatnya campuran beton diakibatkan tingginya CaO pada semen dengan jumlah yang lebih tinggi mengakibatkan kandungan senyawa kalsium hidroksida di dalam semen meningkat sehingga kalsium hidroksida yang dilepaskan oleh semen ketika semen bereaksi dengan air bertambah pula. Semakin banyaknya kalsium hidroksida yang terbentuk, maka daya rekat semen akan berkurang sehingga struktur beton yang direncanakan akan lemah dan mengakibatkan kuat tekannya rendah. Pada penelitian terdahulu penggunaan penambahan serbuk cangkang telur sebanyak 0,25%-1% dapat meningkatkan hasil kuat tekan beton.

Dari gambar 4.1 terlihat bahwa terjadi error pada hasil pengujian kuat tekan beton variasi 0% disebabkan pembuatan benda uji yang kurang sempurna menyebabkan hasil uji lebih rendah, dikarenakan permukaan yang tidak rata ditekan selama pengujian, maka benda uji tidak dapat bekerja secara merata namun bekerja sebagai beban titik pada permukaan yang lebih tinggi.

#### 4.5. Hasil Uji Kuat Tarik Beton Ringan

Uji kuat tarik beton ringan pada penelitian ini dilakukan agar mengetahui nilai kuat tarik beton ringan ( $f't$ ) dan bagaimana pengaruhnya penambahan serat *polypropylene* terhadap nilai kuat tarik beton ringan. Sampel penelitian yang dibuat untuk melakukan pengujian sebanyak 3 sampel di tiap variasi dengan umur rencana 28 hari. Pada pengujian ini terdapat 12 sampel beton ringan, 3 sampel untuk beton ringan normal, dan sebanyak 9 sampel beton untuk total ketiga variasi dengan cetakan berbentuk silinder ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Maka hasil pengujian kuat tarik tersebut dituangkan pada tabel 4.10, sebagai berikut:

Tabel 4.10. Data hasil pengujian kuat tarik beton ringan.

Sampel	%ASP	%SCT	%SP	Berat Beton		Umur Rencana	Beban Kuat Tarik Beton $f't$ (kN)
				Sebelum Perendaman	Setelah Perendaman		
1	Normal (0%)			7,982	7,944	28 Hari	50
2	0%	0%	0%	8,596	8,517		50

Tabel 4.10. Lanjutan.

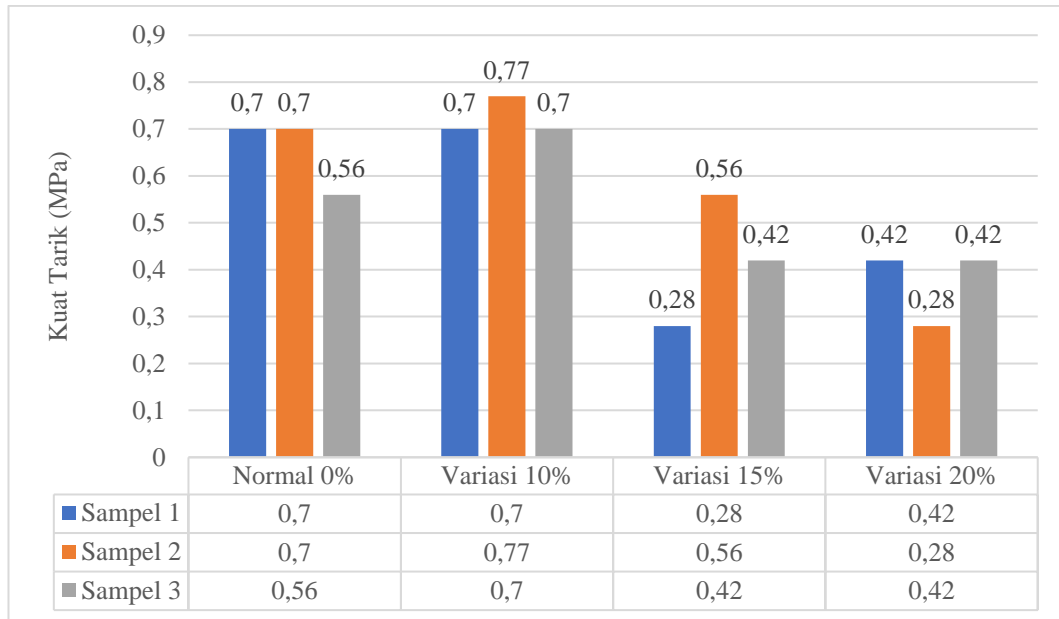
Sampel	%ASP	%SCT	%SP	Berat Beton		Umur Rencana	Beban Kuat Tarik Beton $f't$ (kN)
				Sebelum Perendaman	Setelah Perendaman		
3				8,137	8,054		40
1	Variasi I (10%)			8,310	8,253	28 Hari	50
2	5%	5%	1,5%	8,541	8,563		55
3				7,870	7,797		50
1	Variasi II (15%)			6,482	6,211	28 Hari	20
2	10%	5%	1,5%	6,785	6,564		40
3				7,542	7,337		30
1	Variasi III (20%)			6,925	6,822	28 Hari	30
2	15%	5%	1,5%	6,891	6,720		20
3				6,205	6,205		30

Berdasarkan Tabel 4.10, maka didapatkan hasil nilai rata-rata dari kuat tarik beton ringan yang dirincikan kedalam Tabel 4.11 sebagai berikut:

Tabel 4.11. Rata-rata hasil pengujian kuat tarik beton ringan.

Sampel	%ASP	%SCT	%SP	Kuat Tarik Beton $f't$ (Mpa)
1	0%	0%	0%	0,70
2				0,70
3				0,56
Rata-Rata				0,65
1	5%	5%	1,5%	0,70
2				0,77
3				0,70
Rata-Rata				0,72
1	10%	5%	1,5%	0,28
2				0,56
3				0,42
Rata-Rata				0,42
1	15%	5%	1,5%	0,42
2				0,28
3				0,42
Rata-Rata				0,37

Dari hasil yang didapatkan setelah pengujian ini, dituangkan perbandingan rata-rata nilai kuat tekan beton yang dimasukkan dalam bentuk diagram batang seperti gambar 4.2 berikut:



Gambar 4.2 Grafik kuat tarik beton ringan umur 28 hari

Berdasarkan hasil kuat tarik beton busa, didapat nilai kuat tarik rata-rata maksimum sebesar 0,72 Mpa pada variasi 10%. Sedangkan pada beton busa dengan variasi 15%, dan 20% terjadi penurunan.

Dari gambar 4.2 hasil penelitian terjadi penurunan pada variasi 15% dan 20% dikarenakan pada penambahan serbuk cangkang telur terlalu banyak terjadi tidak saling mengikatnya campuran beton diakibatkan tingginya CaO pada semen dengan jumlah yang lebih tinggi mengakibatkan kandungan senyawa kalsium hidroksida di dalam semen meningkat sehingga kalsium hidroksida yang dilepaskan oleh semen ketika semen bereaksi dengan air bertambah pula. Semakin banyaknya kalsium hidroksida yang terbentuk, maka daya rekat semen akan berkurang sehingga struktur beton yang direncanakan akan lemah dan mengakibatkan kuat tarik rendah.

#### 4.6. Pembahasan

Apabila membandingkan antara nilai kuat tarik beton busa normal dengan beton yang menggunakan bahan tambahan serat *polypropylene*, abu sekam padi dan serbuk cangkang telur, maka dapat dilihat adanya peningkatan nilai kuat tarik beton busa dengan variasi bahan tambah 10% dan terjadi penurunan pada variasi 15% dan 20%. Persentase dapat dilihat pada perhitungan dibawah ini:

1. Variasi 10%

$$\begin{aligned}\text{Persentase nilai peningkatan} &= \frac{0,72-0,65}{0,65} \times 100\% \\ &= 10,77\%\end{aligned}$$

2. Variasi 15%

$$\begin{aligned}\text{Persentase nilai penurunan} &= \frac{0,42-0,65}{0,65} \times 100\% \\ &= 35,38\%\end{aligned}$$

3. Variasi 20%

$$\begin{aligned}\text{Persentase nilai penurunan} &= \frac{0,37-0,65}{0,65} \times 100\% \\ &= 43,07\%\end{aligned}$$

Apabila membandingkan antara nilai kuat tekan beton busa normal dengan beton yang menggunakan bahan tambahan serat *polypropylene*, abu sekam padi dan serbuk cangkang telur, maka dapat dilihat adanya penurunan nilai kuat tekan beton busa pada variasi bahan tambah 10%, 15% dan 20%. Persentase dapat dilihat pada perhitungan dibawah ini:

1. Variasi 10%

$$\begin{aligned}\text{Persentase nilai penurunan} &= \frac{5,65-7,13}{7,13} \times 100\% \\ &= 20,75\%\end{aligned}$$

2. Variasi 15%

$$\begin{aligned}\text{Persentase nilai penurunan} &= \frac{2,74-7,13}{7,13} \times 100\% \\ &= 61,57\%\end{aligned}$$

3. Variasi 20%

$$\begin{aligned}\text{Persentase nilai penurunan} &= \frac{2,43-7,13}{7,13} \times 100\% \\ &= 65,91\%\end{aligned}$$

## BAB 5

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik beberapa kesimpulan antara lain:

1. Berdasarkan dari hasil pengujian yang telah dilakukan didapat nilai kuat tarik beton busa dengan variasi 10%, 15%, dan 20% yang diuji pada umur 28 hari berturut-turut adalah 0,72 Mpa, 0,42 Mpa, dan 0,37 Mpa, sehingga nilai kuat tarik optimum pada beton busa terdapat pada variasi 10% dengan nilai 0,72 Mpa.
2. Berdasarkan dari data perbandingan beton busa normal dan beton busa dengan bahan tambah diperoleh kuat tarik pada variasi 10% dengan persentase nilai peningkatan 10,77%, variasi 15% dengan persentase nilai penurunan 35,38%, dan variasi 20% dengan persentase nilai penurunan 43,07%. Semakin banyaknya penggunaan bahan tambah mengakibatkan penggunaan semen semakin sedikit, karena bahan tambah yang materialnya sengan menyerap air, sehingga workabilitas campuran menjadi kurang baik yang menyebabkan nilai kuat tarik beton busa menurun.
3. Pengaruh penambahan serat *polypropylene*, abu sekam padi, dan serbuk cangkang telur terdapat sifat-sifat mekanis beton meliputi kuat tekan dan kuat tarik mampu memberikan perbaikan terhadap sifat tersebut. Akan tetapi dengan penambahan bahan tambah terlalu banyak menyebabkan penurunan terhadap nilai sifat mekanis beton busa, dikarenakan bahan tambah tidak bereaksi dengan campuran beton mengakibatkan kemungkinan tidak terjadinya saling pengikatan terhadap campuran beton. Pada variasi 15% dan 20% terjadi penurunan kuat tarik sebesar 35,28% dan 43,07% dibandingkan dengan beton busa normal tanpa bahan tambahan.

## 5.2. Saran

1. Perlu dilakukannya pengujian kandungan abu sekam padi dan serbuk cangkang telur terhadap kualitas beton agar mengetahui proporsi yang tepat terhadap campuran beton yang baik.
2. Perlu adanya penelitian lebih lanjut dengan mencoba secara lebih teliti persentase jumlah penambahan ASP dan SCT sebagai substitusi parsial semen serta perlu dicoba dengan *mix design* yang berbeda sebagai perbandingan terhadap mutu beton busa.
3. Perlu dilakukan percobaan penambahan pada serat selain serat *polypropylene*, sehingga didapatkan hasil penelitian penambahan serat-serat yang optimal.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adianto, Y. L. D., & Joewono, T. B. (2006). Penelitian Pendahuluan Hubungan Penambahan Serat Polymeric Terhadap Karakteristik Beton Normal. *Civil Engineering Dimension*, 8(1), 34–40. Retrieved from <http://puslit.petra.ac.id/journals/civil>
- Afifuddin, M., Abdullah, & Huzaim. (2010). *PENGARUH PENAMBAHAN SERAT TERHADAP SIFAT MEKANIS BETON BUSA*. 4(KoNTekS 4), 2–3.
- Alim, G., Sasmita, J., Fernando, M. R., & Sugiharto, H. (2018). *Pengaruh Substitusi Parsial Semen Dengan Cangkang Telur*. 79–86.
- ASTM C117. "Standard Test Method for Materials Finer than 75- $\mu$ m (No. 200) Sieve in Mineral Aggregates by Washing"
- ASTM C128-15. "Standard Test Method for Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Fine Aggregate".
- ASTM C 1611. "Standard Test Method for Slump Flow of Self-Consolidating Concrete".
- ASTM C33/C33M-18. "Standard Specification for Concrete Aggregates".
- ASTM C494/C494M-19. "Standard Specification for Chemical Admixtures for Concrete".
- ASTM C566-19. "Standard Test Method for Total Evaporable Moisture Content of Aggregate by Drying".
- ASTM C869-91(2006). "Standard Specification for Foaming Agents Used in Making Preformed Foam for Cellular Concrete".
- Cahyaka, H. W., Wibowo, A., Handayani, K. D., Wiyono, A., & Santoso, E. H. (2018). TIM EJOURNAL Ketua Penyunting : Penyunting : Mitra bestari : Penyunting Pelaksana : Redaksi : Jurusan Teknik Sipil ( A4 ) FT UNESA Ketintang - Surabaya Website : [tekniksipilunesa . org](http://tekniksipilunesa.org) Email : REKATS. *Jurnal Rekayasa Teknik Sipil*, 1(1), 186–194.
- Fitriani, S., Muhamad Fathul M, W., & Farida, I. (2017). Penggunaan Limbah Cangkang Telur, Abu Sekam, dan Copper Slag Sebagai Material Tambahan Pengganti Semen. *Jurnal Konstruksi*, 15(1), 46–56. <https://doi.org/10.33364/konstruksi.v.15-1.46>
- Ghofur, M. A. (2018). TIM EJOURNAL Ketua Penyunting : Penyunting : Mitra bestari : Penyunting Pelaksana : Redaksi : Jurusan Teknik Sipil ( A4 ) FT UNESA Ketintang - Surabaya Website : [tekniksipilunesa . org](http://tekniksipilunesa.org) Email : REKATS. *Jurnal Rekayasa Teknik Sipil*, 1(1), 186–194.

- Gunawan, P., Wibowo, & Primasatya, D. I. (2014). Pengaruh Penambahan Serat Aluminium Pada Beton Ringan Dengan Teknologi Foam Terhadap Kuat Tekan , Kuat Tarik Foam Terhadap Kuat Tekan , Kuat Tarik. *E-Jurnal Matriks Teknik Sipil*, 2(2), ISSN 2354-8630. 213-220.
- Hadipramana, J., Riza, F. V., Rahman, I. A., Loon, L. Y., Adnan, S. H., & Zaidi, A. M. A. (2016). Pozzolanic Characterization of Waste Rice Husk Ash (RHA) from Muar, Malaysia. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 160(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/160/1/012066>
- Halikia, I., Zoumpoulakis, L., Christodoulou, E., & Prattis, D. (2001). Kinetic study of the thermal decomposition of calcium carbonate by isothermal methods of analysis. *The European Journal of Mineral Processing and Environmental Protection*, 1(2), 89–102.
- Hasanr, H., Tatong, B., & Tole, J. (2013). Pengaruh Penambahan Polypropylene Fiber Mesh Terhadap Sifat Mekanis Beton. *Majalah Ilmiah Mektek*, (1), 12–19. Retrieved from <http://jurnal.untad.ac.id/jurnal/index.php/Mektek/article/viewFile/1483/1000>
- Kartini, W. (2007). Penggunaan serat polypropylene untuk meningkatkan kuat tarik belah beton. *Rekayasa Perencanaan*, 4(1), 1–13. Retrieved from <http://eprints.upnjatim.ac.id/1306/>
- Nugroho, A. (2016). *Karakteristik beton busa menggunakan abu cangkang kerang hijau sebagai bahan pengganti semen portland*. 5(1), 35–41.
- Nugroho, A. (2017). Pengaruh Penggunaan Abu Sekam Padi terhadap Sifat Mekanik Beton Busa Ringan. *Jurnal Teknik Sipil*, 24(2), 139–144. <https://doi.org/10.5614/jts.2017.24.2.4>
- Nugroho, A., Rahman Saleh, A., Rawamangun Muka, J., & Timur Surel, J. (2017). PEMANFAATAN ABU AMPAS TEBU DALAM PEMBUATAN BETON BUSA RINGAN. *Jurnal Peremukiman*, 12(1), 20–24.
- Pane, F. P., Tanudjaja, H., & Windah, R. S. (2015). Pengujian kuat tarik lentur beton dengan variasi kuat tekan beton. *Jurnal Sipil Statik*, 3(5), 313–321.
- Pliya, P., & Cree, D. (2015). Progress of Bio-Calcium Carbonate Waste Eggshell and Seashell Fillers in Polymer Composites: A Review. *Journal of Composites Science*, 4(2), 70. <https://doi.org/10.3390/jcs4020070>
- Rahamudin, R. H., Manalip, H., & Mondoringin, M. (2016). Pengujian Kuat Tarik Belah Dan Kuat Tarik Lentur Beton Ringan Beragregat Kasar (Batu Apung) Dan Abu Sekam Padi Sebagai Substitusi Parsial Semen. *Jurnal Sipil Statik*, 4(3), 225–231.
- Reni, Y. C., Hastuti, R., Darmawan, A. (2011). Kajian Pengaruh Penambahan Kalsium Oksida (CaO) Terhadap Suhu Reaksi dan Kuat Tekan Semen. *Jurnal Fakultas MIPA Universitas Diponegoro*.



- Sari, M., & Imaduddin, M. (2018). TIM EJOURNAL Ketua Penyunting :  
 Penyunting : Mitra bestari : Penyunting Pelaksana : Redaksi : Jurusan Teknik  
 Sipil ( A4 ) FT UNESA Ketintang - Surabaya Website : tekniksipilunesa .  
 org Email : REKATS. *Jurnal Rekayasa Teknik Sipil*, 1(1), 186–194.
- Setiadji, R., & Husin, A. A. (2008). Pengaruh Penambahan Foam Agent Terhadap  
 Kualitas Bata Beton. *Jurnal Pemukiman*, 3(3).
- Simbolon, E. F. (2014). *Penggunaan Foam Agent Dalam Pembuatan Bata Beton  
 Ringan*.
- Sitorus, Torang, Kardeni, Emilia, Nursyamsi, M. (n.d.). Cangkang Telur Sebagai  
 Tambahan Semen Dan. *Jurnal Teknik Sipil*.
- SNI 1974-2011. "Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder".
- SNI 15-0302-2004. " Semen Portland Pozolan".
- SNI 03-2491-2002. "Metode Pengujian Kuat Tarik Belah Beton".
- SNI 03-3449-2002. "Tata Cara Rencana Pembuatan Campuran Beton Ringan  
 Dengan Agregat Ringan".
- SNI 2049-2015. " Semen Portland".
- SNI 7974-2013. "Spesifikasi Air Pencampuran Yang Digunakan Dalam Produksi  
 Beton Semen Hidraulis".
- Stanley, J. (2018). Eksperimen Pembuatan Beton Ringan dengan Penambahan  
 Abu Sinabung dan Silica Fume pada Beton Foam untuk Keperluan  
 Struktural. *Jurnal Teknik Sipil*. Retrieved from file:///D:/DATA  
 2019/PASCA UR/PENELITIAN/ARTIKEL/Artikel Thesis/Eksperimen  
 Pembuatan Beton Ringan dengan penambahan Abu Sinabung dan Silica  
 Fume Pada Beton Foam untuk Keperluan Struktural-Jefry Stanley  
 Ginting.pdf
- Tata, A., & Sultan, M. A. (2016). Pengaruh Penambahan Abu Sekam Padi  
 Sebagai Campuran Bahan Baku Beton Terhadap Sifat Mekanis Beton.  
*SIPILsains*, 06, 23–30.
- Wibowo, H. (2019). *PERILAKU MEKANIK BETON RINGAN STYROFOAM*. 05,  
 29–40.

# LAMPIRAN



FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO.3 MEDAN 20238

LEMBAR ASISTENSI

NAMA : REAN FARRAS SEPTIAN  
NPM : 1607210168  
JUDUL : ANALISIS PENGARUH BAHAN TAMBAH SERAT *POLYPROPYLENE*  
DENGAN SERBUK CANGKANG TELUR DAN ABU SEKAM PADI  
SEBAGAI PENGANTI SEMEN SEBAGIAN TERHADAP KUAT TARIK  
BETON BUSA (*FOAM CONCRETE*)

NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
1	26 Oktober 2020	<ul style="list-style-type: none"><li>- Beripenjelasan pada hasil penelitian terjadinya penurunan pada tabel!!</li><li>- Sesuaikan kesimpulan dengan tujuan penelitian</li><li>- Perbaiki TA lanjut kesidang</li></ul>	
3	05 November 2020		

Dosen Pembanding - 1

(Dr. Fahrizal Zulkarnain)



FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO.3 MEDAN 20238

LEMBAR ASISTENSI

NAMA : REAN FARRAS SEPTIAN  
NPM : 1607210168  
JUDUL : ANALISIS PENGARUH BAHAN TAMBAH SERAT *POLYPROPYLENE*  
DENGAN SERBUK CANGKANG TELUR DAN ABU SEKAM PADI  
SEBAGAI PENGGANTI SEMEN SEBAGIAN TERHADAP KUAT TARIK  
BETON BUSA (*FOAM CONCRETE*)

NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
1	26 Oktober 2020	Perbaiki Tugas Akhir!! <ul style="list-style-type: none"><li>- Bedakan laporan TA dengan laporan praktikum</li><li>- Perbaiki tabel</li><li>- Beripenjelasan pada hasil pengujian kenapa terjadi error pada salah satu sample</li><li>- Sesuaikan kesimpulan dengan tujuan masalah</li></ul>	
3	05 November 2020	<i>Ace Untuk Ridang</i> Note: perbaiki tabel pada bab 4	

Dosen Pembimbing - 2



(Tondi Anirsyah Putera, S.T., M.T)



FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO.3 MEDAN 20238

LEMBAR ASISTENSI

NAMA : REAN FARRAS SEPTIAN  
NPM : 1607210168  
JUDUL : ANALISIS PENGARUH BAHAN TAMBAH SERAT *POLYPROPYLENE*  
DENGAN SERBUK CANGKANG TELUR DAN ABU SEKAM PADI  
SEBAGAI PENGGANTI SEMEN SEBAGIAN TERHADAP KUAT TARIK  
BETON BUSA (*FOAM CONCRETE*)

NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
1	26 Oktober 2020	<ul style="list-style-type: none"><li>- Perbaiki Abstrak</li><li>- Sesuaikan Kesimpulan dengan pembahasan Bab 1</li><li>- Gunakan Mendeley Pilih Cara mensitasi yang Benar</li><li>- Tabel <i>Landscape</i></li><li>- Kasih Ilustrasi pengujian Kuat Tekan dan Tarik</li><li>- Perbaiki Laporan!!!</li><li>- Ikutin Panduan Penulisan TA</li></ul>	
3	05 November 2020	ACC!!! LANJUT SIDANG	

Dosen Pembimbing



(Dr. Fetra Venny Riza)



FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO.3 MEDAN 20238

LEMBAR ASISTENSI

NAMA : REAN FARRAS SEPTIAN  
NPM : 1607210168  
JUDUL : ANALISIS PENGARUH BAHAN TAMBAH SERAT *POLYPROPYLENE*  
DENGAN SERBUK CANGKANG TELUR DAN ABU SEKAM PADI  
SEBAGAI PENGGANTI SEMEN SEBAGIAN TERHADAP KUAT TARIK  
BETON BUSA (*FOAM CONCRETE*)

NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
1	12 September 2020	<ul style="list-style-type: none"><li>- Perbaiki judul</li><li>- Susunan sub Bab 2 diperbaiki</li><li>- Masukkan gambar ke Bab 3 selama kegiatan penelitian</li></ul>	
2	05 Oktober 2020	<ul style="list-style-type: none"><li>- Tambah materi atau penelitian sebelumnya di Bab 2</li><li>- Bab 3 dibuat cara pengerjaan di lapangan</li><li>- Pindahkan data-data di Bab 3 ke Bab 4</li><li>- Kesimpulan menjawab dari rumusan masalah</li></ul>	
3	19 Oktober 2020	ACC SEMINAR HASIL	

Dosen Pembimbing

(Dr. Fetra Venny Riza)



FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
Jl. Kapten Mukhtar Basri No.3 Medan Telp. (061)-6622400

LEMBAR ASISTENSI

NAMA : REAN FARRAS SEPTIAN  
NPM : 1607210168  
JUDUL : ANALISIS PENGARUH SERAT KELAPA DAN BAHAN ISI PADA  
BETON BUSA DENGAN EKSPERIMEN DAN PEMODELAN  
PLAT PANTAI

NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
1	28 November 2019	Bab I <ul style="list-style-type: none"><li>Latar Belakang diperbaiki</li><li>Rumusan Masalah diperbaiki</li><li>Tujuan Penelitian diperbaiki</li><li>Tidak perlu sistematika penulisan pada proposal</li></ul> Lanjut Bab II, III	
2	21 Januari 2020	<ul style="list-style-type: none"><li>Perbaiki judul</li><li>Perbaiki Bab I, II, III</li></ul>	
3	30 Januari 2020	Lengkapi Revisi dan ACC Seminar Proposal	
4	31 Januari 2020	ACC SEMINAR PROPOSAL	

Mengetahui,  
Pembimbing Tugas Akhir

(Dr. Fetra Venny Riza)



DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

NAMA : Rean Farras Septian  
NPM : 1607210168  
Judul T.Akhir : Analisis Pengaruh Bahan Tambah Serat Polypropylone Dengan Serbuk Cangkang Telur Dan Abu Sekam Padi Sebagai Pengganti Semen Sebagian Terhadap Ruas Tarik Beban Busa ( Foam Concrete)

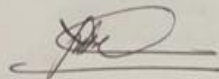
Dosen Pembimbing - I : DR.Fetra Venny Riza  
Dosen Pembanding - I : DR.Fahrizal Z.S.T.M.Sc  
Dosen Pembanding - II : Tondi Amirsyah.P.S.T.M.T

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana ( collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antaralain  
*- Bedakan Laporan T.A dgn lap. penelitian*  
*- Berikan penjelasan pada hasil sidang sarjana tersebut terjadi*  
*error pada salah satu jawaban, verifikasi dgn tujuan*
3. Harus mengikuti seminar kembali  
Perbaikan :  
.....  
.....  
.....

Medan 09 Rab.Awal 1442H  
26 Oktober 2020 M

Diketahui :  
Ketua Prodi. T.Sipil



DR.Fahrizal Zulkarnain.S.T.M.Sc

Dosen Pembanding- II

Tondi Amirsyah.P.S.T.M.T



DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

NAMA : Rean Farras Septian  
NPM : 1607210168  
Judul T.Akhir : Analisis Pengaruh Bahan Tambah Serat Polypropylone Dengan Serbuk Cangkang Telur Dan Abu Sekam Padi Sebagai Pengganti Semen Sebagian Terhadap Ruas Tarik Beban Busa ( Foam Concrete)

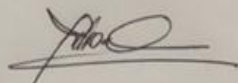
Dosen Pembimbing - I : DR.Fetra Venny Riza  
Dosen Pembanding - I : DR.Fahrizal Z.S.T.M.Sc  
Dosen Pembanding - II : Tondi Amirsyah.P.S.T.M.T

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana ( collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :
  - *Salah soal Penjurian Man*
  - *Nilai Penilaian & Karyak*
  - *Agar kebid Sarjan*
3. Harus mengikuti seminar kembali  
Perbaikan :  
.....  
.....  
.....

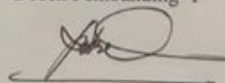
Medan 09 Rab.Awal 1442H  
26 Oktober 2020 M

Diketahui :  
Ketua Prodi. T.Sipil



DR.Fahrizal Zulkarnain.S.T.M.Sc

Dosen Pembanding- I



DR.Fahrizal Z.S.T.M.Sc



Gambar L.1: Proses Pengujian Kuat Tarik



Gambar L.2: Hasil Pengujian Kuat Tarik



Gambar L.3: Proses Pengujian Kuat Tekan



Gambar L.4: Proses Pembuatan *Foam Agent*





Gambar L.5: Busa *Foam Agent* Pada Campuran Beton



Gambar L.6: Proses Pemeriksaan Agregat Campuran Beton

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



### INFORMASI PRIBADI

Nama	: Rean Farras Septian
Panggilan	: Rean
Tempat, Tanggal Lahir	: Padang, 07 September 1997
Jenis Kelamin	: Laki-laki
Alamat Sekarang	: Komplek Taman Perkasa Indah A/34
No.HP	: 0813-1410-2211

### RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Induk Mahasiswa	: 1607210168
Fakultas	: Teknik
Program Studi	: Teknik Sipil
Jenis Kelamin	: Laki-laki
Peguruan Tinggi	: Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Alamat Peguruan Tinggi	: Jl. Kapten Mughtar Basri, No. 3 Medan 20238

### PENDIDIKAN FORMAL

Tingkat Pendidikan	Nama dan Tempat	Tahun Kelulusan
Sekolah Dasar	SDN 13 Padang	2004 - 2010
Sekolah Menengah Pertama	SMP Semen Padang	2010 - 2013
Sekolah Menengah Atas	SMAIT Al-Fityan Medan	2013 - 2016

### ORGANISASI

Informasi	Tahun
Anggota Osis SMAIT Al-Fityan Medan	2015