

TUGAS AKHIR

**ANALISIS KUAT TARIK BELAH BETON BUSA (*FOAM CONCRETE*)
DENGAN KOMBINASI BAHAN TAMBAH SERAT SABUT KELAPA,
SERBUK CANGKANG TELUR DAN ABU SEKAM PADI SEBAGAI
PENGANTI SEMEN SEBAGIAN MENGGUNAKAN METODE
EKSPERIMEN LABORATORIUM**

(Studi Penelitian)

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

Disusun Oleh :

FIRA VIDIA BR MANURUNG

1607210215



UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

MEDAN

2020

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

menjawab surat ini agar disebutkan

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

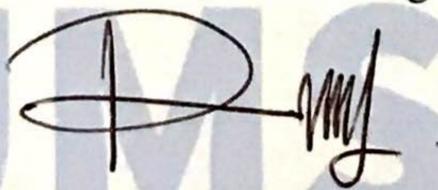
Tugas Akhir ini diajukan oleh :

Nama : Fira Vidia Br Manurung
NPM : 1607210215
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Analisis Kuat Tarik Beton Busa (*Foam Concrete*)
Dengan Kombinasi Bahan Tambah Serat Sabut Kelapa, Serbuk Cangkang Telur Dan Abu Sekam Padi Sebagai Pengganti Semen Sebagian Menggunakan Metode Eksperimen
Bidang Ilmu : Struktur

DISETUJUI UNTUK DISAMPAIKAN KEPADA
PANITIA UJIAN SKRIPSI

Medan, *November* 2020

Dosen Pembimbing



Dr. Fetra Venny Riza

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

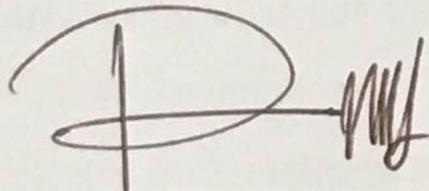
Nama : Fira Vidia Br Manurung
NPM : 1607210215
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Analisis Kuat Tarik Belah Beton Busa (*Foam Concrete*) Dengan Kombinasi Bahan Tambah Serat Sabut Kelapa, Serbuk Cangkang Telur Dan Abu Sekam Padi Sebagai Pengganti Semen Sebagian Menggunakan Metode Eksperimen
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, November 2020

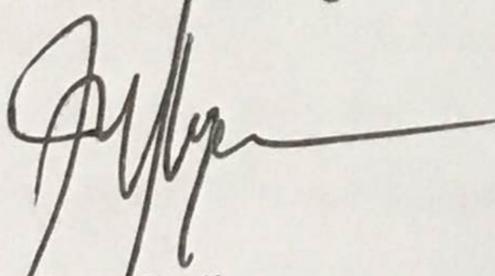
Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing



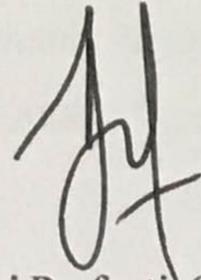
Dr. Fetra Venny Riza

Dosen Pembanding I



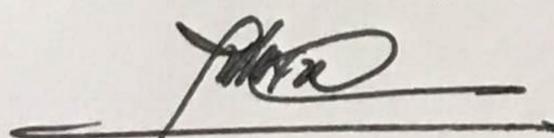
Dr. Josef Hadipramana

Dosen Pembanding II



Sri Prafanti, S.T., M.T

Ketua Prodi Teknik Sipil



Dr. Fahrizal Zulkarnain

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Fira Vidia Br Manurung
Tempat, Tanggal Lahir : Gondang Rejo, 12 juni 1999
NPM : 1607210215
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil

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

“Analisis Kuat Tarik Belah Beton Busa (*Foam Concrete*) Dengan Kombinasi Bahan Tambah Serat Sabut Kelapa, Serbuk Cangkang Telur Dan Abu Sekam Padi Sebagai Pengganti Semen Sebagian Menggunakan Metode Eksperimen”

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 orisinil dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidak sesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan atau ke sarjana saya.

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

Medan, November 2020

Saya yang menyatakan,



Fira Vidia Br Manurung

ABSTRAK

ANALISIS KUAT TARIK BELAH BETON BUSA (*FOAM CONCRETE*) DENGAN KOMBINASI BAHAN TAMBAH SERAT SABUT KELAPA, SERBUK CANGKANG TELUR DAN ABU SEKAM PADI SEBAGAI PENGANTI SEMEN SEBAGIAN MENGGUNAKAN METODE EKSPERIMEN LABORATORIUM

Fira Vidia Br Manurung
1607210215
Dr. Fetra Venny Riza

Beton busa merupakan jenis beton ringan yang dibuat dengan menambahkan gelembung-gelembung udara ke dalam adukan pasta beton. Dengan menggunakan limbah sebagai pengganti sebagian material penyusun beton busa untuk mengurangi permasalahan lingkungan hidup karena kurangnya penanganan untuk limbah-limbah pangan. Maka dengan menggunakan limbah itu beton akan lebih *eco friendly* dibanding beton konvensional. Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk mempelajari nilai kuat tarik belah beton busa terhadap penambahan abu sekam padi, serbuk cangkang telur, dan serat sabut kelapa dengan variasi 0%, 10%, 15%, 20% sebagai pengganti semen sebagian. Sampel pengujian yang dicetak dengan ukuran diameter 15 cm dan panjang 30 cm sebanyak 12 sampel benda uji. Untuk mengetahui nilai kuat tekan dan kuat tarik belah sampel yang dicetak dengan umur rencana 28 hari dengan perbandingan pasir-semen yaitu 1:2, dan nilai F.A.S sebesar 0.55. Hasil nilai kuat tekan berdasarkan variasinya adalah beton normal (7,12 Mpa); variasi I (5,69 Mpa); variasi II (2,43 Mpa); dan variasi III (2,22 Mpa). Hasil nilai kuat tarik berdasarkan variasinya adalah beton normal (0,66 Mpa); variasi I (0,42 Mpa); variasi II (0,47 Mpa); variasi III (0,42 Mpa). Maka dapat disimpulkan bahwa nilai kuat tekan tertinggi terdapat pada variasi I yaitu 5,69 Mpa dan nilai kuat tarik tertinggi terdapat pada variasi II yaitu 0,47 Mpa, namun kedua nilai tertinggi masih lebih rendah dari campuran 0% disebabkan oleh takaran campuran bahan tambah yang tidak bekerja dengan baik sebagai pozzolan.

Kata Kunci : Beton Busa, kuat tekan, kuat tarik.

ABSTRACT

ANALYSIS OF TENSILE STRENGTH OF CONCRETE FOAM COMBINED WITH CHEMICAL ADDED FIBER FIBER COCONUT, POWDER SHELL EGGS AND ABU HUSK RICE IN LIEU OF CEMENT IN PART BY USING EXPERIMENTAL LABORATORY

Fira Vidia Br Manurung
1607210215
Dr. Fetra Venny Riza

Foam Concrete is a kind of lightweight concrete made by adding air bubbles into the mortar concrete paste. By using waste as a substitute for some of the building blocks of foam concrete to reduce environmental problems due to lack of handling for food wastes. So by using that waste, concrete will be more *eco friendly* than conventional concrete. This research was conducted to study the tensile strength value of foam concrete on the addition of rice husk ash, eggshell powder, and coconut fiber with variations of 0%, 10%, 15%, 20% as a substitute for partial cement. The printed test samples with a diameter of 15 cm and a length of 30 cm were 12 samples. To find out the compressive strength and split tensile strength of the samples printed with a design age of 28 days with a sand-cement ratio of 1: 2, and a FAS value of 0.55. The results of the compressive strength value based on the variation are normal concrete (7,12 Mpa); variation I (5.69 Mpa); variation II (2.43 Mpa); and variation III (2.22 Mpa). The results of the tensile strength value based on the variation are normal concrete (0.66 Mpa); variation I (0.42 Mpa); variation II (0.47 Mpa); variation III (0.42 Mpa). So it can be concluded that the highest compressive strength value is in variation I, namely 5.69 Mpa and the highest tensile strength value is in variation II, namely 0.47 Mpa, but the two highest values are still lower than the 0% mixture due to the dose of the added mixture doesn't work well as a pozzolan.

Keywords : Foam Concrete, strong press, strong pull.

KATA PENGANTAR

Assalamua'laikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul “Analisis Kuat Tarik Belah Beton Busa (*Foam Concrete*) Dengan Kombinasi Bahan Tambah Serat Sabut Kelapa, Serbuk Cangkang Telur Dan Abu Sekam Padi Sebagai Pengganti Semen Sebagian Menggunakan Metode Eksperimen Laboratorium”. Shalawat dan salam senantiasa tercurah untuk Rasulullah SAW yang mengantarkan manusia dari zaman kegelapan ke zaman yang cerah benderang ini. Penyusunan skripsi ini meminta sebagian persyaratan guna meraih gelar Sarjana Teknik di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Penulis yang menyetujui ini tidak dapat menyelesaikan tanpa dukungan dari berbagai pihak baik moril maupun materil. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam perencanaan skripsi ini terutama untuk:

1. Ibu Dr. Fetra Venny Riza, selaku Dosen Pembimbing Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan bimbingan untuk membantu menyelesaikan tugas akhir saya.
2. Bapak Dr. Josef Hadipramana, selaku Dosen Pembimbing I sekaligus Kepala Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Ibu Sri Prafanti, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak memberikan kritikan yang sangat bermanfaat kepada saya.
4. Bapak Dr. Fahrizal Zulkarnain. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Ibu Irma Dewi, S.T, M.T, selaku Sekretaris Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

7. Segenap Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah memberikan dan mengajarkan ilmunya kepada penulis.
8. Kedua Orang Tua penulis, Bapak Afri Hariono Manurung dan Ibu Rayani yang telah memberikan kasih sayang dan dukungan yang tidak ternilai kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
9. Seluruh civitas akademika Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah memberikan dukungan moril kepada penulis.
10. Keluarga besar Himpunan Mahasiswa Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (HMS UMSU) khususnya teman-teman 016 tercinta yang selalu memberikan motivasi, dukungan, semangat serta canda dan tawa.
11. Terimakasih kepada rekan-rekan seperjuangan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Stambuk 2016.

Penulis menyadari itulah skripsi ini masih jauh dari sempurna karena terbatasnya pengalaman dan pengetahuan yang dimiliki penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan segala bentuk saran serta masukan bahkan kritik yang dibuat dari berbagai pihak. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan semua pihak dalam bidang manajemen pemasaran.

Akhir kata, penulis mengharapkan semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi penulis dan para pembaca. Dan akhirnya kepada Allah SWT, penulis serahkan segalanya demi tercapainya keberhasilan yang sepenuhnya.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Medan, November 2020
Penulis,

Fira Vidia Br Manurung
NPM.1607210215

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
LEMBAR KEASLIAN TUGAS AKHIR	ii
ABSTRAK	iii
<i>ABSTRACT</i>	iv
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
BAB 1. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Ruang Lingkup Penelitian	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Metodologi Penulisan	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Pengertian Umum	5
2.2 Beton Busa (<i>foam concrete</i>)	5
2.3 Pasir	9
2.4 Semen	10
2.5 Air	12
2.6 <i>Foam Agent</i>	13
2.7 Bahan Pencampur	14
2.8 Serat Sabut Kelapa	15
2.9 Serbuk Cangkang Telur	17
2.10 Abu Sekam Padi	18
2.11 Kuat Tekan	19
2.12 Kuat Tarik Belah	20
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Diagram Alir	23

3.2	Tempat Penelitian	24
3.3	Persiapan Alat Dan Bahan	25
3.3.1	Alat	25
3.3.2	Bahan	31
3.4	Metode Penelitian	34
3.4.1	Data Primer	34
3.4.2	Data Sekunder	34
3.5	Langkah-Langkah Pemeriksaan Bahan	34
3.5.1	Berat Jenis Dan Penyerapan	34
3.5.1.1	Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Halus (Pasir)	34
3.5.1.2	Berat Jenis Dan Penyerapan ASP	35
3.5.1.3	Berat Jenis Dan Penyerapan SCT	35
3.5.2	Pemeriksaan Kadar Air Agregat Halus (Pasir)	36
3.5.3	Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus (Pasir)	36
3.6	<i>Mix Design</i>	37
3.7	Pembuatan Benda Uji	38
3.7.1	Langkah-Langkah Pembuatan Benda Uji	38
3.7.2	<i>Slump Flow</i>	39
3.7.3	Perawatan Benda Uji	39
3.8	Kuat Tekan Beton	40
3.9	Kuat Tarik Beton	41
BAB 4. ANALISA DATA		
4.1	Hasil pemeriksaan bahan	43
4.1.1	Berat jenis dan penyerapan	43
4.1.1.1	Berat jenis dan penyerapan agregat halus (pasir)	43
4.1.1.2	Berat jenis dan penyerapan ASP	44
4.1.1.3	Berat jenis dan penyerapan SCT	45
4.1.2	Pemeriksaan kadar air agregat halus (pasir)	46
4.1.3	Pemeriksaan kadar lumpur agregat halus (pasir)	47
4.2	<i>Mix Design</i>	47
4.2.1	Perhitungan <i>mix design</i> silinder benda uji tekan	48
4.2.2	Perhitungan <i>mix design</i> silinder benda uji tarik	52

4.3	<i>SlumpFlow</i>	55
4.4	Hasil Uji Kuat Tekan Beton Ringan	56
4.5	Hasil Kuat Tarik Beton Ringan	60
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN		
5.1	Kesimpulan	64
5.2	Saran	65
DAFTAR PUSTAKA		67
LAMPIRAN		
DAFTAR RIWAYAT HIDUP		

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Contoh Pemakaian Limbah Sebagai Bahan Tambah Pada Beton	8
Tabel 2.2 Contoh Penggunaan Pasir Pada Penelitian Yang Telah Dilakukan	9
Tabel 2.3 Komposisi Kimia Semen Portland Tipe I	10
Tabel 2.4 Contoh penggunaan semen pada penelitian yang telah dilakukan	11
Tabel 2.5 Contoh Penggunaan <i>Foam Agent</i> Pada Penelitian Sebelumnya	13
Tabel 2.6 Pemakaian Serat Pada Beton	16
Tabel 2.7 Pemakaian Sebuk Cangkang Telur Pada Beton	17
Tabel 2.8 Komposisi kimia abu sekam padi	18
Tabel 2.9 Pemakaian Abu Sekam Padi Pada Beton	19
Tabel 3.1 Tempat Dan Waktu Penelitian	24
Tabel 3.2 Variasi Sampel Yang Dibuat	38
Tabel 4.1 Data hasil pengujian berat jenis dan penyerapan agregat halus.	43
Tabel 4.2 Data hasil pengujian berat jenis dan penyerapan ASP	44
Tabel 4.3 data hasil pengujian berat jenis dan penyerapan SCT	45
Tabel 4.4 Data Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Halus	46
Tabel 4.5 Data Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus	47
Tabel 4.6 Variasi Sampel Yang Diuji	48
Tabel 4.7 Bahan campuran beton untuk 1 kali mix pada kuat tekan	49
Tabel 4.8 Bahan Bahan Campuran Beton Untuk 1 Kali Mix Pada Kuat Tarik	52
Tabel 4.9 Data berat benda uji dan hasil beban tekan	56
Tabel 4.10 Hasil pengujian kuat tekan	57
Tabel 4.11 Rata-rata kuat tekan beton	58
Tabel 4.12 Data berat benda uji dan hasil beban tarik	60
Tabel 4.13 Rata-rata kuat tarik beton	62

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Serat Sabut Kelapa	16
Gambar 2.2 Abu Sekam Padi	18
Gambar 3.1 Langkah-langkah penelitian	22
Gambar 3.2 cetakan beton silinder	25
Gambar 3.2 Satu Set Alat Slump Flow	25
Gambar 3.4 Saringan No.4	25
Gambar 3.5 Sekop Tangan	26
Gambar 3.6 Ember	26
Gambar 3.7 Oven	26
Gambar 3.8 Piknometer	27
Gambar 3.9 Pan	27
Gambar 3.10 Timbangan Digital	27
Gambar 3.11 Gelas Ukur	28
Gambar 3.12 Plastik Ukuran 10 Kg	28
Gambar 3.13 Kuas	28
Gambar 3.14 Mesin Pengaduk Beton	29
Gambar 3.15 Mesin Bor	29
Gambar 3.16 Bak Perendam	29
Gambar 3.17 Kawat Kasa Dan Kaki Tiga	30
Gambar 3.18 Spritus	30
Gambar 3.19 Mesin Kuat Tekan Beton	30
Gambar 3.20 Mesin Kuat Tarik Beton	31
Gambar 3.21 Pasir	31
Gambar 3.22 Semen	31
Gambar 3.23 Air	32
Gambar 3.24 <i>Foam Agent</i>	32
Gambar 3.25 Sika	32
Gambar 3.26 Abu Sekam Padi	33
Gambar 3.27 Serbuk Cangkang Telur	33
Gambar 3.28 Serat Sabut Kelapa	33

Gambar 3.29a Pengujian Slump Flow	39
Gambar 3.29b Pengukuran Nilai Slump	39
Gambar 3.30 Digital Compression Machine Test	41
Gambar 3.31 Mesin Kuat Tarik Beton	42
Gambar 4.1 Perbandingan Hasil Nilai Kuat Tekan Beton	58
Gambar 4.2 Nilai Rata-Rata Pada Kuat Tekan	59
Gambar 4.3 Perbandingan Hasil Nilai Kuat Tarik Beton	61
Gambar 4.4 Perbandingan Hasil Nilai Kuat Tarik Beton	62

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Beton busa dikenal sebagai beton ringan selular yang dibuat dengan menyuntikkan mortar atau semen pasta dengan busa sintetik. 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 kg/m³, memiliki kuat tekan berkisar 1-25 N/mm² pada 28 hari. Proses pengerasan pada beton membutuhkan waktu 24 jam. Sejarah beton busa berawal pada awal tahun 1920-an dan produksi diautoklaf beton aerasi, yang digunakan terutama sebagai isolasi. Sebuah studi rinci mengenai komposisi. Sifat fisik dan produksi beton busa pertama kali dilakukan pada 1950-an dan 60-an. Semakin berkembangnya teknologi, penelitian-penelitian telah banyak dilakukan untuk memperoleh suatu penemuan alternatif penggunaan konstruksi beton dalam berbagai bidang secara tepat dan efisien, sehingga akan diperoleh mutu beton yang lebih baik.

Pengurangan penggunaan klinker sebanyak 1 kg pada proses produksi 1 ton semen dapat mereduksi gas CO₂ sebanyak 1 kg pula. Dengan memperhatikan faktor lingkungan dan ekonomi, maka pengurangan emisi gas CO₂ akibat penggunaan material semen sangat dibutuhkan, sehingga dampaknya diperlukan pengurangan penggunaan semen pada pembuatan material konstruksi. Berdasarkan alasan tersebut, penggantian penggunaan semen sebagian perlu dilakukan terutama pada material konstruksi seperti adonan pengecoran beton, baik untuk beton struktural seperti kolom dan balok maupun beton non-struktural seperti dinding. Salah satunya alternative bahan pengganti penggunaan semen yaitu abu sekam padi dan cangkang telur.

Beton memiliki kuat tekan yang cukup besar namun memiliki kuat tarik yang kecil bersifat getas. Sehubungan dengan kelemahan beton ini, berbagai penelitian telah dilakukan untuk memperbaiki sifat mekanis beton tersebut. Salah satu cara yang digunakan untuk memperbaiki sifat mekanis beton adalah dengan

menambahkan bahan substitusi yang mampu menghasilkan beton dengan kekuatan tarik lebih besar dan ramah lingkungan. Seperti Limbah cangkang telur yang terus melimpah selama telur diproduksi di bidang perternakan dan selalu digunakan di restoran, pabrik roti, dan mie sebagai bahan baku pembuatan makanan. sehingga limbah industri pangan perlu penanganan yang lebih baik.

Dengan pemanfaatan limbah industri pangan seperti abu sekam padi, cangkang telur, dan serat kelapa dapat diolah menjadi bahan substitusi dari semen dalam membuat beton yang lebih ekonomis dibandingkan dengan beton busa tanpa substitusi limbah lainnya. Oleh karena itu peneliti mengambil judul “Analisis Kuat Tarik Belah Beton Busa (*Foam Concrete*) Dengan Kombinasi Bahan Tambah Serat Sabut Kelapa, Serbuk Cangkang Telur Dan Abu Sekam Padi Sebagai Pengganti Semen Sebagian Menggunakan Metode Eksperimen Laboratorium” sebagai penelitian.

1.2 Rumusan Masalah

Pada penelitian ini dicoba untuk mengambil permasalahan mengenai tinjauan tarik pada beton dengan penambahan serat sabut kelapa, serbuk cangkang telur dan abu sekam padi. Beberapa permasalahan yang muncul antara lain:

1. Mengetahui bagaimana pengaruh penambahan serat kelapa dengan serbuk cangkang telur dan abu sekam padi terhadap kuat tarik Beton Busa.
2. Mengetahui variasi pada komposisi serat kelapa dengan serbuk cangkang telur dan abu sekam padi, serta mengetahui pada campuran berapa persen nilai kuat tarik tertinggi yang dihasilkan.

1.3 Ruang Lingkup Penelitian

Permasalahan yang akan dibahas oleh penulis pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Jenis beton yang akan di teliti adalah Beton Busa (*foam concrete*) dengan ukuran 15 x 30 berbentuk silinder.
2. Karakteristik Beton Busa yang diuji adalah kuat tarik dari hasil eksperimen.
3. Bahan tambah yang digunakan adalah serat kelapa sebagai pengganti pasir dengan serbuk cangkang telur dan abu sekam padi pengganti semen sebagian.

4. Bahan tambah yang digunakan untuk menaikkan nilai kuat tarik adalah serat kelapa.
5. Tinjauan kimia, pengaruh suhu, angin, dan kelembapan udara tidak dibahas secara mendalam.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui nilai kuat tarik beton busa dengan bahan tambah serat kelapa dengan serbuk cangkang telur dan abu sekam padi.
2. Untuk mengetahui berapa besar pengaruh serat kelapa dengan serbuk cangkang telur dan abu sekam padi terhadap kekuatan beton.
3. Memanfaatkan limbah pangan ataupun limbah industri yang menyebabkan pencemaran lingkungan.
4. Menghasilkan beton busa yang *eco friendly*.
5. Menghasilkan beton busa yang lebih murah.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk pemberdayaan limbah cangkang telur, sekam padi, dan serat kelapa.
2. Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat sebagai rujukan untuk penelitian berikutnya dan dapat pula dikembangkan menjadi penelitian berkelanjutan dalam perkembangan bahan konstruksi terutama Beton Busa.
3. Material konstruksi yang baru, yang ramah lingkungan dan dapat digunakan berkelanjutan.

1.6 Metodologi Penulisan

Dalam penyusunan skripsi ini penulis membagi material yang akan disampaikan dalam beberapa bab, yaitu:

BAB 1 PENDAHULUAN

Dalam bab ini diuraikan mengenai latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, ruang lingkup penelitian, manfaat penelitian dan

sistematika penulisan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Dalam bab ini berisikan teori yang berupa pengertian dan defenisi yang diambil dari kutipa buku, jurnal dan artikel yang berkaitan dengan penyusunan tugas akhir serta beberapa literature review yang berhubungan dengan penelitian.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Dalam bab ini diuraikan mengenai tahapan penelitian, pelaksanaan penelitian, teknik pengumpulan data, bahan dan peralatan penelitian, jenis data yang diperlukan, pengambilan data, dan analisis data.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini berisikan hasil penelitian yang telah dilakukan, permasalahan yang terjadi dan pemecahan masalah selama proses penelitian berlangsung.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Dalam bab ini berisikan kesimpulan dan saran yang berkaitan dengan analisa dan optimalisasinya berdasarkan yang telah diuraikan pada bab-bab sebelumnya.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Umum

Beton merupakan salah satu bahan konstruksi yang telah umum digunakan untuk pembangunan gedung, jembatan, dan juga jalan. Beton merupakan suatu bahan komposit (campuran) dari beberapa material yang bahan utamanya terdiri dari medium campuran antara semen, agregat halus, agregat kasar, air serta bahan tambah lain dengan perbandingan tertentu. Dikarenakan beton merupakan material komposit, maka kualitas beton sangat bergantung pada kualitas masing – masing pembentuknya. Beton dapat dikatakan baik apabila memiliki kekuatan tekan tinggi, kedap terhadap air, dapat menahan aus, kembang susut yang terjadi kecil dan dapat bertahan lama (Tjokrodimulyo, 1996).

Sehubung dengan kelemahan beton yang memiliki kuat tarik yang kecil bersifat getas. Berbagai penelitian telah dilakukan untuk memperbaiki sifat mekanis beton adalah dengan menambahkan *micro reinforcement* seperti serat (azis et al.,2016). Pemikiran dasarnya adalah menulangi beton dengan serat secara merata dan orientasi penyebaran secara acak sehingga dapat mencegah terjadinya retakan-retakan dini maka kemampuan bahan untuk mendukung tegangan-tegangan dalam seperti lentur dan geser akan meningkat (P & Wahjono,2008)

2.2 Beton Busa (*Foam Concrete*)

Sejarah beton busa berawal pada awal tahun 1920-an dan produksi diautoklaf beton aerasi, yang digunakan terutama sebagai isolasi. Sebuah studi rinci mengenai komposisi, sifat fisik dan produksi beton Busa 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 Busa 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. Beton busa, juga dikenal sebagai beton Busa, *foamcrete*, beton

ringan selular atau dikurangi beton kepadatan, adalah bubur yang dibuat dengan menyuntikkan mortar atau semen pasta dengan busa sintetis diangin-anginkan. 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 kg/m³, memiliki kuat tekan berkisar 1–25 N/mm² pada 28 hari. Proses pengerasan pada beton busa membutuhkan waktu 24 jam, Menurut Brady (2001:2).

Menurut Abdullah, 2008, Bahan pencampur adalah material berbentuk serbuk atau cairan yang ditambahkan ke dalam beton untuk memberikan efek-efek tertentu yang tidak akan muncul bila menggunakan campuran beton biasa, seperti kemungkinan pelaksanaan (*Workability*), kekuatan (*Strength*), tak dapat dilalui (*imperviousness*), titik beku (*freezing point*), dan perawatan (*Curing*). Biasanya beton Busa ini banyak digunakan sebagai partisi dinding pada sebuah bangunan, sebagai bahan isolasi termal pada atap, sebagai stabilisasi pada tanah, dan sebagai pengisi dalam beton rangka baja. Beton ringan dengan bahan batuan yang berongga atau agregat ringan buatan yang digunakan sebagai pengganti agregat kasar atau kerikil. Beton ini memakai agregat ringan yang mempunyai berat jenis yang rendah berkisar 1400 kg/m³ sampai 2000 kg/m³. Beton ringan ini dapat digolongkan berdasarkan jenis agregat kasar atau kerikil yang dipakai yaitu (Widi asmono, 2014) :

- a. Beton insulasi (*insulating concrete*) Pada beton ini memiliki berat antara 300 kg/m³ sampai 800 kg/m³ dan berkekuatan tekan 0,69 – 0,89 mpa. Beton ini digunakan untuk keperluan insulasi karena mempunyai kemampuan untuk konduktivitas panas yang rendah dan perendang suara, jenis agregat yang digunakan adalah perlite dan vermiculite,
- b. Beton ringan dengan kekuatan sedang (*moderate strength concrete*) Beton ini memiliki berat antara 800 kg/m³ sampai 1440 kg/m³ dan memiliki kekuatan 6,89-17,27 mpa yang biasanya dipakai sebagai beton struktur ringan atau sebagai pengisi, jenis agregat yang dipakai dalam beton ini adalah abu terbang, lempung, batu apung, batu sabak dan scoria,
- c. Beton struktural (*structural concrete*) Beton ini memiliki berat jenis antara 1440 kg/m³ sampai 1850 kg/m³ dan memiliki kuat tekan berkisar > 17,24

mpa yang dapat dipakai sebagai beton structural, jenis agregat yang dipakai dalam beton ini adalah *shale, clays, slate* dan *slag*,

- d. Beton ringan tanpa pasir (*no fines concrete*) Beton ini tidak memakai pasir pada campuran beton sehingga mempunyai sejumlah pori-pori, dengan berat jenis 880-1200 kg/m³ dengan kekuatan beton 7-14 mpa. Pemakaian beton ini sangat baik untuk kemampuan insulasi dari struktur dan cenderung dapat mengurangi kuat tekan agregat,
- e. Beton ringan yang diperoleh dengan memasukan udara dalam adukan atau mortar (beton aerasi atau beton gas) Beton ini akan membentuk pori-pori udara berukuran 0,1-1 mm dalam betonnya, memiliki berat 200-1440 kg/m³ biasanya digunakan untuk keperluan insulasi serta beton tahan api dengan menambahkan larutan hydrogen peroksida sebagai *aerated agent* volume campuran beton akan mengembang secara dramatis.

Menurut Hunggurami (2014), dibandingkan dengan bahan pembentuk dinding atau jenis beton lainnya, beton ringan CLC memiliki kelebihan diantaranya yaitu:

1. Bentuknya yang presisi sehingga memudahkan proses pemasangan dengan teliti dan tepat.
2. Ukuran dimensinya yang seragam dan dapat menghasilkan dinding yang rapi.
3. Bersifat kedap air dan sulit ditembus oleh rembesan air.
4. Mampu meredam suara dan mencegah timbulnya gema serta gaung.
5. Tingkat kekuatan yang dimiliki cukup tinggi.
6. Mempunyai ketahanan yang bagus terhadap gempa.
7. Mampu menghemat pemakaian perekat karena tidak membutuhkan siar yang tebal.
8. Bobot yang relatif ringan sehingga memperkecil beban pada struktur.
9. Lebih gampang diangkut sebab tidak terlalu berat dan dapat ditata dengan rapi.
10. Pemasangan dinding dengan bahan beton ringan juga lebih cepat dilakukan karena proses pengeringan yang relatif lebih cepat.
11. Penerapan plasteran semen cukup setebal 2,5 cm.

Beton ringan bukan saja diperhitungkan karena beratnya yang ringan, tetapi juga karena isolasi suhu yang tinggi dibandingkan dengan beton biasa, salah satu varian dari *light-weight concrete* adalah beton teraerasi pada beton ini terdapat pori-pori layaknya batu apung sehingga beton akan memiliki densitas yang rendah tetapi tetap memiliki kekuatan yang relative (Murdock dan Brook, 1986). Berikut adalah contoh-contoh pemakaian limbah sebagai bahan tambah pada beton yang telah dilakukan pada penelitian-penelitian sebelumnya, dapat dilihat pada Tabel 2.1 sebagai berikut :

Tabel 2.1 Contoh pemakaian limbah sebagai bahan tambah pada beton

No	Judul, Nama dan Tahun	Bahan	Kuat Tekan
1	Pemanfaatan Abu Ampas Tebu Dalam Pembuatan Beton Busa Ringan (Triastuti, T., & Nugroho, A.,2017)	Abu ampas tebu	Kuat tekan : 7 hari= 0,84-0,92 Mpa 14 hari=1,06-1,12 Mpa 28hari=1,41-1,474 mpa Pada variasi 15% dan 20% menghasilkan kuat tarik 1,45 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, R. H., Manalip, H., & Mondoringin, M. 2016)	Batu apung	Menghasilkan kuat tekan sebesar 2 – 14 MPa
3	Pengaruh Substitusi Parsial Semen Dengan Cangkang Telur Ayam Dan Fly Ash Pada Karakteristik Mortar Beton (Sasmita,G.A.J., Fernando,M.R., & Sugiharto,H. 2019)	Serbuk Cangkang Telur	Dalam jangka waktu pengikatan, dihasilkan SCT 20% + <i>flyash</i> 10% ≤ SCT 5% + <i>flyash</i> 10%
4	Manufacture of lightweight concrete based on organic waste. (Jumiati, e. 2018)	Sampah organik cangkang telur serta sisa makanan	Kuat tekan tertinggi sebesar 7 Mpa

Tabel 2.1 *Lanjutan* contoh pemakaian limbah sebagai bahan tambah pada beton

5	Pemanfaatan limbah genteng dan kapur sebagai cementitious pada beton ringan nonstruktural. (Nurtanto D & Utami N.M 2017)	Limbah genteng dan kapur	Hasil kuat tekan tertinggi sebesar 12,704 kg/cm ²
---	--	--------------------------	--

2.3 Pasir

Pasir adalah contoh bahan material yang berbentuk butiran. Butiran pada pasir umumnya berukuran antara 0,0625 sampai 2 mm. Materi pembentuk pasir adalah silikon dioksida, tetapi di beberapa pantai tropis dan subtropis umumnya dibentuk dari batu kapur.

Agregat halus dijadikan alternatif penambahan kekuatan beton membentuk beton yang lebih bermutu. Sifat paling penting dari suatu agregat halus ialah kekuatan hancur dan ketahanan terhadap benturan, yang dapat mempengaruhi ikatannya dengan pasta semen, porositas dan karakteristik penyerapan air dan mempengaruhi daya tahan terhadap agresi kimia, serta ketahanan terhadap penyusutan (Mawardi & Besperi, 2014). Seperti yang kita ketahui pasir adalah bahan bangunan yang cukup berpengaruh untuk beton, bisa dikatakan material yang paling banyak digunakan pada struktur bangunan. Berikut adalah beberapa contoh penelitian yang menggunakan pasir dengan kualitas yang berbeda-beda, dapat dilihat pada Tabel 2.2 berikut:

Tabel 2.2 Contoh penggunaan pasir pada penelitian yang telah dilakukan

No	Judul, Nama dan Tahun	Bahan	Hasil
1	Pengaruh penambahan zat admixture accelerator beton mix terhadap sifat-sifat mekanis mortar busa (Taufik Hidayat 2018)	Agregat halus adalah pasir kalimantan	Kuat tekan pada mortar busa berturut-turut pada umur 7 hari: 2,4 (MPa), 14 hari: 2,23 (MPa), 21 hari: 4,2 (MPa), 28 hari: 4,7 (MPa)

Tabel 2.2 *Lanjutan* contoh penggunaan pasir pada penelitian yang telah dilakukan

2	Pemanfaatan limbah genteng dan kapur sebagai cementitious pada beton ringan nonstruktural (Nurtanto, D., & Utami, N. M. 2017)	Pasir yang digunakan adalah pasir daerah lumanjang	Hasil kuat tekan tertinggi terdapat pada variasi 1 dengan nilai kuat tekan sebesar 12,704 kg/cm ² dengan berat volume sebesar 1141,231 kg/m ³
3	Pengaruh Penggunaan Kapur Sebagai Bahan Pengganti Sebagian Semen Terhadap Berat Volume, Kuat Tekan Dan Penyerapan Air Pada Bata Beton Ringan seluler berbahan dasar bottom ash (Kartika Ningrum & Firmansyah Sofianto 2018).	Pasir yang digunakan adalah pasir silika Ex Tuban yang dibeli di PT.BanonCon Indonesia	nilai kuat tekan tertinggi sebesar 3.53 Mpa serta penyerapan air paling rendah sebesar 25%

2.4 Semen

Semen merupakan perekat hidraulis bahan bangunan, artinya akan jadi perekat bila bercampur dengan air. Bahan dasar semen pada umumnya ada 3 macam yaitu *clinker*/terak semen (70% hingga 95%, merupakan hasil olahan pembakaran batu kapur, pasir silika, pasir besi dan tanah liat), gypsum (sekitar 5%, sebagai zat pelambat pengerasan) dan material ketiga seperti batu kapur, *pozzolan*, abu terbang (*fly ash*), dan lain-lain. Jika unsur ketiga tersebut tidak lebih dari sekitar 3% umumnya masih memenuhi kualitas OPC (*Ordinary Portland Cement*). namun bila kandungan material ketiga lebih tinggi hingga sekitar 25% maksimum, maka semen tersebut akan berganti tipe menjadi PCC (*Portland Composite Cement*). Adapun komposisi kimiawi semen portland tipe I produksi PT. Semen Padang yang digunakan untuk pembuatan paving block pada penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 2.3 :

Tabel 2.3 Komposisi Kimia Semen Portland Tipe I

Komponen	Kadar (%)
SiO ₂	21,94
Al ₂ O ₃	5,46

Tabel 2.3 *Lanjutan* komposisi Kimia Semen Portland Tipe I

Fe ₂ O ₃	3,43
CaO	65,07
MgO	0,78
SO ₃	1,70
CaO bebas	1,40
Other	0,22

Sumber: Biro Jaminan Kualitas dan Pengembangan Produk PT.Semen Padang

Beberapa jenis semen diatur dalam ASTM, diantaranya ASTM C 150 mengenai semen *portland* (OPC = *Ordinary Portland Cement*) yang dibedakan menjadi 5 tipe, yakni:

- a) Tipe I, yaitu semen *portland* untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis semen yang lainnya.
- b) Tipe II, yaitu semen *portland* yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat atau kalor hidrasi sedang.
- c) Tipe III, yaitu semen *portland* yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah pengikatan terjadi.
- d) Tipe IV, yaitu semen *portland* yang dalam penggunaannya memerlukan kalor hidrasi rendah.
- e) Tipe V, yaitu semen *portland* yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan tinggi terhadap sulfat.

Berikut adalah beberapa contoh penelitian yang menggunakan semen dengan tipe yang berbeda-beda, dapat dilihat pada Tabel 2.4 berikut:

Tabel 2.4 Contoh penggunaan semen pada penelitian yang telah dilakukan

No	Judul, Nama dan Tahun	Bahan	Hasil
1	Pengaruh penambahan zat admixture accelerator beton mix terhadap sifat-sifat mekanis mortar busa (Taufik Hidayat 2018)	Semen <i>portlang pozzolan</i> (PPC) merek gersik	Kuat tekan pada mortar busa pada umur 7 hari: 2,4 (MPa) 14 hari: 2,23 (MPa) 21 hari: 4,2 (MPa) 28 hari: 4,7 (MPa)

Tabel 2.4 *Lanjutan* contoh penggunaan semen pada penelitian yang telah dilakukan

2	Pemanfaatan limbah genteng dan kapur sebagai cementitious pada beton ringan nonstruktural (Nurtanto, D., & Utami, N. M. 2017)	Semen <i>portlan pozzolan</i> (PPC) produksi PT semen puger	Hasil kuat tekan tertinggi terdapat pada variasi 1 dengan nilai kuat tekan sebesar 12,704 kg/cm ² dengan berat volume sebesar 1141,231 kg/m ³
3	Pengaruh Penggunaan Kapur Sebagai Bahan Pengganti Sebagian Semen Terhadap Berat Volume, Kuat Tekan Dan Penyerapan Air Pada Bata Beton Ringan seluler berbahan dasar bottom ash (Kartika Ningrum, D. E. V. Y., & Firmansyah Sofianto, M. O. C. H. A. M. A. D. 2018).	Semen Gersik tipe PPC (Semen <i>portland pozzolan</i>)	nilai kuat tekan tertinggi sebesar 3.53 Mpa serta penyerapan air paling rendah sebesar 25%

2.4 Air

Air merupakan bahan pembuat beton yang sangat penting. Dalam pembuatan beton ringan, air diperlukan untuk memicu proses kimiawi semen yang menyebabkan pengikatan dan berlangsungnya proses pengerasan pada beton, serta untuk menjadi bahan yang membasahi agregat dan memberikan kemudahan dalam pekerjaan.

Proporsi air dinyatakan dalam rasio air-semen (W/C), yaitu angka yang menyatakan perbandingan antara berat air dibagi dengan berat semen yang digunakan dalam adukan beton. Pada umumnya rasio air-semen yang dipakai antara 0.4 – 0.6 tergantung dari mutu beton yang ingin dicapai. Beton yang padat dan kuat diperoleh dengan menggunakan jumlah air yang minimal namun konsisten dan derajat *workability* yang maksimal.

Air yang digunakan harus memenuhi ASTM C 1602M atau SNI 03-7974-2013 mengenai Spesifikasi Air Pencampur Yang Digunakan Dalam Produksi Beton Semen Hidraulis. Syarat umum air yang dapat digunakan dalam proses pencampuran yakni:

- 1) Air tidak mengandung lumpur, minyak, dan benda melayang yang dapat dilihat secara visual lebih dari 2 gram/liter karena dapat mengurangi daya lekat beton.
- 2) Air yang digunakan harus bersih dan bebas dari bahan yang merusak seperti mengandung oli, asam, alkali, garam, bahan organik, atau bahan lainnya yang merugikan terhadap beton atau beton.
- 3) Air pencampur tidak mengandung ion klorida dalam jumlah yang membahayakan yaitu lebih dari 0.5 gram/liter.
- 4) Air pencampur tidak boleh mengandung senyawa sulfat (sebagai SO₃) lebih dari 1 gram/liter.
- 5) Air yang tidak dapat diminum sebaiknya tidak digunakan.

2.5 *Foam agent*

Foam agent adalah suatu larutan pekat yang terbuat dari bahan surfaktan, dimana apabila hendak digunakan harus dilarutkan terlebih dahulu dengan air. Salah satu bahan yang mengandung surfaktan adalah *Detergent* (CH₃(CH₂)₁₅OSO₃-Na⁺). *Foam agent* merupakan bahan kimia campuran yang berasal dari campuran bahan alami maupun bahan buatan. Ada 2 macam *foam agent* yaitu Bahan sintesis dengan kepadatan diatas 1000 kg/m³ dan bahan protein dengan kepadatan 400-1600 kg/m³.

Foam agent berbahan dasar sintesis memiliki kepadatan sekitar 40 kg/m³ dan dapat mengembang sekitar 25 kali. *Foam agent* saat dicampur dengan kalsium hidroksida yang terdapat pada pasir dan air akan bereaksi sehingga membentuk *hydrogen*. Gas *hydrogen* ini membentuk gelembung-gelembung udara di dalam campuran beton. Gelembung-gelembung udara ini menjadikan volumenya menjadi dua kali lebih besar dari volume semula. Berikut ada beberapa contoh penggunaan *foam agent* pada beberapa penelitian sebelumnya, dapat dilihat pada Tabel 2.5 berikut :

Tabel 2.5 Contoh penggunaan *foam agent* pada penelitian sebelumnya

No	Judul, Nama dan Tahun	Bahan	Hasil
1	Pengaruh penambahan zat admixture accelerator beton mix terhadap sifat-	<i>Foam agent</i> yang digunakan dalam	pada umur 7 hari: 2,4 (MPa), 14 hari: 2,23

Tabel 2.5 Lanjutan contoh penggunaan *foam agent* pada penelitian sebelumnya

	sifat mekanis mortar busa (Taufik Hidayat 2018)	penelitian ini dari PT. Sika dengan merk dagang Sika Poro 40:10	(MPa), 21 hari: 4,2 (MPa), 28 hari: 4,7 (MPa)
2	Pemanfaatan limbah genteng dan kapur sebagai cementitious pada beton ringan nonstruktural (Nurtanto, D., & Utami, N. M. 2017)	<i>Foam agent</i> yang digunakan adalah foam agent dari PT Banon Con Indonesia	Hasil kuat tekan tertinggi terdapat pada variasi 1 dengan nilai kuat tekan sebesar 12,704 kg/cm ² dengan berat volume sebesar 1141,231 kg/m ³

2.6 Bahan Pencampur (*admixture*)

Jenis dari bahan pencampur pada beton busa ada beberapa tipe, antara lain:

- Tipe A, *Water Reducer admixture* yang digunakan untuk mengurangi kuantitas dari mencampur air yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan nilai *slump* yang ditentukan.
- Tipe B, *Retarder admixture* yang digunakan untuk memperlambat reaksi hidrasi pada beton.
- Tipe C, *Accelerator admixture* yang digunakan untuk mempercepat reaksi hidrasi atau proses pengurangan air dalam beton untuk meningkatkan kekuatan beton.
- Tipe D, *Water Reducer* dan *Retarder admixture* yang digunakan untuk mengurangi kuantitas dari mencampur air yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan nilai *slump* yang ditentukan dan memperlambat reaksi hidrasi pada beton.
- Tipe E, *Water Reducer* dan *Retarder admixture* yang digunakan untuk mengurangi kuantitas dari mencampur air yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan nilai *slump* yang ditentukan dan mempercepat reaksi hidrasi atau proses pengurangan air dalam beton untuk meningkatkan kekuatan beton.
- Tipe F, *High Range Water Reducer admixture* yang digunakan untuk mengurangi kuantitas dari mencampur air yang diperlukan untuk

menghasilkan beton dengan nilai *slump* 12 persen atau lebih besar.

- Tipe G, *High Range Water Reducer* dan *Retarder admixture* yang digunakan untuk mengurangi kuantitas dari mencampur air yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan nilai *slump* 12 persen atau lebih besar dan memperlambat reaksi hidrasi pada beton.

Adapun bahan tambah atau *admixture* yang akan digunakan dalam penelitian adalah SikamentNN yang merupakan produk dari PT Sika Indonesia, dan SikamentNN ini termasuk *admixture* tipe F sesuai dengan A.S.T.M C 494-92 yang memiliki keuntungan jika digunakan dalam pembuatan beton, antara lain:

1. Sebagai *Superplasticizer*:
 - a) *Workability* sangat meningkat, meningkatkan *placeability* di komponen yang langsing dengan pengaturan yang memenuhi.
 - b) Mengurangi jumlah dari getaran yang diperlukan, normal di set tanpa keterlambatan.
 - c) Mengurangi resiko dari pemisahan (*Segregasi*) secara signifikan.
2. Sebagai *Water Reducer*:
 - a) Mengurangi air sampai 20% dan akan menghasilkan 40% peningkatan *Compressive Strength* pada hari ke 28.
 - b) Kekuatan tinggi dalam 12 jam.

2.7 Serat Sabut Kelapa

Serat sabut kelapa merupakan serat alami dari kulit kelapa yang tebal dan kasar namun dapat bertahan lama. Serat ini relatif tahan air dan resisten terhadap kerusakan yang diakibatkan oleh air asin dan *degradasi mikrobial*. Sabut kelapa merupakan 35% bagian dari buah kelapa. Sabut kelapa ini mengandung 30% serat dan 70% gabus.

Sebelum digunakan sebagai bahan substitusi beton Busa, serat kelapa di rendam dengan air bersih selama ± 24 jam agar serat lebih lentur dan tidak mudah patah saat akan digunakan. Serat adalah bahan tambah yang telah diuji menghasilkan nilai kuat tarik yang lebih tinggi, beberapa serat seperti serat kelapa, serat polimer, ijuk atau yang lainnya menjadi bahan kombinasi pada beton

Tiap jenis serat memiliki pengaruh tarik atau lentur yang berbeda beda juga pada komposisi yang berbeda pula. Pengaruh penambahan serat dapat dilihat pada hasil penelitian yang telah banyak dilakukan.



Gambar 2.1 Serat sabut kelapa

Contoh penggunaan serat pada beton yang menghasilkan pengaruh kuat tarik belah dapat dilihat pada Tabel 2.6 berikut :

Tabel 2.6 Pemakaian serat pada beton

No	Judul, Nama dan Tahun	Bahan	Hasil
1	Compressive And Flexural Strength Of Fiber-Reinforced Foamed Concrete: Effect Of Fiber Content, Curing Conditions And Dry Density (Falliano, D., De Domenico, D., Ricciardi, G., & Gugliandolo, E. 2019).	serat pendek	Serat polimer meningkatkan kapasitas lentur dari balok, terutama untuk spesimen densitas rendah dan untuk kandungan serat yang lebih tinggi (2,0% dan, di atas semua, 5,0%)
2	Peningkatan Kuat Tarik Beton Akibat Penambahan Serat Sabut Kelapa (Suwandi 2002)	Serat sabut kelapa	Kuat tarik belah : 0%= 1,72 1%=1,81 2%=2,17 3%=2,41 4%=2,55 5%=2,83

2.8 Serbuk Cangkang Telur

Cangkang telur ayam diketahui memiliki kandungan CaCO_3 yang cukup tinggi. Kandungan utama dalam cangkang telur adalah kalsium, magnesium karbonat dan protein (Pliya dan 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 (CaCO_3) yang murni (Pliya dan Cree, 2015). Kulit telur mengandung sekitar 95% kalsium karbonat dengan berat 5,5 gram (Laca et al., 2017). Kulit telur coklat terdiri dari 97,8% kalsium karbonat (CaCO_3) kulit telur putih 98,3 % CaCO_3 (Pliya & Cree, 2015). Selain itu rata-rata dari kulit telur mengandung 3% fosfor dan 3% terdiri atas magnesium, natrium, kalium, seng, mangan, besi dan tembaga. Kandungan kalsium yang cukup besar tersebut berpotensi untuk dapat dimanfaatkan sebagai bahan tambah pembuatan material pozzolan semen (Pliya & Cree, 2015). Selain dari itu, didapatkan kandungan SiO_2 pada cangkang telur sebesar 0,66 % (Laca et al., 2017).

Contoh pemakaian serbuk cangkang telur yang telah dilakukan penelitian dapat dilihat pada Tabel 2.7 berikut :

Tabel 2.7 Pemakaian serbuk cangkang telur pada beton

No	Judul, Nama dan Tahun	Bahan	Hasil
1	Manufacture of lightweight concrete based on organic waste. (jumiati, e. 2018)	Sampah organik, cangkang telur serta sisa makanan	Kuat tekan sebesar 7 Mpa
2	Kekuatan Lentur Papan Komposit Hasil Kombinasi Perentase Ijuk dan Cangkang Telur Ayam (Mahdi & Hadi, 2019)	Serbuk cangkang telur dan ijuk	Kuat lentur : Serbuk CT 1% dan ijuk 4% = 11,5 Mpa Serbuk CT 4% dan ijuk 4% = 40,9 Mpa Serbuk CT 6% dan ijuk 4% = 32,3 Mpa

2.9 Abu Sekam Padi

Abu sekam padi merupakan limbah yang diperoleh dari hasil pembakaran sekam padi. Abu sekam padi merupakan material yang bersifat *pozzolanic* dalam arti kandungan material terbesarnya adalah silika dan baik untuk digunakan dalam campuran pozzolan-kapur yaitu mengikat kapur bebas yang timbul pada waktu hidrasi semen. Silikon dapat bereaksi dengan kapur membentuk kalsium silika hidrat sehingga menghasilkan ketahanan dari beton bertambah besar karena kurangnya kapur. Pada pembakaran sekam padi, semua komponen organik diubah menjadi gas karbondioksida (CO₂) dan air (H₂O) dan tinggal abu yang merupakan komponen anorganik (Amaria, 2012). Sekam padi apabila dibakar secara terkontrol pada suhu tinggi (500- 600°C) akan menghasilkan abu silika yang dapat dimanfaatkan untuk berbagai proses kimia (Andhi Laksono Putro dan Didik Prasetyoko, 2007).



Gambar 2.2 Abu sekam padi

Komposisi kimia yang terdapat pada abu sekam padi, dijabarkan pada Tabel 2.8 sebagai berikut:

Tabel 2.8 Komposisi kimia abu sekam padi

Komponen	Kandungan
CO ₂	0,10%
SiO ₂	89,90%
K ₂ O	4,50%
P ₂ O ₅	2,45%
CaO	1,01%
MgO	0,79%
Fe ₂ O ₃	0,47%
Al ₂ O ₃	0,46%
MnO	0,14%

Sumber: (Hadipramana & Riza, 2016)

Abu sekam padi sebagai bahan tambah pada beton telah diteliti pada penelitian penelitian sebelumnya. Dengan campuran campuran lain, atau dengan campuran bahan tambah yang berbeda, berikut dapat dilihat pada Tabel 2.9 dibawah ini :

Tabel 2.9 Pemakaian abu sekam padi pada beton

No	Judul, Nama dan Tahun	Bahan	Hasil
1	Pemanfaatan Abu Ampas Tebu Dalam Pembuatan Beton Busa Ringan (Triastuti, T., & Nugroho, A.,2017)	abu sekam padi	Kuat tekan terbesar didapat pada kadar abu sekam padi sebesar 15% dan 20% yaitu 1.45 MPa
2	Influence of fineness of rice husk ash and additives on the properties of lightweight aggregate (Chindaprasirt, P., Jaturapitakkul, C., & Rattanasak, U. 2009)	abu sekam padi (RHA)	Kepadatan LWA mencapai 0,20-0,40 g / cm ³

2.10 Kuat Tekan

Kekuatan tekan adalah sifat kemampuan menahan atau memikul suatu beban tekan. Kekuatan tekan yang diukur adalah kekuatan tekan pasta, mortar dan beton terhadap beban yang diberikan. Kuat tekan dalam beton merupakan sifat terpenting dalam kualitas beton dibandingkan dengan sifat-sifat lain. Kuat tekan biasanya dipengaruhi oleh komposisi mineral utama. C_2S (*carbon disulfide*) yang memberikan kontribusi yang besar pada perkembangan kuat tekan awal, sedangkan C_2S memberikan kekuatan semen pada umur yang lebih lama, C_3A mempengaruhi kuat tekan sampai pada umur 28 hari dan selanjutnya pada umur berikutnya pengaruh ini akan semakin mengecil.

Beton bersifat getas, sehingga mempunyai kuat tekan tinggi namun kuat tarik yang rendah. Kuat tekan beton biasanya berhubungan dengan sifat-sifat lain dimaksudkan apabila kuat tekannya tinggi pada umumnya sifat yang lain juga baik. Beton memiliki banyak jenisnya, untuk beton normal dipakai pada struktur beton bertulang, misalnya kolom, balok dan dinding yang memiliki kuat tekan 29 antara 15–30 MPa, beton sederhana atau beton ringan dipakai untuk non struktural misalnya perkerasan lantai, dinding bukan penahan beban dan lainnya yang

memiliki kuat tekan dibawah 10 MPa, untuk beton prategang memiliki kuat tekan antara 30–40 MPa biasanya digunakan untuk balok jembatan dan balok gedung dan adapun beton kuat tekan tinggi dan sangat tinggi yang dipakai pada bantalan rel, tiang pancang, kolom dan balok pada gedung bertingkat (Tjokrodimulyo, 2007).

2.11 Kuat Tarik Belah

Kuat tarik lentur adalah kemampuan balok beton yang diletakkan pada dua perletakan untuk menahan gaya dengan arah tegak lurus sumbu benda uji, yang diberikan padanya, sampai benda uji patah yang dinyatakan dalam Mega Pascal (MPa) gaya tiap satuan luas (SNI 03-4431-1997).

Nilai kuat tekan dan kuat tarik bahan beton tidak berbanding lurus, setiap usaha perbaikan mutu kekuatan tekan hanya disertai peningkatan kecil nilai kuat tariknya. Suatu perkiraan kasar dapat dipakai, bahwa kuat tarik bahan beton normal hanya berkisar antara 9-15% dari kuat tekannya (Dipohusodo, 1996).

Pada penggunaan sebagai komponen struktural bangunan, umumnya beton diperkuat dengan batang tulangan baja sebagai bahan yang dapat bekerjasama dan mampu membantu kelemahannya terutama pada bagian yang menahan gaya tarik (Dipohusodo, 1996).

Kuat tarik belah benda uji silinder beton adalah nilai kuat tarik tidak langsung dari benda uji beton berbentuk silinder yang diperoleh dari hasil pembebanan benda uji tersebut yang diletakkan mendatar sejajar dengan permukaan meja penekan mesin uji tekan (SK SNI 03-2491-2002). Cara pengujian tarik beton menurut SNI 03-2491-2012 Untuk melaksanakan pengujian kuat Tarik belah beton harus diikuti beberapa tahapan sebagai berikut:

1. Pemberian tanda pada benda uji tarik garis tengah pada setiap sisi ujung silinder benda uji dengan mempergunakan peralatan bantu yang sesuai hingga dapat memastikan bahwa kedua garis tengah tadi berada dalam bidang aksial P 31 yang sama. Sebagai alternatif dapat digunakan alat bantu penandaan garis tengah berbentuk T pada kedua ujung benda tersebut terdiri dari 3 bagian sebagai berikut:

- a. Sebuah baja kanal C-100 yang kedua flensnya sudah diratakan dengan mesin,
 - b. bagian alas dari perlengkapan berbentuk T yang diberi alur yang sesuai dengan tebal kedua flens baja kanal dan celah persegi empat untuk perletakan batang tegaknya,
 - c. bagian tegak dari alat perlengkapan berbentuk T terpasang tegak lurus pada alas bagian tegak tersebut diberi celah yang memanjang, untuk memudahkan pembuatan tanda garis tengah pada kedua ujung benda uji. Alat perlengkapan (rakitan) berbentuk T tersebut tidak terpasang mati pada baja kanal, tetapi dapat dipindahkan dan digeserkan pada kedua ujung baja kanal dengan tidak mengganggu posisi benda uji pada waktu dilakukan penandaan garis tengah pada kedua sisi benda uji.
2. Peralatan bantu ini terdiri dari tiga bagian, sebagai berikut:
- a. bagian alas tempat untuk meletakkan bantalan kayu pembebanan bagian bawah dan benda uji silinder
 - b. pelat atau batang bantu penekanan yang memenuhi persyaratan, baik ukuran maupun kerataanya,
 - c. dua buah bagian tegak yang kegunaanya untuk meletakkan benda uji pada posisi uji lengkap dengan pelat atau batang penekan tambahan dan bantalan bantu pembebanannya.
3. Tentukan diameter benda uji dengan ketelitian sampai 0,25 mm yang merupakan harga rata-rata dari tiga kali pengukuran diameter pada kedua ujung dan bagian tengah benda uji, pengukuran dilakukan pada garis tanda yang dibuat pada benda uji. Tentukan panjang benda uji dengan ketelitian hingga 2,5 mm yang merupakan harga rata - rata dari paling sedikit dua buah pengukuran pada bidang yang diberi tanda garis pada kedua ujung benda uji.
4. Perletakan benda uji pada posisi uji dengan berpedoman pada tanda garis tengah pada kedua ujung, sebagai berikut:
- a. letakkan sebuah dari dua bantalan bantu pembebanan yang terbuat dari kayu lapis pada tengah-tengah pelat menekan bagian-bagian bawah dari mesin uji,

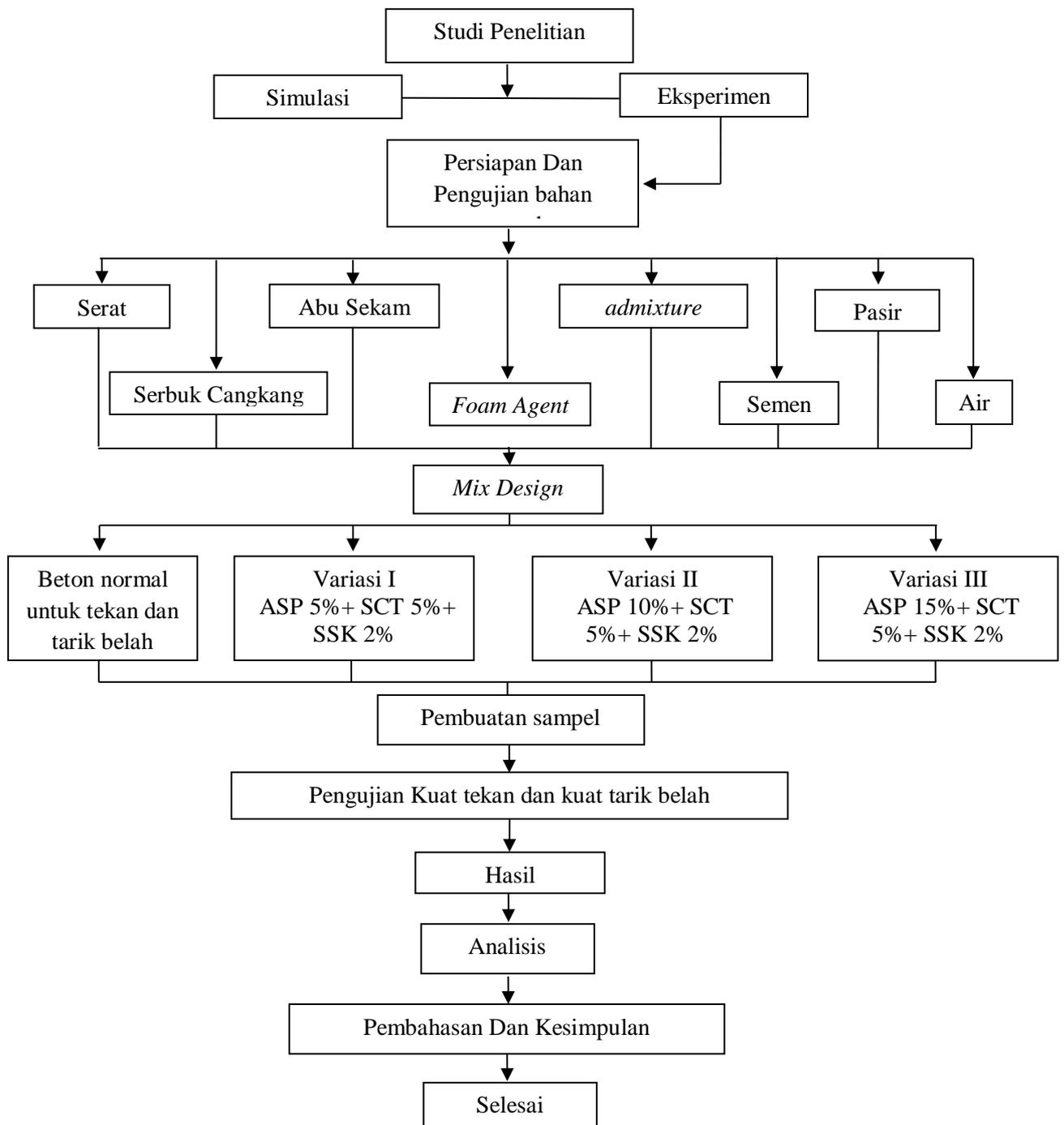
- b. letakkan benda uji di atas bantalan bantu dari kayu lapis tersebut sedemikian rupa hingga tanda garis tengah pada benda uji terlihat tegak lurus terhadap titik tengah dan bantalan kayu lapis,
 - c. letakkan bantalan kayu lapis lainnya memanjang di atas silinder sedemikian rupa hingga bagian tengahnya tepat berpotongan dengan tanda garis tengah yang ada pada ujung silinder, d. atur posisi pengujian hingga tercapai kondisi sebagai berikut :
 - 1) proyeksi dari bidang yang ditandai oleh garis tengah pada keduaujung benda uji tepat berpotongan dengan titik tengah meja penekanan bagian atas dari mesin meja penguji.
 - 2) bila digunakan pelat atau batang penekan tambahan, titik tengahnya dan titik tengah benda uji pada posisi uji, harus berada tepat di bawah titik tengah meja penekan bagian atas dari mesin penguji.
5. Perletakkan benda uji pada posisi uji dengan menggunakan peralatan bantu benda uji. Cara meletakkannya adalah sebagai berikut :
- a. letakkan bantalan – bantalan bantu pembebanan dari kayu lapis, benda uji dan peralatan tambahan penekan (batang atau pelat penekan tambahan) secara sentris dengan menggunakan peralatan bantu perletakkan benda uji
 - b. titik tengah pelat penekan tambahan dan titik tengah benda uji pada posisi uji harus berada tepat di bawah titik tengah penekan bagian atas. Pengujian kuat tekan beton menggunakan benda uji berbentuk silinder dengan ukuran 15 cm x 30 cm. Besarnya (P) yang ditunjukkan oleh mesin kuat tarik yaitu angka tertinggi yang ditunjukkan sebelum sampel yang berbentuk silinder pecah atau hancur.

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir

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



Gambar 3.1 langkah-langkah penelitian

3.2 Tempat Penelitian

Tempat dan waktu penelitian yang dilakukan dirangkum pada Tabel, dapat dilihat pada Tabel 3.1 sebagai berikut :

Tabel 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

No	Kegiatan	Tempat	Waktu
1	Persiapan alat dan bahan	Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara	18 Maret 2020
2	Proses pengujian bahan bahan yang digunakan	Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara	3 Agustus 2020
3	Proses penimbangan bahan-bahan sampel yang akan diuji	Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara	10 Agustus 2020
4	Proses pembuatan sampel beton	Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara	10 Agustus 2020
4	Proses perendaman sampel beton	Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara	12 Agustus 2020
6	Proses pengangkatan benda uji setelah direndam	Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara	10 September 2020
7	Proses pengujian tekan dan tarik	Laboratorium Teknologi Beton Universitas Sumatera Utara	15 September 2020

3.3 Persiapan Alat dan Bahan

3.3.1 Alat-alat yang digunakan saat melakukan eksperimen di laboratorium:

a. Cetakan Beton

Cetakan beton berbentuk silinder dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.



Gambar 3.2 Cetakan beton silinder

b. Satu set alat *slump flow test*.

Alat *slump flow* untuk pengujian kelecakan beton.



Gambar 3.2 Satu set alat slump flow

c. Saringan halus.

Untuk menyaring agregat halus, dengan saringan No.4



Gambar 3.4 Saringan No.4

d. Sekop tangan.

Sekop yang digunakan untuk mempermudah mengambil bahan bahan yang digunakan.



Gambar 3.5 Sekop tangan

e. Wadah atau ember.

Wadah untuk tempat bahan bahan penelitian dan air.



Gambar 3.6 Ember

f. Oven.

Untuk memanaskan ASP, SCT, dan SSK.



Gambar 3.7 Oven

- g. Piknometer.
Untuk pengujian berat jenis.



Gambar 3.8 Piknometer

- h. Pan.
Untuk wadah pasir.



Gambar 3.9 Pan

- i. Timbangan digital.
Untuk menimbang bahan bahan yang digunakan.



Gambar 3.10 Timbangan Digital

j. Gelas ukur.

Untuk wadah saat menimbang berat isi.



Gambar 3.11 Gelas ukur

k. Plastik ukuran 10 kg.

Untuk wadah saat menimbang bahan penelitian.



Gambar 3.12 Plastik ukuran 10 Kg

l. Kuas

Untuk mengoles *bekisting* dengan vaselin agar saat digunakan beton tidak lengket.



Gambar 3.13 Kuas

m. Mesin pengaduk beton.

Untuk mengaduk saat melakukan *mix design*.



Gambar 3.14 Mesin pengaduk beton

n. Mesin pengaduk foam agent (bor).

Untuk membuat *foam* pada *foam agent*.



Gambar 3.15 Mesin bor

o. Bak perendam.

Untuk merendam benda uji (*curing*)



Gambar 3.16 bak perendam

p. Kawat kasa dan Kaki tiga

Untuk dudukan piknometer saat memanaskan piknometer yang berisi sampel untuk pengujian bahan material beton.



Gambar 3.17 kawat kasa dan kaki tiga

q. Spritus

Untuk memanaskan piknometer



Gambar 3.18 Spritus

r. Alat pengujian beton :

1. Mesin kuat tekan.



Gambar 3.19 mesin kuat tekan beton

2. Mesin kuat tarik Belah.



Gambar 3.20 Mesin kuat tarik beton

3.3.2 Bahan

a. Agregat Halus (pasir)

Pasir yang digunakan adalah pasir yang lolos saringan No.4 yang diperoleh dari daerah Megawati, Kota Binjai.



Gambar 3.21 Pasir

b. Semen

Semen yang digunakan adalah semen dengan merk Andalas.



Gambar 3.22 Semen Andalas

c. Air

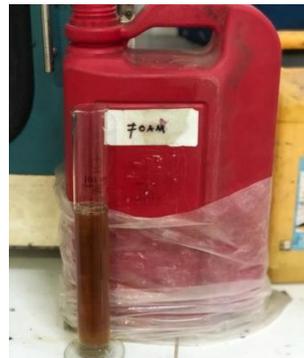
Air yang digunakan adalah air dari Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.



Gambar 3.23 Air

d. *Foam Agent*

Foam Agent diperoleh dari toko online sesuai dengan ketentuan pada ASTM.



Gambar 3.24 *Foam Agent*

e. *Chemical Admixture*

Chemical Admixture tipe F sesuai dengan standart ASTM C 494, Digunakan sikament NN.



Gambar 3.25 Sika

f. Abu Sekam Padi

Abu sekam padi yang digunakan diambil di kilang padi Tanjung Selamat, kec. Pancur Batu, kab. Deli Serdang, Sumatera Utara.



Gambar 3.26 Abu sekam padi

g. Serbuk Cangkang Telur

Serbuk cangkang telur diambil dari limbah cangkang telur di sekitaran Kota Medan.



Gambar 3.27 Serbuk cangkang telur

h. Serat Sabut Kelapa

Serat sabut kelapa yang digunakan diambil dari Kota Binjai.



Gambar 3.28 Serat sabut kelapa

3.4 Metode Penelitian

Metode penelitian yang dilakukan merupakan jenis metode eksperimen di laboratorium, dengan data-data pendukung dalam penyelesaian tugas akhir diperoleh dari, sebagai berikut :

3.4.1 Data Primer

Data primer ini adalah data yang diperoleh dari hasil pemeriksaan dan pengujian yang dilakukan di laboratorium, seperti :

- a. Berat Jenis Dan Penyerapan
- b. Pemeriksaan Kadar Air
- c. Pemeriksaan Kadar Lumpur
- d. *Mix Design*
- e. *Slump Test*
- f. Uji Kuat Tekan Beton
- g. Uji Kuat Tarik Beton

3.4.2 Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh berdasarkan buku serta jurnal-jurnal yang berhubungan dengan beton, referensi pembuatan beton berdasarkan pada SNI dan ASTM (*American Society For Testing And Materials*). Pelaksanaan penelitian ini juga tidak lepas dari bimbingan dosen pembimbing secara langsung serta dengan tim laboratorium agar memperkuat penelitian yang telah dilakukan.

3.5 Langkah-Langkah Pemeriksaan Bahan

3.5.1 Berat Jenis Dan Penyerapan

3.5.1.1 Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Halus (Pasir)

Cara kerja, alat, serta bahan yang digunakan pada pengujian ini dilakukan sesuai dengan ASTM C 128 serta mengikuti buku paduan praktikum beton Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara terutama tentang pengujian berat jenis dan penyerapan agregat halus.

Langkah dan alat yang digunakan pada pemeriksaan ini adalah :

1. Mempersiapkan alat dan bahan yang digunakan.
2. Mengeringkan agregat halus sampai kondisi SSD.

3. Mengisi piknometer dengan pasir SSD seberat 500 gr, lalu tambahkan air sampai penuh.
4. memanaskan piknometer selama 15 menit dengan 3 kali pengadukan, setelah itu angkat, dinginkan.
5. Merendam piknometer selama 24 jam lalu angkat dan timbang.

Dengan melakukan langkah langkah tersebut maka dapat ditetapkan berat agregat dalam komposisi volume adukan beton.

3.5.1.2 Berat Jenis Dan Penyerapan Abu Sekam Padi (ASP)

Abu sekam padi yang digunakan adalah abu sekam padi yang berasal dari kilang padi di Tanjung Selamat, kec. Pancur batu yang telah dijemur sampai keadaan SSD dan disaring lolos saringan No 100. Cara kerja, alat, serta bahan yang digunakan pada pengujian ini dilakukan sesuai dengan ASTM C 128 serta mengikuti buku paduan praktikum beton Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara terutama tentang pengujian berat jenis dan penyerapan agregat halus.

Langkah dan alat yang digunakan pada pemeriksaan ini adalah :

1. Mempersiapkan alat dan bahan yang digunakan.
2. Mengisi piknometer dengan ASP seberat 100 gr, lalu tambahkan air sampai penuh.
3. memanaskan piknometer selama 15 menit dengan 3 kali pengadukan, setelah itu angkat, dinginkan.
4. Merendam piknometer selama 24 jam lalu angkat dan timbang.

Dengan melakukan langkah langkah tersebut maka dapat ditetapkan berat agregat dalam komposisi volume adukan beton.

3.5.1.3 Berat Jenis Dan Penyerapan Serbuk Cangkang Telur (SCT)

Serbuk cangkang telur yang digunakan diambil dari limbah penjualan pabrik roti dan penjual-penjual mie balap di Sekitaran Jalan Kapten Mukhtar Basri yang dihaluskan dan diayak lolos saringan No 30. Cara kerja, alat, serta bahan yang digunakan pada pengujian ini dilakukan sesuai dengan ASTM C 128 serta mengikuti buku paduan praktikum beton Program Studi Teknik Sipil Universitas

Muhammadiyah Sumatera Utara terutama tentang pengujian berat jenis dan penyerapan agregat halus.

Langkah dan alat yang digunakan pada pemeriksaan ini adalah :

1. Mempersiapkan alat dan bahan yang digunakan.
2. Mengisi piknometer dengan SCT seberat 200 gr, lalu tambahkan air sampai penuh.
3. memanaskan piknometer selama 15 menit dengan 3 kali pengadukan, setelah itu angkat, dinginkan.
4. Merendam piknometer selama 24 jam lalu angkat dan timbang.

Dengan melakukan langkah langkah tersebut maka dapat ditetapkan berat agregat dalam komposisi volume adukan beton.

3.5.2 Pemeriksaan Kadar Air Agregat Halus (pasir)

Pengujian kadar air ini berfungsi sebagai koreksi terhadap penggunaan air sebagai campuran beton yang disesuaikan dengan kondisi agregat di lapangan. Kadar air dalam agregat dapat mempengaruhi Faktor Air Semen (FAS) pada campuran beton yang dapat mempengaruhi nilai kuat tekan dan kuat tarik belah pada beton busa ini.

Cara kerja, alat serta bahan yang digunakan pengujian ini mengacu pada ASTM C 566 dan Laporan praktikum Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara tentang kadar air agregat halus. Pengujian dilaksanakan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dengan langkah-langkah pekerjaan pemeriksaan kadar air agregat halus :

1. Mempersiapkan alat dan bahan yang digunakan.
2. Memasukkan sampel pasir kedalam wadah, lalu ditimbang.
3. Mengeringkan sampel pada oven selama 24 jam dengan suhu $105 \pm 5^{\circ}\text{C}$.
4. Lalu keluarkan sampel dan dinginkan, setelah dingin timbang sampel dengan wadahnya.

Setelah percobaan diatas dilakukan, mada dapat ditentukan kadar air dari pasir yang dipakai pada penelitian ini.

3.5.3 Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus (pasir)

Dalam penelitian ini dilakukan pengujian kadar lumpur terhadap agregat halus dengan cara kerja, alat serta bahan yang digunakan sesuai dengan SNI 03-2834-1993 serta mengikuti buku panduan praktikum. Pemeriksaan kadar lumpur agregat halus dilakukan dengan mencuci sampel dengan air, kemudian disaring dengan menggunakan saringan No.200, persentase yang dihitung dari pembagian berat kotor agregat yang lolos saringan dibagi dengan contoh awal sampel, kemudian didapat hasilnya dalam bentuk persentase, sesuai dengan ASTM C 117-17 (*Metode Uji Standar Saringan 200*). Langkah-langkah yang dilakukan pada percobaan kadar lumpur agregat halus sebagai berikut :

1. Mempersiapkan alat dan bahan yang digunakan.
2. Mengambil sampel pasir yang lolos saringan no 4 sebanyak 500 gr lalu ditimbang.
3. Memncuci pasir dengan air bersih sampai tidak mengandung lumpur.
4. Memasukkan sampel pasir ke dalam oven selama 24 jam dengan menggunakan wadah.
5. Setelah 24 jam, angkat sampel pasir lalu dinginkan.
6. Setelah dingin timbang sampel dengan wadah, lalu hitung persentase kadar lumpur.

Setelah diketahui persentase kadar lumpur pada agregat akan diketahui berapa jumlah lumpur yang terkandung dalam agregat. Karena jika terdapat kandungan lumpur yang berlebihan akan membuat ikatan agregat dengan semen rapuh dan mengurangi nilai kuat tekannya.

3.6 *Mix Design*

Penelitian ini adalah penelitian tentang beton busa (*foam concrete*). dengan menggunakan Standart Nasional Indonesia (SNI 03-3449-2002) tentang “Tata Cara Pembuatan Beton Ringan”. Dalam penelitian ini terdapat beberapa variasi campuran beton yang dibuat, dengan bahan tambah ASP (Abu Sekam Padi) dan SCT (Serbuk Cangkang Telur), sebagai pengganti semen sebagian, dan SSK (Serat Sabut Kelapa) sebagai pengganti pasir sebagian, dengan nilai SKK konstan sebesar 2% dapat dilihat pada Tabel 3.2 berikut :

Tabel 3.2 Variasi Sampel Yang Dibuat

Variasi Beton Ringan	Uji kuat tekan	Uji kuat tarik
	28 hari	28 hari
Normal (0% campuran ASP,SCT,dan SSK)	3	3
Variasi I (10%) 5% ASP dan 5% SCT (dari semen) + 2% SSK(dari pasir)	3	3
Variasi II (15%) 10% ASP dan 5% SCT (dari semen) + 2% SSK(dari pasir)	3	3
Variasi III (20%) 15% ASP dan 5% SCT (dari semen) + 2% SSK(dari pasir)	3	3
Jumlah benda uji	12	12

Dalam hal menentukan nilai perencanaan persentase yang dibuat pada masing-masing variasi dan komposisi campuran beton yang memenuhi kekuatan yang direncanakan sesuai dengan jurnal-jurnal yang dikumpulkan menjadi dasar pengerjaan penelitian ini.

3.7 Pembuatan Benda Uji

3.7.1 Langkah-Langkah Pembuatan Benda Uji

Dalam melakukan proses pembuatan benda uji memiliki tahapan yang dilakukan sebagai berikut :

1. Menyiapkan semua alat dan bahan yang digunakan dalam tahapan proses pembuatan benda uji.
2. Menimbang masing-masing bahan dengan berat yang telah kita tentukan dalam proporsi campuran beton.
3. Menyalakan mesin pengaduk (*mixer*), dan masukkan pasir dan semen terlebih dahulu.
4. Setelah tercampur rata masukkan abu sekampadi, serbuk cangkang telur, dan serat sabut kelapa lalu biarkan sampai tercampur rata.
5. Masukkan air dan sika kedalam mesin pengaduk dan tunggu lagi sampai merata.

6. Sembari menunggu rata, mixer *foam agent* dengan alat mesin bor dengan perbandingan air 1:40 hingga menghasilkan busa yang kaku yang memiliki nilai plastisitas yang tinggi.
7. Setelah adonan dalam mixer sudah rata, masukkan busa yang telah di mixer ke dalam adonan dalam mesin pengaduk, setelah tercampur matikan mixer, jangan terlalu lama karena akan membuat gelembung busa pecah.
8. Memeriksa *slump flow* adonan beton yang telah kita buat.
9. Mengisi *bekisting* yang sudah diolesi vaselin dengan adonan beton secara bertahap hingga penuh.
10. Meratakan permukaan adonan dalam *bekisting* dengan sendok semen.
11. Mendinginkan cetakan selama 24 jam hingga beton mengeras dengan sendirinya
12. Setelah cukup kering, buka cetakan beton dan diamkan sampai agak mengering dan bisa direndam selama 28 hari.
13. Setelah kering, angkat sampel beton dan biarkan sampai bisa diuji.
14. Melakukan pengujian kuat tekan dan tarik beton.

3.7.2 *Slump Flow*

Pengujian *slump flow* merujuk pada SNI 1972:2008 (*Pengujian Slump Beton*) serta ASTM C1611/C 1611 M (*Standard Test Method For Slump Flow Of Self Consolidating Concrete*). Nilai *slump flow* minimum 660 mm dan maksimum 750 mm.



Gambar 3.29a Pengujian *Slump Flow*



Gambar 3.29b Pengukuran Nilai *Slump*

Langkah-langkah pengujian *Slump Flow* adalah sebagai berikut:

1. Persiapkan alat yang digunakan, satu set alat uji *slump flow*.
2. Basahkan kerucut *slump* tanpa membuat penambahan jumlah air pada beton.
3. Letakkan kerucut dalam keadaan terbalik dari slump test di atas triplek yang telah dibuat.
4. Masukkan adonan beton ke kerucut, tanpa dilakukan perojokan.
5. Angkat kerucut keatas, dengan tegak lurus, tanpa mengganggu aliran beton dengan satu gerakan.
6. Ukur lebar diameter sampel adonan.

3.7.3 Perawatan Benda Uji

Dalam proses perawatan benda uji (*Curing*) dilakukan dengan berdasarkan ketentuan ASTM C31-91. Proses ini dilakukan dengan cara melakukan perendaman selama 28 hari. Benda uji yang direndam diangkat pada 1 hari sebelum dilakukan pengujian yaitu pada hari ke-27. Sebab pada hari ke-29 dilakukan pengujian, agar beton tidak basah saat akan diuji. Kondisi sampel yang direndam harus pada seluruh bagian sampel. Dengan langkah sebagai berikut :

1. Pastikan beton yang akan direndam sudah tidak terlalu basah agar tidak melebur saat direndam.
2. Isi bak perendam dengan air bersih dari keran di Laboratorium Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Angkat benda uji dan masukkan kedalam bak perendam dengan hati-hati karena beton ringan jauh lebih rapuh dari beton normal.
4. Biarkan terendam selama 27 hari, lalu angkat pada umur ke-28.
5. Timbang berat sampel jika air sudah turun.

3.8 Kuat Tekan Beton

Nilai kuat tekan beton didapatkan dari hasil pengujian tekan sampel beton. Sampel diuji menggunakan mesin kuat tekan dengan cara memberikan beban bertingkat dengan kecepatan peningkatan beban tertentu, selanjutnya benda uji ditekan sampai ada retakan. Nilai kuat tekan beton dihitung dengan berdasarkan SNI 03-1974-2011 dengan persamaan :

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

Dimana :

f_c' : Kuat Tekan (N/mm²)

P : Gaya Tekan Maksimum (N)

A : Luas Penampang Benda Uji (mm²)



Gambar 3.30 *Digital Compression Machine Test*

3.9 Kuat Tarik Belah Beton

Pengujian kuat tarik dilakukan dengan metode uji belah silinder (*tensile splitting cylinder test*) setelah benda uji silinder telah berumur 28 hari. Penelitian ini menunjukkan seberapa besar pengaruh pergantian sebagian semen dengan abu sekam padi, dan serbuk cangkang telur serta sebagian serat sabut kelapa sebagai pergantian pasir pada adukan beton terhadap peningkatan kuat tarik beton. Standar metode pengujian kuat tarik beton ini merupakan hasil revisi dari SNI dengan judul yang sama dan mengadopsi dari ASTM standart, 1996, Standart Test Method For Splitting Tensile Strength Of Cylindrical Concrete Specimens Nb, C 496-96 ASTM, Philadelphia.

Perhitungan kuat tarik dari benda uji dengan persamaan :

$$f'_{ct} = \frac{2P}{\pi LD} \quad (3.2)$$

Dimana :

F_{ct} : kuat tarik belah (Mpa)

P : beban uji maksimum (N)

L : panjang benda uji (mm)

D : diameter benda uji (mm)

Kuat tarik beton bervariasi antara 8% sampai 15% dari kuat tekannya. Alasan utama dari kuat tarik yang kecil ini adalah kenyataan bahwa beton dipenuhi oleh retak-retak halus. Retak-retak ini tidak berpengaruh besar bila beton menerima beban tekan karena beban tekan menyebabkan retak menutup sehingga memungkinkan terjadinya penyaluran tekanan. Jelas ini tidak terjadi bila balok menerima beban tarik. Meskipun biasanya diabaikan dalam perhitungan desain, kuat tarik tetap merupakan sifat penting yang mempengaruhi ukuran beton dan seberapa besar retak yang terjadi. Selain itu, kuat tarik dari batang beton diketahui selalu akan mengurangi jumlah lendutan. (Karena kuat tarik beton tidak besar, hanya sedikit usaha yang dilakukan untuk menghitung modulus elastisitas tarik dari beton.

Pengujian kuat tarik belah beton dilakukan dengan memberikan tegangan tarik pada beton. Specimen silinder direbahkan dan ditekan dengan menggunakan beban tekan merata di seluruh bagian panjang dari silinde sehingga terjadi tegangan tarik pada beton. Uji ini disebut juga *splitting test* atau *brasillian test*. Nilai pendekatan yang diperoleh dari hasil pengujian biasanya mencapai kekuatan $0.05 - 0.6$ kali $\sqrt{f_c}$, sehingga untuk beton normal biasanya digunakan $0.57\sqrt{f_c}$.



Gambar 3.31 Mesin Kuat Tarik Beton

BAB 4

ANALISA DATA

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*). 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 Pemeriksaan Bahan

4.1.1 Berat Jenis Dan Penyerapan

4.1.1.1 Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Halus (Pasir)

Cara kerja, alat, serta bahan yang digunakan pada pengujian ini dilakukan sesuai dengan ASTM C 128 serta mengikuti buku paduan praktikum beton Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara terutama tentang pengujian berat jenis dan penyerapan agregat halus. Dari hasil yang di analisa telah dirangkum dalam Tabel 4.1 sebagai berikut :

Tabel 4.1 Data hasil pengujian berat jenis dan penyerapan agregat halus.

Lolos ayakan No.4	1	2	3	Rata-rata
Berat contoh SSD kering permukaan jenuh (B)	500	500	500	500
Berat contoh SSD kering oven (110°C) sampai konstan (E)	492	491	490	491
Berat piknometer penuh air (D)	696	693	695	694,6
Berat contoh SSD 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

Tabel 4.1 *Lanjutan* data hasil pengujian berat jenis dan penyerapan agregat halus.

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 ((B-E)/E)x100%	1,62	1,83	2,04	1,83

Berdasarkan hasil analisa pada Tabel 3.2 didapat hasil dari pengujian berat jenis dan penyerapan agregat halus yakni, nilai berat jenis contoh SSD rata-rata sebesar 2,22 dan hasil tersebut memenuhi standar yang telah ditentukan *Dry* (berat jenis contoh kering) < SSD < Semu (berat jenis contoh semu) dengan nilai rata-rata sebesar $2,17 < 2,22 < 2,26$ dan 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.

4.1.1.2 Berat Jenis Dan Penyerapan ASP

Dalam penelitian ini dilakukan juga penelitian terhadap Abu Sekam Padi (ASP) untuk mendapatkan hasil berat jenis dan penyerapan ASP. Hasil analisa yang didapatkan dirangkum dalam sebuah Tabel 4.2 berikut :

Tabel 4.2 Data hasil pengujian berat jenis dan penyerapan ASP

Lolos ayakan No.100	1	2	3	Rata-rata
Berat contoh SSD kering permukaan jenuh (B)	100	100	100	100
Berat contoh SSD kering oven (110°C) sampai konstan (E)	95	90	95	93.3
Berat piknometer penuh air (D)	700	693	695	696
Berat contoh SSD dalam piknometer penuh air (C)	734	725	731	730
Berat jenis contoh kering E/(B+D-C)	1,44	1,32	1,48	1,41
Berat jenis contoh SSD B/(B+D-C)	1,51	1,47	1,56	1,51

Tabel 4.2 *Lanjutan* data hasil pengujian berat jenis dan penyerapan ASP

Berat jenis contoh semu $E/(E+D-C)$	1,55	1,55	1,61	1,57
Penyerapan $((B-E)/E) \times 100\%$	0,052	0,11	0,052	0,07

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara didapat hasil pengujian berat jenis dan penyerapan abu sekam padi dengan nilai rata rata sebesar 1,41 untuk berat jenis contoh kering, 1,51 untuk berat jenis contoh SSD, dan 1,57 untuk berat jenis contoh semu, dengan nilai rata rata penyerapan sebesar 0,07%.

4.1.1.3 Berat Jenis Dan Penyerapan SCT

Dalam penelitian ini dilakukan juga penelitian terhadap Serbuk Cangkang Telur (SCT) untuk mendapatkan hasil berat jenis dan penyerapan SCT. Hasil analisa yang didapatkan dirangkum dalam sebuah Tabel 4.3 berikut :

Tabel 4.3 Data hasil pengujian berat jenis dan penyerapan SCT

Lolos ayakan No.100	1	2	3	Rata-rata
Berat contoh SSD kering permukaan jenuh (B)	200	200	200	200
Berat contoh SSD kering oven (110°C) sampai konstan (E)	182	189	179	183,3
Berat piknometer penuh air (D)	693	693	697	694,3
Berat contoh SSD 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 $((B-E)/E) \times 100\%$	0,098	0,058	0,117	0,091

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara didapat hasil pengjian berat jenis dan penyerapan abu sekam padi dengan nilai rata rata sebesar 1,41 untuk berat jenis contoh kering, 1,51 untuk berat jenis contoh SSD, dan 1,57 untuk berat jenis contoh semu, dengan nilai rata rata penyerapan sebesar 0,07%.

4.1.2 Pemeriksaan Kadar Air Agregat Halus (pasir)

Cara kerja, alat serta bahan yang digunakan pengujian ini mengacu pada ASTM C 566 dan Laporan praktikum Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara tentang kadar air agregat halus. Pengujian dilaksanakan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, dengan hasil pemeriksaan yang di rangkum pada Tabel 4.4 berikut :

Tabel 4.4 Data Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Halus

Pengujian	Sampel 1 (gr)	Sampel 2 (gr)	Sampel 3 (gr)	Rata-rata
Berat contoh SSD dan berat wadah (W1)	655	657	663	658,3
Berat contoh kering oven & wadah (W2)	644	646	652	647,3
Berat wadah (W3)	155	157	163	158,3
Berat air(W1-W2)	11	11	11	11
Berat contoh kering(W2-W3)	489	489	489	489
Kadar air ((W1-W2)/(W2-W3))x 100%	2,25	2,25	2,25	2,25

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 3.3 yang telah dilaksanakan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara didapat hasil rata-rata kadar air sebesar 2,25% dengan 3 kali percobaan, yakni percobaan pertama dengan nilai 2,25%, percobaan kedua dengan nilai 2,25% dan percobaan

ketiga dengan hasil yang sama yaitu 2,25%. Hasil tersebut telah memenuhi standar yang telah ditentukan, yaitu 2,0% - 4,0%.

4.1.3 Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus (pasir)

Dalam penelitian ini dilakukan pengujian kadar lumpur terhadap agregat halus dengan cara kerja, alat serta bahan yang digunakan sesuai dengan SNI 03-2834-1993 serta mengikuti buku panduan praktikum. Hasil dari kadar lumpur dapat dilihat pada rangkuman dalam bentuk Tabel 4.5 berikut :

Tabel 4.5 Data Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus

pengujian	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	Rata-rata
Berat contoh kering : A(gr)	500	500	500	500
Berat contoh setelah dicuci : B (gr)	488	490	480	486
Berat kotoran agregat lolos saringan No.200 setelah dicuci : C (gr)	12	10	20	14
Persentase kotoran agregat lolos saringan No.200setelah dicuci (%)	2,4	2	4	2,8

Berdasarkan percobaan tersebut didapat nilai persentase kadar lumpur untuk sampel yang pertama sebesar 2,4%, sampel kedua sebesar 2%, dan sampel yang 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%.

4.2 *Mix Design*

Perencanaan campuran yang dilakukan untuk penelitian ini dibahas pada sub bab berikut. Dengan nilai variasi yang berbeda dalam 3 variasi. Beberapa referensi yang digunakan dalam *mix design* desugn diambil pada jurnal-jurnal. Perhitungan *mix design* didasarkan pada volume cetakan yang akan digunakan dalam sekali

pembuatan benda uji. Dalam 1 m^3 adonan beton digunakan perbandingan semen dan pasir sebesar 1:2 dengan nilai FAS sebesar 0.55. Penggunaan *foam agent* harus dicampurkan dengan air dengan ketentuan perbandingan 1:40 serta ditambahkan *chemical admixtures* sebesar 0.2% dari berat semen keseluruhan. Berikut ini Tabel variasi pengganti semen yang digunakan serta Tabel komposisi campuran beton ringan dalam 1 m^3 .

Macam variasi dan jumlah sampel yang dibuat di rincikan pada Tabel 4.6 berikut :

Tabel 4.6 Variasi Sampel Yang Diuji

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

4.2.1 Perhitungan *Mix Design* Silinder Benda Uji Tekan

Dalam penelitian ini dilakukan pembuatan sampel pada tiap-tiap variasi, dimana tiap variasi nya memiliki 3 sampel yang di cetak. Jumlah campuran yang dibutuhkan untuk membuat 3 sampel dalam satu kali *mix* dalam rencana adonan beton ringan sebanyak 1 m^3 dengan berat jenis rencana sebesar 1200 Kg/m^3 dilihat pada perhitungan berikut :

$$\begin{aligned} \text{Benda Uji Silinder} &= 0,0053 \text{ m}^3 \\ 4V &= 0,0053 \times 4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 0,0212 \text{ m}^3 \\
 \text{Berat isi rencana} &= 1200 \text{ kg/m}^3 \\
 \text{Berat isi rencana x 4V} &= 1200 \times 0,0212 \\
 &= 25,447 \text{ kg / 3 bagian} \\
 \text{Maka, berat isi rencana / bagian} &= 25,447/3 \\
 &= 8,482 \text{ kg/bagian}
 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan campuran yang dilakukan dalam 1 kali *mix* pada sampel tekan dengan 3 variasi dapat dilihat pada Tabel 4.7 berikut :

Tabel 4.7 Bahan campuran beton untuk 1 kali *mix* pada kuat tekan

Uraian		Variasi			
		0%	10%	15%	20%
Semen (kg)		8,482	7,634	7,210	6,786
Pasir (kg)		16,965	16,626	16,626	16,626
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
	SSK (kg)	0	0,339	0,339	0,339

Data dihasilkan dapat dilihat dari rincian 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) SSK (kg) : 0 % x pasir = 0 % x 16,965
= 0 kg

2. Variasi I (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 – (2% x 16,964)
=16,626 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) SSK (kg) = 2 % x pasir = 2 % x 16,626
= 0,339kg

3. Variasi II (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

$$= 16,964 - (2\% \times 16,964)$$

$$= 16,626 \text{ kg}$$

- c) Air (L) = Semen x 0,55 = $7,210 \times 0,55$
= 3,965 L
- d) F/A (ml) = 1/40 = 21,2 *foam agent* : 848 air
- e) Sika (ml) = 2 % x semen = $2\% \times 7,210$
= 14,4 ml
- f) ASP (kg) = 10% x semen = $10\% \times 7,210$
= 0,848kg
- g) SCT (kg) = 5% x semen = $5\% \times 7,210$
= 0,424 kg
- h) SSK (kg) = 2% x pasir = $2\% \times 16,626$
= 0,339kg

4. Variasi III (20%)

- a) Berat semen (kg) = 1 bagian – semen terganti
= $8,482 - (20\% \times 8,482)$
= 6,786 kg
- b) Berat Pasir (kg) = 2 bagian – pasir terganti
= $16,964 - (2\% \times 16,964)$
= 16,626 kg
- c) Air (L) = Semen x 0,55 = $6,786 \times 0,55$
= 3,732 L
- d) F/A (ml) = 1/40 = 21,2 *foam agent* : 848 air
- e) Sika (ml) = 2 % x semen = $2\% \times 6,786$
= 13,5 ml
- f) ASP (kg) = 15 % x semen = $15\% \times 6,786$
= 1,272 kg
- g) SCT (kg) = 5% x semen = $5\% \times 6,786$
= 0,424 kg
- h) SSK (kg) = 2% x pasir = $2\% \times 16,626$
= 0,339kg

4.2.2 Perhitungan *Mix Design* Silinder Benda Uji Tarik

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

$$\begin{aligned}
 \text{Benda Uji Silinder} &= 0,0053 \text{ m}^3 \\
 3,5V &= 0,0053 \times 3,5 \\
 &= 0,01855 \text{ m}^3 \\
 \text{Berat isi rencana} &= 1200 \text{ kg/m}^3 \\
 \text{Berat isi rencana x 4V} &= 1200 \times 0,01855 \\
 &= 22,26 \text{ kg / 3 bagian} \\
 \text{Maka, berat isi rencana / bagian} &= 22,26/3 \\
 &= 7,422 \text{ kg/bagian}
 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan campuran yang dilakukan dalam 1 kali *mix* pada sampel tarik belah dengan 3 variasi dapat dilihat pada Tabel 4.8 berikut :

Tabel 4.8 Bahan Bahan Campuran Beton Untuk 1 Kali *Mix* Pada Kuat Tarik

Uraian		Variasi			
		0%	10%	15%	20%
Semen (kg)		7,422	6,680	6,309	5,938
Pasir (kg)		14,844	14,547	14,547	14,547
Air (L)		4,082	3,674	3,470	3,265
F/A (ml)		19/740	19/740	19/740	19/740
Sika (ml)		15	13,3	12,6	11,8
<i>filler</i>	ASP (kg)	0	0,371	0,742	1,113
	SCT (kg)	0	0,371	0,371	0,371
	SSK (kg)	0	0,297	0,297	0,297

Data yang dihasilkan dapat dilihat dari rincian berikut :

1. Normal (0%)

- a) Berat semen (kg) : 1 bagian = 7,422 kg
- b) Berat Pasir (kg) : 2 bagian = 2 x 7,422
= 14,844 kg
- c) Air (L) : Semen x 0,55 = 7,422 x 0,55
= 4,082 L
- d) F/A (ml) : 1/40 = 19 foam agent : 740 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) SSK (kg) : 0 % x pasir = 0 % x 16,965
= 0 kg

2. Variasi I (10%)

- a) Berat semen (kg) = 1 bagian – semen terganti
= 7,422 – (10% x 7,422)
= 6,680 kg
- b) Berat Pasir (kg) = 2 bagian – pasir terganti
= 14,844 – (2% x 14,844)
= 14,547 kg
- c) Air (L) = Semen x 0,55 = 6,680 x 0,55
= 3,674 L
- d) F/A (ml) = 1/40 = 19 foam agent : 740 air
- e) Sika (ml) = 2 % x semen = 2% x 6,680
= 13,3 ml
- f) ASP (kg) = 5 % x semen = 5 % x 6,680
= 0,371 kg
- g) SCT (kg) = 5 % x semen = 5 % x 6,680
= 0,371 kg

$$\begin{aligned} \text{h) SSK (kg)} &= 2 \% \times \text{pasir} = 2 \% \times 14,844 \\ &= 0,297 \text{ kg} \end{aligned}$$

3. Variasi II (15%)

$$\begin{aligned} \text{a) Berat semen (kg)} &= 1 \text{ bagian} - \text{semen terganti} \\ &= 7,422 - (15\% \times 7,422) \\ &= 6,309 \text{ kg} \\ \text{b) Berat Pasir (kg)} &= 2 \text{ bagian} - \text{pasir terganti} \\ &= 14,844 - (2\% \times 14,844) \\ &= 14,547 \text{ kg} \\ \text{c) Air (L)} &= \text{Semen} \times 0,55 = 6,680 \times 0,55 \\ &= 3,470 \text{ L} \\ \text{d) F/A (ml)} &= 1/40 = 19 \text{ foam agent : 740 air} \\ \text{e) Sika (ml)} &= 2 \% \times \text{semen} = 2\% \times 6,309 \\ &= 12,6\text{ml} \\ \text{f) ASP (kg)} &= 10 \% \times \text{semen} = 10 \% \times 6,309 \\ &= 0,742 \text{ kg} \\ \text{g) SCT (kg)} &= 5\% \times \text{semen} = 5 \% \times 6,309 \\ &= 0,371 \text{ kg} \\ \text{h) SSK (kg)} &= 2 \% \times \text{pasir} = 2 \% \times 14,844 \\ &= 0,297 \text{ kg} \end{aligned}$$

4. Variasi III (20%)

$$\begin{aligned} \text{a) Berat semen (kg)} &= 1 \text{ bagian} - \text{semen terganti} \\ &= 7,422 - (20\% \times 7,422) \\ &= 5,938 \text{ kg} \\ \text{b) Berat Pasir (kg)} &= 2 \text{ bagian} - \text{pasir terganti} \\ &= 14,844 - (2\% \times 14,844) \\ &= 14,547 \text{ kg} \\ \text{c) Air (L)} &= \text{Semen} \times 0,55 = 5,938 \times 0,55 \\ &= 3,265 \text{ L} \\ \text{d) F/A (ml)} &= 1/40 = 19 \text{ foam agent : 740 air} \\ \text{e) Sika (ml)} &= 2 \% \times \text{semen} = 2\% \times 5,938 \\ &= 11,8 \text{ ml} \end{aligned}$$

f) ASP (kg)	= 15 % x semen	= 15 % x 5,938 = 1,113 kg
g) SCT (kg)	= 5% x semen	= 5 % x 5,938 = 0,371 kg
h) SSK (kg)	= 2 % x pasir	= 2 % x 14,844 = 0,297 kg

4.3 Slump Flow

Hasil dari pengujian *slump flow* dirincikan pada point-point berikut:

4.3.1 Hasil *Slump Flow* kuat tekan.

$$\begin{aligned} \text{SF Normal} &= (D1+ D2) / 2 \\ &= (680+ 700) / 2 \\ &= 690 \text{ mm} \rightarrow 69,0 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{SF Variasi 1} &= (D1+ D2)/ 2 \\ &= (640 + 670) / 2 \\ &= 655 \text{ mm} \rightarrow 65,5 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{SF Variasi 2} &= (D1+ D2) / 2 \\ &= (600 + 640) / 2 \\ &= 620 \text{ mm} \rightarrow 62,0 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{SF Variasi 3} &= (D1+ D2) / 2 \\ &= (700 + 720) / 2 \\ &= 710 \text{ mm} \rightarrow 71,0 \text{ cm} \end{aligned}$$

4.3.2 Hasil *Slump Flow* kuat Tarik.

$$\begin{aligned} \text{SF Normal} &= (D1+ D2) / 2 \\ &= (700+ 720) / 2 \\ &= 710 \text{ mm} \rightarrow 71,0 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{SF Variasi 1} &= (D1+ D2)/ 2 \\ &= (640 + 670) / 2 \\ &= 655 \text{ mm} \rightarrow 65,5 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{SF Variasi 2} &= (D1+ D2) / 2 \\
 &= (600 + 620) / 2 \\
 &= 610 \text{ mm} \rightarrow 61,0 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{SF Variasi 3} &= (D1+ D2) / 2 \\
 &= (610 + 650) / 2 \\
 &= 630 \text{ mm} \rightarrow 63,0 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

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') dan bagaimana pengaruhnya penambahan serat kelapa 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. Dimana, setiap variasinya menggunakan *filler* abu sekam padi, serbuk cangkang telur dan serat sabut kelapa. Maka hasil pengujian kuat tekan tersebut dituangkan pada Tabel 4.9 sebagai berikut :

Tabel 4.9 Data berat benda uji dan hasil beban tekan

sampel	%ASP	%SCT	%SSK	Berat Beton		Umur Rencana	Beban Tekan (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		
1	Variasi I (10%)			8,454	8,328	28 hari	102,6
2	5%	5%	2%	8,134	8,045		82,8
3				8,822	8,691		

Tabel 4.9 Lanjutan data berat benda uji dan hasil beban tekan

1	Variasi (15%)			7,695	7,261	28 hari	49,8
2	10%	5%	2%	6,932	6,834		40,1
3				6,908	6,752		39,5
1	Variasi (20%)			7,130	6,911	28 hari	39,0
2	15%	5%	2%	7,102	6,823		40,1
3				7,190	7,146		39,4

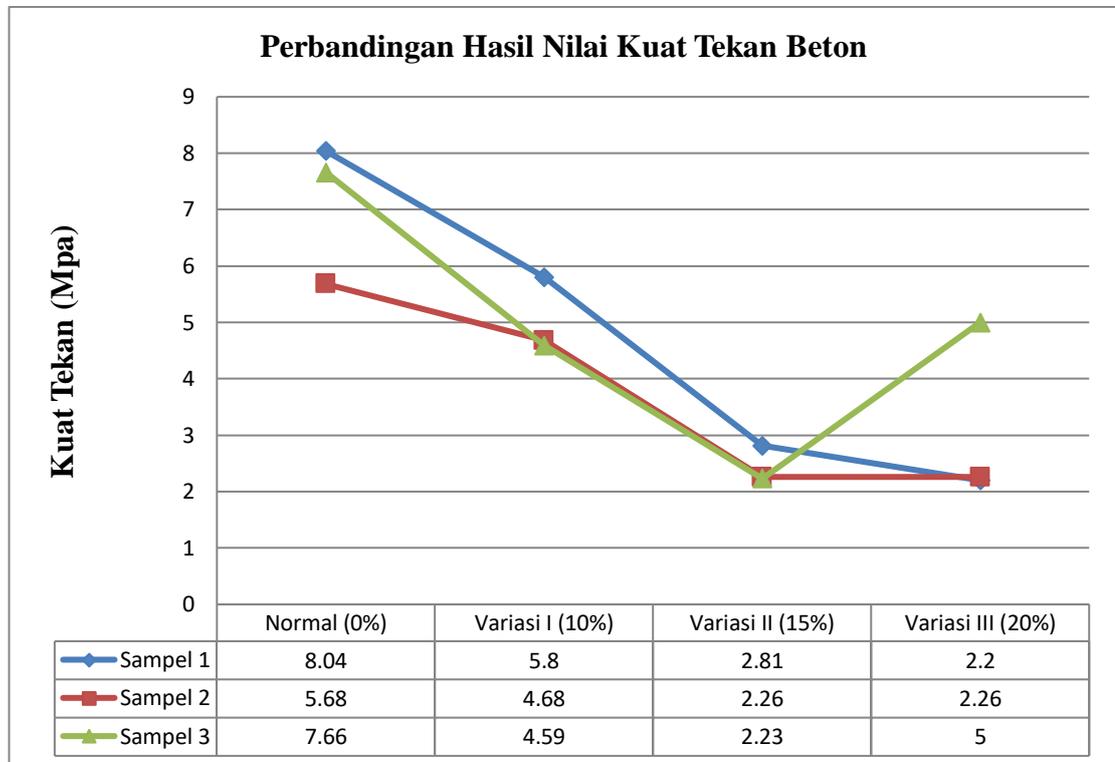
Berdasarkan Tabel 4.9 maka dihasilkan nilai rata rata dari kuat tekan yang dirincikan pada Tabel 4.10 berikut :

Tabel 4.10 Hasil pengujian kuat tekan

sampel	%ASP	%SCT	%SSK	Kuat Tekan Beton f'_c (Mpa)
1	0%	0%	0%	8,04
2				5,68
3				7,66
Rata-rata				7,12
1	5%	5%	2%	5,80
2				4,68
3				4,59
Rata-rata				5,00
1	10%	5%	2%	2,81
2				2,26
3				2,23
Rata-rata				2,43
1	15%	5%	2%	2,20
2				2,26
3				2,22
Rata-rata				2,22

Hasil pengujian kuat tekan yang terdapat pada Tabel 4.9 dan 4.10 di buat menjadi sebuah Grafik perbandingan antara ketiga sampel di setiap variasi nya. Perhatikan garis biru yang menunjukkan sampel 1, merah menunjukkan sampel 2,

dan hijau yang menunjukkan sampel 3 di setiap variasi nya. Lihat gambar Grafik berikut :



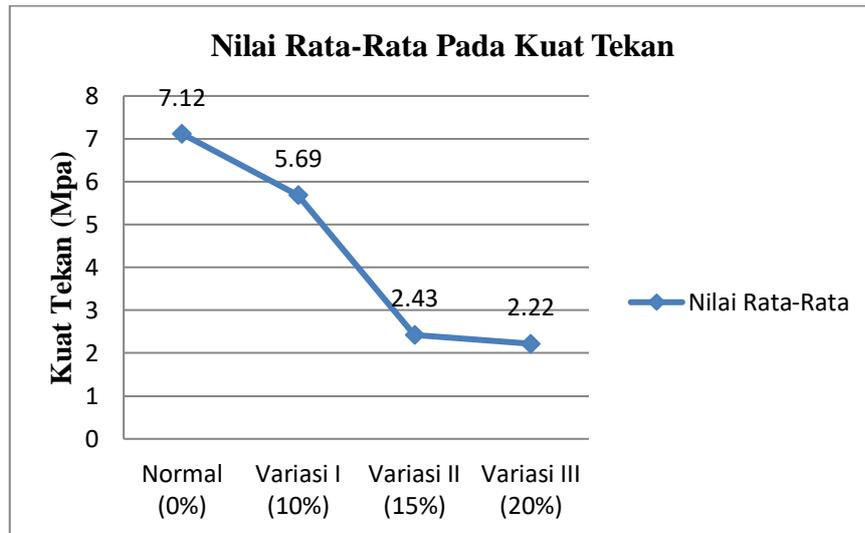
Gambar 4.1 Perbandingan Hasil Nilai Kuat Tekan Beton

Berdasarkan Tabel 4.9 dan Tabel 4.10 maka nilai rata rata yang dihasilkan dari kedua Tabel di setiap variasinya untuk kuat tekan dituangkan pada Tabel 4.11 sebagai berikut :

Tabel 4.11 Rata-rata kuat tekan beton

Variasi	Kuat tekan pada lama perendaman beton ringan (MPA) Dengan umur rencana 28 hari
Normal	7,12
Variasi I	5,69
Variasi II	2,43
Veriasi III	2,22

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



Gambar 4.2 Nilai Rata-Rata Pada Kuat Tekan

Dapat disimpulkan dari gambar Grafik 4.2 diatas bahwa nilai kuat tekan tertinggi rata rata pada variasi I, variasi II, dan Variasi III terdapat pada rata-rata variasi I dengan campuran 5% Abu Sekam Padi, 5 % Serbuk Cangkang Telur, Dan 2% Serat Sabut Kelapa dengan nilai 5,69 Mpa Nilai tersebut telah memenuhi minimal kuat tekan untuk beton ringan dengan penambahan *foam agent* yang diatur pada ASTM C 859 yaitu sebesar 1.4 MPa..

Menurut Ardiyati, dkk (2013) penurunan nilai kuat tekan pada beton terjadi diakibatkan oleh beberapa hal, yaitu sebagai berikut:

- a. Abu sekam padi dan serbuk cangkang telur memiliki nilai penyerapan yang tinggi

Masalah yang terjadi dalam pemanfaatan abu sekam padi dan serbuk cangkang telur dalam pembuatan beton, terkhusus beton ringan CLC adalah besarnya nilai serapan air yang terjadi. Hal ini dapat menyebabkan beton menjadi keropos sehingga dapat menurunkan kualitas kuat tekannya.

- b. Reaksi senyawa abu sekam padi dan serbuk cangkang telur terhadap senyawa semen

Senyawa-senyawa yang terdapat pada semen adalah C_3S , C_2S , C_3A , dan C_4AF , dimana senyawa yang membentuk kekuatan awal pada semen adalah senyawa C_3S yang dibantu oleh panas hidrasi dari senyawa C_3A . Hasil reaksi tersebut akan kembali bereaksi dengan unsur-unsur utama yang terdapat di

dalam abu sekam padi yaitu silica dan alumina. Dengan demikian, rantai reaksi hidrasi akan semakin panjang dan memperlama waktu pengerasan beton.

c. Proses pemadatan

Proses pemadatan yang tidak sempurna mengakibatkan adanya volume udara yang berlebih dalam beton ringan yang memang secara sengaja ditambahkan *foam agent* guna membuat gelembung-gelembung udara dalam beton.. Semakin banyak volume udara tersebut, maka cenderung menurunkan kuat tekan beton.

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_{ct}) dan bagaimana pengaruhnya penambahan serat kelapa terhadap nilai kuat tarik beton ringan. Pengujian kuat tarik belah beton pada penelitian ini menggunakan metode sesuai dengan SNI 03-2491-2014 pada saat beton berumur 28 hari dengan menggunakan mesin kuat tarik (*tensile strength test*). Sampel penelitian yang dibuat untuk melakukan pengujian dengan umur rencana 28 hari. Menggunakan cetakan berbentuk silinder ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.

Menurut Ferguso (1986) dalam Rahamudin (2016), kekuatan tarik belah beton relative rendah, hanya 10-15% dari nilai kekuatan tekannya. Kekuatan ini juga lebih sukar untuk diukur dan hasilnya pun cenderung berbeda-beda dari satu bahan percobaan ke bahan percobaan yang lainnya dibandingkan dengan sampel uji tekan .

Maka hasil pengujian kuat tarik tersebut dituangkan pada Tabel 4.12, sebagai berikut :

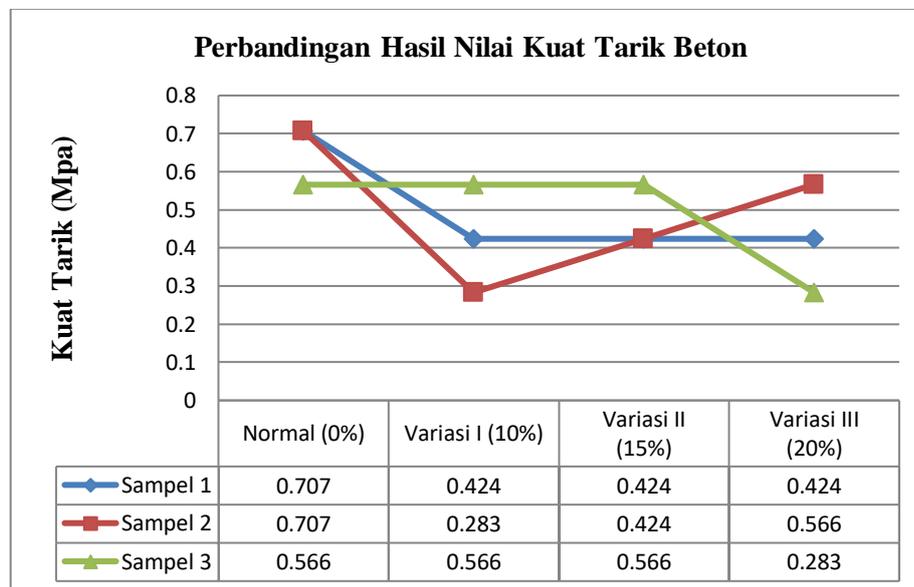
Tabel 4.12 Data berat benda uji dan hasil beban tarik

variasi	sampel	L	D	P	Kuat tarik		Kuat tarik rata-rata
		mm	mm	N	N/mm ²	Mpa	Mpa
Normal	1	300	150	50.000	0,707	0,707	0,66

Tabel 4.12 Lanjutan data berat benda uji dan hasil beban tarik

	2	300	150	50.000	0,707	0,707	
	3	300	150	40.000	0,566	0,566	
10 %	1	300	150	30.000	0,424	0,424	0,42
	2	300	150	20.000	0,283	0,283	
	3	300	150	40.000	0,566	0,566	
15 %	1	300	150	30.000	0,424	0,424	0,47
	2	300	150	30.000	0,424	0,424	
	3	300	150	40.000	0,566	0,566	
20 %	1	300	150	30.000	0,424	0,424	0,42
	2	300	150	40.000	0,566	0,566	
	3	300	150	20.000	0,283	0,283	

Dari hasil pengujian kuat tarik yang dilakukan pada penelitian ini, didapatkan nilai kuat tekan yang dituangkan pada Tabel 4.12 perbandingan hasil nilai kuat tarik beton dalam bentuk Grafik berikut :



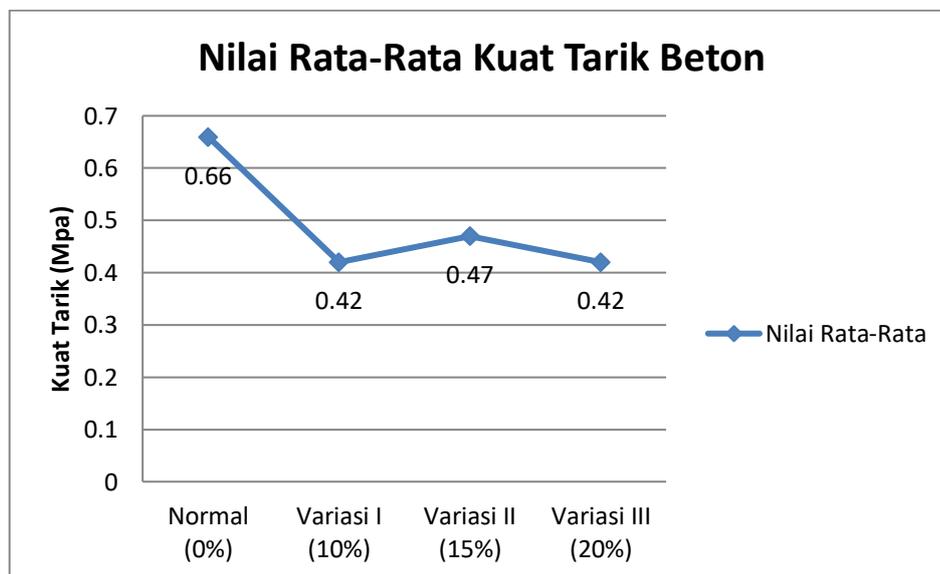
Gambar 4.3 Perbandingan Hasil Nilai Kuat Tarik Beton

Berdasarkan Tabel 4.12 maka nilai rata-rata yang dihasilkan dari kedua Tabel di setiap variasinya untuk kuat tekan dituangkan pada Tabel 4.13 sebagai berikut :

Tabel 4.13 Rata-rata kuat tarik beton

Variasi	Kuat tarik pada lama perendaman beton ringan (MPa) Dengan umur rencana 28 hari
Normal	0,66
Variasi I	0,42
Variasi II	0,47
Veriasi III	0,42

Dari hasil yang didapatkan setelah pengujian ini, dituangkan perbandingan rata-rata nilai kuat tekan beton yang dimasukkan dalam bentuk diagram batang seperti gambar 4.4 berikut :



Gambar 4.4 Perbandingan Hasil Nilai Kuat Tarik Beton

Dari hasil pengujian kuat tarik yang dihasilkan dalam melakukan penelitian ini maka dapat dilihat hasil rata-rata pengujian nilai kuat tarik tertinggi terdapat pada variasi II dengan proporsi campuran Abu Sekam Padi 10%, Serbuk Cangkang Telur 5%, Serat Sabut Kelapa 2% dengan nilai 0,47 Mpa.

Dapat dilihat pula bahwa kadar optimum penggunaan ASP dan SCT sebanyak 0% menghasilkan nilai kuat tarik belah yang lebih maksimum daripada penggunaan variasi lainnya. Nilai kuat tarik tersebut juga berbanding lurus dengan nilai kuat tekan yang dihasilkan. Menurut Majid, dkk (2018) kekuatan tarik belah yang dihasilkan akan relative rendah, yaitu sekitar 10-15% dari nilai kekukatan

tekannya. Dimana, pada pengujian tekan diperoleh hasil maksimum pada penggunaan ASP dan SCT sebanyak 0%. Sehingga pada pengujian kuat tarik pun, diperoleh hasil maksimum pada penggunaan ASP dan SCT sebanyak 0%. Hal ini disebabkan akibat dari penambahan substitusi ASP dan SCT guna mengurangi penggunaan semen, sehingga workabilitas campuran menjadi tidak maksimal akibat tidak seimbangnya penggunaan campuran. Penyebab lainnya juga dikarenakan ASP dan SCT sangat menyerap air, akibatnya kekuatan beton yang dihasilkan menjadi menurun.

Menurut Majid, dkk (2018) alasan utama dari kuat tarik belah yang kecil adalah bahwa pada kenyataannya beton dipenuhi oleh retak-retak halus yang tidak dipengaruhi bila beton menerima beban tekan karena beban tekan menyebabkan retak menutup sehingga memungkinkan terjadinya penyaluran tekan, berbeda jika beton menerima beban tarik.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan serta diskusi yang banyak dilakukan, maka didapat hasil dan diambil beberapa kesimpulan yang merangkum tentang hasil-hasil penelitian berdasarkan dari rumusan masalah penelitian. Saran dikemukakan dengan tujuan setelah penelitian ini akan dapat dikoreksi dan dikembangkan lagi oleh peneliti dan penelitian lainnya.

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan maka didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Variasi campuran yang dilakukan pada penelitian ini terbagi atas 3 variasi dengan hasil nilai kuat tekan tertinggi terdapat pada campuran variasi I (5% ASP, 5% SCT, 2% SSK) dengan nilai 5,69 N/mm² (Mpa) dan hasil nilai kuat tarik tertinggi terdapat pada campuran Variasi II (10% ASP, 5% SCT, 2% SSK) dengan nilai 0,47 N/mm² (Mpa). Nilai kuat tarik tertinggi terletak pada variasi campuran 10% abu sekam padi, 5% serbuk cangkang telur, dan 2% serat sabut kelapa.
2. Pengaruh penambahan serat kelapa dengan serbuk cangkang telur dan abu sekam padi memberikan pengaruh terhadap karakteristiknya berupa :
 - a. Karakteristik kuat tekan beton ringan dengan campuran serat kelapa dengan serbuk cangkang telur dan abu sekam padi pada variasi 10%, 15% dan 20% di umur 28 hari mengalami penurunan 0,21 Mpa - 3,26 Mpa.
 - b. Pada pengujian kuat tarik belah juga terjadi penurunan nilai kuat tarik sebesar 0,05 Mpa. Dari nilai kuat tarik tertinggi dan berbanding lurus terhadap kuat tekan.
3. Dengan dilakukannya penelitian yang mengurangi jumlah penggunaan semen sekitar sebanyak 10 kg yang digantikan dengan bahan tambah dari limbah industri menghasilkan beton yang ramah lingkungan dan pastinya lebih

murah dibandingkan harga hebel 60 cm x 20 cm x 10 cm di toko online yaitu sekitar Rp8.000 per buah .

4. Dari hasil penelitian yang dihasilkan maka penggunaan serbuk cangkang telur, abu sekam padi dan serat sabut kelapa yang digunakan cukup baik dalam penelitian ini namun tidak terlalu berpengaruh besar karena kemungkinan campuran variasi yang kurang detail karena tidak dilakukannya analisa mendalam pada kandungan kandungan yang terdapat pada campuran *filler* yang digunakan. Namun dalam hal berat isi, penambahan ASP dan SCT dapat menurunkan nilai berat isi beton sehingga menjadi lebih ringan daripada variasi beton tanpa penambahan *filler*.

5.2 Saran

Hasil dari penelitian yang dilakukan diharapkan dapat membantu dalam perkembangan keilmuan tentang bahan bangunan khususnya teknologi beton maupun dalam penerapan di lapangan. Diberikan harapan juga kepada penelitian selanjutnya agar dapat melakukan perkembangan lagi terhadap penelitian ini , terutama terhadap beberapa pertimbangan berikut :

1. Diharapkan melakukan pemeriksaan yang teliti terhadap *filler* yang digunakan untuk mendapatkan hasil komposisi kimia yang pasti sehingga dalam menentukan persentase penambahan *filler* yang digunakan sinkron dengan komposisi kimia semen dengan reaksi kimia yang terjadi terhadap campuran *filler*.
2. Proses penambahan sika dan *foam concrete* diharapkan dilakukan lebih konstan.
3. Perlunya dilakukan pengujian pada umur rencana beton 7 hari, 14 hari, dan 21 hari guna mengetahui nilai kuat tekan dan tarik yang berkembang dan pengaruhnya terhadap reaksi penggantian semen dengan campuran Serat sabut kelapa, Abu sekam padi, dan Serbuk cangkang telur.
4. Perlunya melakukan pengujian yang lebih selektif terhadap mesin pengujian kuat tekan dan tarik yang dilakukan, karena kalibrasi alat pengujian juga dapat mempengaruhi nilai kuat tekan dan tarik yang dihasilkan.

5. Diharapkan adanya penelitian yang dilakukan dengan interval yang lebih bervariasi agar mendapatkan hasil yang lebih teliti.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM C 494 “Spesifikasi *Chemical Admixture* Untuk Beton”
- ASTM C 869 “Spesifikasi *Foaming Agent* Dalam Pembuatan Busa Untuk Beton Selular”.
- ASTM C 796 – 97. *Standart Test Method For Foaming Agents For Use in Producing Cellular Concrete Using Performed Foam.*
- ASTM C 1611 “Metode Pengujian *Slump Flow* Pada Benda Uji SCC (*Self Consolidating Concrete*)”
- ASTM C 495 “Metode Pengujian Kuat Tekan Pada Benda Uji Isolasi Ringan”
- Chindaprasirt, P., Jaturapitakkul, C., & Rattanasak, U. (2009). Influence of fineness of rice husk ash and additives on the properties of lightweight aggregate. *Fuel*, 88(1), 158-162.
- Elhusna, E., Supriani, F., Gunawan, A., & Islam, M. (2011). *Pengaruh Serat Sabut Kelapa Terhadap Kuat Lentur Beton Dengan Faktor Air Semen 0,5*. 3(1), 39–44.
- Elhusna, E., & Suwandi, J. (2012). Peningkatan Kuat Tarik Beton Akibat Penambahan Serat Sabut Kelapa. *Inersia, Jurnal Teknik Sipil*, 4(1), 17-24.
- Falliano, D., De Domenico, D., Ricciardi, G., & Gugliandolo, E. (2019). Compressive And Flexural Strength Of Fiber-Reinforced Foamed Concrete: Effect Of Fiber Content, Curing Conditions And Dry Density. *Construction And Building Materials*, 198, 479-493.
- Fathur Rahman, D. I. A. N. (2018). Pengaruh Penggunaan Abu Sekam Padi Sebagai Material Pengganti Semen Pada Campuran Beton Self Compacting Concrete (Scc) Terhadap Kuat Tekan Dan Porositas Beton. *Rekayasa Teknik Sipil*, 2(2/Rekat/18).
- Hadipramana, J., & Riza, F. V. (2016). Pozzolanic Characterization Of Waste Rice Husk Ash (RHA) From Muar, Malaysia. *International Engineering Research and Innovation Symposium (IRIS)*, 1–10.
<https://doi.org/10.1088/1757-899X/160/1/012066>
- Hunggurami, E., Bunganaen, W., & Muskanan, R. Y. (2014). Studi Eksperimental Kuat Tekan Dan Serapan Air Bata Ringan Cellular Lightweight Concrete Dengan Tanah Putih Sebagai Agregat. *Jurnal Teknik Sipil*, 3(2), 125-136.
- Hidayat, T. (2018). Pengaruh Penambahan Zat Admixture Accelerator Beton Mix Terhadap Sifat-Sifat Mekanis Mortar Busa. *Proceeding Stima*, 1(1).

- Jumiati, E., & Masthura, M. (2018). MANUFACTURE OF LIGHTWEIGHT CONCRETE BASED ON ORGANIC WASTE. *FISITEK: Jurnal Ilmu Fisika dan Teknologi*, 2(1), 15-22.
- Kartika Ningrum, D. E. V. Y., & Firmansyah Sofianto, M. O. C. H. A. M. A. D. (2018). Pengaruh Penggunaan Kapur Sebagai Bahan Pengganti Sebagian Semen Terhadap Berat Volume, Kuat Tekan Dan Penyerapan Air Pada Bata Beton Ringan seluler berbahan dasar bottom ash. *Rekayasa teknik sipil*, 3(3).
- Lubis, M., Suryani, A., Kartika, I. A., & Hambali, E. (2019). Pemanfaatan Foaming Agent Dari Minyak Sawit Pada Beton Ringan. *Journal Of Agroindustrial Technology*, 29(3).
- Mahdi, M., & Hadi, S. (2019). Kekuatan Lentur Papan Komposit Hasil Kombinasi Perentase Ijuk dan Cangkang Telur Ayam. *Jurnal Energi dan Teknologi Manufaktur (JETM)*, 2(02), 7-10.
- Michael, M. (2017). Pengaruh Akibat Adanya Bahan Substitusi Abu Cangkang Telur Sebagai Tambahan Semen Dan Kerak Boiler Sebagai Substitusi Pasir. *Jurnal Teknik Sipil Usu*, 6(1).
- Nurtanto, d., & utami, n. M. Pemanfaatan limbah genteng dan kapur sebagai cementitious pada beton ringan nonstruktural.
- Pliya, P., & Cree, D. 2015. Limestone derived eggshell powder as a replacement in Portland cement mortar. *Construction and Building Materials*, 95, 1–9.
- 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).
- SNI 15-2049-2004. Semen Portland.
- SNI 03-2824-2002 “Tata Cara Pembuatan Campuran Beton”
- SNI 1970-2008. Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus.
- SNI 03-2491 “Metode Pengujian Kuat Tarik Belah Pada Benda Uji Silinder”
- SNI 2491: 2014 “Metode Uji Kekuatan Tarik Belah Spesimen Beton Silinder”
- Sasmita, G. A. J., Fernando, M. R., & Sugiharto, H. (2019). Pengaruh Substitusi Parsial Semen Dengan Cangkang Telur Ayam Dan Fly Ash Pada Karakteristik Mortar Beton. *Jurnal Dimensi Pratama Teknik Sipil*, 8(1), 79-86.
- Setyo Utomo, G. A. T. O. T. (2016). Studi Penggunaan Catalyst, Monomer, Dan Fly Ash Sebagai Material Penyusun Beton Ringan Selular. *Rekayasa Teknik Sipil*, 3(3/Rekat/16).
- Triastuti, T., & 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>.

Triastuti, T., Nugroho, A., & Saleh, A. R. (2017). Pemanfaatan Abu Ampas Tebu Dalam Pembuatan Beton Busa Ringan. *Jurnal Permukiman*, 12(1), 20–24.

Tjokrodinuljo, K. 1996. *Teknologi Beton*. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Wariyatno, N. G., & Haryanto, Y. (2013). Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Belah Sebagai Nilai Estimasi Kekuatan Sisa Pada Beton Serat Kasa Aluminium akibat Variasi Suhu. *Dinamika Rekayasa*, 9(1), 21-28.

LAMPIRAN



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

menjawab surat ini agar disebutkan
or dan tanggalnya

MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN
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> E-mail : fatek@umsu.ac.id

**PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHUJUKAN
DOSEN PEMBIMBING**

Nomor/1906/II.3AU/UMSU-07/F/2019

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas Nama Ketua Program Studi Teknik Sipil Pada Tanggal 18 November 2019 dengan ini Menetapkan :

Nama : FIRA VIDIA BR MANURUNG
NPM : 1607210215
Program Studi : TEKNIK Sipil
Semester : VII (Tujuh)
Judul Tugas Akhir : ANALISIS KUAT TARIK KOMBINASI SERAT KELAPA DENGAN SERBUK CANGKANG TELUR ABU SEKAM PADI SEBAGAI PENGGANTI PASIR SEBAGIAN PADA FOAM CONCRETE DALAM STUDI EKSPERIMEN DAN SIMULASI
Pembimbing I : Dr. FETRA VENNY R

Dengan demikian diizinkan untuk menulis tugas akhir dengan ketentuan :

1. Bila judul Tugas Akhir kurang sesuai dapat diganti oleh Dosen Pembimbing setelah mendapat persetujuan dari Program Studi Teknik Sipil
2. Menulis Tugas Akhir dinyatakan batal setelah 1 (satu) Tahun dan tanggal yang telah ditetapkan.

Demikian surat penunjukan dosen Pembimbing dan menetapkan Judul Tugas Akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Ditetapkan di Medan pada Tanggal.
Medan, 21 Rabiul Awal 1441 H
18 Nopember 2019 M

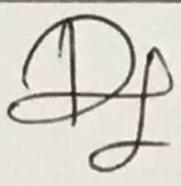
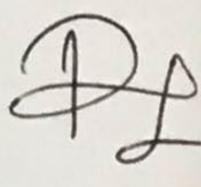
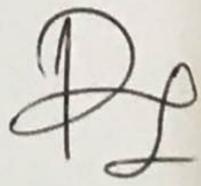


Dekan

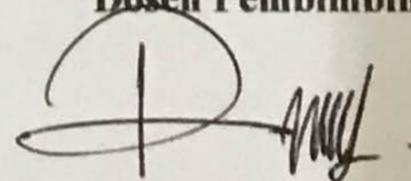
Munawar Alfansury Siregar ST. MT
NIDN : 0101017202

LEMBAR ASISTENSI

NAMA : FIRA VIDIA BR MANURUNG
NPM : 1607210215
JUDUL : Analisis Kuat Tarik Belah Beton Busa (*Foam Concrete*) Dengan Kombinasi Bahan Tambah Serat Sabut Kelapa, Serbuk Cangkang Telur Dan Abu Sekam Padi Sebagai Pengganti Semen Sebagian Menggunakan Metode Eksperimen

NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
1	19 november 2019	-Revisi BAB I	
2	16 desember 2019	-Revisi BAB II	
3	16 januari 2020	-Revisi BAB III -Buat BAB IV	
4	21 januari 2020	-tambahkan tabel perbandingan bahan tambah	
5	24 januari 2020	-buat rencana jadwal kegiatan -perbaiki BAB III bagian urutan diagram alir	
6	27 januari 2020	-ACC Seminar Proposal !!!	

**Mengetahui,
Dosen Pembimbing**



(Dr. Fetra Venny Riza)

LEMBAR ASISTENSI

NAMA : FIRA VIDIA BR MANURUNG
NPM : 160721010215
JUDUL : Analisis Kuat Tarik Belah Beton Busa (*Foam Concrete*) Dengan Kombinasi Bahan Tambah Serat Sabut Kelapa, Serbuk Cangkang Telur Dan Abu Sekam Padi Sebagai Pengganti Semen Sebagian Menggunakan Metode Eksperimen

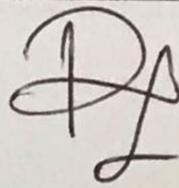
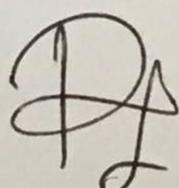
NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
1	12 SEPTEMBER 2020	<ul style="list-style-type: none"> - Perbaiki isi bab 2 - Perbaiki susunan pada bab 2 - Perbaiki metode penelitian 	
2	05 OKTOBER 2020	<ul style="list-style-type: none"> - Masukkan hasil di bab 4 - Masukkan foto-foto di setiap metodologi - Buat langkah pekerjaan 	
3	19 OKTOBER 2020	<ul style="list-style-type: none"> - Kerjakan kesimpulan dan saran pada bab 5 <p>ACC Seminar Hasil !!!</p>	

Mengetahui,
Dosen Pembimbing

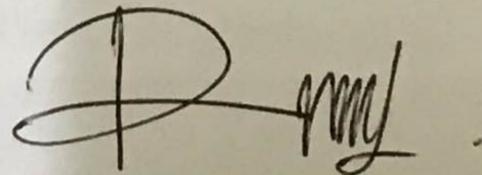
(Dr. Fetra Venny Riza)

LEMBAR ASISTENSI

NAMA : FIRA VIDIA BR MANURUNG
NPM : 1607210215
JUDUL : Analisis Kuat Tarik Belah Beton Busa (*Foam Concrete*) Dengan Kombinasi Bahan Tambah Serat Sabut Kelapa, Serbuk Cangkang Telur Dan Abu Sekam Padi Sebagai Pengganti Semen Sebagian Menggunakan Metode Eksperimen

NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
1	25 November 2020	-Perbaiki penulisan - kesimpulan	
2	4 November 2020	-ACC Lanjut Ke Sidang!!!	

Mengetahui,
Dosen Pembimbing



(Dr. Fetra Venny Riza)

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



INFORMASI PRIBADI

Nama : Fira Vidia Br Manurung
Panggilan : Fira
Tempat, Tanggal Lahir : Gondang Rejo, 12 juni 1999
Jenis Kelamin : Perempuan
Alamat Sekarang : Jl. Kotacane – Kabanjahe. Desa
Singgamanik, Kecamatan Munte,
Kabupaten Karo.
HP/Tlpn Seluler : 0822- 6740-8012

RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Induk Mahasiswa : 1607210215
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil
Jenis Kelamin : Perempuan
Peguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Alamat Peguruan Tinggi : Jl. Kapten Muchtar Basri, No. 3 Medan 20238

PENDIDIKAN FORMAL

Tingkat Pendidikan Kelulusan	Nama dan Tempat	Tahun
Sekolah Dasar	SDN 040506 Munte	2004 - 2010
Sekolah Menengah Pertama	SMPN 2 Munte	2010 - 2013
Sekolah Menengah Akhir	SMAN 1 Munte	2013 – 2016

ORGANISASI

Informasi	Tahun
Anggota Paskibraka Kabupaten Karo	2014
Anggota BPH Himpunan Mahasiswa Sipil	2016
Anggota FKMTSI (forum komunikasi mahasiswa teknik sipil indonesia)	2016