

SKRIPSI

**PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON DENGAN MENGGUNAKAN ABU
CANGKANG KELAPA SAWIT DENGAN BAHAN TAMBAH
BONDCRETE**

(STUDI PENELITIAN)

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

Disusun Oleh:

MUHAMMAD INDRA
1607210210



UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya

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



UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya

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> Email : fatek@umsu.ac.id

Bila menjawab surat ini agar disebutkan
Nomor dan tanggalnya

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas Akhir ini diajukan oleh :

Nama : Muhammad Indra
Npm : 1607210210
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Pengujian Kuat Tekan Beton Dengan Menggunakan Abu Cangkang Kelapa Sawit Dengan Bahan Tambah Bondcrete (Studi Penelitian).
Bidang Ilmu : Struktur

DISETUJUI UNTUK DISAMPAIKAN KEPADA
PANITIA UJIAN SKRIPSI

Medan, 13 November 2020

Dosen Pembimbing

Dr. Fahrizal Zulkarnain.

UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

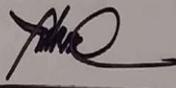
Nama : Muhammad Indra
NPM : 1607210210
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Pengujian Kuat Tekan Beton Dengan Menggunakan Abu Cangkang Kelapa Sawit Dengan Bahan Tambah Bondcrete (Studi Penelitian).
Bidang Ilmu : Struktur

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, 13 November 2020

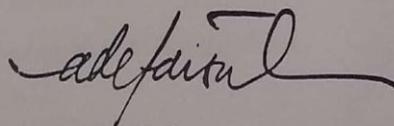
Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing



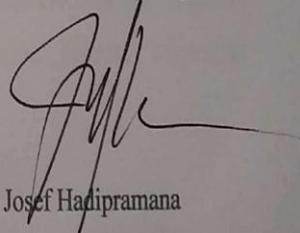
Dr. Fahrizal Zulkarnain.

Dosen Pembanding I



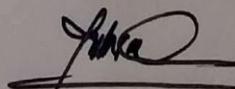
Dr. Ade Faisal

Dosen Pembanding II



Dr. Josef Hadipramana

Ketua Prodi Teknik Sipil



Dr. Fahrizal Zulkarnain

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Muhammad Indra
Tempat, Tanggal Lahir : Medan, 7 Agustus 1998
NPM : 1607210210
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil

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

“Pengujian Kuat Tekan Beton Dengan Menggunakan Abu Cangkang Kelapa Sawit Dengan Bahan Tambah Bondcrete (Studi Penelitian).”

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

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

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

Medan, 13 November 2020

Saya yang menyatakan,



Muhammad Indra

ABSTRAK

PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON DENGAN MENGGUNAKAN ABU CANGKANG KELAPA SAWIT DENGAN BAHAN TAMBAH BONDCRETE

(STUDI PENELITIAN)

Muhammad Indra

1607210210

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

Dalam pembuatan benda uji metode yang digunakan yaitu Metode SNI, dengan kuat tekan rencana 25 MPa. Semen yang digunakan adalah semen PCC. Benda uji yang dibuat berbentuk silinder dengan diameter 15 cm, dan tinggi 30 cm. Penelitian ini memakai abu cangkang kelapa sawit sebagai bahan pengganti agregat halus dan zat adiktif bondcrete sebagai bahan tambah dibuat juga sampel beton normal sebagai perbandingan kuat tekan beton, umur beton 28 hari. Dari hasil penelitian didapat data kuat tekan beton dengan masing-masing variasi Kuat tekan beton normal rata-rata 26,33 Mpa. Kuat tekan beton rata-rata campuran abu cangkang kelapa sawit 15% dan zat adiktif bondcrete 5% 13,87 Mpa. Kuat tekan beton rata-rata campuran abu cangkang kelapa sawit 20% dan zat adiktif bondcrete 5% 20,95 Mpa. Kuat tekan beton rata-rata campuran abu cangkang kelapa sawit 25% dan zat adiktif bondcrete 5% 24,06 Mpa. Maka dapat disimpulkan bahwa kuat tekan beton normal dan kuat tekan beton campuran abu cangkang kelapa sawit dan bondcrete mengalami penurunan kuat tekan, serta tidak mencapai kuat tekan rencana yaitu 25 Mpa disebabkan pengaruh persentase abu cangkang kelapa sawit dan zat adiktif bondcrete.

Kata Kunci : Abu Cangkang Kelapa Sawit, Zat Adiktif bondcrete, Kuat tekan

ABSTRACT

CONCRETE STRENGTH TESTING USING PALM OIL SHELL ASH WITH ADDITIONAL BONDCRETE

(RESEARCH STUDY)

Muhammad Indra

1607210210

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

In making the test object the method used is the SNI method, with a compressive strength of 25 MPa. The cement used is PCC cement. The specimen is made in the form of a cylinder with a diameter of 15 cm and a height of 30 cm. This study used palm oil shell ash as a substitute for fine aggregate and the addictive substance of bondcrete as an added material was also made of normal concrete samples as a comparison of the compressive strength of concrete, concrete age 28 days. From the research results obtained data on the compressive strength of concrete with each variation of the average compressive strength of normal concrete is 26.33 MPa. The average compressive strength of the mixture of oil palm shell ash is 15% and the addictive substance of 5% bondcrete is 13.87 Mpa. The average compressive strength of the mixture of oil palm shell ash is 20% and the addictive substance of 5% bondcrete is 20.95 Mpa. The average compressive strength of the mixture of oil palm shell ash is 25% and the addictive substance of bondcrete is 5% 24.06 Mpa. So it can be concluded that the normal compressive strength of concrete and the compressive strength of the mixture of palm oil shell ash and bondcrete has decreased compressive strength, and does not reach the compressive strength of the plan of 25 Mpa due to the influence of the percentage of oil palm shell ash and the addictive substance of bondcrete.

Keywords: Palm Shell Ash, Bondcrete Addictive, Compressive Strength

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Pengujian Kuat Tekan Beton Dengan Menggunakan Abu Cangkang Kelapa Sawit Dengan Bahan Tambah Bondcrete (Studi Penelitian)” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Banyak pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terima kasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Bapak Dr. Fahrizal Zulkarnain S.T., M.Sc., Ph.D, Selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, sekaligus sebagai Ketua Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Bapak Dr. Ade Faisal S.T., M.Sc., Ph.D, Selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, sekaligus sebagai Wakil Dekan I Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Dr. Josef Hadipramana, S.T., M.Sc, Selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T, Selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, yang telah banyak memberikan ilmu tentang teknik sipil kepada penulis.
6. Bapak/Ibu staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

7. Ayahanda tercinta Supriadi dan Ibunda tercinta Neliana yang telah bersusah payah membesarkan , memberikan kasih sayangnya dan yang telah bersusah payah membiayai pendidikan hingga ke jenjang yang lebih tinggi sampai tidak ternilai kepada penulis.
8. Teristimewa sekali juga kepada Saudara Kandung Kakak Neni Supriani, Abang Azwar Putra, Kakak Triana Neli Putri, Adik Nurul Dayanti, dan Adik Irfan Aldi yang menyemangati hingga akhir dan telah banyak membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini.
9. Terimakasih kepada rekan-rekan seperjuangan Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Stambuk 2016 dan lainnya yang tidak mungkin namanya disebut satu persatu.

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi dunia konstruksi teknik sipil.

Medan, 13 November 2020

Muhammad Indra

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	Error! Bookmark not defined.
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR NOTASI	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
1.5 Ruang Lingkup	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Pengertian Beton	5
2.2 Penelitian Terdahulu	6
2.3 Abu Cangkang Kelapa Sawit	8
2.4 Bahan Tambah	10
2.5 Bondcrete	11
2.6 Kuat tekan	12
BAB 3 METODE PENELITIAN	15
3.1 Tahap Pengambilan Data	15
3.2 Sumber-Sumber Data Dalam Penelitian	16
3.3 Peralatan	18
3.4 Waktu dan Tempat Penelitian	18

3.5 Bahan-Bahan	18
3.6 Pemeriksaan Material	19
3.7 Pemeriksaan Slump	20
3.8 Prosedur Pembuatan Kuat Tekan Silinder	21
3.9 Perencanaan Pembuatan Campuran (Mix Desain) SNI 03-2834-2000	22
BAB 4 ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN	33
4.1 Analisa Pemeriksaan Agregat	33
4.1.1 Analisa Pemeriksaan Agregat Halus	33
4.1.1.1 Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Halus	33
4.1.1.2 Analisa Gradasi Agregat Halus	34
4.1.1.3 Kadar Lumpur Agregat Halus	35
4.1.1.4 Berat Isi Agregat Halus	35
4.1.1.5 Kadar Air Agregat Halus	36
4.1.2 Analisa Pemeriksaan Agregat Kasar	36
4.1.2.1 Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar	37
4.1.2.2 Analisa Gradasi Agregat Kasar	37
4.1.2.3 Kadar Lumpur Agregat Kasar	38
4.1.2.4 Berat Isi Agregat Kasar	39
4.1.2.5 Kadar Air Agregat Kasar	39
4.1.3 Pemeriksaan Berat Jenis Dan Penyerapan Abu Cangkang Kelapa Sawit	40
4.2 Rancang Campur Dan Kebutuhan Bahan	40
4.2.1 Mix Design Beton Normal Mutu Sedang	40
4.2.2 Kebutuhan Bahan	43
4.3 Hasil Dan Analisa Pengujian Beton Segar	45
4.3.1 Pengujian Slump (slump rencana 30 – 60 mm)	45
4.3.2 Berat Isi Beton	46
4.4 Hasil Dan Analisa Pengujian Beton Keras	49
4.4.1 Kuat Tekan Beton	49

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	52
DAFTAR PUSTAKA	54
LAMPIRAN	57

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komposisi bahan pembentuk beton.	6
Tabel 3.1 Faktor pengali untuk standar deviasi berdasarkan jumlah benda uji yang tersedia.	23
Tabel 3.2 Perkiraan kekuatan tekan (MPa) beton dengan faktor air semen dan agregat kasar yang biasa dipakai di Indonesia.	25
Tabel 3.3 Perkiraan kadar air bebas (Kg/m^3) yang dibutuhkan untuk beberapa tingkat kemudahan pengerjaan adukan beton.	27
Tabel 3.4 Persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen maksimum untuk berbagai macam pembetonan dalam lingkungan khusus.	28
Tabel 4.1 Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus	33
Tabel 4.2 Hasil pengujian analisa gradasi agregat halus dengan spesifikasi Zona 2	34
Tabel 4.3 Hasil pengujian kadar lumpur agregat halus	35
Tabel 4.4 Hasil pengujian berat isi dengan cara lepas, cara tusuk, dan cara penggoyangan	35
Tabel 4.5 Hasil pengujian kadar air agregat halus	36
Tabel 4.6 Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar	37
Tabel 4.7 Hasil pengujian analisa gradasi agregat kasar dengan spesifikasi ukuran maksimal 40 mm	37
Tabel 4.8 Hasil pengujian kadar lumpur agregat kasar	38
Tabel 4.9 Hasil pengujian berat isi dengan cara lepas, cara tusuk, dan cara penggoyangan	39
Tabel 4.10 Hasil pengujian kadar air agregat kasar	39
Tabel 4.11 Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan abu cangkang kelapa sawit	40
Tabel 4.12 Perencanaan campuran beton (SNI 03-2834-2000)	41
Tabel 4.13 Kebutuhan bahan berbagai variasi campuran	44
Tabel 4.14 Hasil pengujian slump	45
Tabel 4.15 hasil pengujian berat isi beton	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Abu Cangkang Kelapa Sawit	9
Gambar 2.2 Bondcrete	11
Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian Yang Dilaksanakan	17
Gambar 3.2 Grafik hubungan antara kuat tekan dan faktor air semen (benda uji berbentuk silinder diameter 150 mm, tinggi 300 mm)	26
Gambar 3.3 Batas gradasi pasir (Sedang) No. 2	29
Gambar 3.4 Batas gradasi kerikil atau koral ukuran maksimum 40 mm	29
Gambar 3.5 Persen pasir terhadap kadar total agregat yang di anjurkan untuk	30
Gambar 3.6 Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat isi beton.	31
Gambar 4.1 Grafik gradasi agregat halus	34
Gambar 4.2 Grafik gradasi agregat kasar	38
Gambar 4.3 Grafik slump rata-rata	46
Gambar 4.4 Grafik nilai kuat tekan semua variasi	50
Gambar 4.5 Grafik nilai kuat tekan rata-rata	50

DAFTAR NOTASI

A	= Luas Penampang
B _j	= Berat Jenis
FM	= Modulus Kehalusan
f _c	= Kuat Tekan
n	= Jumlah Benda Uji
P	= Beban Tekan
t	= Tinggi Benda Uji
V	= Volume
W	= Berat
Ø	= Diameter
M	= Nilai Tambah
S _r	= Standar Rencana
W _h	= Perkiraan Jumlah Air Untuk Agregat Halus
W _k	= Perkiraan Jumlah Air Untuk Agregat Kasar
B	= Jumlah Air
C	= Agregat Halus
D	= Agregat Kasar
C _a	= Absorpsi Air Pada Agregat Halus
D _a	= Absorpsi Agregat Kasar
C _k	= Kandungan Air Dalam Agregat Halus
D _k	= Kandungan Air Dalam Agregat Kasar
BN	= Beton Normal
BC-15	= Beton Campuran Abu Cangkang Kelapa Sawit 15% dan Bondcrete 5%
BC-20	= Beton Campuran Abu Cangkang Kelapa Sawit 20% dan Bondcrete 5%
BC-25	= Beton Campuran Abu Cangkang Kelapa Sawit 15% dan Bondcrete 5%

DAFTAR LAMPIRAN

Gambar L- 1 <i>Compressing Test Machine</i>	57
Gambar L- 2 Saringan Agregat Kasar	57
Gambar L- 3 Saringan Agregat Halus	58
Gambar L- 4 Cetakan Silinder	58
Gambar L- 5 Oven	59
Gambar L- 6 Gelas Ukur	59
Gambar L- 7 Kerucut Abrams	60
Gambar L- 8 <i>Mixer</i> Beton	60
Gambar L- 9 Timbangan digital	61
Gambar L- 10 Tongkat Penumbuk	61
Gambar L- 11 Bak Perendaman	62
Gambar L- 12 Ember	62
Gambar L- 13 Sendok semen dan sekop tangan	63
Gambar L- 14 Penggaris	63
Gambar L- 15 Skrap	64
Gambar L- 16 Pan	64
Gambar L- 17 Wadah	65
Gambar L- 18 Kain Lap	65
Gambar L- 19 Zat Adiktif Bondcrete	66
Gambar L- 20 Abu Cangkang Kelapa Sawit	66
Gambar L- 21 Agregat Kasar	67
Gambar L- 22 Agregat Halus	67
Gambar L- 23 Semen PPC Tipe 1	68
Gambar L- 24 Air	68
Gambar L- 25 Mengaduk Semua Agregat	69
Gambar L- 26 Merojok Pengujian Slump Test	69
Gambar L- 27 Pengujian Slump Test	70
Gambar L- 28 Perojokan Adukan Beton dicetakan	70
Gambar L- 29 Perendaman Benda Uji	71
Gambar L- 30 Beton Normal	71

Gambar L- 31 Beton Campuran Variasi Abu Cangkang Kelapa Sawit 15% dan Abu Cangkang Kelapa Sawit 20%	72
Gambar L- 32 Beton Campuran Variasi Abu Cangkang Kelapa Sawit 25 %	72
Gambar L- 33 Nilai Kuat Beton Normal	73
Gambar L- 34 Nilai Kuat Tekan BC-15	73
Gambar L- 35 Kuat Tekan BC-20	74
Gambar L- 36 Kuat Tekan BC-25	74

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Berkembangnya ilmu dalam teknologi, informasi, dan metode pada bidang pekerjaan yang berhubungan dengan konstruksi dibutuhkan suatu pengalaman dalam pekerjaan lapangan. Terutama dalam peningkatan mutu sumber daya manusia sangat dituntut untuk keahlian tidak hanya mampu dalam ruang lingkup perkuliahan tetapi juga dalam lapangan yang sangat berpengaruh terhadap kemampuan dari mahasiswa itu sendiri.

Beton merupakan salah satu bahan konstruksi yang banyak digunakan dalam pelaksanaan struktur modern. Beton diperoleh dengan cara mencampurkan semen, air, dan agregat kadang-kadang dicampur dengan bahan tambahan yang berupa bahan kimia, serat, bahan non kimia dengan perbandingan tertentu. Penggunaan beton pada dasarnya memiliki keunggulan-keunggulan diantaranya memiliki kuat tekan yang tinggi, perawatan dan pembentukan yang mudah serta mudah mendapatkan bahan penyusunannya.

Dalam penelitian ini penambahan dan pengganti campuran beton berupa cangkang kelapa sawit sebagai pengganti agregat halus dan penambahan zat kimia berupa *bondcrete*. Memanfaatkan limbah cangkang kelapa sawit sebagai substitusi agregat halus beton dan diharapkan dapat menghasilkan kuat tekan beton yang mencukupi persyaratan. Mutu beton normal dengan kuat tekan antara 20 Mpa sampai 35 Mpa dan berat isi antara 2200 kg/m³ sampai 2500 kg/m³.

Sejauh ini sebagian limbah kelapa sawit telah dimanfaatkan semaksimal mungkin, tapi masih saja limbah hasil pengolahan minyak kelapa sawit tersebut meninggalkan beberapa limbah yang belum dimanfaatkan seperti cangkang kelapa sawit yang belum dimanfaatkan secara optimal maka dengan ini peneliti ingin menggunakan limbah cangkang kelapa sawit sebagai bahan tambah atau bahan pengganti yang mampu memberikan kontribusi kekuatan pada beton. Selain itu, penggunaan bahan tambah *Bondcrete* akan membantu meningkatkan kekuatan

beton sampai dengan 20%, sehingga meningkatkan pencegahan keretakan beton dan pelapukan dini.

Penggunaan agregat halus untuk campuran beton yaitu pasir merupakan sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui yang sewaktu-waktu dapat habis, oleh karena itu diperlukan alternatif lain sebagai pengganti. Salah satu sumber daya alam yang dapat diperbaharui adalah cangkang kelapa sawit.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan pada uraian yang telah disampaikan maka dapat ditentukan rumusan masalah yang akan diteliti, yaitu :

1. Apakah dalam pemakaian filler abu cangkang kelapa sawit dan penambahan zat adiktif *bondcrete* dapat mempengaruhi kualitas beton ?
2. Bagaimana dampak yang terjadi dalam pengujian kuat tekan jika filler abu cangkang kelapa sawit dengan variasi 15%, 20%, 25% dengan masing-masing variasi tersebut diberikan penambahan zat adiktif *bondcrete* dengan variasi 5% dapat mempengaruhi kenaikan atau penurunan dalam kuat tekan?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan pada penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk Mengetahui pengaruh kesesuaian campuran abu cangkang kelapa sawit dan *bondcrete* yang digunakan secara bersamaan pada campuran beton.
2. Mengetahui peningkatan kekuatan daya kuat tekan beton dengan menggunakan penambahan *bondcrete* dan abu cangkang kelapa sawit untuk mendapatkan campuran beton normal terhadap kuat tekan.

1.4 Manfaat Penelitian

Pada penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat dan memberikan informasi yang jelas bagi pengembangan ilmu teknologi beton dan pengaruh yang terjadi pada kuat tekan beton dengan penambahan zat adiktif *bondcrete* dan filler abu cangkang kelapa sawit untuk mendapatkan campuran beton yang baik serta diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan dalam tahap penelitian selanjutnya,

baik itu penggunaan untuk pelaksanaan di lapangan dan dapat dikembangkan pada penelitian lebih lanjut.

1.5 Ruang Lingkup

Luasnya ruang lingkup permasalahan yang ada pada penelitian ini penulis membatasi permasalahan antara lain sebagai berikut:

1. Metode untuk perencanaan campuran menggunakan metode Standar Nasional Indonesia (SNI 03-2834-2000 Tentang Tata Cara Pembuatan Campuran Beton Normal dan SNI 1974 - 2011 Tentang Cara Uji Kuat Tekan Beton Dengan Benda Uji Silinder).
2. Persentase zat adiktif *bondcrete* yang digunakan dalam penelitian ini adalah 5% sebagai bahan tambah kimia pada campuran beton silinder .
3. Persentase bahan penganti agregat halus dengan menggunakan filler abu cangkang kelapa sawit dalam penelitian ini sebesar 15% , 20% , 25% .
4. Melakukan pengujian kuat tekan dari beton normal dan beton campuran berupa filler abu cangkang kelapa sawit dan zat adiktif *bondcrete*, pada umur setelah perendaman 28 hari.
5. Pengujian ini menggunakan cetakan silinder berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm.
6. Bahan pembuat beton : *Portland Cement* type I, agregat halus dari Binjai, agregat kasar yang digunakan dari Binjai, air yang digunakan dari laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Pada penelitian ini dilakukan di Laboratorium Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Penelitian ini menggunakan alat-alat yang telah tersedia di Laboratorium Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

1.6 Sistematika Penulisan

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

BAB 1 Pendahuluan

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

BAB 2 Tinjauan Pustaka

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

BAB 3 Metode Penelitian

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

BAB 4 Analisa Data dan Pembahasan

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

BAB 5 Kesimpulan dan Saran

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

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Beton

Menurut SNI 03-2847-2002, beton adalah campuran antara semen portland atau semen hidraulik yang lain, agregat halus, agregat kasar dengan atau tanpa bahan tambah yang membentuk suatu massa padat. Parameter-parameter yang paling mempengaruhi kekuatan beton adalah: kualitas semen, proporsi semen terhadap campuran, kekuatan dan kebersihan agregat, pencampuran yang cukup dari bahan-bahan pembentuk beton, penyelesaian, pemadatan beton dan perawatan beton. (Badan Standardisasi Nasional, 2002).

Hal ini dikarenakan beton memiliki berbagai macam keuntungan menurut (Mulyono,2003), yaitu :

- a. Dapat dengan mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan konstruksi.
- b. Mampu memikul beban yang berat.
- c. Biaya pemeliharaan yang kecil.
- d. Tahan terhadap temperatur yang tinggi.

Beton juga memiliki kelemahan yang perlu diperhatikan saat digunakan untuk struktur bangunan menurut (Mulyono,2003), yaitu :

- a. Bentuk yang dibuat sulit untuk diubah.
- b. Pelaksanaan kegiatan membutuhkan ketelitian yang tinggi.
- c. Berat.
- d. Lemah terhadap gaya tarik.

Dalam pembuatan beton normal, langkah-langkah pekerjaannya meliputi :

- a. Pemeriksaan sifat dasar bahan dasar.
- b. Penentuan kekuatan beton yang diinginkan.
- c. Perencanaan campuran adukan beton.
- d. Percobaan campuran adukan beton.
- e. Percobaan slump.
- f. Pembuatan beton.

g. Perawatan

Dalam pembuatan beton harus ada beberapa hal yang harus diperhatikan dalam proporsi pembentuk beton yang ditunjukkan pada tabel 2.1 sebagai berikut :

Tabel 2.1 : Komposisi bahan pembentuk beton.

Nama Bahan	Jumlah (%)
Agregat Kasar dan halus	60-80
Semen	7-15
Air	14-21
Udara	1-8

Pada umumnya beton mengandung rongga udara sekitar 1%-2%, pasta semen (semen dan air) sekitar 25%-40%. Dan agregat (agregat halus dan agregat kasar) sekitar 60%-75%. Kekuatan beton akan bertambah seiring dengan bertambahnya umur. Berdasarkan standar beton, rata-rata kuat tekan beton ditentukan ketika beton telah berumur 28 hari.

2.2 Penelitian Terdahulu

Dalam sub bab ini penulis ingin menyampaikan beberapa penelitian terdahulu sebagai acuan atau referensi untuk memudahkan penulis membuat penelitian secara keseluruhan serta menggambarkan secara jelas perbedaan penelitian yang akan penulis lakukan dengan penelitian lain yang telah ada sebelumnya dan memperkuat atau mendukung kekuatan penelitian penulis dengan adanya referensi ilmiah dari penelitian terdahulu. Dalam hal ini penulis ingin menyampaikan beberapa penelitian terdahulu terhadap pengaruh bahan penganti abu cangkang kelapa sawit terhadap material pencampuran beton.

1. Penelitian 1 - Supriyanto dan kawan-kawan (2015)

Berjudul “Pengaruh Penambahan Cangkang Sawit Terhadap Kuat Tekan Beton $f'c$ 25 Mpa” menjelaskan bahwa dalam penelitiannya cangkang kelapa sawit yang digunakan dalam campuran beton dengan variasi penambahan 0%, 10%, 20%, dan 30%. Penelitian tersebut untuk mencari kuat tekan beton yang dicapai dari campuran cangkang kelapa sawit dalam beton 25 Mpa, penelitian ini menggunakan metode Uji statistik Anova (analisa of varian) adalah salah satu uji komparatif yang menguraikan keragaman total dalam komponen-komponennya.

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penambahan cangkang kelapa sawit dengan persentase 10% dari berat agregat kasar memberikan peningkatan pada kuat tekan beton tetapi penambahan cangkang kelapa sawit dengan persentase 20% dan 30% dapat menurunkan kuat tekan beton. Dengan ini penulis memberikan kesimpulan bahwa semakin besar penambahan cangkang kelapa sawit dapat mempengaruhi daya kuat tekan beton.

2. Penelitian 2 - Kristianto dan kawan-kawan (2016)

Berjudul “Pengaruh Penggunaan Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Bahan Tambah agregat kasar Terhadap Mutu Beton” menjelaskan bahwa dalam penelitiannya, cangkang kelapa sawit dengan variasi 5%, 10%, dan 15% sebagai bahan tambah beton dengan pengujian yang dilakukan adalah uji kuat tekan, uji kuat lentur, uji kuat tarik belah dan uji modulus elastisitas dengan cetakan silinder diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Kuat tekan yang direncanakan 20 Mpa, umur beton untuk kuat tekan yang direncanakan adalah 3 hari, 7 hari, 14 hari, 28 hari, dan 56 hari. Umur beton untuk kuat tarik belah, kuat lentur balok dan modulus elastisitas adalah 28 hari. Hasil yang didapatkan pada penelitian tersebut adalah kuat tekan beton normal didapat sebesar 32,85 Mpa, beton normal ditambah dengan 5% cangkang kelapa sawit sebesar 27,41 Mpa terjadi penurunan 17% terhadap beton normal, beton normal ditambah dengan 10% cangkang kelapa sawit sebesar 27,99 Mpa terjadi penurunan sebesar 15% terhadap beton normal, beton normal ditambah dengan 15% cangkang kelapa sawit sebesar 26,97 Mpa terjadi penurunan sebesar 18% terhadap beton normal. Uji kuat tarik belah beton normal 4,17 Mpa dengan beton campuran cangkang kelapa sawit dengan variasi 5% didapat 3,22 Mpa terjadi penurunan 22,71%, variasi 10% didapat 2,78 Mpa turun 33,43%, variasi 15% didapat 2,87 Mpa turun 31,19%. Uji kuat lentur beton normal 5,07 Mpa dengan beton campuran cangkang kelapa sawit dengan variasi 5% sebesar 3,68 Mpa turun 27,37% , variasi 10% sebesar 4,34 Mpa turun 14,41%, variasi 15% sebesar 12,55% turun 12,55%. Modulus Elastisitas untuk beton normal 21684,93 Mpa, campuran cangkang kelapa sawit 5% sebesar 21938,73 Mpa, campuran cangkang kelapa sawit 10% sebesar 19366,81 Mpa, campuran cangkang kelapa sawit 15% sebesar 169476,70 Mpa. Dari semua data yang didapat pada penelitian tersebut mulai dari uji kuat tekan, kuat tarik belah, kuat

lentur dan modulus elastisitas penulis dapat membuat kesimpulan yaitu semakin tinggi variasi campuran cangkang kelapa sawit dapat mempengaruhi dampak pada kekuatan beton.

3. Penelitian 3 – Rahman dan Fathurrahman (2017)

Berjudul “Pemanfaatan Hasil Pembakaran Limbah Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Bahan Pengganti Pasir Dan Pembuatan Beton Normal” menjelaskan bahwa pada penelitiannya abu kerak boiler (abu cangkang kelapa sawit) yang digunakan untuk campuran dengan variasi 0%, 15%, 25%, 35% dan 50% sebagai pengganti agregat halus (pasir), umur yang direncanakan 3 hari, 7 hari, 14 hari, 28 hari, 42 hari, dan 56 hari. Kuat tekan rencana 23 Mpa, cetakan silinder diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Hasil penelitian tersebut didapat bahwa beton normal dan beton campuran dengan umur 3 hari, 7 hari, 14 hari, 28 hari, 42 hari, 56 hari adalah semakin meningkat kuat tekan seiring dengan semakin bertambahnya umur beton.

4. Penelitian 4 - Prianti dan kawan-kawan (2015)

Berjudul “Pemanfaatan Abu Kerak Boiler Hasil Pembakaran Limbah Kelapa Sawit Sebagai Pengganti Parsial Pasir Pada Pembuatan Beton” menjelaskan bahwa dalam penelitiannya abu kerak boiler dengan campuran pada beton 0%, 5%, 10%, 15%, 25%, 50% dan 100%. Pengujian ini meliputi uji XRF, massa jenis, penyerapan air dan kadar lumpur. Dari hasil penelitiannya didapat abu kerak boiler lebih unggul dibandingkan pasir karena CaO dalam abu berperan membantu semen sebagai bahan pengikat. Demikian pula Al_2O_3 sangat berpengaruh dalam mempercepat pengerasan pada beton.

2.3 Abu Cangkang Kelapa Sawit

Menurut (Kristianto et al., 2016), Cangkang kelapa sawit sering juga disebut tempurung sawit adalah bagian keras yang terdapat pada buah kelapa sawit yang berfungsi melindungi isi atau kernel dari buah sawit tersebut. Hampir sama dengan tempurung kelapa yang sering di jumpai sehari-hari.

Kelapa sawit adalah tumbuhan industri penting penghasil minyak masak, minyak industri, maupun bahan bakar (*Biodiesel*). Buah terdiri dari tiga lapisan, antara lain:

- a. Eksoskarp, bagian kulit buah berwarna kemerahan dan licin
- b. Mesoscarp, serabut buah yang berwarna kuning
- c. Endoscarp, cangkang/tempurung sawit
- d. Inti sawit (*kernel*), merupakan endosperma dan embrio dengan kandungan minyak kualitas tinggi.

Tempurung kelapa sawit yang dibakar menjadi abu cangkang kelapa sawit atau sering disebut dengan abu kerak boiler. Abu kerak boiler yang relatif banyak dimanfaatkan sebagai bahan tambah pasir. Variabel penelitian yang diambil adalah kadar abu kerak dalam campuran dengan komposisi adukan antara semen, pasir dan kerikil mengacu pada komposisi beton.



Gambar 2.1 : Abu Cangkang Kelapa Sawit

Gambar 2.1 merupakan abu cangkang kelapa sawit sebagai limbah padat yang berasal dari pembakaran cangkang kelapa sawit yang dipergunakan sebagai bahan bakar untuk menghasilkan uap pada proses pengilangan minyak sawit. Abu hasil pembakaran biasanya dibuang dekat pabrik sebagai limbah padat yang tidak dimanfaatkan, bahkan berpotensi menimbulkan gangguan terhadap lingkungan dan kesehatan maka dari itu abu cangkang kelapa sawit dimanfaatkan sebagai bahan tambah beton untuk memanfaatkan limbah yang terbuang dan menghasilkan sumber daya baru sebagai bahan pengganti beton. (Supriyanto et al., 2015).

Menurut (Rahman & Fathurrahman, 2017), Dengan besarnya angka produksi tersebut tentu saja limbah yang dihasilkan juga banyak baik berupa limbah padat atau limbah cair. Limbah padat itu berupa tandan buah segar dan cangkang kelapa sawit. Saat ini limbah padat berupa cangkang kelapa sawit dimanfaatkan sebagai bahan bakar boiler untuk mesin penggilingan minyak sawit. Namun proses pembakaran menyisakan abu cangkang yang dibuang di dekat pabrik dan mengakibatkan penumpukan.

Abu kerak boiler cangkang kelapa sawit memiliki unsur kimia SiO_2 sebanyak 29,9%, Al_2O_3 sebanyak 1,9% dan CaO 26,9%. Dengan kandungan senyawa tersebut maka abu kerak boiler cangkang kelapa sawit dapat dikatakan memiliki sifat pozzolan memungkinkan untuk dimanfaatkan sebagai bahan pengisi pada pembuatan beton normal. Sebab senyawa silika dalam pembuatan beton dapat berpengaruh dalam kekuatan beton dan mampu meningkatkan kekuatannya. Dalam penelitian ini akan mengkaji tentang pemanfaatan abu kerak boiler hasil pembakaran limbah cangkang kelapa sawit sebagai bahan pengisi pada campuran beton normal. Abu kerak boiler mampu menggantikan peranan pasir sebagai bahan pengisi dan kuat tekan maksimum mampu diperoleh pada kandungan 25% yaitu 17,83 MPa dengan peningkatan sebesar 24,16% dari mutu rencana yang sebesar 14 MPa pada umur beton 28 hari. Akan tetapi karena karakteristik abu kerak boiler cangkang kelapa sawit setiap daerah berbeda, maka besar kadar optimumnya berbeda. Hasil uji kuat tekan mortar diperoleh kadar optimum yang akan digunakan untuk campuran beton.

2.4 Bahan Tambah

Bahan tambah (*admixture*) adalah bahan-bahan yang ditambahkan ke dalam campuran beton pada saat atau selama percampuran berlangsung. Fungsi dari bahan ini adalah untuk mengubah sifat-sifat dari beton agar menjadi lebih cocok untuk pekerjaan tertentu, atau untuk menghemat biaya. Bahan tambah digunakan untuk memodifikasi sifat dan karakteristik dari beton misalnya untuk dapat dengan mudah dikerjakan, mempercepat pengerasan, menambah kuat tekan, penghematan, atau untuk tujuan lain seperti penghematan energi (Mulyono, 2003).

Bahan tambah biasanya diberikan dalam jumlah yang relatif sedikit, dan harus dengan pengawasan yang ketat agar tidak berlebihan yang justru akan dapat memperburuk sifat beton.

Di Indonesia bahan tambah telah banyak dipergunakan. Manfaat dari penggunaan bahan tambah ini perlu dibuktikan dengan menggunakan bahan agregat dan jenis semen yang sama dengan bahan yang akan dipakai di lapangan. Dalam hal ini bahan yang dipakai sebagai bahan tambah harus memenuhi ketentuan yang diberikan oleh SNI.

2.5 Bondcrete

Bondcrete adalah perekat yang sangat kuat yang digunakan sebagai lem beton dan sealer (penutup pori pori). Bondcrete begitu kuatnya sehingga jarang diperlukan pengasaran pada bidang permukaan yang akan dilakukan perkataan atau penyambungan.



Gambar 2.2 : Bondcrete

Gambar 2.2 bondcrete yang dapat meningkatkan kekuatan beton sampai dengan 20%, sehingga meningkatkan pencegahan keretakan beton dan pelapukan dini.

1. Patching (Pekerjaan perbaikan atau penambalan beton).
2. Campuran beton/plesteran/acian.
3. Sealer (Penutup pori-pori beton) untuk menghemat cat.
4. Anti debu pada permukaan beton.

5. Perekat sambungan beton baru dan lama.
6. Lapisan pelindung cuaca.
7. Perekat untuk pemasangan keramik.
8. Perekat sambungan kayu.

Menggunakan zat adiktif sebagai bahan perekat untuk sambungan cornya. Dalam proses pembuatan hingga pengujian benda uji, diusahakan seteliti mungkin agar hasilnya bisa lebih baik.(Pratama, 2014).

2.6 Kuat tekan

Beton merupakan salah satu pilihan sebagai bahan struktur dalam konstruksi bangunan. Hal ini dikarenakan banyaknya kelebihan-kelebihan beton harganya yang relatif murah, mempunyai kekuatan yang baik, bahan baku penyusun mudah didapat, tahan lama, tahan terhadap api, tidak mengalami pembusukan. Inovasi teknologi beton selalu dituntut guna menjawab tantangan akan kebutuhan, beton yang dihasilkan diharapkan mempunyai kualitas tinggi meliputi kekuatan dan daya tahan tanpa mengabaikan nilai ekonomis sifat fisik material sangat mempengaruhi mutu dan spesifikasi beton tersebut. Hal lain yang mendasari pemilihan dan penggunaan beton sebagai bahan konstruksi adalah factor efektifitas dan tingkat efisiensinya. Secara umum bahan pengisi beton terbuat dari bahan-bahan yang mudah diperoleh, mudah diolah (*workability*), dan mempunyai keawetan (*durability*) serta kekuatan (*strength*) yang sangat diperlukan dalam suatu kontruksi. (A, 2013).

Penggunaan mutu kekuatan karakteristik rencana ditetapkan sesuai dengan kebutuhan struktur yang akan dibuat. Rumus yang digunakan untuk perhitungan kuat tekan beton adalah

$$f'c = \frac{P}{A}$$

Keterangan :

$f'c$ = Kuat tekan beton (kg/cm^2)

P = Beban maksimum (kg)

A = Luas penampang benda uji (cm^2)

Kuat tekan beton adalah besarnya beban persatuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin tekan. (Fropil et al., 2016).

Mutu beton sangat dipengaruhi oleh komposisi campuran dari material serta kualitas dari masing-masing material pembentuk beton tersebut. Beton dengan kadar air yang rendah akan menghasilkan mutu beton yang lebih tinggi namun akan sulit dalam proses pengecorannya (low workability), sedangkan beton dengan kadar air yang tinggi akan menghasilkan beton dengan mutu yang lebih rendah, tetapi lebih mudah dalam proses pengecorannya (high workability). (Syarif, Setyawan, & Farida, 2016).

Pengambilan contoh bahan untuk benda uji beton harus dilakukan dengan hati-hati agar terjamin bahwa hasil pengujiannya dapat menggambarkan keadaan yang sebenarnya. Beton yang tidak homogen disebabkan beberapa alasan seperti, pencampuran yang tidak merata, terjadinya segregasi (pemisahan butiran) dan perubahan konsistensi selama penanganan dan pengecorannya, kehilangan kelembapan ataupun penyerapan yang terjadi ketika menyentuh bahan penyerap. (Ismail, 2009).

Sebelum melakukan pelaksanaan pembuatan beton maka dilakukan pemeriksaan terhadap bahan-bahan pembentuk beton. Pemeriksaan terhadap semen adalah pemeriksaan berat volume semen dan pemeriksaan kehalusan semen secara visual. Pemeriksaan terhadap agregat halus meliputi pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat, berat volume, analisa saringan, kadar air dan kadar lumpur. Pemeriksaan terhadap agregat kasar meliputi pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat, berat volume, analisa saringan, keausan agregat dan kadar air. (Mau, Hunggurami, & Sir, 2018).

Kuat tekan suatu mutu beton dapat dikategorikan memenuhi syarat jika dua hal berikut terpenuhi (SNI 03-2847-2002):

- a) Setiap nilai rata-rata dari tiga uji kuat tekan yang berurutan mempunyai nilai yang sama atau lebih besar dari f_c' .
- b) Tidak ada nilai uji kuat tekan yang dihitung sebagai nilai rata-rata dari dua hasil uji contoh silinder mempunyai nilai di bawah f_c' melebihi dari 3,5 MPa.

Beton adalah suatu bahan konstruksi yang mempunyai sifat kekuatan tekan yang khas, yaitu kecenderungan untuk bervariasi (tidak seragam) dan nilainya akan menyebar pada suatu nilai rata-rata tertentu. Penyebaran dari hasil pemeriksaan akan kecil atau besar tergantung pada tingkat kesempurnaan dari proses pelaksanaannya. Tingkat kesempurnaan dari pelaksanaannya dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti variasi mutu bahan, pengadukan, pemadatan, stabilitas pekerja dan faktor lainnya. (Risdiyanto, 2013).

Kekuatan tekan adalah kemampuan beton untuk dapat menerima gaya per satuan luas. Nilai kekuatan beton diketahui dengan melakukan pengujian kuat tekan terhadap benda uji silinder ataupun kubus pada umur 28 hari yang dibebani dengan gaya tekan sampai mencapai beban maksimum. Beban maksimum didapat dari pengujian dengan menggunakan alat Compression Testing Machine. (Ngurah, Partama, Hendrikus, Galus, & Belakang, 2007).

Pengujian Beton di laboratorium bertujuan untuk mendapatkan nilai kuat tekan yang mewakili mutu dari beton yang diujikan tersebut. Maka pengujian haruslah mengikuti standar-standar yang telah ditentukan, misalnya untuk dimensi dari benda uji haruslah sesuai dengan peraturan internasional seperti ASTM (American Standard for Testing Materials) dan bahkan diadopsi oleh peraturan nasional yaitu SNI. (Talinusa, Tenda, & Tamboto, 2014).

Penelitian ini diarahkan untuk mendapatkan komposisi campuran yang memiliki kekuatan tekan beton tertentu sehingga dapat diklasifikasikan sebagai mutu beton. (Sumajouw, Dapas, & Windah, 2014).

Bahan tambahan beton merupakan suatu zat yang ditambahkan sebelum, saat atau sesudah proses produksi beton. Berguna untuk mempengaruhi karakter beton untuk memenuhi kebutuhan selama di lapangan. Beton merupakan pilihan populer di sektor industri konstruksi untuk menunjang proses pembangunan sebuah konstruksi bangunan. Inovasi dilakukan pada beton dengan menambahkan bahan tambah dalam campurannya, bahkan mencari solusi pengganti bahan penyusun dari beton tersebut tanpa mengurangi sifat dan karakteristik beton tersebut. Beton sendiri merupakan bagian penting dalam dunia konstruksi. Selain itu bahan penyusun beton haruslah merupakan pilihan yang terbaik untuk menghasilkan kualitas beton yang terbaik. (Nugroho & Rizalditya, 2017).

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Tahap Pengambilan Data

Penelitian yang akan dilakukan yaitu dengan menggunakan metode eksperimental laboratorium yaitu dengan melakukan berbagai macam pengujian sehubungan dengan data-data yang direncanakan sebelumnya. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Penelitian yang dilaksanakan terbagi atas lima tahapan sebagai berikut:

1. Tahap I :

Sebelum dilakukan pembuatan campuran beton maka pada tahap ini dilakukan uji bahan dasar beton yang berupa agregat kasar dan halus. Pemeriksaan ini meliputi pemeriksaan zat organik dalam pasir, pemeriksaan kadar lumpur pada pasir dan batu pecah, pemeriksaan *specific gravity* dan *absorbtion* pasir dan batu pecah, pengujian SSD pasir, pengujian gradasi batu pecah, pemeriksaan berat satuan volume, pemeriksaan kadar keausan batu pecah.

2. Tahap II :

Tahap ini merupakan tahap perencanaan campuran beton, pembuatan benda uji dan perawatan beton. Perbandingan jumlah proporsi bahan campuran beton dihitung dengan menggunakan Metode Standar Nasional Indonesia (SNI).

3. Tahap III :

Dilakukan Pengujian kuat tekan dan kuat sampel beton yang dilakukan dengan masing-masing campuran yang berbeda:

- a. Persentase *Bondcrete* 5% dengan Abu Cangkang Kelapa Sawit 15% sebanyak 3 buah silinder
- b. Persentase *Bondcrete* 5% dengan Abu Cangkang Kelapa Sawit 20% sebanyak 3 buah silinder
- c. Persentase *Bondcrete* 5% dengan Abu Cangkang Kelapa Sawit 25% sebanyak 3 buah silinder.

d. Beton normal sebanyak 3 buah cetakan silinder.

Dengan ini penulis membuat 12 cetakan silinder dengan variasi yang berbeda sesuai keterangan diatas, umur perendaman 28 hari. Pengujian kuat tekan beton campuran ini dengan menggunakan cetakan silinder berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm.

4. Tahap IV :

Dari hasil pengujian yang dilakukan pada tahap III dilakukan analisis data. Analisis data merupakan pembahasan hasil penelitian, kemudian dari langkah tersebut dapat diambil kesimpulan penelitian.

5. Tahap V :

Setelah mendapatkan data hasil pengujian pada tahap IV maka dilakukan pembuatan laporan hasil penelitian yang telah dilaksanakan.

3.2 Sumber-Sumber Data Dalam Penelitian

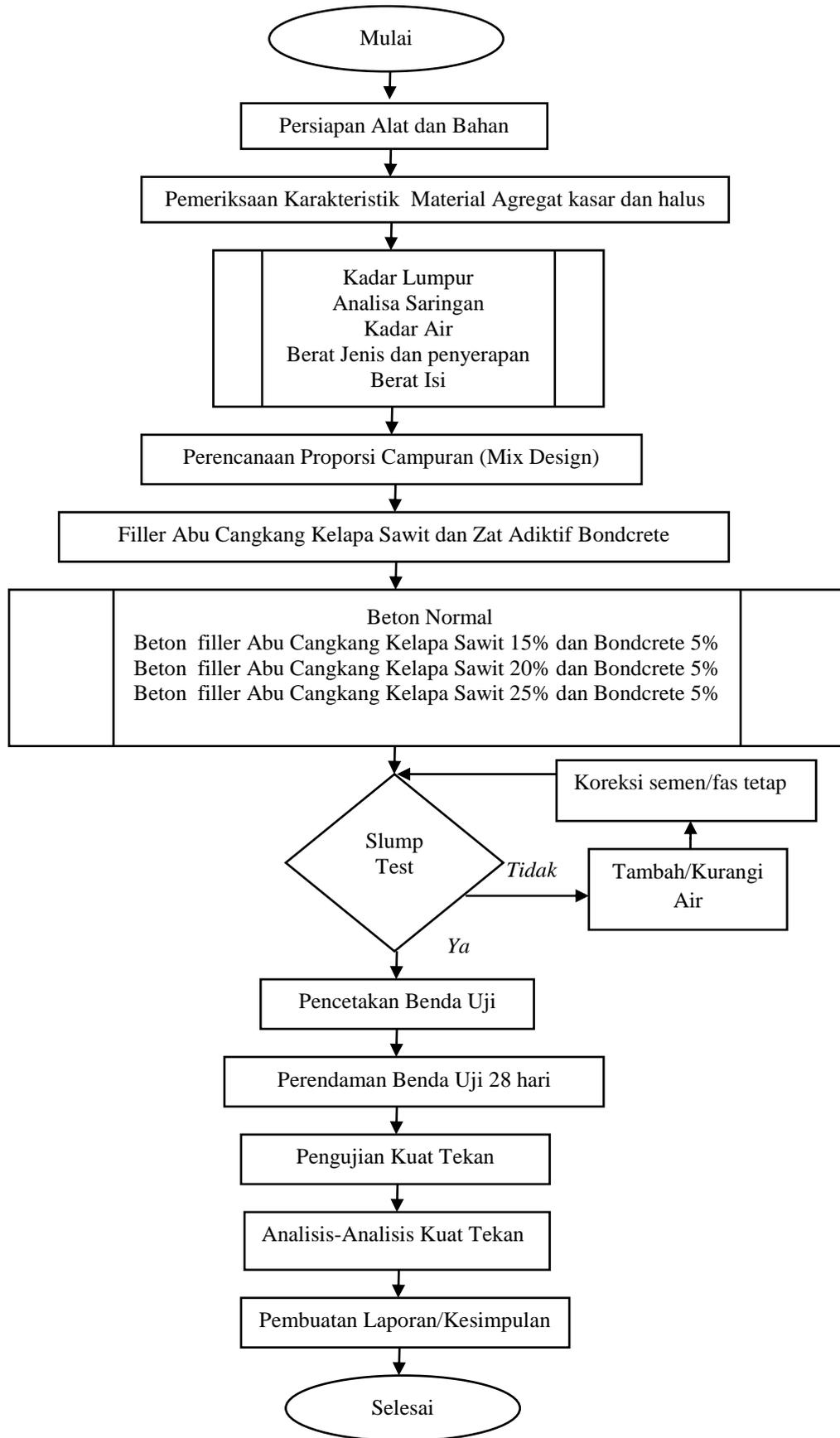
Suatu cara atau langkah yang digunakan untuk memecahkan suatu permasalahan dengan mengumpulkan, mencatat, mempelajari dan menganalisa data yang diperoleh. Sebagai acuan dalam penyelesaian penelitian ini tidak terlepas dari data-data pendukung. Data pendukung diperoleh dari :

1. Data Primer

Data yang diperoleh dari hasil yang telah dilaksanakan di laboratorium seperti, Analisa saringan agregat, Berat jenis dan penyerapan, Pemeriksaan berat isi agregat, Pemeriksaan kadar air agregat, Perbandingan dalam campuran beton (*Mix Design*), Kekentalan adukan beton segar (*uji slump*), Uji kuat tekan beton.

2. Data Sekunder

Data Sekunder adalah data yang diperoleh dari beberapa buku yang berhubungan dengan teknik beton (literatur) dan konsultasi langsung dengan Kepala Laboratorium Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Serta data yang telah ditentukan pada Standar Nasional Indonesia (SNI) dan hasil laporan dari penelitian-penelitian beton sebelumnya.



Gambar 3.1 : Bagan Alir Penelitian Yang Dilaksanakan

Gambar 3.1 di atas merupakan bagan alir yang digunakan sebagai petunjuk penelitian yang akan dilaksanakan pada laboratorium.

3.3 Peralatan

Alat-alat yang digunakan di dalam penelitian ini antara lain:

1. Satu set saringan untuk agregat halus dan agregat kasar.
2. Satu set alat untuk pemeriksaan berat jenis agregat halus dan kasar.
3. Timbangan Digital.
4. Alat pengaduk beton (molen).
5. Cetakan benda uji berbentuk silinder.
6. Alat kuat tekan (compression).
7. Kerucut Abrahams
8. Tongkat Penumbuk
9. Sekop Besar
10. Gelas Ukur
11. Ember
12. Sendok Semen
13. Pan
14. Kain Lap
15. Oven

3.4 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dimulai pada bulan Juli 2020 sampai selesai. Penelitian akan dilaksanakan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

3.5 Bahan-Bahan

Komponen bahan pembentuk beton yang digunakan yaitu :

1. Semen

Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah Semen padang tipe 1 PPC (Portland Pozolan Cement).

2. Agregat Halus

Agregat halus yang digunakan dalam penelitian ini adalah pasir yang diperoleh dari Binjai.

3. Agregat Kasar

Agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini adalah batu pecah yang diperoleh dari Binjai.

4. Air

Air yang digunakan berasal dari Laboratorium Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

5. Bondcrete

Zat Aditif pada penambahan beton untuk menambah daya kuat beton. Bondcrete adalah perekat yang sangat kuat yang digunakan sebagai lem beton dan sealer (penutup pori pori).

6. Abu Cangkang Kelapa Sawit

Proses pembakaran menyisakan abu cangkang yang dibuang di dekat pabrik dan mengakibatkan penumpukan maka abu kerak boiler cangkang kelapa sawit dapat dikatakan memiliki sifat pozzolan memungkinkan untuk dimanfaatkan sebagai bahan pengisi pada pembuatan beton normal. Abu cangkang kelapa sawit yang digunakan adalah yang tertahan disaringan no.100. Abu cangkang kelapa sawit ini didapatkan dari perkebunan PTPN IV ADOLINA di Jalan Lintas Medan-Tebing Tinggi, Batang Terap, Kecamatan Perbaungan, Kabupaten Serdang Bedagai, Sumatera Utara.

3.6 Pemeriksaan Material

1. Kadar Lumpur

Menurut SNI-03-4141-1996, metode pengujian gumpalan lempung dan butir-butir mudah pecah dalam agregat dimaksudkan sebagai acuan dan pegangan dalam pelaksanaan pengujian untuk menentukan gumpalan lempung dan butir-butir mudah pecah dalam agregat.

2. Analisa Saringan

Menurut SNI-03-1968-1990, metode ini dimaksudkan sebagai pegangan dalam pemeriksaan untuk menentukan pembagian butir (gradasi) agregat halus dan agregat kasar dengan menggunakan saringan.

3. Kadar Air Agregat

Menurut SNI-1971-2011, cara uji kadar air total agregat dengan pengeringan ini mencakup penentuan persentase air yang dapat menguap dari dalam contoh agregat dengan cara pengeringan.

4. Berat Jenis Agregat Kasar

Menurut SNI-1969-2008, agregat kasar adalah agregat yang ukuran butirannya lebih besar dari 4,75 mm (Saringan No.4). Berat jenis dapat dinyatakan dengan berat jenis curah kering, berat jenis curah pada kondisi jenuh kering permukaan atau berat jenis semu. Berat jenis curah (jenuh kering permukaan) dan penyerapan air berdasarkan pada kondisi setelah (24+4) jam direndam di dalam air.

5. Berat Jenis Agregat Halus

Menurut SNI-1970-2008, agregat halus adalah agregat yang ukuran butirannya lebih kecil dari 4,75 mm (No. 4). Cara uji ini digunakan untuk menentukan setelah (24+4) jam di dalam air berat jenis curah kering dan berat jenis semu, berat jenis curah dalam kondisi jenuh kering permukaan, serta penyerapan air.

6. Berat Isi Agregat

Menurut SNI-1973-2008, penentuan berat isi dari campuran beton segar dan beberapa formula untuk menghitung volume produksi campuran, kadar semen, dan kadar udara dalam beton.

3.7 Pemeriksaan Slump

Langkah-langkah pengujian Slump :

1. Basahi kerucut Abrams, seng plat, dan tropol dengan air.
2. Letakan seng plat dan kerucut pada tempat yang datar, kerucut Abrams ditahan dengan tangan agar tidak terjadi pergeseran.
3. Tuangkan campuran beton kedalam kerucut Abrams dengan membagi 3 lapisan, tiap lapisan diberikan tusukan sebanyak 25 kali dengan menggunakan tongkat besi.
4. Ratakan permukaan kerucut Abrams yang sudah berisi campuran beton dengan tropol lalu bersihkan daerah sekitar kerucut.

5. Angkat kerucut Abrams secara tegak lurus secara perlahan-lahan.
6. Kemudian tempatkan kerucut di samping campuran beton secara terbalik, lalu ukur tinggi penurunan dengan mistar ukur besi.
7. Tinggi penurunan menunjukkan besar kecilnya nilai slump yang terjadi pada campuran beton.

3.8 Prosedur Pembuatan Kuat Tekan Silinder

1. Mempersiapkan alat dan bahan
2. Pemeriksaan Bahan :
 - a) Agregat Kasar (Modulus Kehalusan, Berat Jenis, Penyerapan (*Absorpsi*), Kadar Air, Kadar Lumpur, Berat Isi, Keausan Agregat).
 - b) Agregat Halus (Modulus kehalusan, Berat jenis, Penyerapan (*Absorpsi*), Kadar air, Kadar lumpur, Berat isi).
 - c) Digunakan abu cangkang kelapa sawit yang tertahan disaringan no.100. variasi yang digunakan untuk campuran beton 15%, 20%, 25%.
 - d) Zat adiktif berupa *bondcrete* dengan campuran 5% pada masing-masing variasi abu cangkang kelapa sawit
3. Perancangan campuran beton (*Concrete Mix Desain*)

Concrete Mix Desain adalah proses menentukan komposisi campuran adukan beton berdasarkan dari data-data dari bahan dasar untuk beton dengan cetakan silinder.
4. Pengetesan sampel dengan menggunakan *slump test* dengan memakai alat berupa Kerucut Abraham untuk mengetahui nilai penurunan yang terjadi setelah cetakan diangkat untuk mengetahui workabilitas dan menentukan konsistensi kekakuan.
5. Pembuatan benda uji

Benda uji yang akan dibuat sebanyak 12 benda uji berupa silinder dengan masing-masing bagian : *Bondcrete* 5% dengan Abu Cangkang Kelapa Sawit 15% sebanyak 3 buah silinder, Persentase *Bondcrete* 5% dengan Abu Cangkang Kelapa Sawit 20% sebanyak 3 buah silinder, Persentase *Bondcrete* 5% dengan Abu Cangkang Kelapa Sawit 25% sebanyak 3 buah silinder, Beton normal sebanyak 3 buah cetakan silinder.

6. Perawatan beton

Perawatan benda uji silinder dengan dimensi 15 cm x 30 cm dilakukan dengan cara di rendam selama 28 hari di genangan air atau curing.

7. Pengujian kuat tekan

Menurut SNI-1974-2011, kuat tekan beton benda uji silinder yang dicetak baik di laboratorium maupun di lapangan. Pengujian mengacu dengan menggunakan alat CTM (Compression Testing Machine). Cara pengujian dengan memberi beban pada benda uji diletakkan di tengah tumpuan penampang beton. Tuas yang ada pada mesin digerakkan secara manual agar mesin dapat bekerja dan dilakukan secara berulang hingga benda uji hancur. Catat hasil pengetesan yang ditunjukkan oleh jarum penunjuk yang ada di mesin CTM.

8. Membuat data yang sudah didapat dari pengujian kuat tekan.

9. Membuat Laporan hasil dari penelitian kuat tekan beton.

3.9 Perencanaan Pembuatan Campuran (Mix Desain) SNI 03-2834-2000

Pada penelitian ini digunakan metode perencanaan campuran adukan beton sesuai dengan standar SNI-03-2834-2000. Salah satu tujuan penelitian digunakan perencanaan campuran beton dengan standar SNI-03-2834-2000 adalah untuk menghasilkan beton yang mudah dikerjakan dan sesuai dengan standar pengerjaan yang ada di Indonesia. Tingkat derajat kekentalan dan kemudahan pengerjaan dapat dilihat saat pengujian slump. Perencanaan campuran adukan beton menurut SNI 03-2834-2000 adalah sebagai berikut.

1. Menentukan kuat tekan beton yang disyaratkan f_c' pada umur tertentu.
2. Menghitung deviasi standar.

$$s = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}}{n-1} \quad (3.1)$$

Dengan :

s adalah deviasi standar

x_i adalah kuat tekan beton yang didapat dari masing-masing benda uji

\bar{x} adalah kuat tekan beton rata-rata menurut rumus :

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (3.2)$$

Dengan:

n adalah jumlah nilai hasil uji, yang harus diambil minimum 30 buah (satu hasil uji adalah nilai uji rata-rata dari 2 buah benda uji) dua hasil uji yang akan digunakan untuk menghitung standar deviasi harus sebagai berikut:

- 1) Mewakili bahan-bahan prosedur pengawasan mutu, dan kondisi produksi yang serupa dengan pekerjaan yang diusulkan.
- 2) Mewakili kuat tekan beton yang disyaratkan f'_c yang nilainya dalam batas 7 MPa dari nilai f_{cr} yang ditentukan.
- 3) Paling sedikit terdiri dari 30 hasil uji yang berurutan atau dua kelompok hasil uji diambil dalam produksi selama jangka waktu tidak kurang dari 45 hari.
- 4) Bila suatu produksi beton tidak mempunyai dua hasil uji yang memenuhi deviasi standar, tetapi hanya ada sebanyak 15 sampai 29 hasil uji yang berurutan, maka nilai deviasi standar adalah perkalian deviasi standar yang dihitung dari data hasil uji tersebut dengan faktor pengali dari Tabel 3.1.

Tabel 3.1 : Faktor pengali untuk standar deviasi berdasarkan jumlah benda uji yang tersedia.

Jumlah Pengujian	Faktor Pengali Deviasi Standar
Kurang dari 15	$f'_c + 12 \text{ Mpa}$
15	1,16
20	1,08
25	1,03
30 atau lebih	1,00

3. Menghitung nilai tambah.

$$M = 1,64 \times Sr \quad (3.3)$$

Dengan

M adalah nilai tambah

1,64 adalah ketetapan statistic yang nilainya tergantung pada persentase kegagalan hasil uji sebesar maksimum 5%

Sr adalah deviasi standar rencana

4. Menghitung kuat tekan beton rata-rata yang ditargetkan (f_{cr}).

$$f_{cr} = f'c + M$$

$$f_{cr} = f'c + 1,64 Sr \quad (3.4)$$

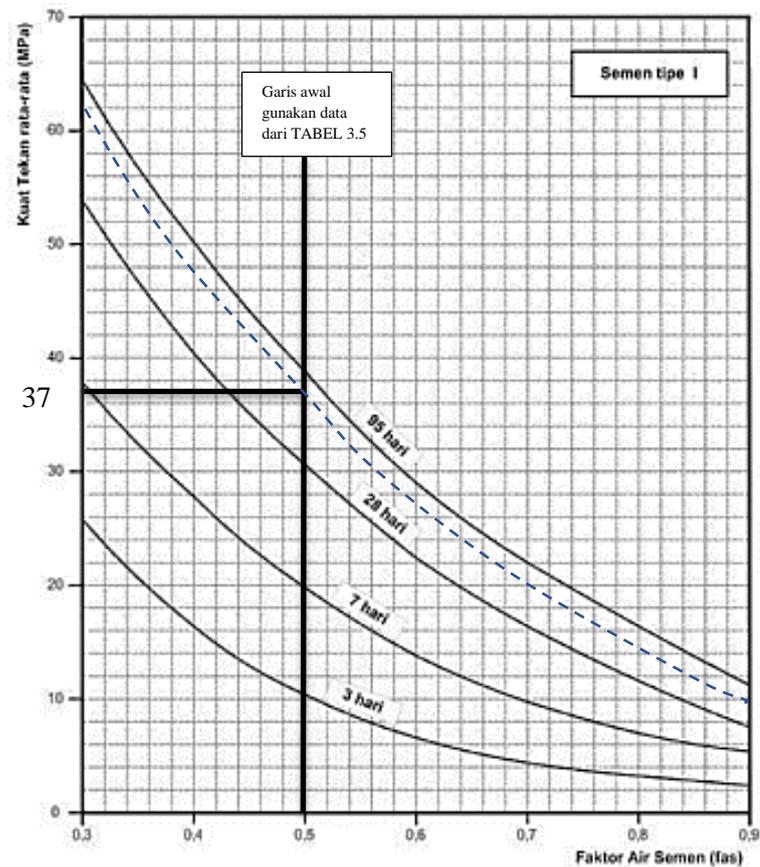
5. Menetapkan jenis semen.
6. Menentukan jenis agregat kasar dan agregat halus, agregat ini dapat dalam bentuk tak dipecahkan (pasir atau koral) atau dipecahkan.
7. Menentukan faktor air semen

Menghubungkan kuat tekan dan factor air semen yang diperoleh dari penelitian lapangan sesuai dengan bahan dan kondisi pekerjaan yang diusulkan. Bila tidak tersedia data hasil penelitian sebagai pedoman dapat dipergunakan Tabel 3.3. Bila dipergunakan gambar 3.1 ikuti langkah-langkah berikut :

- 1) Menentukan nilai kuat tekan pada umur 28 hari dengan menggunakan Tabel 3.2, sesuai dengan semen dan agregat yang akan dipakai;
- 2) Melihat gambar 3.2 untuk benda uji berbentuk silinder;
- 3) Menarik garis tegak lurus ke atas melalui faktor air semen 0,5 sampai memotong kurva kuat tekan yang ditentukan pada sub butir 1 di atas;
- 4) Menarik garis lengkung melalui titik pada sub butir 3 secara proporsional;
- 5) Menarik garis mendatar melalui nilai kuat tekan yang ditargetkan sampai memotong kurva baru yang ditentukan pada sub butir 4 di atas;
- 6) Menarik garis tegak lurus kebawah melalui titik potong tersebut untuk mendapatkan factor air semen yang diperlukan;

Tabel 3.2 : Perkiraan kekuatan tekan (MPa) beton dengan faktor air semen dan agregat kasar yang biasa dipakai di Indonesia.

Jenis Semen	Jenis Agregat Kasar	Kekuatan tekan (MPa)				
		Pada Umur (hari)				Bentuk
		3	7	28	29	Bentuk uji
Semen <i>portland</i> Tipe 1	Batu tak dipecah	17	23	33	40	silinder
	Batu pecah	19	27	37	45	
Semen tahan sulfat Tipe I,II,V	Batu tak dipecah	20	28	40	48	kubus
	Batu pecah	25	32	45	54	
Semen <i>Portland</i> Tipe III	Batu tak dipecah	21	28	38	44	Silinder
	Batu pecah	25	33	44	48	
	Batu tak dipecah	25	31	46	53	kubus
	Batu pecah	30	40	53	60	



Gambar 3.2 : Grafik hubungan antara kuat tekan dan faktor air semen (benda uji berbentuk silinder diameter 150 mm, tinggi 300 mm)

8. Menentukan faktor air semen maksimum atau dapat ditetapkan sebelumnya atau tidak.
Jika nilai faktor air semen yang diperoleh dari butir 7 di atas lebih kecil dari yang dikehendaki, maka yang dipakai yang terendah.
9. Menentukan slump.
Slump ditetapkan sesuai dengan kondisi pelaksanaan pekerjaan agar diperoleh beton yang mudah dituangkan, didapatkan dan diratakan.
10. Menentukan ukuran agregat maksimum jika tidak ditetapkan.
Besarnya butir agregat maksimum tidak boleh melebihi:
 - 1) Seperlima jarak terkecil antara bidang-bidang samping dari cetakan.
 - 2) Sepertiga dari tebal pelat.

- 3) Tiga perempat dari jarak bersih minimum di antara batang-batang atau berkas-berkas tulangan.

11. Menentukan nilai kadar air bebas.

Kadar air bebas ditentukan sebagai berikut:

- 1) Agregat tak dipecah dan agregat dipecah digunakan nilai-nilai pada tabel 3.3.
- 2) Agregat campuran (tak dipecah dan dipecah), dihitung menurut rumus berikut:

$$\frac{2}{3} W_h + \frac{1}{3} W_k \quad (3.5)$$

Dengan:

W_h adalah perkiraan jumlah air untuk agregat halus

W_k adalah perkiraan jumlah air untuk agregat kasar

Tabel 3.3 : Perkiraan kadar air bebas (Kg/m^3) yang dibutuhkan untuk beberapa tingkat kemudahan pengerjaan adukan beton.

Ukuran Besar Butir Agregat Maksimum (mm)	Jenis Agregat	Slump (mm)			
		0-10	10-30	30-60	60-180
10	Batu tak di pecah	150	180	205	225
	Batu pecah	180	205	230	250
20	Batu tak di pecah	137	160	180	195
	Batu pecah	170	190	210	225
40	Batu tak di pecah	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205

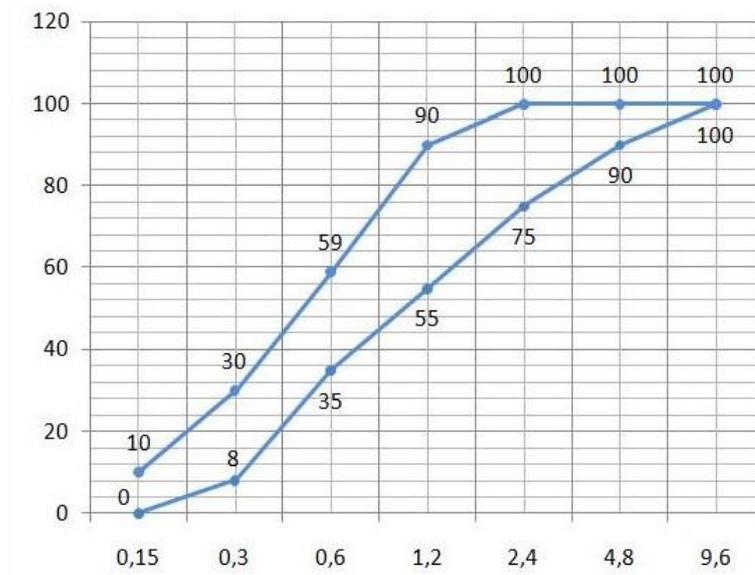
Catatan : Koreksi suhu udara untuk suhu di atas 25°C , setiap kenaikan 5°C harus ditambah air 5 liter per m^2 adukan beton.

12. Menghitung jumlah semen minimum adalah kadar air bebas dibagi faktor air semen.
13. Jumlah semen maksimum jika tidak ditetapkan, dapat diabaikan.
14. Menentukan jumlah semen semimum mungkin, Jika tidak lihat Tabel 3.4, jumlah semen yang diperoleh dari perhitungan jika perlu disesuaikan.

Tabel 3.4 : Persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen maksimum untuk berbagai macam pembetonan dalam lingkungan khusus.

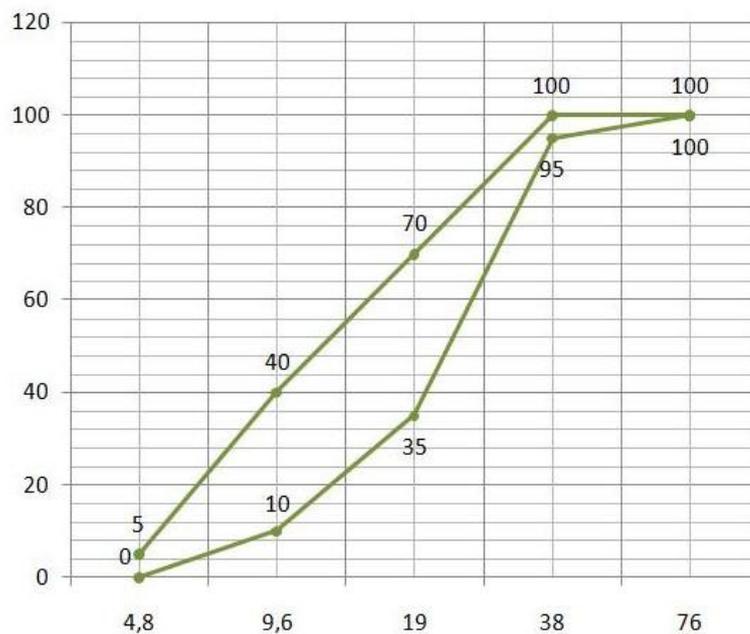
Lokasi	Jumlah Semen minimum per m ³ beton (kg)	Nilai faktor Air-Semen Maksimum
Beton di dalam ruang bangunan:		
a. Keadaan keliling non-korosif	275	0,60
b. Keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	325	0,52
Beton di luar ruangan bangunan;		
a. Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung.	325	0,60
b. Terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	275	0,60
Beton masuk ke dalam tanah:		
a. Mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	325	0,55
b. Mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah		Lihat Tabel 2.10
Beton yang kontinyu berhubungan:		
a. Air tawar		Lihat Tabel 2.11
b. Air laut		

15. Menentukan faktor air semen yang disesuaikan jika jumlah semen berubah karena lebih kecil dari jumlah semen minimum yang ditetapkan (atau lebih besar dari jumlah semen maksimum yang disyaratkan), maka factor air semen harus diperhitungkan kembali.
16. Menentukan susunan butir agregat halus (pasir kalau agregat halus sudah dikenal dan sudah dilakukan analisa ayak menurut standar yang berlaku, maka kurva dari pasir ini dapat dibandingkan dengan kurva-kurva yang tertera dalam gambar 3.3. (ukuran mata ayakan (mm))



Gambar 3.3 : Batas gradasi pasir (Sedang) No. 2

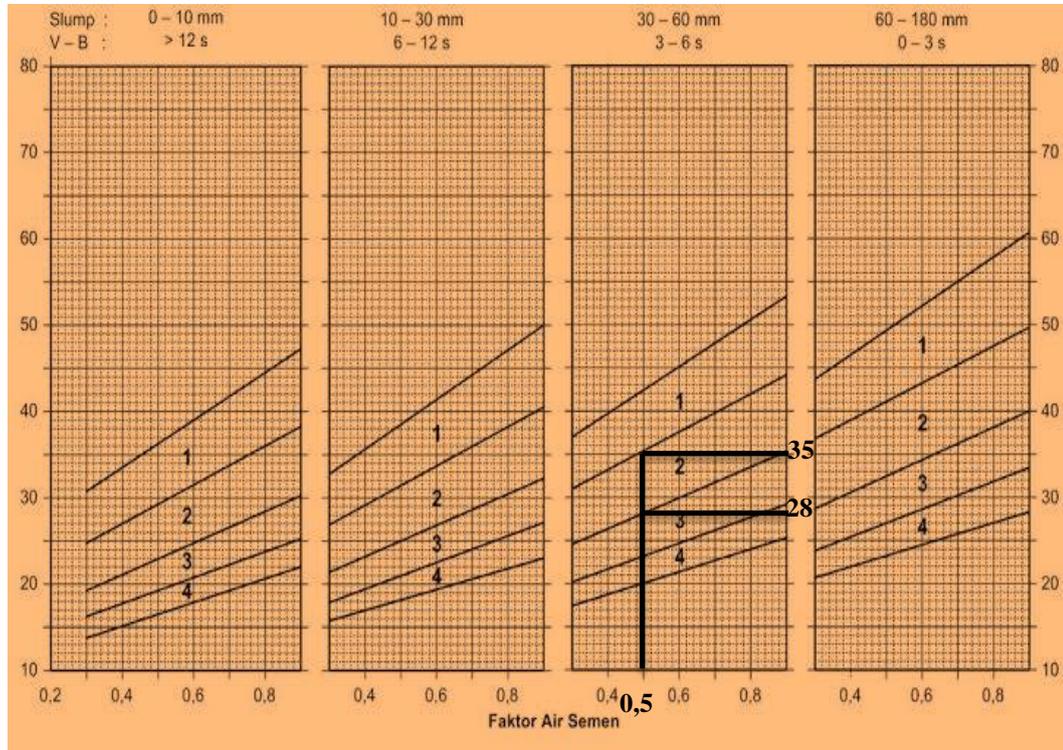
17. Menentukan susunan agregat kasar menurut gambar 3.4.



Gambar 3.4 : Batas gradasi kerikil atau koral ukuran maksimum 40 mm

18. Menentukan persentase pasir dengan perhitungan ukuran butir agregat maksimum menurut butir 10, slump menurut butir 9, faktor air semen menurut

butir 15 dan daerah susunan butir 16, maka jumlah persentase pasir yang diperlukan dapat dibaca pada grafik.



Gambar 3.5 : Persen pasir terhadap kadar total agregat yang di anjurkan untuk ukuran butir maksimum 40 mm.

19. Menghitung berat jenis relative agregat.

Berat jenis relative agregat ditentukan sebagai berikut:

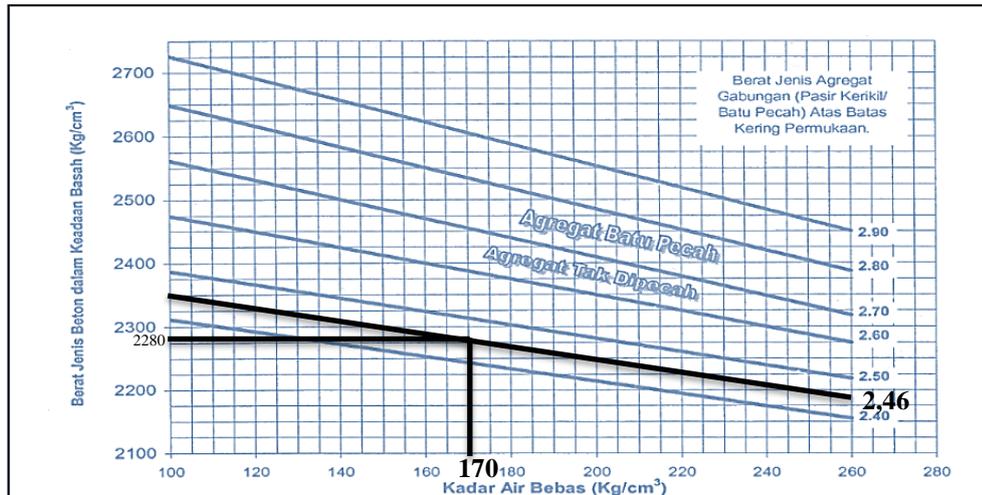
1) Diperoleh dari data hasil uji atau bila tidak tersedia dapat dipakai nilai dibawah ini:

- agregat tak dipecah : 2,5
- agregat dipecah : 2,6 atau 2,7

2) Berat jenis agregat gabungan dihitung sebagai berikut:

berat jenis agregat gabungan = persentase agregat halus x berat jenis agregat halus + persentase agregat kasar x berat jenis agregat kasar

20. Menentukan berat isi beton menurut Gambar 3.6 sesuai dengan kadar air bebas yang sudah ditemukan dari Tabel 3.4 dan berat jenis relative dari agregat gabungan menurut butir 18.



Gambar 3.6 : Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat isi beton.

21. Menghitung kadar agregat gabungan yang besarnya adalah berat jenis beton dikurangi jumlah kadar semen dan kadar air bebas;
22. Menghitung kadar agregat halus yang besarnya adalah hasil kali persen pasir butir 18 dengan agregat gabungan butir 21;
23. Menghitung kadar agregat kasar yang besarnya adalah kadar agregat gabungan butir 21 dikurangi kadar agregat halus butir 22; dari langkah-langkah tersebut di atas butir 1 sampai dengan 23 sudah dapat diketahui susunan campuran bahan-bahan untuk 1 m³ beton;
24. Proporsi campuran, kondisi agregat dalam keadaan jenuh kering permukaan.
25. Mengkoreksi proporsi campuran menurut perhitungan.

Apabila agregat tidak dalam keadaan jenuh kering permukaan proporsi campuran halus dikoreksi terhadap kandungan air dalam agregat. Koreksi proporsi campuran harus dilakukan terhadap kadar air dalam agregat paling sedikit satu kali dalam sehari dan dihitung menurut rumus sebagai berikut:

$$\text{a. Air} = B - (C_k - C_a)x \frac{C}{100} - (D_k - D_a)x \frac{D}{100} \quad (3.6)$$

$$\text{b. Agregat halus} = C - (C_k - C_a)x \frac{C}{100} \quad (3.7)$$

$$\text{c. Agregat kasar} = D + (D_k - D_a)x \frac{D}{100} \quad (3.8)$$

Dengan:

$$B = \text{jumlah air (kg/m}^3\text{)}.$$

C = agregat halus (kg/m³).

D = agregat kasar (kg/m³).

Ca = absorpsi air pada agregat halus (%).

Da = absorpsi agregat kasar (%).

Ck = kandungan air dalam agregat halus (%).

Dk = kandungan air dalam agregat kasar (%).

BAB 4

ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa Pemeriksaan Agregat

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

4.1.1 Analisa Pemeriksaan Agregat Halus

Agregat halus (pasir) yang digunakan dalam penelitian ini adalah pasir Binjai, secara umum mutu pasir Binjai telah memenuhi syarat untuk dapat digunakan sebagai bahan bangunan.

4.1.1.1 Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Halus

Hasil dari penelitian berat jenis dan penyerapan agregat halus yang dijelaskan pada Tabel 4.1 , seperti di bawah ini.

Tabel 4.1 : Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus

FINE AGGREGATE	Satuan	Sample 1	Sample 2	AVE
Berat SSD (B)	gr	500	500	500
Berat SSD kering oven (E)	gr	483	491	487
Berat Pic + air (D)	gr	692	681	686,5
Berat SSD + berat pic + air (C)	gr	994	989	991,5
$BJ\ Bulk = (E / (B + D - C))$		2,44	2,56	2,50
$BJ\ SSD = (B / (B + D - C))$		2,53	2,60	2,56
$BJ\ Semu = (E / (E + D - C))$		2,67	2,68	2,68
$Absorption = ([(B - E) / E] \times 100\%)$	%	3,52	1,83	2,68

Dari hasil uji berat jenis didapat Berat jenis SSD rata-rata sebesar 2,56 dan dapat diklasifikasikan sebagai agregat normal karena nilainya masih dalam batas

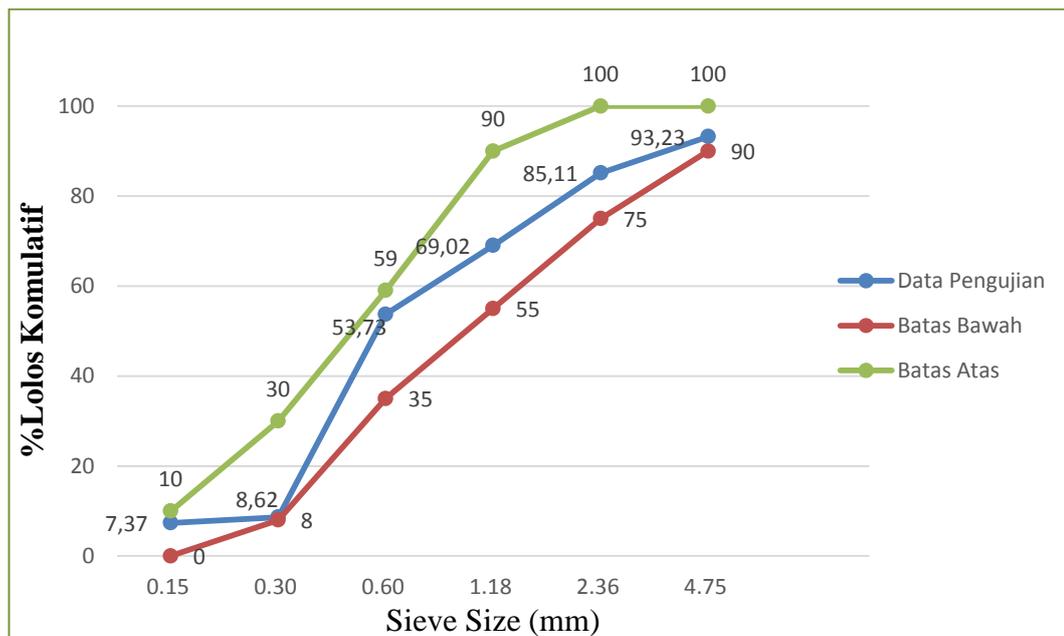
yang diijinkan yaitu antara 2,2 – 2,7. Penyerapan air (*absorption*) yang didapat dari hasil pengujian yaitu 2,68%. Angka tersebut menunjukkan kemampuan agregat dalam menyerap air dari keadaan kering mutlak sampai jenuh kering maka sebesar 2,68% dari berat kering agregat sendiri.

4.1.1.2 Analisa Gradasi Agregat Halus

Hasil dari penelitian pada analisa gradasi agregat halus yang telah di jelaskan pada tabel 4.2, seperti di bawah ini.

Tabel 4.2 : Hasil pengujian analisa gradasi agregat halus dengan spesifikasi Zona 2

Sieve Size (mm)	Retained Fraction				Cumulative (%)		Limits Zone 2
	Sample I (gr)	Sample II (gr)	Total Weight (gr)	%	Retained	Passing	
4.75	65	70	135	6,77	6,77	93,23	90-100
2.36	82	80	162	8,12	14,89	85,11	75-100
1.18	137	184	321	16,09	30,98	69,02	55-90
0.60	169	136	305	15,29	46,27	53,73	35-59
0.30	464	436	900	45,11	91,38	8,62	8-30
0.15	11	14	25	1,25	92,63	7,37	0-10
Pan	69	78	147	7,37	100,00	0	0-5
Total	997	998	1995	100			



Gambar 4.1 : Grafik gradasi agregat halus

$$FM = \frac{\Sigma \% \text{ tertahan kumulatif mulai dari saringan } 0,15 \text{ mm}}{100}$$

$$= \frac{92,63 + 91,38 + 46,27 + 30,98 + 14,89 + 6,77}{100} = \frac{282,91}{100} = 2,83$$

Dari hasil pengujian didapat hasil FM sebesar 2,83%. Nilai ini masih dalam batas yang diijinkan yaitu 1,5 - 3,8% (Menurut SK SNI S – 04 – 1989 – F). Agregat tersebut berada di Zona 2.

4.1.1.3 Kadar Lumpur Agregat Halus

Hasil dari pemeriksaan kadar lumpur agregat halus yang akan dijelaskan pada tabel 4.3, seperti di bawah ini.

Tabel 4.3 : Hasil pengujian kadar lumpur agregat halus

FINE AGGREGATE	Satuan	sample 1	sample 2	AVE
Berat SSD	gr	500	500	500
Berat SSD setelah dicuci	gr	481	487	484
Berat kotoran	gr	19	13	16
Persentase kotoran	%	3,95	2,67	3,31

Dari hasil uji Kadar Lumpur didapat persentase kadar lumpur rata-rata 3,31%. Nilai ini masih berada dalam batas yang diijinkan yaitu maksimal 5% (SK SNI S – 04 – 1989 – F), sehingga agregat tidak perlu harus dicuci sebelum pengadukan.

4.1.1.4 Berat Isi Agregat Halus

Hasil dari pemeriksaan berat isi agregat halus yang dijelaskan pada tabel 4.4, seperti di bawah ini

Tabel 4.4 : Hasil pengujian berat isi dengan cara lepas, cara tusuk, dan cara penggoyangan

FINE AGGREGATE	Satuan	Cara Lepas	Cara Tusuk	Cara Penggoyangan	AVE
Berat contoh	gr	16840	18900	18965	18235
Berat wadah	gr	5327	5327	5327	5327
Berat contoh & wadah	gr	22167	24227	24292	23562
Volume wadah	cm ³	10948	10948	10948	10948
Berat isi	gr/cm ³	1,538	1,726	1,732	1,666

Didapat Berat Isi rata-rata dari hasil pengujian diatas sebesar $1,666 \text{ gr/cm}^3$, nilai ini masih dalam batas yang diijinkan yaitu minimal $1,2 \text{ gr/cm}^3$ (SII No.52 – 1980).

4.1.1.5 Kadar Air Agregat Halus

Hasil dari pemeriksaan kadar air agregat halus seperti yang dijelaskan pada tabel 4.5, seperti di bawah ini.

Tabel 4. 5 Hasil pengujian kadar air agregat halus

FINE AGGREGATE	Satuan	Sample 1	Sample 2
Berat contoh SSD dan berat wadah	gr	950	951
Berat contoh SSD	gr	500	500
Berat contoh kering oven & berat wadah	gr	936	938
Berat wadah	gr	450	451
Berat air	gr	14	13
Berat contoh kering	gr	486	487
Kadar air	%	2,88	2,67
Rata-rata		2,78	

Dari hasil uji kadar air didapat nilai rata-rata 2,76% nilai ini lebih besar dari penyerapan yaitu 2,68% maka agregat dalam keadaan basah dan untuk mencapai ssd maka air dalam campuran beton harus dikurangi sebesar $(2,76\% - 2,68\%) = 0,08\%$ dari berat agregat halus.

4.1.2 Analisa Pemeriksaan Agregat Kasar

Berdasarkan hasil dari pengujian analisis gradasi agregat kasar (batu pecah) dari Binjai ini menunjukkan bahwa mempunyai bentuk ukuran yang bervariasi dengan ukuran maksimal 40 mm.

4.1.2.1 Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar

Hasil dari pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat kasar seperti yang dijelaskan pada tabel 4.6, seperti di bawah ini.

Tabel 4.6 : Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar

COARSE AGGREGATE	Satuan	Sample 1	Sample 2	AVE
Berat SSD (A)	gr	2800	2700	2750
Berat SSD kering oven (C)	gr	2795	2687	2741
Berat SSD di dalam air (B)	gr	1591	1625	1608
BJ Bulk = $(C / (A - B))$		2,31	2,50	2,41
BJ SSD = $(A / (A - B))$		2,32	2,51	2,41
BJ Semu = $(C / (C - B))$		2,32	2,53	2,43
Absorption = $([(A - C) / C] \times 100\%)$	%	0,18	0,48	0,33

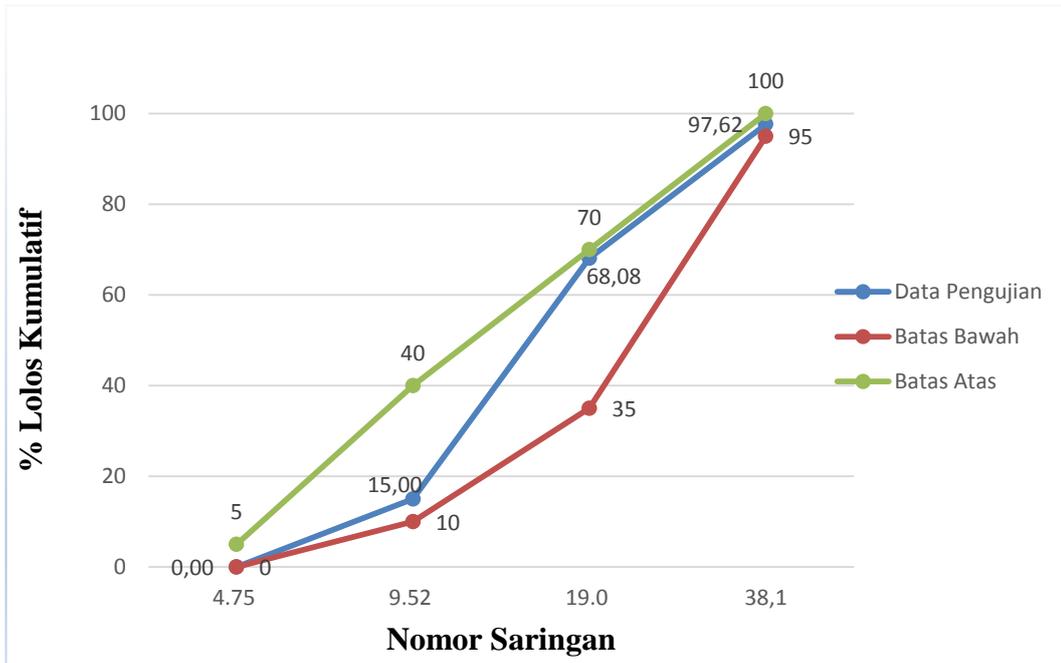
Dari hasil uji berat jenis didapat Berat jenis SSD rata-rata sebesar 2,41 dan dapat diklasifikasikan sebagai agregat normal karena nilainya masih dalam batas yang diijinkan yaitu antara 2,2 – 2,7. Penyerapan air (*absorption*) yang didapat dari hasil pengujian yaitu 0,33%. Angka tersebut menunjukkan kemampuan agregat dalam menyerap air dari keadaan kering mutlak sampai jenuh kering maka sebesar 0,33% dari berat kering agregat sendiri.

4.1.2.2 Analisa Gradasi Agregat Kasar

Hasil dari pemeriksaan analisa gradasi agregat kasar yang dijelaskan pada tabel 4.7, seperti di bawah ini.

Tabel 4.7 : Hasil pengujian analisa gradasi agregat kasar dengan spesifikasi ukuran maksimal 40 mm

Sieve Size (mm)	Retained Fraction				Cumulative (%)		Limits Grade. 40 mm
	Sample I (gr)	Sample II (gr)	Total Weight (gr)	%	Retained	Passing	
38,1	54	65	119	2,38	2,38	97,62	95-100
19.0	739	738	1477	29,54	31,92	68,08	35-70
9.52	1365	1289	2654	53,08	85,00	15,00	10-40
4.75	342	408	750	15,00	100,00	0,00	0-5
<i>Total</i>	2500	2500	5000	100			



Gambar 4.2 : Grafik gradasi agregat kasar

$$\begin{aligned}
 FM &= \frac{\Sigma \% \text{ tertahan kumulatif mulai dari saringan } 0,15 \text{ mm}}{100} \\
 &= \frac{100 + 100 + 100 + 100 + 100 + 100 + 85 + 31,92 + 2,38}{100} = \frac{719,30}{100} \\
 &= 7,19
 \end{aligned}$$

Dari hasil pengujian didapat hasil FM sebesar 7,19%. Nilai ini melebihi batas yang diijinkan ASTM C33 – 93, yaitu 6 - 7% sehingga gradasi agregat tersebut cenderung kasar.

4.1.2.3 Kadar Lumpur Agregat Kasar

Hasil dari pemeriksaan kadar lumpur agregat kasar yang dijelaskan pada tabel 4.8, seperti di bawah ini.

Tabel 4.8 : Hasil pengujian kadar lumpur agregat kasar

COURSE AGGREGATE	Satuan	sample 1	sample 2	AVE
Berat SSD	gr	2500	2500	2500
Berat SSD setelah dicuci	gr	2477	2479	2478
Berat kotoran	gr	23	21	22
Persentase kotoran	%	0,93	0,85	0,89

Dari hasil uji Kadar Lumpur didapat persentase kadar lumpur rata-rata 0,69%. Nilai ini masih berada dalam batas yang diijinkan yaitu maksimal 1% (SK SNI S – 04 – 1989 – F), sehingga agregat tidak perlu harus dicuci sebelum pengadukan.

4.1.2.4 Berat Isi Agregat Kasar

Hasil dari pemeriksaan berat isi agregat kasar yang akan dijelaskan pada tabel 4.9, seperti di bawah ini.

Tabel 4.9 : Hasil pengujian berat isi dengan cara lepas, cara tusuk, dan cara penggoyangan

COURSE AGGREGATE	Satuan	Cara Lepas	Cara Tusuk	Cara Penggoyangan	AVE
Berat contoh	gr	18530	19825	19680	19345
Berat wadah	gr	5327	5327	5327	5327
Berat contoh & wadah	gr	23857	25152	25007	24672
Volume wadah	cm ³	10948	10948	10948	10948
Berat isi	gr/cm ³	1,693	1,811	1,798	1,767

Didapat Berat Isi rata-rata dari hasil pengujian diatas ialah 1,767 gr/cm³, nilai ini masih dalam batas yang diijinkan yaitu minimal 1,2 gr/cm³ (SII No.52 – 1980).

4.1.2.5 Kadar Air Agregat Kasar

Hasil dari pemeriksaan kadar air agregat kasar yang akan dijelaskan pada tabel 4.10, seperti dibawah ini.

Tabel 4.10 : Hasil pengujian kadar air agregat kasar

COURSE AGGREGATE	Satuan	Sample 1	Sample 2
Berat contoh SSD dan berat wadah	gr	1492	1495
Berat contoh SSD	gr	1000	1000
Berat contoh kering oven & berat wadah	gr	1482	1486
Berat wadah	gr	492	495
Berat air	gr	10	9
Berat contoh kering	gr	990	991
Kadar air	%	1,01	0,91
Rata-rata		0,96	

Dari hasil uji kadar air didapat nilai rata-rata 0,96% nilai ini lebih besar dari penyerapan yaitu 0,33% maka agregat dalam keadaan basah dan untuk mencapai

ssd maka air dalam campuran beton harus dikurangi sebesar (0,96% - 0,33%) = 0,63% dari berat agregat kasar.

4.1.3 Pemeriksaan Berat Jenis Dan Penyerapan Abu Cangkang Kelapa Sawit

Hasil dari pemeriksaan berat jenis dan penyerapan abu cangkang kelapa sawit yang akan dijelaskan pada tabel 4.11, seperti di bawah ini.

Tabel 4.11 : Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan abu cangkang kelapa sawit

FILLER AGGREGATE	Satuan	Sample 1	Sample 2	AVE
Berat SSD (B)	gr	200	200	200
Berat SSD kering oven (E)	gr	196	197	196,5
Berat Pic + air (D)	gr	665	664	664,5
Berat SSD + berat pic + air (C)	gr	770	771	770,5
BJ Bulk = $(E / (B + D - C))$		2,06	2,12	2,09
BJ SSD = $(B / (B + D - C))$		2,11	2,15	2,13
BJ Semu = $(E / (E + D - C))$		2,15	2,19	2,17
Absorption = $([(B - E) / E] \times 100\%)$	%	2,04	1,52	1,78

Dari hasil pengujian didapatkan data seperti dicantumkan diatas. Analisa yang bisa didapatkan, pada pengujian berat jenis SSD sebesar 2,13. Suatu agregat bisa dikatakan dibawah agregat normal, tidak mencapai berat jenis antara 2,2 – 2,7. Dalam pengujian abu cangkang kelapa sawit ini, diketahui agregatnya dikategorikan dibawah agregat normal. Sedangkan penyerapan air didapatkan 1,78%, batas maksimal persentase penyerapan air sebesar 3%.

4.2 Rancang Campur Dan Kebutuhan Bahan

4.2.1 Mix Design Beton Normal Mutu Sedang

Mix design beton normal mutu sedang mengacu pada metode SNI 03 – 2834 – 2000. Pada mix desain ini akan dijelaskan bagaimana mengambil perhitungan untuk perencanaan campuran beton yang akan dijelaskan pada tabel 4.12, seperti di bawah ini.

Tabel 4.12 : Perencanaan campuran beton (SNI 03-2834-2000).

PERENCANAAN CAMPURAN BETON SNI 03-2834-2000					
No.	Uraian	Tabel/Gambar Perhitungan		Nilai	
1	Kuat tekan yang disyaratkan (benda uji silinder)	Ditetapkan		25 Mpa	
2	Deviasi Standar	-		-	
3	Nilai tambah (margin)	Tabel 3.2		12 Mpa	
4	Kekuatan rata-rata yang ditargetkan	1+3		37 Mpa	
5	Jenis semen	Ditetapkan		Semen Portland Tipe I	
6	Jenis agregat: - kasar - halus	Ditetapkan		Batu pecah Binjai	
		Ditetapkan		Pasir alami Binjai	
7	Faktor air-semen bebas	Gambar 3.2		0,50	
8	Faktor air-semen maksimum	Ditetapkan		0,60	
9	Slump	Ditetapkan		30-60 mm	
10	Ukuran agregat maksimum	Ditetapkan		40 mm	
11	Kadar air bebas	Tabel 3.4		170 kg/m ³	
12	Jumlah semen	Dihitung 11:7		340,00 kg/m ³	
13	Jumlah semen maksimum	Ditetapkan		340,00 kg/m ³	
14	Jumlah semen minimum	Ditetapkan		275 kg/m ³	
15	Faktor air-semen yang disesuaikan	Ditetapkan		0,5	
16	Susunan besar butir agregat halus	Gambar 3.3		Daerah gradasi zona 2	
17	Susunan agregat kasar atau gabungan	Gambar 3.4		Gradasi maksimum 40 mm	
18	Persen agregat halus	Gambar 3.5		31,5 %	
19	Berat jenis relatif, agregat (kering permukaan)	Dihitung		2,46	
20	Berat isi beton	Gambar 3.6		2280 kg/m ³	
21	Kadar agregat gabungan	20-(12+11)		1770 kg/m ³	
22	Kadar agregat halus	21 x 18		557,55 kg/m ³	
23	Kadar agregat kasar	21-22		1212,45 kg/m ³	
24	Proporsi campuran	Semen (kg)	Air (kg)	Agregat kondisi jenuh kering permukaan (kg)	
				Halus	Kasar
	- Tiap m ³	340	170	557,55	1212,45
- Tiap campuran uji m ³	1	0,5	1,64	3,57	

Lanjutan tabel 4.12 : Perencanaan campuran beton (SNI 03-2834-2000).

25	Koreksi Proporsi Campuran	340	161,84	558,10	1220,06
		1	0,48	1,64	3,59

Koreksi proporsi campuran untuk mendapatkan susunan campuran yang sebenarnya, yaitu yang akan dipakai sebagai campuran uji. Angka-angka teoritis tersebut perlu dibetulkan dengan memperhitungkan jumlah air bebas yang terdapat dalam masing-masing agregat yang akan dipakai, perhitungan dengan menggunakan persamaan 3.6 s/d 3.8 sebagai berikut :

Diketahui :

- Jumlah air (B) = 170 kg/m³
- Jumlah agregat halus (C) = 557,55 kg/m³
- Jumlah agregat kasar (D) = 1212,45 kg/m³
- Penyerapan agregat halus (C_a) = 2,68%
- Penyerapan agregat kasar (D_a) = 0,33%
- Kadar air agregat halus (C_k) = 2,78%
- Kadar air agregat kasar (D_k) = 0,96%

a. Air

$$\begin{aligned}
 \text{Air} &= B - (C_k - C_a) \times \frac{C}{100} - (D_k - D_a) \times \frac{D}{100} \\
 &= 170 - (2,78 - 2,68) \times \frac{557,55}{100} - (0,96 - 0,33) \times \frac{1212,45}{100} \\
 &= 161,84 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

b. Agregat halus

$$\begin{aligned}
 \text{Agregat halus} &= C + (C_k - C_a) \times \frac{C}{100} \\
 &= 557,55 + (2,78 - 2,68) \times \frac{557,55}{100} \\
 &= 558,10 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

c. Agregat kasar

$$\begin{aligned}\text{Agregat kasar} &= D + (D_k - D_a) \times \frac{D}{100} \\ &= 1212,45 + (0,96 - 0,33) \times \frac{1212,45}{100} \\ &= 1220,06 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

4.2.2 Kebutuhan Bahan

Berdasarkan hasil mix design beton normal mutu sedang maka kebutuhan bahan untuk 1 m³ sebagai berikut :

- PC = 340 kg/m³
- Agregat halus = 558,10 kg/m³
- Agregat kasar = 1220,06 kg/m³
- Air = 161,84 kg/m³

Kebutuhan volume satu benda uji dengan cetakan silinder sebagai berikut :

- Tinggi = 30 cm
- Diameter = 15 cm

$$\begin{aligned}\text{Volume silinder} &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot T \\ &= \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 0,15^2 \cdot 0,30 \\ &= 0,0053 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Sedangkan kebutuhan volume setiap variasi atau satu kali adukan, ialah = 3 x 0,0053 m³ = 0,01590 m³ dan sebagai toleransi kehilangan saat pembuatan, Maka kebutuhan bahan untuk jumlah setiap total variasi ditambah 10% dari total variasi , yaitu = 0,01590 m³ + (0,01590 m³ x 10%) = 0,0175 m³.

Maka dari pada itu volume ini akan dihitung sehingga didapat seluruh kebutuhan bahan pada setiap variasi atau 1 kali adukan seperti yang di jelaskan pada tabel 4.13 sebagai berikut :

Tabel 4.13 : Kebutuhan bahan berbagai variasi campuran

Kode	Volume 1 x Adukan (m ³)	Komposisi Bahan						Total (kg)
		PCC + Bondcrete		Agregat halus		Agregat Kasar (kg)	Air (kg)	
		PCC (kg)	Bond crete (kg)	Pasir (kg)	Abu Cangkang (kg)			
BN	0,0175	100% 5,950	-	100% 9,767	-	21,351	2,831	39,916
BC-15	0,0175	100% 5,950	5% 0,298	85% 8,302	15% 1,465	21,351	2,831	40,214
BC-20	0,0175	100% 5,950	5% 0,298	80% 7,813	20% 1,953	21,351	2,831	40,214
BC-25	0,0175	100% 5,950	5% 0,298	75% 7,325	25% 2,442	21,351	2,831	40,214
Total	0,0700	23,80	0,89	33,21	5,86	85,40	11,32	160,56

Data dihasilkan dapat dilihat dari rincian berikut :

1. Beton Normal (BN)

$$\begin{aligned} \text{Berat PCC (kg)} &= 340 \times 0,0175 \times 100\% &&= 5,950 \text{ kg} \\ \text{Berat Agregat Halus (kg)} &= 558,10 \times 0,0175 \times 100\% &&= 9,767 \text{ kg} \\ \text{Berat Agregat Kasar (kg)} &= 1220,06 \times 0,0175 \times 100\% &&= 21,351 \text{ kg} \\ \text{Air (kg)} &= 161,84 \times 0,0175 \times 100\% &&= 2,831 \text{ kg} \end{aligned}$$

2. Beton Campuran Abu Cangkang 15% (BC-15)

$$\begin{aligned} \text{Berat PCC (kg)} &= 340 \times 0,0175 \times 100\% &&= 5,950 \text{ kg} \\ \text{Berat Agregat Halus (kg)} &= 558,10 \times 0,0175 \times 85\% &&= 8,302 \text{ kg} \\ \text{Berat Agregat Kasar (kg)} &= 1220,06 \times 0,0175 \times 100\% &&= 21,351 \text{ kg} \\ \text{Air (kg)} &= 161,84 \times 0,0175 \times 100\% &&= 2,831 \text{ kg} \\ \text{Abu Cangkang (kg)} &= 558,10 \times 0,0175 \times 15\% &&= 1,465 \text{ kg} \\ \text{Bondcrete (kg)} &= 340 \times 0,0175 \times 5\% &&= 0,298 \text{ kg} \end{aligned}$$

3. Beton Campuran Abu Cangkang 20% (BC-20)

Berat PCC (kg)	= 340 x 0,0175 x 100%	= 5,950 kg
Berat Agregat Halus (kg)	= 558,10 x 0,0175 x 80%	= 7,813 kg
Berat Agregat Kasar (kg)	= 1220,06 x 0,0175 x 100%	= 21,351 kg
Air (kg)	= 161,84 x 0,0175 x 100%	= 2,831 kg
Abu Cangkang (kg)	= 558,10 x 0,0175 x 20%	= 1,953 kg
Bondcrete (kg)	= 340 x 0,0175 x 5%	= 0,298 kg

4. Beton Campuran Abu Cangkang 25% (BC-25)

Berat PCC (kg)	= 340 x 0,0175 x 100%	= 5,950 kg
Berat Agregat Halus (kg)	= 558,10 x 0,0175 x 75%	= 7,325 kg
Berat Agregat Kasar (kg)	= 1220,06 x 0,0175 x 100%	= 21,351 kg
Air (kg)	= 161,84 x 0,0175 x 100%	= 2,831 kg
Abu Cangkang (kg)	= 558,10 x 0,0175 x 25%	= 2,442 kg
Bondcrete (kg)	= 340 x 0,0175 x 5%	= 0,298 kg

4.3 Hasil Dan Analisa Pengujian Beton Segar

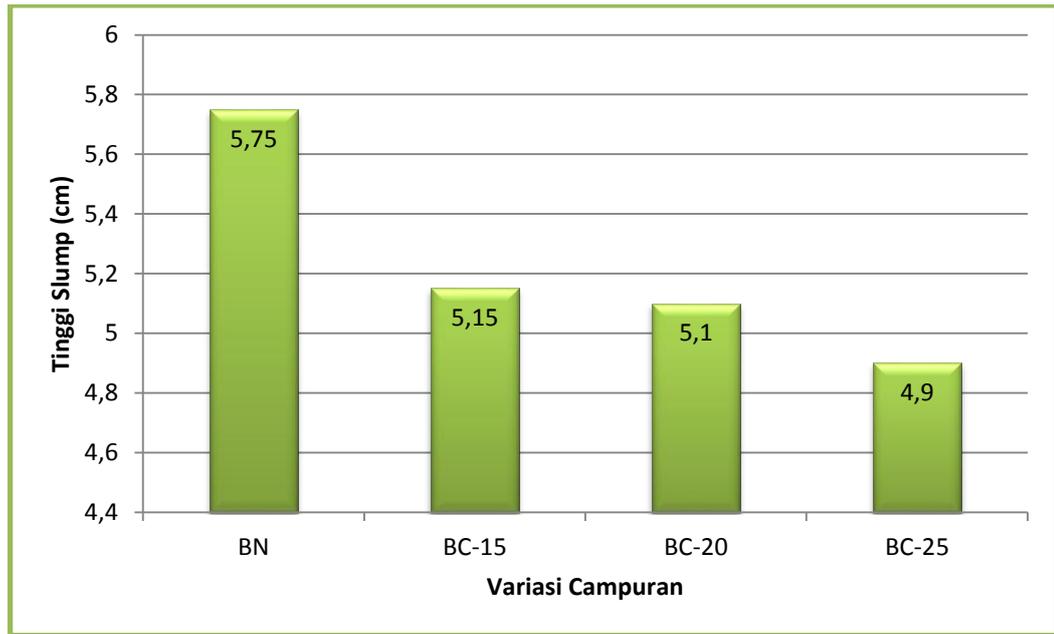
Pada sub bab ini akan dijelaskan hasil dari perhitungan analisa dalam pengujian beton.

4.3.1 Pengujian Slump (slump rencana 30 – 60 mm)

Hasil dari pengujian slump test yang telah dilakukan pada penelitian beton di laboratorium yang akan di jelaskan pada tabel 4.14, seperti di bawah ini.

Tabel 4.14 : Hasil pengujian slump

Variasi Campuran	Tinggi Slump (mm)		Slump Rata-rata (mm)	Tambahan air	Air 1 x Adukan (Liter)
	1	2			
BN	6	5,5	5,75	-	2,831
BC-15	5,2	5,1	5,15	0,5	3,331
BC-20	5,1	5,1	5,1	0,5	3,331
BC-25	5	4,8	4,9	0,5	3,331



Gambar 4.3 : Grafik slump rata-rata

Berdasarkan pada gambar 4.3 data hasil pengujian tersebut, nilai rata-rata slump campuran beton normal, BC-15, BC-20, dan BC-25 yaitu; 5,75 mm; 5,15 mm; 5,1 mm; dan 4,9 mm. Didapat bahwa nilai slump seluruh campuran masuk kedalam slump rencana yaitu 30 – 60 mm.

4.3.2 Berat Isi Beton

Berat isi adalah untuk memperoleh data-data berat beton persatuan isi. Berat isi beton diuji menggunakan cetakan yang telah ditentukan mengacu pada standar SNI, maka bentuk cetakan yang digunakan adalah silinder. Apabila volume beton yang diuji sama dengan volume perencanaan, maka pada pengadukan selanjutnya dapat dilakukan dengan berpendoman pada perbandingan bahan-bahan pengadukan yang pertama.

Pada penelitian yang telah dilakukan di laboratorium maka berat isi yang rencanakan sebagai berikut pada tabel 4.15.

$$\text{Berat isi rencana} = 2280 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Volume pekerjaan} = 0,0699 \text{ m}^3$$

Tabel 4.15 : hasil pengujian berat isi beton

No	Variasi Beton	Berat Penuh Air Pada Volume Silinder (kg)	Berat Beton (kg)	Berat isi Beton (kg/m ³)	Berat Isi Beton Rata-rata (kg/m ³)	Berat Isi Beton Rencana (kg/m ³)	Yield	Berat isi lebih (%)		
1	BN (3 Sample)	5,299	12,902	2435	2393	2280	1,05	0,05		
			12,586	2375						
			12,555	2369						
2	BC-15 (3 Sample)	5,299	11,955	2256	2270		2280	1,00	0,00	
			12,018	2268						
			12,106	2285						
3	BC-20 (3 Sample)	5,299	11,776	2222	2258			2280	0,99	-0,01
			11,995	2264						
			12,123	2288						
4	BC-25 (3 Sample)	5,299	11,786	2224	2249				2280	0,99
			11,930	2251						
			12,044	2273						

Data dihasilkan dapat dilihat dari rincian berikut :

1. Beton Normal (BN)

- Berat penuh air silinder (kg) = $0.0053 \times 1000 = 5.300$ kg

- Berat Isi Beton (kg)

a. $\frac{12,902}{5,299} \times 1000 = 2435$ kg

b. $\frac{12,586}{5,299} \times 1000 = 2375$ kg

c. $\frac{12,555}{5,299} \times 1000 = 2369$ kg

- Yield (Y) = $\frac{2280}{2393} \times 100\% = 1,05$

- Kadar Udara (%) = $\frac{1,05-1}{1,05} \times 100\% = 0,05$ %

2. Beton Campuran Abu Cangkang 15% (BC-15)

- Berat penuh air silinder (kg) = $0.0053 \times 1000 = 5.300$ kg

- Berat Isi Beton (kg)
 - a. $\frac{11,955}{5,299} \times 1000 = 2256 \text{ kg}$
 - b. $\frac{12,018}{5,299} \times 1000 = 2268 \text{ kg}$
 - c. $\frac{12,106}{5,299} \times 1000 = 2285 \text{ kg}$
- Yield (Y) = $\frac{2280}{2270} \times 100\% = 1,00$
- Kadar Udara (%) = $\frac{1,00-1}{1,00} \times 100\% = 0,00 \%$

3. Beton Campuran Abu Cangkang 20% (BC-20)

- Berat penuh air silinder (kg) = $0.0053 \times 1000 = 5.300 \text{ kg}$
- Berat Isi Beton (kg)
 - a. $\frac{11,776}{5,299} \times 1000 = 2222 \text{ kg}$
 - b. $\frac{11,995}{5,299} \times 1000 = 2264 \text{ kg}$
 - c. $\frac{12,123}{5,299} \times 1000 = 2288 \text{ kg}$
- Yield (Y) = $\frac{2280}{2258} \times 100\% = 0,99$
- Kadar Udara (%) = $\frac{0,99-1}{0,99} \times 100\% = -0,01 \%$

4. Beton Campuran Abu Cangkang 25% (BC-25)

- Berat penuh air silinder (kg) = $0.0053 \times 1000 = 5.300 \text{ kg}$
- Berat Isi Beton (kg)
 - a. $\frac{11,786}{5,299} \times 1000 = 2224 \text{ kg}$
 - b. $\frac{11,930}{5,299} \times 1000 = 2251 \text{ kg}$
 - c. $\frac{12,044}{5,299} \times 1000 = 2273 \text{ kg}$

- Yield (Y) = $\frac{2280}{2249} \times 100\% = 0,99$
- Kadar Udara (%) = $\frac{0,99-1}{0,99} \times 100\% = -0,01 \%$

Berdasarkan data pengujian berat isi beton untuk berbagai variasi campuran masing – masing sebesar 2393 kg/m³ (Beton Normal), 2270 kg/m³ (BC-15), 2258 kg/m³ (BC-20), dan 2249 kg/m³ (BC-25). Dapat disimpulkan berat isi beton campuran abu cangkang kelapa sawit dan zat adiktif bondcrete yang dibuat tidak sesuai dengan berat isi beton rencana yaitu 2280 kg/m³. Dikarenakan nilai toleransi kehilangan bahan serta pengaruh pencampuran zat adiktif bondcrete sehingga semua bahan tidak ada tersisa saat pembuatan benda uji. Tetapi berat isi beton rata-rata diatas masih sesuai dengan berat satuan beton normal yaitu antara 2200 – 2500 kg/m³ (SNI 03 – 2847 – 2002).

4.4 Hasil Dan Analisa Pengujian Beton Keras

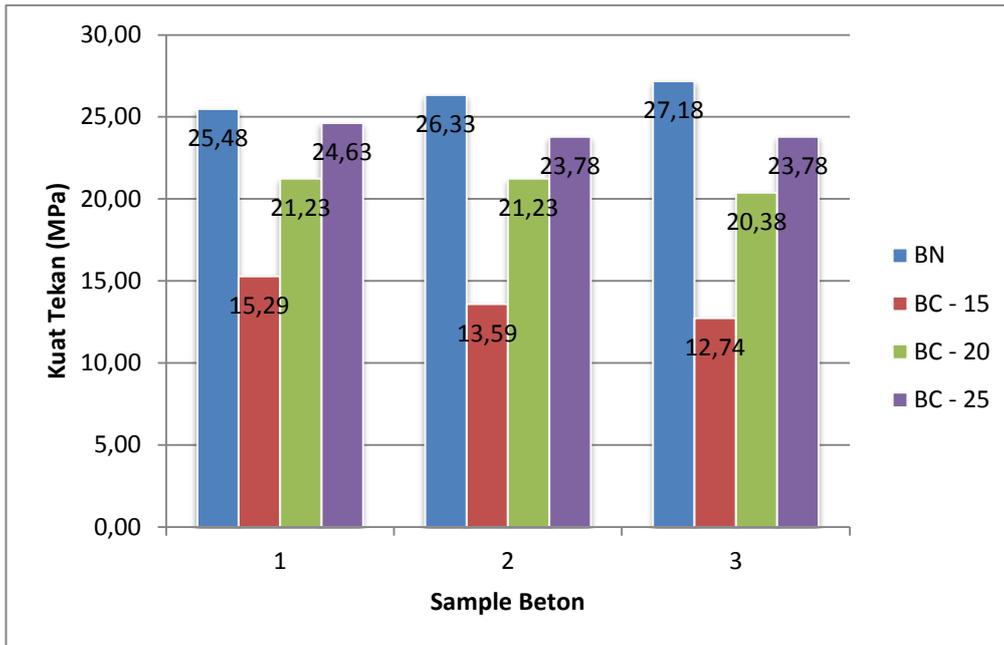
Pada sub bab ini akan di jelaskan hasil dan analisa pengujian kuat tekan yang telah dilakukan di laboratorium.

4.4.1 Kuat Tekan Beton

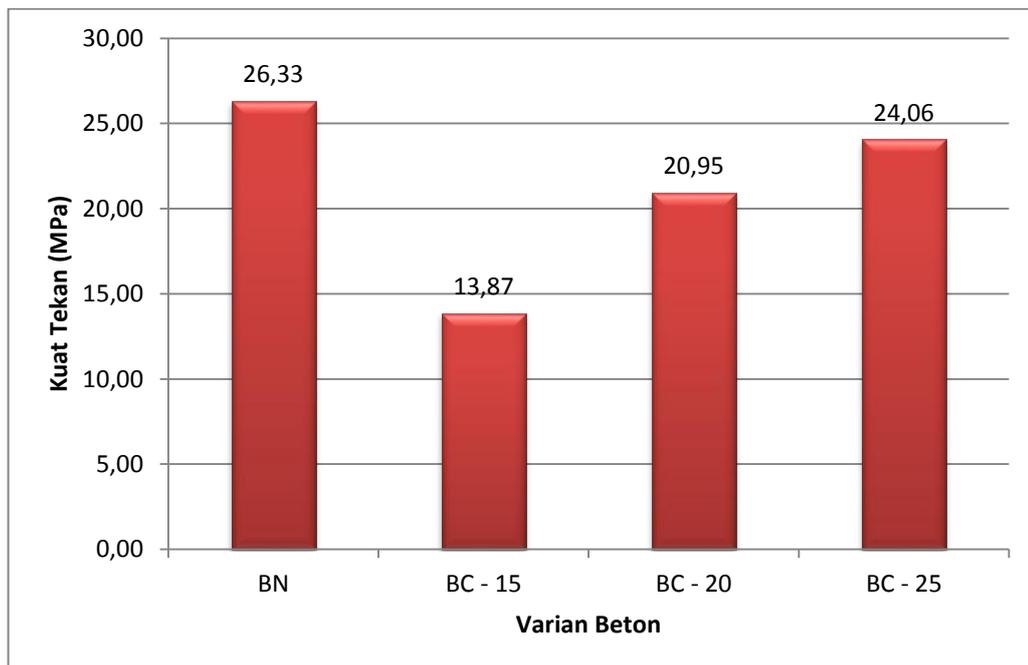
Hasil dari kuat tekan yang akan dijelaskan pada tabel 4.16, seperti dibawah ini.

Tabel 4.16 : Hasil pengujian kuat tekan beton

Variasi Beton	Luas (πr ²) (mm ²)	Beban (Ton)			Kuat Tekan (Mpa)			Kuat Tekan Rata-Rata (Mpa)
		1	2	3	1	2	3	
BN	17662,5	45	46,5	48	25,48	26,33	27,18	26,33
BC-15	17662,5	27	24	22,5	15,29	13,59	12,74	13,87
BC-20	17662,5	37,5	37,5	36	21,23	21,23	20,38	20,95
BC-25	17662,5	43,5	42	42	24,63	23,78	23,78	24,06



Gambar 4.4 : Grafik nilai kuat tekan semua variasi



Gambar 4.5 : Grafik nilai kuat tekan rata-rata

Berdasarkan data hasil pengujian kuat tekan beton dapat diketahui bahwa untuk sampel beton variasi BC-25 mempunyai kuat tekan rata-rata yang paling

tinggi yakni sebesar 24,06 Mpa, beton variasi BC-20 mempunyai kuat tekan rata-rata sebesar 20,95 Tetapi pada BC-15 memperoleh penurunan kuat tekan rata-rata sebesar 13,87 Mpa, Sedangkan beton normal mempunyai kuat tekan rata-rata sebesar 26,33 Mpa, ini dikarenakan pada saat akan pengujian beton tidak diangin-anginkan hingga kering permukaan selama satu hari dari sebelum pengujian dan pengaruh campuran abu cangkang kelapa sawit yang rendah dan zat adiktif bondcrete dapat mempengaruhi penurunan kuat tekan beton campuran.

Apabila kita membandingkan antara nilai kuat tekan rata-rata beton normal dengan beton yang menggunakan campuran abu cangkang kelapa sawit dan bondcrete, maka dapat dilihat adanya persentase perbandingan kuat tekan sebagai berikut :

a. Beton campuran abu cangkang kelapa sawit 15 % dan bondcrete 5 % (BC-15)

$$\text{terhadap beton normal : } \frac{13,87-26,33}{26,33} \times 100\% = - 47\%$$

b. Beton campuran abu cangkang kelapa sawit 20 % dan bondcrete 5 % (BC-20)

$$\text{terhadap beton normal : } \frac{20,95-26,33}{26,33} \times 100\% = - 20\%$$

c. Beton campuran abu cangkang kelapa sawit 25 % dan bondcrete 5 % (BC-25)

$$\text{terhadap beton normal : } \frac{24,06-26,33}{26,33} \times 100\% = - 8\%$$

Dari hasil diatas dapat dilihat bahwa persentase peningkatan kuat tekan beton penambahan bahan pengganti berupa abu cangkang kelapa sawit masing-masing 15%, 20%, 25% serta bahan tambah bondcrete 5% pada masing-masing variasi abu cangkang kelapa sawit mengalami penurunan kuat tekan beton dengan beton normal yang cukup signifikan dikarenakan beberapa faktor yaitu kurang tepatnya nilai kuat tekan yang direncanakan, terjadi kesalahan pada saat melakukan pencampuran benda uji beton, pengaruh penambahan abu cangkang kelapa sawit dan bondcrete yang tidak sesuai dan kurangnya ketelitian dalam pengerjaan.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

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

1. Berdasarkan dari data kuat tekan beton dengan umur 28 hari yang telah dilaksanakan dalam laboratorium Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara sebagai berikut :
 - a. Kuat tekan beton normal rata-rata = 26,33 Mpa, berat isi rata-rata beton 2393 kg/m³.
 - b. Kuat tekan beton rata-rata campuran abu cangkang kelapa sawit 15% dan zat adiktif bondcrete 5% = 13,87 Mpa, berat isi rata-rata beton 2270 kg/m³.
 - c. Kuat tekan beton rata-rata campuran abu cangkang kelapa sawit 20% dan zat adiktif bondcrete 5% = 20,95 Mpa, berat isi rata-rata beton 2258 kg/m³.
 - d. Kuat tekan beton rata-rata campuran abu cangkang kelapa sawit 25% dan zat adiktif bondcrete 5% = 24,06 Mpa, berat isi rata-rata beton 2249 kg/m³.
2. Dapat disimpulkan berat isi beton campuran abu cangkang kelapa sawit dan zat adiktif bondcrete yang dibuat tidak sesuai dengan berat isi beton rencana yaitu 2280 kg/m³ dan serta kuat tekan yang direncanakan tidak mencapai 25 Mpa tetapi untuk beton normal sesuai dengan berat isi beton yang direncanakan dan kuat tekan yang direncanakan.
3. Peningkatan kuat tekan beton penambahan bahan pengganti berupa abu cangkang kelapa sawit masing-masing 15%, 20%, 25% serta bahan tambah bondcrete 5% pada masing-masing variasi abu cangkang kelapa sawit mengalami penurunan kuat tekan beton dengan beton normal yang cukup signifikan dikarenakan beberapa faktor yaitu kurang tepatnya nilai kuat tekan yang direncanakan, terjadi kesalahan pada saat melakukan pencampuran benda uji beton, pengaruh penambahan abu cangkang kelapa sawit dan bondcrete yang tidak sesuai dan kurangnya ketelitian dalam pengerjaan.

5.2 Saran

1. Maka penulis mengajurkan jika ingin memakai abu cangkang kelapa sawit agar memperhatikan persentase campuran karena mempengaruhi kekuatan beton dan zat adiktif bondcrete dapat mempengaruhi kekuatan beton terutama kuat tekan beton.
2. Perlu dilakukan pengujian lanjutan untuk kuat tekan beton terhadap abu cangkang kelapa sawit dengan bahan kimia yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standardisasi Nasional. (2002). Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung. SNI 03-2847-2002. Bandung: Badan Standardisasi Nasional, 251.
- Kristianto, Mungok, C. D., & Handalan, C. P. (2016). *Pengaruh Penggunaan Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Bahan Tambah Terhadap Mutu Beton*. 3(3),1–10.
<http://jurnal.untan.ac.id/index.php/JMHMS/article/view/17483/14898>
- Mulyono, T. (2003). Teknologi Beton. In *Penerbit Andi*. Yogyakarta
<https://doi.org/10.1038/cddis.2011.1>
- Pratama, A. R. A. (2014). *Pengaruh sambungan cor beton terhadap uji kuat lentur balok beton bertulang dengan penambahan zat aditif* (. 3, 173–179.
- Prianti, E., Malino, M. B., & Lapanoro, B. P. (2015). Pemanfaatan Abu Kerak Boiler Hasil Pembakaran Limbah Kelapa Sawit Sebagai Pengganti Parsial Pasir pada Pembuatan Beton. *Positron*, 5(1), 26–29.
<https://doi.org/10.26418/positron.v5i1.9744>
- Rahman, F., & Fathurrahman, F. (2017). Pemanfaatan Hasil Pembakaran Limbah Cangkang Kelapa Sawit sebagai Bahan Pengganti Pasir pada Pembuatan Beton Normal. *Media Ilmiah Teknik Sipil*, 6(1), 30–40.
<https://doi.org/10.33084/mits.v6i1.259>.
- Supriyanto, Hidayat, A., & Ariyanto, A. (2015). Pengaruh Penambahan Cangkang Sawit Terhadap Kuat Tekan Beton F'c 30 Mpa. *Universitas Pasir Pengaraian*, 1, 1–20.
- A, A. (2013). Kajian Kuat Tekan Beton Normal Menggunakan Standar SNI 7656-2012 Dan ASTM C 136-06. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Fropil, J., Pratama, E., Hisyam, E. S., Teknik, J., Fakultas, S., Universitas, T., ... Belitung, B. (2016). *Kajian Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Belah Beton Kertas (Papercrete) Dengan Bahan Tambah Serat*. 4, 28–38.

- Ismail, F. A. (2009). Studi Kuat Tekan Beton Campuran 1 : 2 : 3 Berdasarkan Lokasi Pengambilan Agregat Di Sumatera Barat. *Jurnal Rekayasa Sipil (JRS-Unand)*, 5(2), 1. <https://doi.org/10.25077/jrs.5.2.1-12.2009>
- Syarif, A., Setyawan, C., & Farida, I. (2016). *Analisa Uji Kuat Tekan Beton Dengan Bahan Tambahan Batu Bata Merah*. 46–56. Diambil dari <http://jurnal.sttgarut.ac.id>
- Mau, M. Y., Hunggurami, E., & Sir, T. M. W. (2018). Kuat Tekan Beton Menggunakan Agregat Halus Sungai Benlelang Dan Sungai Lembur Serta Agregat Kasar Sungai Lembur. *Jurnal Teknik Sipil*, 7(1), 31–36.
- Ngurah, I. G., Partama, E., Hendrikus, R., Galus, A. H. W., & Belakang, L. (2007). *Kubus Dan Uji Tekan Silinder Pada Beton . 1955(Pbi 1955)*, 1–16.
- Talinusa, O. G., Tenda, R., & Tamboto, W. J. (2014). Pengaruh Dimensi Benda Uji Terhadap Kuat Tekan Beton. *Jurnal Sipil Statik ISSN: 2337-6732*, 2(7), 344–351.
- Sumajouw, M. D. J., Dapas, S. O., & Windah, R. S. (2014). Pengujian Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi. *Jurnal Ilmiah Media Engineering*, 4(4), 215–218. Diambil dari <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jime/article/view/7133>
- Nugroho, F. S., & Rizalditya, P. B. (2017). Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Belah Beton Polimer Termodifikasi Alami Amylum Serta Bahan Tambah Madu. *G-SMART Jurnal Teknik Sipil Unika Soegijapranata Semarang* |, 1(2), 96–108.
- Laboratorium Beton Teknik Sipil. *Buku Pedoman Praktikum Beton*. Fakultas Teknik. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Medan.
- Indobondall.co.id/produk/bahan-bangunan/bondcrete.
- Dinas Pekerjaan Umum (1990) *Tata Cara Pengujian Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar*. (SNI 03-1968-1990). Pusjatan-Balitbang PU. Indonesia.
- Dinas Pekerjaan Umum (1996) *Tata Cara Pemeriksaan Kadar Lumpur*. (SNI 03-4141-1996). Pusjatan-Balitbang PU. Indonesia.
- Dinas Pekerjaan Umum (2000) *Tata Cara Pembuatan Campuran Beton Normal*. (SNI 03-2834-2000). Pusjatan-Balitbang PU. Indonesia.
- Dinas Pekerjaan Umum (2002) *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*. (SNI 03-2847-2002). Pusjatan-Balitbang PU. Indonesia.

- Dinas Pekerjaan Umum (2008) *Cara Uji Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Halus*. (SNI 1970-2008). Pusjatan-Balitbang PU. Indonesia.
- Dinas Pekerjaan Umum (2008) *Cara Uji Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Kasar*. (SNI 1969-2008). Pusjatan-Balitbang PU. Indonesia.
- Dinas Pekerjaan Umum (2008) *Cara Uji Berat Isi Agregat*. (SNI 1973-2008). Pusjatan-Balitbang PU. Indonesia.
- Dinas Pekerjaan Umum (2011) *Cara Uji Kadar Air Agregat*. (SNI 1971-2011). Pusjatan-Balitbang PU. Indonesia.
- Dinas Pekerjaan Umum (2011) *Cara Uji Kuat Tekan Beton Dengan Benda Uji Silinder*. (SNI 1974 : 2011). Pusjatan-Balitbang PU. Indonesia.

LAMPIRAN



Gambar L- 1 : *Compressing Test Machine*



Gambar L- 2 : Saringan Agregat Kasar



Gambar L- 3 : Saringan Agregat Halus



Gambar L- 4 : Cetakan Silinder



Gambar L- 5 : Oven



Gambar L- 6 : Gelas Ukur



Gambar L- 7 : Kerucut Abrams



Gambar L- 8 : *Mixer* Beton



Gambar L- 9 : Timbangan digital



Gambar L- 10 : Tongkat Penumbuk



Gambar L- 11 : Bak Perendaman



Gambar L- 12 : Ember



Gambar L- 13 : Sendok semen dan sekop tangan



Gambar L- 14 : Penggaris



Gambar L- 15 : Skrap



Gambar L- 16 : Pan



Gambar L- 17 : Wadah



Gambar L- 18 : Kain Lap



Gambar L- 19 : Zat Adiktif Bondcrete



Gambar L- 20 : Abu Cangkang Kelapa Sawit



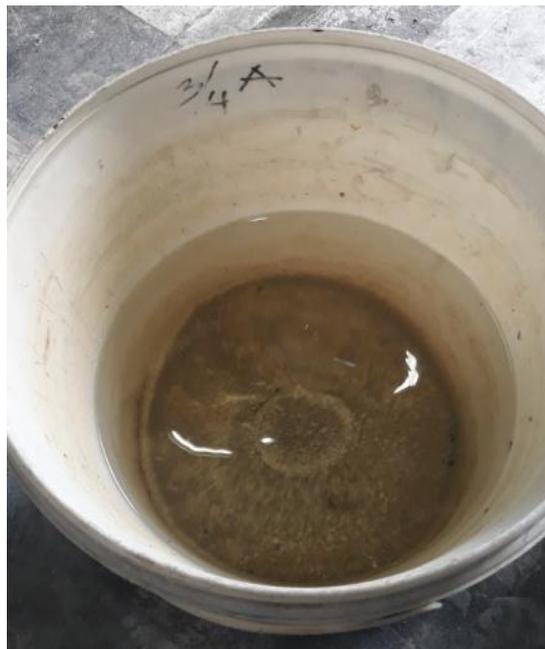
Gambar L- 21 : Agregat Kasar



Gambar L- 22 : Agregat Halus



Gambar L- 23 : Semen PPC Tipe 1



Gambar L- 24 : Air



Gambar L- 25 : Mengaduk Semua Agregat



Gambar L- 26 : Merojok Pengujian Slump Test



Gambar L- 27 : Pengujian Slump Test



Gambar L- 28 : Perojkan Adukan Beton dicetakan



Gambar L- 29 : Perendaman Benda Uji



Gambar L- 30 : Beton Normal



Gambar L- 31 : Beton Campuran Variasi Abu Cangkang Kelapa Sawit 15% dan Abu Cangkang Kelapa Sawit 20%



Gambar L- 32 : Beton Campuran Variasi Abu Cangkang Kelapa Sawit 25 %



Gambar L- 33 : Nilai Kuat Beton Normal



Gambar L- 34 : Nilai Kuat Tekan BC-15



Gambar L- 35 : Kuat Tekan BC-20



Gambar L- 36 : Kuat Tekan BC-25



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

Bila menjawab surat ini agar disebutkan nomor 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 : 1778/IL.3-AU/UMSU-07/F/2019

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas nama Ketua Program Studi Teknik Sipil Pada Tanggal 04 November 2019 dengan ini Menetapkan :

Nama : MUHAMMAD INDRA
NPM : 1607210210
Program Studi : TEKNIK SIPIL
Semester : VII (TUJUH)
Judul Tugas Akhir : PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON DENGAN MENGGUNAKAN ABU CANGKANG KELAPA SAWIT DENGAN BAHAN TAMBAH BONDCRETE

Pembimbing - I : DR FAHRIZAL ZULKARNAIN

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. Penulisan 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, 09 Rabi Al-Awwal 1440 H
07 November 2019 M



Dekan

Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T
NIDN : 0101017202

Cc. File



UMSU
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

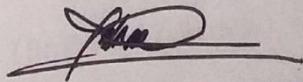
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
Jalan Kapten Muchtar Basri, No. 3 Medan 20238

LEMBAR ASISTENSI

Nama : Muhammad Indra
NPM : 1607210210
Program Studi : Teknik Sipil
Judul TA : Pengujian Kuat Tekan Beton Dengan Menggunakan Abu Cangkang Kelapa Sawit Dengan Bahan Tambah Bondcrete (Studi Penelitian)

No	Tanggal	Uraian	Paraf
1.	10/12/2019	Lengkapi tabel 2.2 dengan TNR 12. Tampilkan dalam uraian & bahan uraian Campur.	J R
2.	12/12/2019	Perbaiki Normis Kema, tampilkan Urma pada bab II. Tampilkan jenis syarat dan sisi tabel.	J R.
3.	28/12/2019	Perbaiki diagram dan tabel 2 Mencak dengan e. Lengkapi paragraf Mencak 2 tabel.	J R.
4.	11/1/2020	Perbaiki Diagram	R.
5.	14/1/2020	Perbaiki Lembar Paper	R.

DOSEN PEMBIMBING


Dr. FAHRIZAL ZULKARNAIN



UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya

TUGAS AKHIR
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
JL Kapten Mochtar Basri No. 3 Medan 20238

LEMBAR ASISTENSI

Nama : Muhammad Indra
NPM : 1607210210
Jurusan : Teknik Sipil
Judul TA : Pengujian kuat tekan beton dengan menggunakan abu cangkang kelapa sawit dengan bahan tambah bondcrete (Studi Penelitian)

NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
1.	25/10/2020	- Sesuaikan versi word 2016 - Kirim semua gambar, hasil gambar dan data excel - Periksa penulisan dan space - Jambak kesimpulan - Parikan grafik	} p k } g k
2.	26/10/2020	- Atur space sesuai standart UMSU	

Ace Sunan Hani
27/10/2020

DOSEN PEMBIMBNG,

(Dr. Fahrizal Zulkarnain)

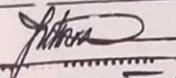
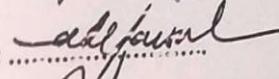
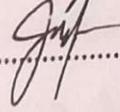
**DAFTAR HADIR SEMINAR
TUGAS AKHIR TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK - UMSU
TAHUN AKADEMIK 2020 - 2021**

Peserta seminar

Nama : Muhammad Indra

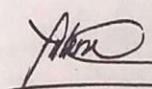
NPM : 1607210210

Judul Tugas Akhir : Pengujian Kuat Tekan Beton Dengan Menggunakan Abu Cangkang Kelapa Sawit Dengan Bahan Tambah Bonderete (Studi Penelitian)

DAFTAR HADIR			TANDA TANGAN
Fembimbing - I	: DR.Fahrizal Z.S.T.M.Sc	:	
Pembanding - I	: DR.Ade Faisai.S.T.M.Sc	:	
Pembanding - II	: DR.Josef Hadipramana	:	
No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Medan, 20 Rab.Awal 1442 H
06 Nopember 2020 M

Ketua Prodi. T. Sipil


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

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

NAMA : Muhammad Indra
NPM : 1607210219
Judul T.Akhir : Pengujian Kuat Tekan Beton Dengan Menggunakan Abu Cangkang Kelapa Sawit Dengan Bahan Tambah Bonderete (Studi Penelitian)

Dosen Pembimbing - I : DR. Fairizal Z.S.T.M.Sc
Dosen Pembanding - I : DR. Ade Faisal S.T.M.Sc
Dosen Pembanding - II : DR. Josef Hadipramana

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

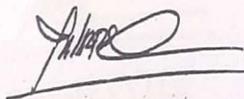
*perbaikan penelitian yang ke pendua
lewat kumpul ulk kerakan!*

3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

ada telah diperbaiki!
ade faisal 11/20

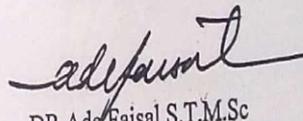
Medan 20 Rab. Awal 1442H
06 Nopember 2020M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Sipil



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

Dosen Pembanding- I



DR. Ade Faisal S.T.M.Sc

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

NAMA : Muhammad Indra
NPM : 1607210210
Judul T.Akhir : Pengujian Kuat Tekan Beton Dengan Menggunakan Abu Cangkang Kelapa Sawit Dengan Bahan Tambah Bonderete (Studi Penelitian)

Dosen Pembimbing - I : Dr.Fahrizal Z.S.T.M.Sc
Dosen Pembanding - I : DR.Ade Faisal .S.T.M.Sc
Dosen Pembanding - II : DR.Josef Hadipramana

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

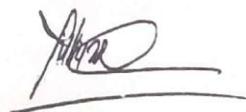
.....
..... *Lanjutkan sidang sarjana*
.....

3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

.....
.....
.....
.....

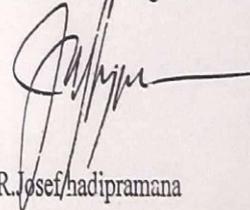
Medan 20 Rab.Awal 1442H
27 Oktober 2020 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Sipil



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

Dosen Pembanding- II



DR.Josef/hadipramana

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DATA DIRI PESERTA

Nama Lengkap : Muhammad Indra
Nama Panggilan : Indra
Tempat, Tanggal Lahir : Medan, 7 Agustus 1998
Jenis Kelamin : Laki-laki
Alamat : Jalan Medan Utara Gg. Pendidikan No.158 A
Agama : Islam
Nama Orang Tua
Ayah : Supriadi
Ibu : Neliana
No.HP : 081376494494
Email : indramuhammad489@gmail.com

RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Pokok Mahasiswa : 1607210210
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Alamat Perguruan Tinggi : Jalan Kapten Muchtar Basri BA. No.3 Medan 20238

No	Tingkat Pendidikan	Nama dan Tempat	Tahun Kelulusan
1.	SD	MIS BINA KELUARGA	2010
2.	SMP	SMP NEGERI 27 MEDAN	2013
3.	SMA	SMK NEGERI 5 MEDAN	2016