

TUGAS AKHIR
ANALISIS SUBSTITUSI PENGGUNAAN SERAT BAMBU
PADA CAMPURAN BETON DENGAN UJI KUAT TARIK
(STUDI PENELITIAN)

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

Disusun Oleh:

FARHAN GOZALI

1907210214



UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya

FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2024

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Farhan Gozali

NPM : 1907210214

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Analisis substitusi penggunaan serat bambu pada campuran beton dengan uji kuat tarik

Bidang Ilmu : Struktur

Telah berhasil dipertahankan dihadapan 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.

Disetujui Untuk Disampaikan

Kepada Panitia Ujian

Dosen Pembimbing



Sri Frapanti, S.T, M.T

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Farhan Gozali

NPM : 1907210214

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Analisis Substitusi Penggunaan Serat Bambu Pada
Campuran Beton Dengan Uji Kuat Tarik

Bidang Ilmu : Struktur

Medan, 11 Juni 2024

Mengetahui dan Menyetujui:

Dosen Pembimbing



Sri Frapanti, S.T, M.T.

Dosen Penguji I



Assoc. Prof. Ir. Fahrizal Zulkarnain, S.T., M.Sc

Dosen Penguji II



Ir. Tondi Achimsyah Putera, S.T, MT.

Ketua Program Studi Teknik Sipil



Assoc. Prof. Ir. Fahrizal Zulkarnain, S.T., M.Sc

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama lengkap : Farhan Gozal

Tempat, tanggal lahir : Medan, 22 Juli 2000

NPM : 1907210214

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Sipil

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

“Analisis Substitusi Penggunaan Serat Bambu Pada Campuran Beton Dengan Uji Kuat Tarik (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 hakikatnya karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinil 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 keserjanaan saya.

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

Medan, 11 Juni 2024

Saya yang menyatakan,



1000
REPUBLIK INDONESIA
METEPAK
TEMPEL
493B2AJX178311419

Farhan Gozali

ABSTRAK

ANALISIS SUBSTITUSI PENGGUNAAN SERAT BAMBUN PADA CAMPURAN BETON DENGAN UJI KUAT TARIK

Farhan Gozali

1907210214

Sri Frapanti, S.T, M.T

Beton merupakan salah satu material konstruksi yang terdiri dari campuran agregat kasar (kerikil) dan agregat halus (pasir) sebagai bahan pengisi, serta semen dan air sebagai bahan pengikat. Aplikasi beton saat ini sangat luas untuk berbagai pekerjaan konstruksi seperti gedung tingkat tinggi, jembatan, bendungan, dll. Sebagai material konstruksi, beton mempunyai beberapa kelemahan seperti bersifat getas dan mempunyai kuat tarik yang sangat kecil jika dibandingkan dengan kuat tekannya. Kuat tarik yang dimiliki beton hanya berkisar kurang lebih 10% dari kuat tekannya. Banyak penelitian terdahulu terdahulu menambahkan bahan tambah alami ataupun buatan untuk meningkatkan kualitas kuat tarik pada beton. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa pengaruh nilai kuat tarik belah pada beton dengan bahan tambah variasi SB (Serat Bambu) 0,5%, 1%, 1,5% dan penambahan zat additive (*sikamentNN*). Namun hasil penelitian ini mengalami penurunan karena serat bambu ternyata belum bisa menaikkan nilai dari kuat tarik pada beton, hal ini disebabkan kekuatan serat bambu tidak sebaik batu pecah.. Nilai tertinggi pada variasi ini terdapat pada beton dengan variasi 0,5% dengan nilai rata – rata 1,896 Mpa Untuk pengujian beton serat bambu pada variasi yang sama dengan menambahkan *sikamentNN* sebanyak 1% dari berat semen mengalami peningkatan, hal ini disebabkan karena *sikamentNN* dapat menaikkan workability pada beton segar, untuk nilai tertinggi pada variasi ini terdapat pada beton dengan variasi 1% dengan nilai rata – rata 2,042 MPa.

Kata kunci : Serat Bambu , *Sikament NN* , Kuat Tarik Belah .

ABSCTRAC

ANALYSIS OF SUBSTITUTION USING BAMBOO FIBER IN CONCRETE MIXTURES USING TENSILE STRENGTH TEST

Farhan Gozali

1907210214

Sri Frapanti, S.T, M.T

Concrete is a construction material consisting of a mixture of coarse aggregate (gravel) and fine aggregate (sand) as a filler, as well as cement and water as a binder. The current application of concrete is very wide for various construction works such as high-rise buildings, bridges, dams, etc. As a construction material, concrete has several weaknesses, such as being brittle and having a tensile strength that is very small compared to its compressive strength. The tensile strength of concrete is only approximately 10% of its compressive strength. Many previous studies added natural or artificial additives to improve the tensile strength of concrete. The aim of this research is to find out how much influence the split tensile strength value has on concrete with the added material variations SB (Bamboo Fiber) 0.5%, 1%, 1.5% and the addition of an additive (sikament NN). However, the results of this research experienced a decline because bamboo fiber apparently could not increase the value of the tensile strength of concrete, this is because the strength of bamboo fiber is not as good as crushed stone. The highest value in this variation is found in concrete with a variation of 0.5% with an average value of - average 1,896 MPa For testing bamboo fiber concrete in the same variation, adding sikamentNN as much as 1% of the cement weight experienced an increase, this is because sikamentNN can increase the workability of fresh concrete, the highest value in this variation is found in concrete with a variation of 1% with an average value – average 2,042 MPa.

Keywords : Bamboo Fiber , Sikament NN, Split Tensile Strength

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul **“ANALISIS SUBSTITUSI PENGGUNAAN SERAT BAMBU PADA CAMPURAN BETON DENGAN UJI KUAT TARIK (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 telah membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Ibu Sri Frapanti, S.T., M.T sebagai Dosen Pembimbing yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Assoc. Prof. Ir. Fahrizal Zulkarnain, S.T., M.Sc selaku Dosen Pembimbing I saya
3. Bapak Ir. Tondi Amirsyah Putera, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II saya
4. Bapak Assoc. Prof. Ir. Fahrizal Zulkarnain, S.T., M.Sc selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Ibuk Rizki Efrida, S.T., M.T, selaku Sekretaris Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak Munawar Alfansury Siregar S.T., M.T, selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu ketekniksipilan kepada penulis.
8. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
9. Terimakasih yang istimewa sekali kepada Nenek saya tercinta Rosneli dan juga orangtua saya Ibunda saya tercinta Almh. Ewita dan Ayahanda saya Rudy Gozali yang telah bersusah payah mendidik dan membantu saya serta menjadi

penyemangat bagi saya dan senantiasa mendoakan saya sehingga penulis dapat menyelesaikan studinya.

10. Terimakasih juga kepada kakak saya tercinta Novia Anggraini Gozali, A.Md. dan Nathania Ariella Gozali, S.Ars. , dan juga tante saya tercinta Leli Rahmadani , yang juga selalu terus mendukung saya dan memberi semangat untuk terus mengerjakan tugas akhir saya ini.
11. Rekan-rekan seperjuangan, dan mahasiswa sipil 2019 terutama kelas A3 Malam yang telah membantu dan tetep mensupport satu sama lain untuk tetep terus berjuang menyusun laporan tugas akhir ini dan memberikan kritikan yang berguna bagi kami, Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu keteknik-sipil

Dalam penyusunan penulisan tugas akhir ini penulis menyadari bahwa masih jauh dari kata sempurna dan terdapat kekurangan dalam beberapa hal. Penulis berharap semoga laporan Tugas Akhir ini bermanfaat bagi ilmu pengetahuan Teknik Sipil khususnya untuk Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Kepada Allah SWT saya serahkan segalanya demi tercapainya keberhasilan yang sepenuhnya. Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Medan, 11 Juni 2024

Saya yang menyatakan,

Farhan Gozali
1907210214

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR NOTASI	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
11.1 Latar Belakang	L 1
11.2 Rumusan Masalah	R 2
11.3 Ruang lingkup pembahasan	R 2
11.4 Tujuan Penelitian	T 2
11.5 Manfaat Penelitian	M 3
11.6 Metodologi Penelitian	S 3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Beton	5
2.1.1 Jenis – jenis beton yaitu sebagai berikut :	5
	viii

2.1.2 Beton jenis lain :	6
2.1.3 Kelebihan dan kekurangan pada beton	8
2.2 Komponen Penyusun Beton	8
2.2.1 Semen Portland	8
2.2.2 Air	9
2.2.3 Agregat	10
2.2.4 Agregat Halus	10
2.2.5 Agregat Kasar	12
2.3 Kuat Tarik belah	12
2.4 Bambu	13
2.4.1 Bambu Petung	14
2.4.2 Serat Bambu	14
2.5 Absorpsi	15
2.6 Sikament-NN	16
2.7 Kadar Air Bambu	16
2.8 Penelitian terdahulu	17
BAB 3 METODE PENELITIAN	19
3.1 Metodologi Penelitian	19
3.2 Tahapan Penelitian	19
3.3 Lokasi Dan Waktu Penelitian	22
3.4 Sumber Data Dan Teknik Pengambilan Data	22
3.4.1 Data Primer	22
3.4.2 Data Sekunder	22
3.5 Alat dan Bahan	23
3.5.1 Alat	23
3.5.2 Bahan	24

3.6	Desain Benda Uji	26
3.7	Langkah-Langkah Pemeriksaan Agregat	27
3.7.1	Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar	27
3.7.2	Analisa Gradasi Agregat	27
3.7.3	Kadar Air Agregat	28
3.7.4	Kadar Lumpur Agregat	28
3.7.5	Berat Isi Agregat	29
3.8	Penetapan Benda Uji Beton	29
3.8.1	Perhitungan Campuran Beton (<i>Mix Design</i>)	30
3.8.2	Pembuatan Benda Uji	35
3.8.3	Pengujian Slump	35
3.8.4	Perawatan Benda Uji	36
3.8.5	Pengujian Kuat Tarik Belah Beton	36
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		38
4.1	Hasil dan Analisa Pemeriksaan Agregat	38
4.1.1	Pemeriksaan Agregat Halus	38
4.1.1.1	Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Halus	38
4.1.1.2	Pengujian Kadar Air Agregat Halus	40
4.1.1.3	Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus	41
4.1.1.4	Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus	42
4.1.1.5	Pengujian Berat Isi Agregat Halus	42
4.1.2	Pemeriksaan Agregat Kasar	43
4.1.2.1	Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Kasar	43
4.1.2.2	Pengujian Kadar Air Agregat Kasar	44
4.1.2.3	Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar	45
4.1.2.4	Kadar Lumpur Agregat Kasar	45

4.1.2.5 Berat Isi Agregat Kasar	46
4.2 Perencanaan Campuran Beton	47
4.2.1 Mix Design Beton	47
4.3 Proporsi Kebutuhan Benda Uji Beton	54
4.4 Hasil Pengujian Slump	56
4.5 Pengujian Kuat Tarik Belah Beton	57
4.6 Pembahasan Kuat Tarik Belah Beton	67
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	70
5.1 Kesimpulan	70
5.2 Saran	70
DAFTAR PUSTAKA	72
LAMPIRAN	74
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	82

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1	Jenis jenis beton berdasarkan berat jenis dan pemakaiannya	6
Tabel 2. 2	Karakteristik Sikament-NN	16
Tabel 2. 3	Penelitian Terdahulu	17
Tabel 3. 1	Peralatan pembuatan benda uji	23
Tabel 3. 2	Sampel benda uji rencana	29
Tabel 3. 3	Faktor pengali untuk deviasi standar	31
Tabel 3. 4	Nilai tambah margin	31
Tabel 3. 5	Nilai tambah margin	32
Tabel 3. 6	Perkiraan kadar air bebas	33
Tabel 3. 7	Persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen maksimum	34
Tabel 3. 8	Nilai Slump untuk berbagai macam pekerjaan	36
Tabel 4. 1	Hasil pengujian analisa saringan agregat halus	38
Tabel 4. 2	Daerah gradasi agregat halus	39
Tabel 4. 3	Hasil pengujian kadar air agregat halus	40
Tabel 4. 4	Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus	41
Tabel 4. 5	Hasil pengujian kandungan lumpur pada agregat halus	42
Tabel 4. 6	Hasil pengujian berat isi agregat halus	42
Tabel 4. 7	Hasil pengujian analisa saringan agregat kasar.	43
Tabel 4. 8	Hasil pengujian kadar air agregat kasar	44
Tabel 4. 9	Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan agregat kasar	45
Tabel 4. 10	Hasil pengujian kadar lumpur agregat kasar	46
Tabel 4. 11	Hasil pengujian berat isi agregat kasar	46
Tabel 4. 12	Rekapitulasi mix design beton mutu 25 Mpa	53
Tabel 4. 13	Rekap hasil mix design silinder beton 25 MPa	55
Tabel 4. 14	Hasil pengujian Slump	56
Tabel 4. 15	Tabel Hasil pengujian kuat tarik belah	66

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Pengujian kuat tarik belah	13
Gambar 2. 2 Bambu Petung	14
Gambar 2. 3 Serat Bambu	15
Gambar 3. 1 Bagan Alir	21
Gambar 3. 2 Semen Portland	24
Gambar 3. 3 Agregat Halus	25
Gambar 3. 4 Agregat Kasar	25
Gambar 3. 5 Air	26
Gambar 3. 6 Serat Bambu	26
Gambar 3. 7 Grafik hubungan antara kuat tekan dan Faktor air semen	32
Gambar 3. 8 Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat isi beton	35
Gambar 4. 1 Gambar gradasi agregat halus daerah 2	40
Gambar 4. 2 Grafik gradasi agregat kasar	44
Gambar 4. 3 Hubungan FAS dengan kuat tekan	48
Gambar 4. 4 Penentuan persentase pasir terhadap kadar total agregat	50
Gambar 4. 5 Penentuan Berat Isi Beton Basah	51
Gambar 4. 6 Grafik Slump Test	57
Gambar 4. 7 Hasil Rata – Rata Pengujian Kuat Tarik Belah Beton	67

DAFTAR NOTASI

A	= luas penampang benda uji (mm^2)
a	= berat benda uji kering oven (gr)
B	= jumlah air (kg/m^3)
b	= berat benda uji kondisi jenuh kering permukaan di udara (gr)
B'	= berat agregat setelah pengujian (gr)
B_o	= berat agregat sebelum pengujian (gr)
C	= jumlah agregat halus (kg/m^3)
c	= berat benda uji dalam air (gr)
Ca	= absorpsi agregat halus (%)
Ck	= kadar air agregat halus (%)
D	= jumlah agregat kasar (kg/m^3)
Da	= absorpsi agregat kasar (%)
Dk	= kadar air agregat kasar (%)
f_{as}	= faktor air semen bebas
f'_t	= kuat tarik belah beton (MPa)
P	= beban maksimum (N)
L	= tinggi silinder beton (mm)
D	= diameter silinder beton (mm)
M	= nilai tambah margin
M_c	= berat wadah ukur yang diisi agregat (kg)
M_m	= berat wadah ukur (kg)
N	= jumlah benda uji
n	= jumlah nilai hasil uji
P	= beban maksimum (N)
S	= standar deviasi
V_m	= volume wadah ukur (m^3)
W_{air}	= kadar air bebas
W_h	= Batu tak dipecahkan / alami

W_k = Batu pecah

W_{semen} = jumlah semen (kg/m^3)

\bar{x} = kuat tekan beton rata-rata (MPa)

x_i = kuat tekan beton yang didapat dari masing-masing benda uji
(MPa)

BTN = Beton normal

BSB = Beton serat bambu

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Beton merupakan salah satu material konstruksi yang terdiri dari campuran agregat kasar (kerikil) dan agregat halus (pasir) sebagai bahan pengisi, serta semen dan air sebagai bahan pengikat. Aplikasi beton saat ini sangat luas untuk berbagai pekerjaan konstruksi seperti gedung tingkat tinggi, jembatan, bendungan, dll. Sebagai material konstruksi, beton mempunyai beberapa kelemahan seperti bersifat getas dan mempunyai kuat tarik yang sangat kecil jika dibandingkan dengan kuat tekannya. Kuat tarik yang dimiliki beton hanya berkisar kurang lebih 10% dari kuat tekannya. Untuk mengatasi kelemahan tersebut, sejak akhir tahun 1960 telah ditemukan solusi penggunaan fiber reinforced concrete (FRC) atau lebih dikenal dengan beton fiber/beton serat. Jenis fiber/serat dapat dibedakan menjadi serat buatan seperti steel fiber yang terdiri dari serat baja, glass fiber yang terdiri dari serat gelas/kaca, synthetic (polymeric) fiber yang terdiri dari serat sintesis yang diperoleh dengan melalui proses kimia tertentu dan natural fiber/serat alami yang materialnya dapat diambil langsung dari mineral, tumbuh-tumbuhan maupun hewan (Terai & Minami, 2012).

Kuat tekan beton mengidentifikasi mutu beton. Setiap peningkatan kuat tekan hanya diiringi dengan kenaikan kuat tarik yang relative kecil. Nilai kekuatan tarik berada antara 9% - 15% dari kuat tekan. Nilai kekuatan tarik beton yang rendah merupakan kelemahan terbesar yang dapat menghasilkan konstruksi mudah retak jika mendapatkan tegangan tarik. Saat ini baja tulangan digunakan untuk menahan kekuatan tarik tetapi belum memberikan hasil yang sangat memuaskan karena masih sering ditemukan keretakan halus pada beton. Berbagai penelitian telah dilakukan dalam upaya memperbaiki kelemahan beton, tidak terkecuali dengan menambahkan serat. Ide dasar tentang penambahan serat yaitu untuk memasang tulangan dalam bentuk serat pada beton yang disebarkan secara random untuk mencegah terjadinya keretakan akibat pembebanan. Serat bambu memiliki serat sklerenkim di batangnya yang menyebabkan bambu memiliki kekuatan sebagai bahan bangunan. Selain itu, bambu juga memiliki kekuatan tarik yang lumayan besar hingga beberapa macam

bambu kekuatan tariknya mampu melampaui kekuatan tarik baja dan mempunyai elastisitas yang relatif tinggi (Nuklirullah et al., 2022)

Oleh karena itu, dalam penelitian ini, peneliti akan menggunakan bahan tambahan fiber/serat alami yang terbuat bambu. Bambu sudah lama digunakan sebagai material konstruksi. Kelebihan material bambu adalah beratnya relatif ringan tapi mempunyai kuat tarik yang cukup tinggi. Bambu sangat mudah ditemukan di wilayah Indonesia, mudah ditanam, tidak perlu perawatan khusus dan dapat tumbuh dengan cepat, sehingga harga material bambu relatif lebih murah. Dengan penggunaan material bambu sebagai bahan tambahan serat dalam campuran beton, diharapkan dapat memperbaiki sifat-sifat beton, khususnya meningkatkan kuat tarik beton.

Maka berdasarkan ulasan di atas, melatar belakangi peneliti untuk melakukan penelitian yang berjudul “Analisis Substitusi penggunaan serat bambu pada campuran beton dengan uji kuat Tarik.”

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian antara lain :

1. Bagaimana pengaruh penambahan serat bambu 0,5%, 1%, dan 1,5% dalam campuran beton terhadap kuat tarik pada beton ?
2. Berapa nilai optimum dari penggunaan serat bambu 0,5%, 1%, dan 1,5% tanpa bahan tambah *sikamentNN* dan beton serat bambu 0,5%, 1% dan 1,5% dengan bahan tambah campuran *sikamentNN* ?

1.3 Ruang lingkup pembahasan

Agar pembahasan penelitian tidak keluar dari masalah yang dibahas penulis, maka penulis membuat batasan masalah pada penelitian, diantaranya:

1. Penelitian dilakukan dengan menggunakan variasi penambahan serat bambu dengan jenis bambu petung.
2. Penelitian ini dilakukan dengan uji kuat Tarik pada beton.

1.4 Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui pengaruh penambahan serat bambu dengan persentasi 0,5%, 1%, 1,5% terhadap kuat tarik

2. Untuk mengetahui nilai optimum dari beton serat bambu 0,5%, 1%, dan 1,5% tanpa bahan tambah *sikamentNN* dan beton serat bambu 0,5%, 1%, dan 1,5% dengan bahan tambah campuran *sikamentNN*.

1.5 Manfaat Penelitian

a) Manfaat teoritis

Secara teoritis, penelitian ini memberikan beberapa manfaat, diantaranya:

1. Memberikan manfaat terhadap proses pembelajaran dan pengembangan ilmu pengetahuan penulis dan pembaca khususnya dalam bidang teknik sipil
2. Mengetahui dan menganalisis secara langsung tentang penambahan serat bambu untuk campuran pada beton untuk mengetahui nilai uji kuat tariknya
3. Diharapkan dapat memberikan bantuan dan informasi kepada pihak peneliti terhadap kekuatan tarik pada beton apakah perlu adanya tambahan zat aditif atau tidak terhadap penelitian ini.

b) Manfaat praktis

Secara tidak langsung, dalam penelitian ini penulis ikut mengetahui sekaligus mengembangkan variabel penelitian mengenai beton dengan campuran serat bambu yang sebelumnya telah diteliti oleh beberapa peneliti dengan variabel yang sama.

1.6 Sistematika Penelitian

Sistematika penulisan pada tugas akhir ini akan diuraikan dalam penulisan yang terbagi menjadi lima bab dan tiap-tiap bab tersusun dari beberapa pokok pembahasan sebagai berikut :

BAB 1 PENDAHULUAN

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

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas secara singkat mengenai teori penelitian sebagai dasar dalam mengkaji permasalahan yang ada.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Bagian bab ini membahas tentang tahapan penelitian, metode pelaksanaan, teknik pengumpulan data, jenis dan sumber data yang diperlukan, serta teknik analisis data.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menguraikan hasil yang diperoleh dari penelitian serta pembahasan analisis perhitungan dan pemecahan masalah dari hasil yang didapatkan.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini akan dipaparkan beberapa kesimpulan yang didapat dari hasil dan pembahasan serta berisikan beberapa saran dari penulis.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Beton

Menurut SNI 03-2834-2000, definisi beton adalah campuran antara semen portland atau semen hidraulik yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air dengan atau tanpa bahan tambah membentuk massa padat,

Beton merupakan bahan yang bersifat getas dengan kuat Tarik yang rendah. Kuat Tarik beton dapat ditingkatkan dengan bahan tambah berupa serat (fiber). (M. Edwar Hidayat, 2016)

Beton merupakan suatu bahan komposit yang dihasilkan dari pencampuran bahan-bahan agregat halus, agregat kasar, air, semen atau bahan lain yang berfungsi sebagai bahan pengikat hidrolis, dengan atau tanpa menggunakan bahan campuran. (Eveline Untu J Kumaat & Windah, 2015)

Sifat kuat tarik dipengaruhi oleh mutu betonnya. Setiap usaha perbaikan mutu beton untuk kekuatan tekan hanya disertai oleh peningkatan yang kecil dari kuat tariknya. Dalam SI ditentukan hubungan kuat tarik dengan kuat tekannya (f'_c) adalah $0,5 \sqrt{f'_c} - 0,6 \sqrt{f'_c}$. Menurut perkiraan kasar, nilai kuat tarik berkisar antara 9 % - 15 % dari kuat tekannya. Nilai pastinya sulit diukur (Mulyono, 2004)

2.1.1 Jenis – jenis beton yaitu sebagai berikut :

1. Beton Ringan Menurut Berat jenisnya

Menurut Berat jenisnya $< 1900 \text{ kg/m}^3$, dipakai untuk elemen non - struktural. Dibuat dengan cara-cara berikut : membuat gelembung udara dalam adukan semen, menggunakan agregat ringan (tanah liat bakar/batu apung) atau pembuatan beton non-pasir.

2. Beton Normal

Beton normal adalah beton yang mempunyai berat isi ($2300 - 2500$) kg/m^3 menggunakan agregat alam yang dipecah. perencanaan campuran beton normal harus didasarkan pada data sifat-sifat bahan yang akan dipergunakan dalam produksi beton. Susunan campuran beton yang diperoleh dari perencanaan harus dibuktikan melalui

uji coba yang menunjukkan bahwa proporsi tersebut dapat memenuhi kekuatan beton yang disyaratkan.

Beton normal adalah beton yang menggunakan agregat alam yang dipecah atau tanpa pecah yang menggunakan dan yang tidak menggunakan bahan tambah. Kuat tekan beton normal bekisar antara 20 - 60 MPa pada umur beton 28 hari. (Eveline Untu J Kumaat & Windah, 2015)

3. Beton Berat

Beton berat adalah beton yang dihasilkan dari agregat yang mempunyai berat isi lebih besar dari pada beton normal atau lebih dari 2400 kg/m^3 . Beton jenis ini biasanya digunakan untuk kepentingan tertentu seperti menahan radiasi, menahan benturan dan lainnya.

Tabel 2. 1 Jenis jenis beton berdasarkan berat jenis dan pemakaiannya

Jenis Beton	Berat Jenis Beton (kg/m^3)	Pemakaian
Beton Sangat Ringan	< 1000	Non Struktur
Beton Ringan	1000 – 2000	Struktur Ringan
Beton Normal	2300 – 2500	Struktur
Beton Berat	> 3000	Perisai Sinar X

2.1.2 Beton jenis lain :

a. Beton massa (*mass concrete*)

Beton yang dituang dalam volume besar, biasanya untuk pilar, bendungan dan pondasi turbin pada pembangkit listrik. Pada saat pengecoran beton jenis ini, pengendalian diutamakan pada pengelolaan panas hidrasi yang timbul, karena semakin besar massa beton maka suhu didalam beton semakin tinggi. Bila perbedaan suhu didalam beton dan suhu di permukaan beton $>20 \text{ }^\circ\text{C}$ dapat menimbulkan terjadinya tegangan tarik yang disertai retak-retak Retak beton juga dapat timbul akibat penyusutan beton (*shrinkage*) yang dipengaruhi oleh kelembaban beton saat pengerasan berlangsung. Selain itu, besarnya volume beton saat pengecoran *mass concrete* akan beresiko timbulnya *cold-joint* pada permukaan beton baru dengan beton lama mengingat waktu setting beton yang singkat (± 2 jam), sehingga perlu direncanakan metode pengecoran yang sesuai dengan perilaku beton tersebut.

Berdasarkan hal-hal diatas, maka langkah preventif untuk menghindari terjadinya retak beton dapat dikategorikan atas pemilihan komposisi beton (nilai slump, pemberian admixture, FAS) dan praktek pelaksanaan di lapangan (suhu udara saat pengecoran, curing, menggunakan bekisting dengan kemampuan isolasi yang bagus dan menyiapkan construction joint). Pemberian tulangan ekstra untuk menahan gaya tarik akibat panas hidrasi dapat juga dilakukan sebagai salah satu pertimbangan struktural.

b. Beton serat (fibre concrete)

Beton serat (*fibre reinforced concrete*) merupakan modifikasi beton konvensional dengan menambahkan serat pada adukannya. Serat yang digunakan dapat dibuat dari berbagai jenis bahan antara lain kawat, plastik, limbah kain dan bambu. (Suhardiman, 2011)

Beton serat merupakan campuran beton ditambah serat, umumnya berupa batang-batang dengan ukuran 5 – 500m, dengan panjang sekitar 25mm. bahan serat dapat berupa serat asbestos, serat plastic, atau potongan kawat baja. Kelemahannya sulit dikerjakan, namun lebih banyak kelebihanannya antara lain kemungkinannya terjadi segregasi kecil, daktail, dan tahan benturan. (Aris widodo, 2017)

Beton serat adalah beton yang cara pembuatannya ditambah serat. Tujuan penambahan serat tersebut adalah untuk meningkatkan kekuatan tarik beton, sehingga beton tahan terhadap gaya tarik akibat, cuaca, iklim dan temperatur yang biasanya terjadi pada beton dengan permukaannya yang luas. Jenis serat yang dapat digunakan dalam beton serat dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu :

1) Serat Alam,

serat alami umumnya terbuat dari bermacam-macam tumbuhan. Sifat umumnya mudah menyerap dan melepaskan air. Serat alam mudah lapuk sehingga tidak dianjurkan pada beton bermutu tinggi atau untuk penggunaan khusus.

2) Serat Buatan,

serat buatan umumnya dibuat dari senyawa polimer. Mempunyai ketahanan tinggi terhadap perubahan cuaca. Mempunyai titik leleh, kuat tarik dan kuat lentur yang tinggi. Digunakan untuk beton bermutu tinggi dan akan digunakan secara khusus.

2.1.3 Kelebihan dan kekurangan pada beton

Penggunaan konstruksi beton diminati karena beton memiliki sifat-sifat yang menguntungkan, seperti ketahannya terhadap api, awet, kuat tekan yang tinggi dan dalam pelaksanaannya mudah untuk dibentuk sesuai dengan bentuk yang dikehendaki. Tetapi konstruksi beton juga mempunyai kelemahan-kelemahan, antara lain kemampuan menahan tarik yang rendah sehingga konstruksinya mudah retak jika mendapatkan tegangan tarik.

Sebagai bahan konstruksi, beton juga mempunyai kelebihan dan kekurangan, kelebihan beton antara lain.

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

Kekurangan beton antara lain.

- a. Bentuk yang telah dibuat sulit diubah.
- b. Pelaksanaan pekerjaan membutuhkan ketelitian yang tinggi
- c. Berat.
- d. Daya pantul suara yang besar.

2.2 Komponen Penyusun Beton

2.2.1 Semen Portland

Semen merupakan bahan ikat yang penting dan banyak digunakan dalam pembangunan fisik di sektor konstruksi sipil. Jika ditambah air, semen akan menjadi pasta semen. Jika ditambah agregat halus pasta semen akan menjadi mortar, sedangkan jika digabungkan dengan agregat kasar akan menjadi campuran beton segar yang setelah mengeras akan menjadi beton keras (hardened concrete). Fungsi semen ialah untuk mengikat butir-butir agregat hingga membentuk suatu massa padat dan mengisi rongga-rongga udara diantara butiran agregat. Semen merupakan hasil industri yang sangat kompleks, dengan campuran serta susunan yang berbeda-beda. Semen dapat dibedakan menjadi dua kelompok, yaitu: semen non-hidrolik dan semen hidrolik.

Semen non-hidrolik tidak dapat mengikat dan mengeras didalam air, akan tetapi dapat mengeras diudara. Contoh utama dari semen non-hidrolik adalah kapur. Semen

hidrolik mempunyai kemampuan untuk mengikat dan mengeras didalam air. Contoh semen hidrolik antara lain: kapur hidrolik, semen pozollan, semen terak, semen alam, semen portland, semen portland pozollan dan semen alumina.

Menurut ASTM C-150 , 1995, semen portland didefinisikan sebagai semen hidrolik yang dihasilkan dengan menggiling klinker yang terdiri dari kalsium silikat sebagai bahan tambahan yang digiling bersama-sama dengan bahan utamanya. Semen portland yang digunakan di Indonesia harus memenuhi syarat SII.0013 – 81 atau standar uji bahan bangunan Indonesia 1986, dan harus memenuhi persyaratan yang ditetapkan dalam standar tersebut.

Semen yang digunakan untuk pekerjaan beton harus disesuaikan dengan rencana kekuatan dan spesifikasi teknik yang diberikan. Pemilihan tipe semen ini kelihatannya mudah dilakukan karena semen dapat langsung diambil dari sumbernya (pabrik). Hal itu hanya benar jika standar deviasi yang ditemui kecil, sehingga semen yang berasal beberapa sumber langsung dapat digunakan. Akan tetapi jika standar deviasi hasil uji kekuatan semen besar, dalam hal tersebut akan menjadi masalah saat ini banyak tipe semen yang ada di pasaran sehingga kemungkinan variasi kekuatan semennya pun besar. Kandungan agregat dalam campuran beton berkisar 60%-70% dari berat campuran beton. Agregat yang digunakan dalam campuran beton dapat berupa agregat alam atau buatan. Agregat dapat dibedakan berdasarkan ukurannya, yaitu, agregat kasar dan agregat halus.

Fungsi utama semen adalah mengikat butir-butir agregat hingga membentuk suatu massa padat dan mengisi rongga-rongga udara di antara butir-butir agregat. Walaupun komposisi semen dalam beton hanya sekitar 10%, namun karena fungsinya sebagai bahan pengikat maka peranan semen menjadi penting.

2.2.2 Air

Air merupakan bahan dasar pembuat beton yang penting. Air diperlukan agar bereaksi dengan semen (proses pengikatan) serta sebagai bahan pelumas antara butir-butir agregat agar dapat mudah dikerjakan dan dipadatkan. Proses pengikatan berawal beberapa menit setelah pencampuran yang disebut initial set (pengikatan awal) dan berakhir setelah beberapa jam disebut final set (akhir pengikatan).

Waktu pengikatan adalah jangka waktu dari mulai mengikatnya semen setelah berhubungan dengan air sampai adukan semen menunjukkan kekentalan yang tidak memungkinkan lagi untuk dikerjakan lebih lanjut. Untuk bereaksi dengan semen, air yang diperlukan kurang lebih 25% dari berat semen. Namun, dalam kenyataannya nilai faktor air semen yang kurang dari 0,35 sulit dilaksanakan.

Kelebihan air yang ada digunakan sebagai pelumas. Penambahan air untuk pelumas tidak boleh terlalu banyak karena kekuatan beton akan berkurang. Selain itu, akan menimbulkan bleeding. Hasil bleeding ini berupa lapisan tipis yang mengurangi lekatan antara lapis-lapis beton. Fungsi air di dalam campuran beton adalah sebagai berikut :

1. Sebagai pelicin bagi agregat halus dan agregat kasar.
2. Bereaksi dengan semen untuk membentuk pasta semen
3. Penting untuk mencairkan bahan / material semen ke seluruh permukaan agregat.
4. Membasahi agregat untuk melindungi agregat dari penyerapan air vital yang diperlukan pada reaksi kimia.
5. Memungkinkan campuran beton mengalir ke dalam cetakan.

2.2.3 Agregat

Agregat adalah material yang dipakai bersama-sama dengan suatu media pengikat untuk pembentuk beton, yang di antaranya adalah pasir, kerikil, batu pecah, di mana agregat berfungsi sebagai bahan pengisi dan jumlahnya sekitar 75 % volume beton. Dalam teknologi beton, agregat yang butir-butirnya lebih besar dari 4,80 mm disebut agregat kasar dan agregat yang butir-butirnya lebih kecil dari 4,80 mm disebut agregat halus. Dalam campuran beton, agregat yang diperhitungkan adalah agregat dalam keadaan *Saturated Surface Dry (SSD)*/jenuh kering muka. Jenuh kering muka adalah keadaan dimana permukaan agregat tidak ada airnya, tetapi bagian dalamnya terisi oleh air, sedangkan berat jenis agregat adalah berat jenis partikel agregat dalam keadaan jenuh kering muka.

2.2.4 Agregat Halus

Agregat halus adalah pasir alam sebagai hasil disintregasi alami batuan ataupun pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir lebih kecil dari 3/16 inci atau 5 mm/lolos saringan no. 4 (SNI 03-2847-2002). Adapun

persyaratan menurut Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971 (PBI '71), bahwa agregat halus yang digunakan sebagai bahan campuran beton adalah :

1. Agregat halus untuk beton dapat berupa pasir alam sebagai hasil desintegrasi alami dari batuan – batuan atau berupa pasir buatan yang dihasilkan alat – alat pemecah batu.
2. Agregat halus yang digunakan harus terdiri dari butir – butiran yang tajam, keras serta bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh – pengaruh cuaca, seperti terik matahari dan hujan.
3. Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% (ditentukan terhadap berat kering). Yang diartikan dengan lumpur adalah bagian – bagian yang dapat melalui ayakan 0.063 mm. apabila kadar lumpur melebihi 5%, maka agregat halus harus dicuci.
4. Agregat halus tidak boleh mengandung bahan – bahan organis terlalu banyak yang harus dibuktikan dengan percobaan warna dari Abram – Harder (dengan larutan NaOH)
5. Agregat halus harus terdiri dari butir – butir yang beraneka ragam besarnya dan apabila diayak harus memenuhi syarat – syarat berikut:
 - Sisa diatas ayakan 4 mm harus minimum 2% berat.
 - Sisa diatas ayakan 1 mm harus minimum 10% berat.
 - Sisa diatas ayakan 0.25 mm, harus berkisar antara 80% dan 95% berat.Oelh karena itu juga pasir dapat digolongkan menjadi 3 macam yaitu :
 - a. Pasir galian
Pasir yang diperoleh langsung dari permukaan tanah atau dengan cara menggali terlebih dahulu. Pasir ini biasanya tajam, bersudut, berpori dan bebas dari kandungan garam.
 - b. Pasir sungai
Pasir ini diperoleh langsung dari dasar sungai, yang pada umumnya berbutir halus dan bulat akibat proses gesekan.
 - c. Pasir pantai
Pasir pantai berasal dari sungai yang mengendap dimuara sungai (dipantai) atau hasil gerusan air didasar laut yang terbawa air laut dan mengendap dipantai. Pasir

pantai biasanya berbutir halus dan banyak mengandung garam. Sehingga pasir laut diteliti terlebih dahulu sebelum dipakai.

2.2.5 Agregat Kasar

Agregat kasar adalah kerikil sebagai hasil disintegrasi alami dari batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir antara 5 mm sampai 40 mm. (SNI 03-2847- 2002). Agregat kasar harus terdiri dari butiran-butiran yang keras, permukaan yang kasar, agregat harus memenuhi syarat kebersihan yaitu, tidak mengandung lumpur lebih dari 1 %, dan tidak mengandung zat-zat organik yang dapat merusak beton seperti zat relative alkali.

2.3 Kuat Tarik belah

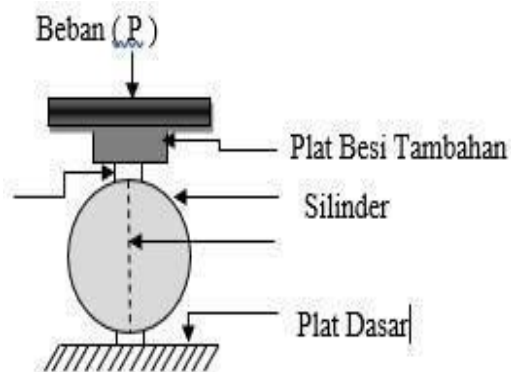
Kuat tarik belah beton adalah salah satu parameter penting kekuatan beton. Nilai kuat tarik belah diperoleh melalui pengujian tekan di laboratorium dengan membebani setiap benda uji silinder secara lateral sampai pada kekuatan maksimumnya. Pengujian dapat dilakukan pada skala tertentu dengan berbagai kondisi, jenis, beban maupun ukuran benda uji. Menurut (SNI 2491:2014) Kekuatan tarik belah pada umumnya lebih besar dari kekuatan tarik langsung dan lebih rendah dari kekuatan lentur. Kekuatan tarik belah digunakan dalam mendesain elemen struktur beton untuk mengevaluasi ketahanan geser beton dan menentukan Panjang penyaluran dari tulangan.

Karena kecilnya nilai kuat tarik beton maka digunakan baja tulangan untuk memperbaiki nilai kuat tarik beton. Tapi masih saja ada terjadi keruntuhan bangunan akibat tidak mampu menahan beban. Kegagalan perencanaan kekuatan beton ini sering terjadi karena tidak baiknya quality control pada pekerjaan beton saat pelaksanaan. Uji kuat tarik dilakukan dengan memberikan tegangan tarik pada beton secara tidak langsung. Spesimen silinder direbahkan dan ditekan sehingga terjadi tegangan tarik pada beton. Uji ini disebut juga Splitting test atau Brazillian test karena metode ini diciptakan di Brazil.

Secara umum perencanaan yang baik mempertimbangkan semua aspek yang mungkin dapat terjadi pada bangunan. Salah satu aspek yang berperan penting dalam perencanaan adalah menentukan karakteristik dan kemampuan material yang akan

dipakai pada struktur. Hal ini membutuhkan pengujian secara mendalam terhadap sifat dari material seperti kekuatan, durabilitas, dan sifat mekanis beton lainnya.

Data kekuatan beton yang diukur di laboratorium adalah kekuatan yang diuji pada skala kecil dan diuji hanya pada beberapa sampel dan satu jenis benda uji saja dan hasil kekuatan beton bukanlah suatu karakteristik mutlak. Kekuatan tarik belah dari benda uji dapat di hitung dengan rumus sebagai berikut (SNI 03- 2491-2002)



Gambar 2. 1 Pengujian kuat tarik belah

$$F_{ct} = \frac{2P}{\pi L.D} \quad (2.1)$$

Dengan pengertian :

F_{ct} = kuat tarik – belah dalam MPa

P = beban uji maksimum (beban belah / hancur) dalam newton (N) yang ditunjukkan mesin uji tekan

L = panjang benda uji dalam mm

D = diameter benda uji dalam mm

π = Phi (22/7)

2.4 Bambu

Beberapa hal yang mempengaruhi sifat fisis pada bambu adalah umur, posisi ketinggian, diameter, tebal daging bambu, posisi beban (pada buku atau ruas), posisi radial dari luar sampai ke bagian dalam dan kadar air bambu. Titik jenuh serat bambu 20-30%. Bagian dalam bambu lebih banyak mengandung lengas (air bebas), daripada bagian luar. Bagian buku-buku (nodes) mengandung +10% lebih sedikit kadar airnya

dari pada bagian ruasnya. Bambu kurang tahan jika dipergunakan sebagai tulang beton karena daya serap airnya bisa mencapai 300%. (Eratodi , 2007)

2.4.1 Bambu Petung

Bambu Betung (*D. asper* (Schult.f) Backer ex Heyne) memiliki nama daerah yaitu pring petung (Jawa) dan awi bitung (Sunda). Jenis bambu ini tumbuh dengan baik di tanah alluvial di daerah tropika yang lembab dan basah, tetapi bambu ini juga tumbuh di daerah yang kering di dataran rendah maupun dataran tinggi. Bambu betung memiliki bentuk rumpun simpodial, tegak dan padat. Rebung berwarna hitam keunguan, tertutup bulu berwarna coklat hingga kehitaman. Tinggi batang mencapai 20 m, lurus dengan ujung melengkung. Pelepah buluh mudah luruh tertutup buluh hitam hingga coklat tua (Sutiyono, Sukardi dan Durahim, 1989).

Bambu betung memiliki buluh yang tebal umumnya dianggap kuat dan awet; pada kadar air 8% kerapatan kayunya antara 0,7-0,8 g/cm³. Pada kadar air 15%, keteguhan patah bambu betung adalah 103 N/mm²; keteguhan tekan sejajar arah serat 31 N/mm²; dan keteguhan gesernya 7,3 N/mm².



Gambar 2. 2 Bambu Petung

2.4.2 Serat Bambu

Penggunaan bambu sebagai material struktur sangat tepat karena bambu cukup ringan dan lentur sehingga bangunan dari struktur bambu mempunyai ketahanan yang tinggi terhadap gempa. Selain ringan dan lentur bambu mempunyai kuat tarik yang cukup besar bahkan untuk beberapa jenis bambu kuat tariknya melebihi kuat tarik baja serta memiliki elastisitas yang cukup tinggi. Serat alami seperti halnya serat alami dari bambu memiliki kerapatan rendah, harga relatif murah dan konsumsi energi rendah, serta dapat menetralkan CO₂ dan memproduksi O₂ tiga kali lebih banyak dari tanaman

lainnya. Hal paling istimewa serat bambu mempunyai daktilitas yang tinggi selain kekuatan yang dapat dipertandingkan dengan material lain seperti baja.

Karakteristik mekanik bambu ini menjadikan bambu mempunyai peluang untuk digunakan sebagai serat pada beton. Selama ini banyak digunakan serat yang terbuat dari serat besi/baja sebagai serat pada campuran beton. Selain serat besi, jenis serat lain juga banyak digunakan adalah serat plastik dan serat yang terbuat dari bahan alami lainnya. Mekanisme kerja serat dalam memperbaiki sifat beton menurut yaitu dengan cara mendekatkan jarak antar serat dalam campuran beton akan membuat beton lebih mampu membatasi ukuran retak dan mencegah berkembangnya retak. Kerja serat akan lebih efektif bila diletakkan berjajar dan seragam, tidak tumpang tindih sehingga dapat meningkatkan perilaku keruntuhan dari beton. (Junnaidy et al., 2017).

Pada penelitian ini serat bambu yang di gunakan berasal dari bambu petung dengan panjang serat berkisar 4-5 cm dan berdiamter 2-3 mm.



Gambar 2. 3 Serat Bambu

2.5 Absorpsi

Pengujian daya serap beton adalah kemampuan bahan dalam proses penyerapan air. Bobot isi adalah perbandingan massa dalam keadaan kering dengan bobot dalam kondisi jenuh air.

$$\text{Absorpsi} = \frac{B-A}{A} \times 100\%$$

Keterangan :

A = Berat benda uji kering (kg)

B = Berat benda uji setelah perendaman (kg)

2.6 Sikament-NN

Sikament-NN memberikan keuntungan sebagai *superplasticizer* kelecakan (*workability*) meningkat tajam, memudahkan pengecoran untuk struktur ramping dengan penulangan yang rapat mengurangi jumlah getaran yang dibutuhkan waktu pengerasan normal tanpa perlambatan (*retardation*). Mengurangi resiko pemisahan (*segregation*) secara signifikan. Peningkatan 40% kuat tekan dalam 28 hari dan kekuatan tinggi selama 12 jam. *Sikament-NN* dapat digunakan dengan dosis 0,30% - 2,30% dari berat semen tergantung pada kelecakan dan kuat tekan yang diperlukan. Untuk penggunaan, *Sikament-NN* dapat ditambahkan ke air adukan sebelum air tersebut dicampurkan dengan agregat atau ditambahkan langsung ke dalam beton yang baru di aduk, dengan efek *plastizing*-nya lebih terlihat (Megasari et al., 2017).

Tabel 2. 2 Karakteristik Sikament-NN (PT. Sika Indonesia, 2011)

Data Teknik	
Bentuk	Modifikasi <i>Naphtale Formaldehyde Sulphonate</i>
Warna	Coklat Tua
Berat Jenis	$\pm 1,18 - 1,20$ kg/ltr
Umur Dan Penyimpanan	Minimal 1 tahun apabila disimpan dalam kemasan asli yang belum dibuka pada tempat yang kering, sejuk dan teduh
Kemasan	Drum 240 kg, <i>Bulk</i> 1000 kg

2.7 Kadar Air Bambu

Kadar air pada bambu merupakan kandungan air yang terdapat di dalam bambu. Kadar air bambu sangat bergantung pada cuaca dan akan relatif tetap pada kondisi kering udara. Kadar air bambu dalam kondisi kering udara adalah maksimum 20%. Uji kadar air bambu dilakukan dengan cara memasukkan benda uji (bambu) ke dalam oven dengan suhu sebesar $\pm 103^{\circ}\text{C}$ (ISO 3130-1975).

Kadar air pada bambu dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$K_a (\%) = \frac{W_b - W_a}{W_a} \times 100 \%$$

Keterangan :

K_a : Kadar air bambu (%)

Wb : Benda uji sebelum di oven (gram)

Wa : Benda uji kering (gram)

2.8 Penelitian terdahulu

Tabel 2.3 Penelitian Terdahulu

No	Nama Peneliti	Judul	Tujuan Penelitian	Hasil Penelitian
1	(Irvan Anggiat 2019)	Pengaruh penambahan serat bambu dengan panjang tertentu terhadap kekuatan beton	Mengetahui kuat tekan dan kuat tarik belah beton yang dicampur dengan penambahan serat bambu dengan variasi berat 0.5% , 1% ,dan 1,5 % dari berat beton	Penambahan serat bambu yang efektif adalah dengan nilai presentasi serat bambu (0,5%) dan ukuran panjang serat 2 cm
2	(Ramadani, 2019)	Analisis pengaruh penambahan serat bambu terhadap kuat tarik belah beton dengan fas 0,4 dan 0,6	Mengetahui hasil tinjauan nilai kuat tarik belah beton dengan bahan tambah serat bambu dengan factor air semen yang sudah direncanakan	Pengujian nilai kuat tarik beton dengan hasil fas 0,4 variasi 0,5 % meningkat sebesar 0,616 mpa sedangkan fas 0,6 mengalami penurunan
3	(Trimurtiningrum, 2018)	Pengaruh penambahan serat bambu terhadap kuat Tarik dan kuat tekan beton	Untuk meningkatkan kuat Tarik dan kuat tekan beton	Semakin banyak persentase serat bambu pada beton maka semakin rendah nilai slump beton Pada campuran beton dengan serat bambu sebesar 1% terjadi kenaikan kuat tekan dan kuat tarik belah beton.

Tabel lanjutan 2.3

No	Nama Peneliti	Judul	Tujuan Penelitian	Hasil Penelitian
4	(Suhardiman, 2011)	Kajian Pengaruh Penambahan Serat Bambu Ori Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Tarik Beton	Serat bambu ori yang digunakan adalah bagian kulitnya dengan dimensi 2 cm x 1 mm x 1 mm. Variasi penambahan serat bambu pada beton sebesar 0 %, 1 %, 1,5 % dan 2 % dari berat semen. Pengujian dilakukan setelah perendaman selama 28 hari.	Hasil pengujian kuat tekan rata-rata beton serat bambu berturut-turut sebagai berikut : 20,67 MPa; 24,36 MPa; 24,067 MPa dan 21,32 MPa. Hasil pengujian kuat tarik beton rata-rata beton serat bambu berturut-turut adalah sebagai berikut : 2,06 Mpa; 2,16 MPa; 2,69 MPa dan 2,46 MPa.

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Metodologi Penelitian

Metode yang digunakan dalam pembuatan beton dengan campuran serat bambu sebagai bahan tambah ini menggunakan metode eksperimen, yaitu metode yang dilakukan dengan mengadakan kegiatan percobaan untuk mendapatkan data.

3.2 Tahapan Penelitian

Dalam penelitian ini akan dilakukan dalam beberapa tahapan, yaitu :

1. Persiapan

Tahap ini berupa persiapan peralatan yang akan digunakan dan pengujian material utama pembuatan benda uji yaitu agregat kasar, agregat halus, semen dan air yang akan dilaksanakan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

2. Pemeriksaan Bahan Penyusun Beton

Pemeriksaan ini dilakukan untuk mengetahui sifat serta karakteristik bahan susun beton apakah telah memenuhi persyaratan yang sudah ditentukan atau belum apabila digunakan dalam pencampuran beton (mix design).

3. Perencanaan Campuran

Perencanaan campuran (mix design) dilakukan mengacu pada SNI 03- 2834-2000. Perencanaan yang dilakukan berdasarkan hasil pemeriksaan dari masing-masing bahan sebelumnya untuk merencanakan pencampuran beton, mulai dari semen, agregat halus, agregat kasar, dan air. Hasil dari mix design ini berupa perbandingan antara bahan-bahan penyusun beton yang selanjutnya akan digunakan sebagai dasar dalam pembuatan benda uji

4. Pembuatan Benda Uji

Pada tahapan ini dilakukan pekerjaan-pekerjaan sebagai berikut:

- a. Pembuatan adonan beton.
- b. Pengujian slump test yang mengacu pada SNI 1972:2008.
- c. Pengecoran beton ke cetakan silinder
- d. Pelepasan benda uji dari cetakan silinder

5. Perawatan benda uji

Perawatan benda uji dilakukan dengan cara merendam balok beton didalam bak selama 28 hari.

6. Pengujian Beton

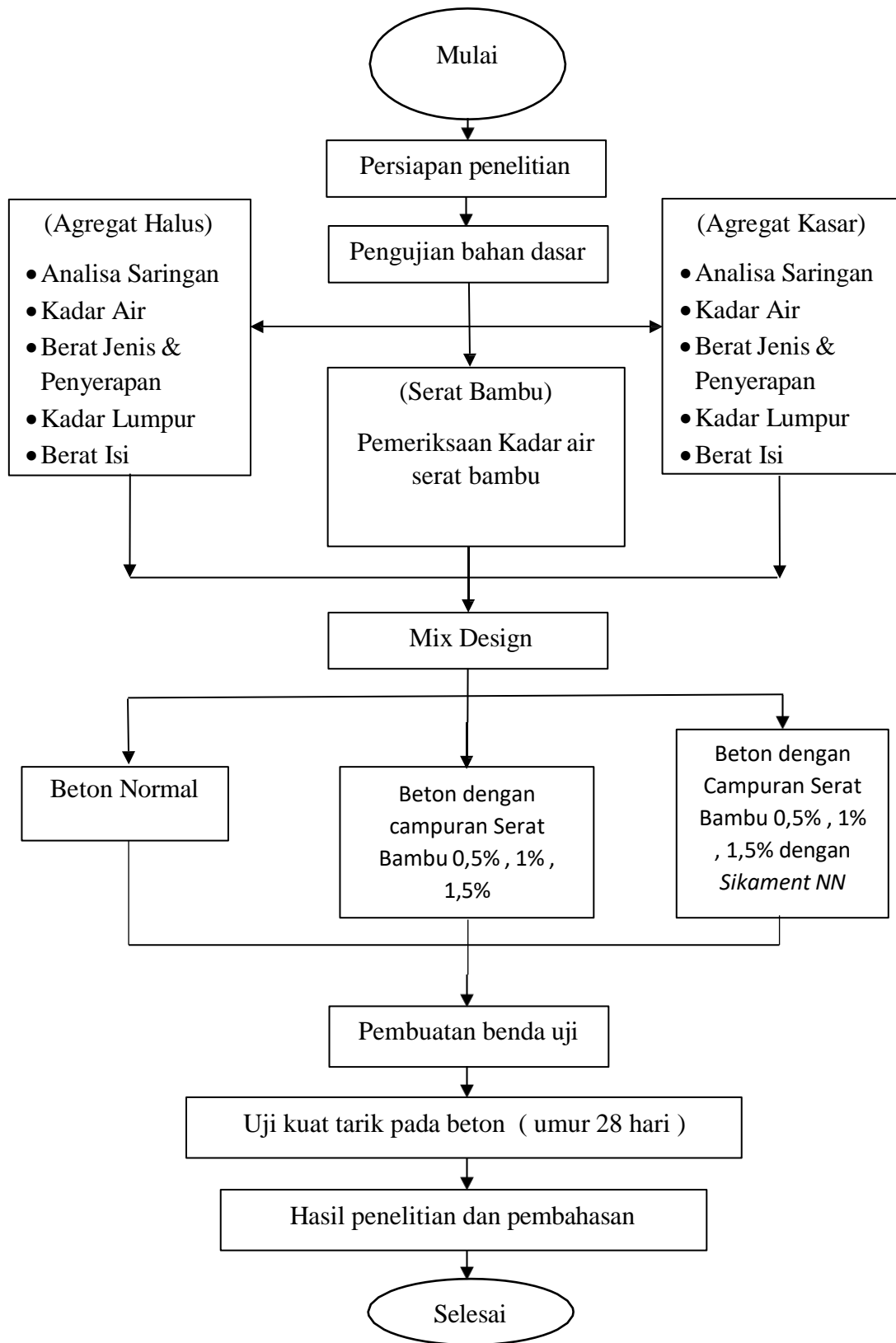
Pada tahapan ini beton yang telah berumur 28 hari selanjutnya dilakukan pengujian kuat tariknya.

7. Analisis Data dan Pembahasan

Hasil dari pengujian kuat tarik beton yang telah didapat selanjutnya dilakukan pengolahan data dengan bantuan program Microsoft Excel, kemudian dilakukan pembahasan terkait hasil pengujian yang diperoleh

8. Penarikan Kesimpulan

Tahapan ini merupakan tahapan terakhir dari penelitian ini. Dalam tahapan ini data yang sudah dianalisis dibuat suatu kesimpulan penelitian yang berhubungan dengan tujuan penelitian, selain itu di buat juga saran-saran untuk penelitian selanjutnya.



Gambar 3. 1 Bagan Alir

3.3 Lokasi Dan Waktu Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dari mulai pembuatan sample beton, perendaman, uji absorpsi dan uji kuat tarik beton. Waktu penelitian direncanakan kurang lebih selama 3 bulan lamanya.

3.4 Sumber Data Dan Teknik Pengambilan Data

3.4.1 Data Primer

Data yang diperoleh dari hasil penelitian di Laboratorium, yaitu :

1. Analisa Saringan Agregat (SNI 03-1968, 1990).
2. Berat jenis dan penyerapan agregat kasar (SNI 1969, 2008).
3. Berat jenis dan penyerapan agregat halus (SNI 1970, 2008).
4. Pemeriksaan berat isi agregat (SNI 03-4804, 1998).
5. Pemeriksaan kadar air agregat (SNI 1971, 2011).
6. Pemeriksaan kadar lumpur (SNI 03-4141, 1996).
7. Perencanaan campuran beton (*Mix Design*) (SNI 03-2834-2000).
8. Pembuatan dan perawatan benda uji beton (SNI 2493:2011).
9. Uji Absorpsi (SNI 03-6433-2000).
10. Uji kuat tarik belah beton (SNI 03-2491- 2002).
11. Uji modulus elastisitas beton (ASTM C-469 02).

3.4.2 Data Sekunder

Data yang diperoleh dari beberapa buku dan jurnal yang berhubungan dengan teknik beton, referensi pembuatan beton seperti buku SNI dan ASTM (*American Society for Testing And Materials*). Konsultasi dengan dosen pembimbing secara langsung serta tim pengawas laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara sebagai penunjang guna untuk memperkuat suatu penelitian yang akan dilaksanakan.

3.5 Alat dan Bahan

3.5.1 Alat

Tabel 3. 1 Peralatan pembuatan benda uji

No.	Nama Alat	Kegunaan
1	<i>Compressing Test Machine (CTM)</i>	Untuk menguji kuat tarik belah beton
2	Modulus Elastisitas Mesin	Untuk menguji modulus elastisitas beton
3	Cetakan Silinder	Untuk mencetak benda uji beton
4	Saringan Agregat Kasar	Memisahkan agregat kasar sesuai dengan ukuran
5	Saringan Agregat Halus	Memisahkan agregat halus sesuai dengan ukuran
6	<i>Oven</i>	Berfungsi sebagai alat untuk mengeringkan agregat kasar dan halus
7	Kerucut Abrams	Alat uji slump test
8	Mixer Beton	Alat untuk Membuat campuran beton
9	Timbangan	Alat untuk menimbang berat benda uji
10	Tongkat penumbuk	Alat untuk memadatkan benda uji
11	Triplek Ukuran 1 x 2 m	Alas untuk menguji slump test
12	Bak Rendam	Untuk merendam benda uji
13	Pan	Wadah pada saat penyaringan agregat
14	Ember	Alat tambahan untuk kebutuhan lain
15	Plastik	Sebagai wadah agregat yang telah di saring
16	Sendok semen	Alat untuk meratakan campuran beton pada saat diletakkan pada cetakan
17	Skrap	Alat untuk meratakan campuran beton

Tabel lanjutan 3.1

18	Sekop tangan	Alat pengaduk dan memasukkan agregat kedalam cetakan
19	Masker	Untuk melindungi pernapasan dari debu dan semen
20	Sarung tangan	Untuk melindungi tangan
21	Penggaris	Mengukur slump flow
22	Pisau / Parang	Alat pemotong serat pada bambu

3.5.2 Bahan

Pada penelitian ini digunakan bahan dan material untuk pembuatan benda uji sebagai berikut:

1. Semen Portland

Semen portland yang digunakan pada penelitian ini merupakan semen portland tipe I. Pengamatan yang dilakukan terhadap semen berupa kondisi fisik keutuhan kemasan semen dan kehalusan butiran semen atau butiran berwarna abu, halus, dan tidak terdapat yang menggumpal.



Gambar 3. 2 Semen Portland

2. Agregat Halus

Agregat halus yang digunakan pada penelitian ini merupakan agregat yang lolos saringan nomor 4, Agregat yang akan digunakan berasal dari Binjai, Sumatera Utara.



Gambar 3. 3 Agregat Halus

3. Agregat Kasar

Agregat kasar yang akan digunakan pada penelitian ini merupakan agregat yang lolos pada saringan no. 1,5. Agregat yang akan digunakan berasal yang sama seperti agregat halus yaitu dari daerah Binjai, Sumatera Utara.



Gambar 3. 4 Agregat Kasar

4. Air

Pada pembuatan benda uji digunakan air dari Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Air yang digunakan pada penelitian ini untuk membantu reaksi semen menjadi pasta semen, sehingga dapat mengikat agregat dan perawatan beton setelah di cor.



Gambar 3. 5 Air

5. Bambu

Bahan tambah sebagai pengganti agregat kasar yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah bambu. Penelitian ini hanya akan mengambil serat bambunya saja, dan jenis bambu yang digunakan adalah jenis bambu petung yang didapatkan di daerah kota medan.



Gambar 3. 6 Serat Bambu

3.6 Desain Benda Uji

Penelitian menggunakan benda uji berbentuk silinder dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm, dengan menggunakan sample 21 (Dua Puluh Satu) buah beton dengan 7 (tujuh) jenis variasi yang masing-masing variasi berjumlah 3 sample untuk beton dengan campuran serat bambu 0.5% , 1% , 1.5% , beton dengan campuran serat bambu dengan penambahan *sikamentNN* 0.5% , 1% , 1.5% dan 3 sample untuk beton normal.

3.7 Langkah-Langkah Pemeriksaan Agregat

3.7.1 Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

Berat jenis dapat dinyatakan dengan berat jenis kering, Berat jenis curah kering pada kondisi jenuh kering permukaan atau berat jenis semu. Berat jenis curah dan penyerapan air berdasarkan pada kondisi setelah 24±4 jam direndam di air.

Prosedur pengujian :

1. Awalnya benda uji dibersihkan dengan cara dicuci untuk menghilangkan lumpur atau bahan lainnya yang melekat di permukaannya.
2. Keringkan benda uji dalam oven pada suhu berkisar 105 °C sampai berat tetap.
3. Kemudian keluarkan benda uji dari oven, lalu benda uji didinginkan pada suhu kamar selama 1 – 3 jam lamanya.
4. Benda uji ditimbang dengan ketelitian 0,5 gr. Selanjutnya rendam benda uji kedalam air pada suhu kamar selama 24 ± 4 jam.
5. Setelah benda uji direndam, keluarkan benda uji dari air lalu dilap dengan kain penyerap sampai selaput air pada permukaan hilang (jenuh permukaan kering/SSD). Untuk butir yang besar pengeringannya harus satu persatu.
6. Timbang benda uji dalam keadaan jenuh (BJ ssd).
7. Benda uji kemudian diletakkan kedalam keranjang, kemudian benda uji diguncangkan untuk mengeluarkan udara yang tersekap dan tentukan beratnya didalam air (Ba). Suhu air diukur terlebih dahulu untuk penyesuaian perhitungan kepada suhu standar 25°C.

3.7.2 Analisa Gradasi Agregat

Analisa gradasi agregat dimaksudkan sebagai pedoman dalam pemeriksaan untuk menentukan pembagian pada butir (gradasi) agregat halus dan agregat kasar dengan menggunakan saringan.

Prosedur pengujian :

1. Benda uji dikeringkan kedalam oven dengan suhu (110 ± 5) °C, Sampai berat tetap.
2. Kemudian timbang benda uji sesuai dengan berat yang disyaratkan, lalu susun saringan dengan menempatkan saringan paling besar dibagian atas. Lalu pan diletakkan pada bagian bawah. Kemudian agregat dimasukkan dari bagian atas, bagian atas saringan ditutup dengan penutup saringan. Pengayakan dilakukan

dengan menggunakan mesin pengayak selama 15 menit agar hasil dari ayakan terpisah merata.

3. Kemudian berat agregat yang terdapat pada masing-masing saringan ditimbang.

3.7.3 Kadar Air Agregat

Cara uji kadar air total agregat dengan pengeringan ini mencakup dalam penentuan persentase air yang dapat menguap dari dalam agregat dengan cara pengeringan.

Prosedur percobaan :

1. Timbang berat talam kosong kemudian catat (W1)
2. Kemudian benda uji dimasukkan kedalam talam lalu ditimbang kemudian dicatat beratnya (W2).
3. Hitunglah berat benda ujinya ($W3 = W2 - W1$).
4. Setelahnya benda uji dikeringkan beserta talam didalam oven dengan suhu (110 ± 5) °C, Sampai berat tetap.
5. Setelah kering, ditimbang kemudian dicatat benda uji beserta talam (W4).
6. Hitunglah berat benda uji kering ($W5 = W4 - W1$).

3.7.4 Kadar Lumpur Agregat

Pengujian gumpalan lempung dan butiran mudah pecah dalam agregat dimaksudkan sebagai acuan dan pegangan dalam pelaksanaan pengujian untuk menentukan gumpalan lempung dan butirannya mudah pecah didalam agregat.

Prosedur pengujian :

1. Benda yang akan diuji dimasukkan dengan berat 500 gr, kemudian di timbang (W1).
2. Lalu benda uji dimasukkan kedalam wadah, dan diberi air dan di cuci secukupnya saja, sehingga benda uji terendam dengan baik.
3. Wadah diguncang hingga kotoran pada benda uji hilang dan diulangi kembali pekerjaan diatas sampai air cucian menjadi bersih.
4. Kemudian semua bahan dikembalikan kedalam wadah, lalu seluruh bahan tersebut dimasukkan kedalam talam yang telah diketahui beratnya (W2).
5. Lalu benda uji dikeringkan kedalam oven sampai berat tetap.
6. Setelah kering ditimbang dan dicatat beratnya (W3).

7. Kemudian dihitung berat bahan keringnya ($W4 = W3 - W2$).

3.7.5 Berat Isi Agregat

Penentuan berat isi dari campuran beton dan beberapa formula untuk menghitung volume produksi campuran, kadar semen, dan kadar udara dalam beton.

Prosedur percobaan :

1. Berat isi lepas
 - a. Langkah pertamanya adalah silinder ditimbang kosong dan dicatat beratnya ($W1$).
 - b. Kemudian benda uji dimasukkan dengan hati-hati agar tidak terjadinya pemisahan butiran dari ketinggian maksimal 5 cm diatas silinder dengan menggunakan sekop sampai penuh.
 - c. Lalu benda uji diratakan permukaannya dengan menggunakan mistar perata.
 - d. Kemudian silinder serta isinya ditimbang lalu dicatat ($W2$).
 - e. Dan selanjutnya dihitung berat benda uji ($W3 = W2 - W1$).

3.8 Penetapan Benda Uji Beton

Dalam penelitian ini dibutuhkan beberapa sampel benda uji berdasarkan variabel-variabel yang ditetapkan. Adapun jumlah sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

Tabel 3. 2 Sampel benda uji rencana

No	Kode	Serat Bambu terhadap berat aggregate kasar	Penambahan sikamen NN	Keterangan
1	BTN	0 %	0 ml	Perendaman selama 28 hari
3	BSB 1	0,5 %	0 ml	
4	BSB 2	1 %	0 ml	
5	BSB 3	1,5 %	0 ml	
6	BSB 4	0,5 %	64 ml	
8	BSB 5	1 %	64 ml	
9	BSB 6	1,5%	64 ml	

Keterangan :

BTN = Beton Normal

BSB = Beton Serat Bambu

3.8.1 Perhitungan Campuran Beton (*Mix Design*)

Perencanaan campuran beton (*mix design*) dalam penelitian ini menggunakan pedoman (SNI 03-2834-2000) dan berdasarkan kebutuhan pembuatan benda uji ditambah 10% dengan kemungkinan tercecernya bahan adukan beton selama proses pembuatan benda uji. Adapun langkah-langkah perhitungan tersebut adalah sebagai berikut :

1. Menentukan kuat tekan beton yang direncanakan ($f'c$) pada umur tertentu.
2. Menghitung deviasi standar.

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=0}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (3.1)$$

Keterangan :

S = standar deviasi

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

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

$$x = \frac{\sum_{i=0}^n x_i}{n} \quad (3.2)$$

Dengan :

n adalah jumlah nilai hasil uji, yang harus diambil minimal 30 buah (satu hasil uji adalah nilai uji rata-rata dari 2 buah benda uji), apabila suatu produksi beton tidak mempunyai dua hasil yang memenuhi deviasi standar, tetapi hanya sebanyak 15 samapi 29 hasil uji yang berurutan, maka nilai deviasi standar adalah perkalian deviasi standar yang dihitung dari data hasil uji tersebut dengan faktor pengali berdasarkan tabel 3.3 berikut :

Tabel 3. 3 Faktor pengali untuk deviasi standar (SNI 03-2834, 2000)

Jumlah Pengujian	Faktor Pengali Deviasi Standar
< 15	$f'c + 12$ Mpa
15	1,16
20	1,08
25	1,03
≥ 30	1,00

1. Menentukan nilai tambah margin berdasarkan Tabel 3.4 berikut.

Tabel 3. 4 Nilai tambah margin (SNI 03-2834, 2000)

Tingkat Mutu Pekerjaan	M (MPa)
Memuaskan	2,8
Hampir memuaskan	3,5
Sangat baik	4,2
Baik	5,7
Sedang	6,5
Kurang	7,0

2. Menghitung kuat tekan beton rata rata f_{cr} berdasarkan Pers. 3.4 berikut.

$$f_{cr} = f'c + S + M \quad (3.3)$$

Keterangan:

f_{cr} = kuat tekan rata-rata perlu (Mpa)

$f'c$ = kuat tekan yang direncanakan (Mpa)

S = standar deviasi

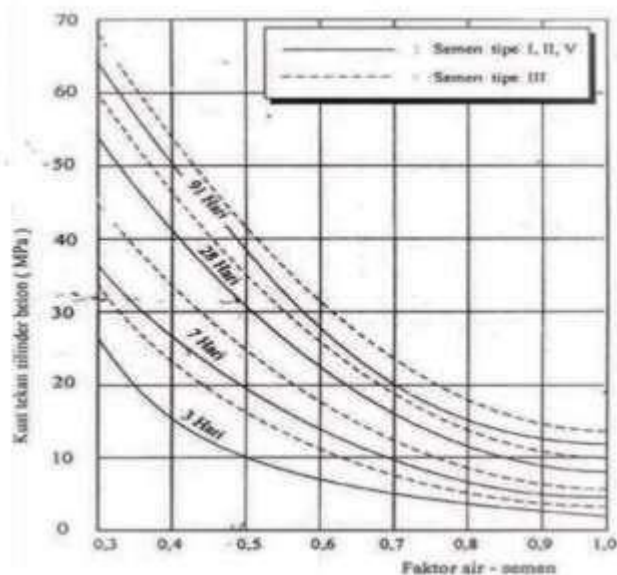
M = nilai tambah margin

3. Menentukan jenis/tipe semen yang digunakan.
4. Penetapan jenis agregat.

5. Penetapan nilai faktor air semen bebas dengan menghubungkan kuat tekan dan faktor air semen yang diperoleh dari penelitian lapangan sesuai dengan bahan dan kondisi pekerjaan yang diusulkan. Bila tidak tersedia data hasil penelitian sebagai pedoman dapat menggunakan acuan pada Tabel 3.5 grafik serta pada gambar 3.7.

Tabel 3. 5 Nilai tambah margin (SNI 03-2834, 2000)

Jenis semen	Jenis agregat Kasar	Kekuatan tekan (Mpa)				Bentuk
		Pada umur (hari)				
		3	7	28	29	Bentuk uji
Semen portland Tipe I	Batu tak dipecahkan	17	23	33	40	Silinder
	Batu pecah	19	27	37	45	
Semen tahan sulfat Tipe II, V	Batu tak dipecahkan	20	28	40	48	Kubus
	Batu pecah	25	32	45	54	
Semen portland Tipe III	Batu tak dipecahkan	21	28	38	44	Silinder
	Batu pecah	25	33	44	48	
	Batu tak dipecahkan	25	31	46	53	Kubus
	Batu pecah	30	40	53	60	



Gambar 3. 7 Grafik hubungan antara kuat tekan dan Faktor air semen (SNI 03-2834, 2000)

6. Menentukan faktor air semen maksimum atau dapat ditetapkan sebelumnya atau tidak. Jika nilai faktor air semen digunakan apabila nilai yang diperoleh dari butir 7 di atas lebih besar dari batas maksimum.
7. Menetapkan nilai slump.
8. Menentukan ukuran besar butir agregat maksimum jika tidak ditetapkan. Menentukan nilai kadar air bebas berdasarkan Tabel 3.6 berikut.

Tabel 3. 6 Perkiraan kadar air bebas (SNI 03-2834, 2000)

Slump (mm)		0-10	10-30	30-60	60-180
Ukuran besar butir agregat maksimum	Jenis agregat	---	---	---	---
10	Batu tak dipecahkan	150	180	205	225
	Batu pecah	180	205	230	250
20	Batu tak dipecahkan	135	160	180	195
	Batu pecah	170	190	210	225
40	Batu tak dipecahkan	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205

9. Menghitung jumlah semen minimum adalah kadar air bebas dibagi faktor air semen berdasarkan Pers. 3.4 berikut.

$$W_{\text{semen}} = \frac{W_{\text{air}}}{fas} \quad (3.4)$$

Keterangan:

W_{semen} = jumlah semen (kg/m^3)

W_{air} = kadar air bebas

fas = faktor air semen bebas

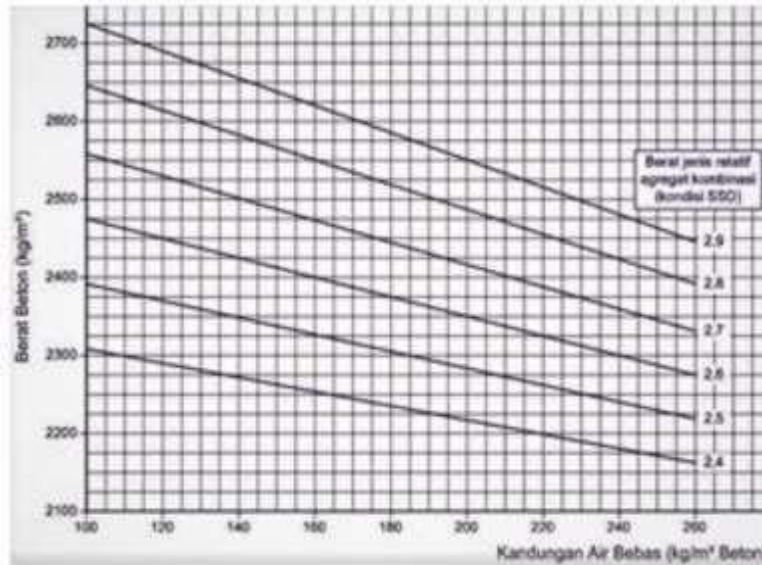
10. Jumlah semen maksimum jika tidak ditetapkan, dapat diabaikan.
11. Menentukan jumlah semen minimum berdasarkan tabel 3.7.

Tabel 3. 7 Persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen maksimum

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	0,62
b. Keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	325	0,52
Beton di luar ruang bangunan:		
a. Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	325	0,60
b. Tidak terlindung dari terik matahari langsung	275	0,60
Beton masuk ke dalam tanah:		
a. Mengalami keadaan basah dan kering bergantiganti.		
b. Mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah.		
Beton yang kontinyu berhubungan:	325	0,55
a. Air tawar		
b. Air Laut		

12. 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 faktor air semen harus diperhitungkan kembali.

13. Menghitung berat jenis relatif agregat dari data hasil uji laboratorium.
14. Perkiraan berat isi beton berdasarkan Gambar 3.8 berikut.



Gambar 3. 8 Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat isi beton (SNI 03-2834, 2000)

15. Menghitung kadar agregat gabungan berdasarkan berat jenis beton yang dikurangi jumlah kadar semen dan kadar air bebas.
16. Menghitung kadar agregat halus yang besarnya adalah hasil kali persen pasir.
17. Menghitung kadar agregat kasar yang besarnya adalah kadar agregat gabungan yang dikurangi kadar agregat halus.
18. Proporsi campuran, kondisi agregat dalam keadaan jenuh kering permukaan.
19. Mengkoreksi proporsi campuran berdasarkan volume benda uji.

3.8.2 Pembuatan Benda Uji

Setelah mendapatkan komposisi yang direncanakan untuk kuat tekan tertentu, maka proses selanjutnya adalah pencampuran dan pengadukan di lapangan. Secara umum pengadukan dilakukan sampai didapatkan suatu sifat yang plastis dalam sebuah campuran beton segar.

3.8.3 Pengujian Slump

Slump merupakan parameter yang digunakan untuk mengetahui tingkat

kelecekan suatu adukan beton. Tingkat kelecekan itu berkaitan erat dengan tingkat kemudahan pekerjaan (*workability*). Semakin besar nilai slump berarti semakin cair adukan betonnya sehingga adukan beton semakin mudah dalam melakukan pengerjaannya. Pengujian slump dilakukan berdasarkan standar yang telah ditetapkan oleh (SNI 03-1972, 2008). Sebagai pedoman awal penetapan nilai slump dapat mengacu kepada Peraturan Beton Indonesia (PBI, 1971) dalam penetapan nilai slump adukan beton melalui Tabel 3.8 berikut.

Tabel 3. 8 Nilai Slump untuk berbagai macam pekerjaan (PBI, 1971)

Uraian	Slump (cm)	
	Maksimum	Minimum
Dinding, pelat fondasi dan fondasi telapak Bertulang	12,5	5,0
Fondasi telapak tidak bertulang, kaison dan konstruksi di bawah tanah	9,0	2,5
Pelat, balok, kolom dan dinding	15,0	7,5
Pengerasan jalan	7,5	5,0
Pembetonan masal	7,5	2,5

3.8.4 Perawatan Benda Uji

Perawatan beton dilakukan setelah beton dikeluarkan dari cetakan, yang dilakukan dengan cara merendam benda uji ke dalam air sampai mencapai 28 hari. Setelah dilakukan perawatan berupa perendaman benda uji selama 28 hari maka sampel siap untuk diuji.

3.8.5 Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

Kuat tarik adalah ukuran kuat beton yang diakibatkan oleh suatu gaya yang cenderung untuk memisahkan sebagian beton akibat tarikan. Kuat tarik beton berkisar seper-delapan belas kuat desak pada waktu umurnya masih muda, dan berkisar seperduapuluh sesudahnya. Pengujian Kuat Tekan dilakukan berdasarkan standar yang telah ditetapkan oleh (SNI 03-2491, 2002). Sebelum dilakukan pengujian, benda uji terlebih dahulu ditimbang dan diberikan *capping* pada kedua

bagian permukaannya agar dapat diletakkan berdiri secara tegak pada alat pengujian kemudian beban tekan diberikan merata arah tegak dari atas pada seluruh panjang silinder. Jumlah sampel pengujian direncanakan sebanyak 5 buah.

Kuat tarik beton biasanya 8%-15% dari kuat tekan beton. Pengujian kuat tarik menurut SNI 03-2491-2002 “Metode Pengujian Kuat Tarik Belah Pada Benda Uji Silinder”. Pengujian kuat tarik belah beton menggunakan benda uji berbentuk silinder beton dengan diameter 150 mm dan panjang 300 mm, diletakkan arah memanjang atau horizontal diatas alat pengujian. Kemudian diberi beban tekan secara merata searah tegak lurus dari atas ke seluruh panjang silinder.

Maka untuk mendapatkan nilai kuat tarik masing-masing benda uji menggunakan rumus seperti di bawah ini:

$$f't = \frac{2P}{\pi DL} \quad (3.5)$$

Dimana :

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

P = beban maksimum (N)

L = tinggi silinder beton (mm)

D = diameter silinder beton (mm)

Langkah-langkah cara pengujian kuat tarik:

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

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil dan Analisa Pemeriksaan Agregat

Pada bab ini akan diuraikan mengenai hasil dari penelitian yang telah dilaksanakan di Laboratorium beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Data yang diperoleh meliputi data material berupa Analisa saringan, kadar air, berat jenis dan penyerapan, kadar lumpur dan berat isi.

4.1.1 Pemeriksaan Agregat Halus

Pada penelitian ini digunakan agregat halus berupa pasir alam yang diperoleh dari kota binjai. Pemeriksaan fisik dilakukan untuk mengetahui karakteristik agregat halus yang akan digunakan sebagai bahan penyusun beton. Agar mendapatkan kualitas yang baik maka perlu dilakukan pemeriksaan agregat halus yang meliputi pengujian Analisa saringan, kadar air, berat jenis dan penyerapan air, kadar lumpur dan berat isi.

4.1.1.1 Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Halus

Hasil dari pengujian analisa saringan agregat halus dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut.

Tabel 4. 1 Hasil pengujian analisa saringan agregat halus

Ukuran Saringan		Berat Tertahan	Persentase Tertahan	Persentase Kumulatif	
SNI	ASTM	(gram)	(%)	Tertahan (%)	Lolos (%)
9,6	3/8"	0	0	0	100
4,8	No.4	99	4,95	4,95	95,05
2,4	No.8	205	10,25	15,20	84,80
1,2	No.16	387	19,35	34,55	65,45
0,6	No.30	301	15,05	49,60	50,40
0,3	No.50	561	28,05	77,65	22,35

Tabel lanjutan 4.1

0,15	No.100	330	16,50	94,15	5,85
Pan		117	5,85		0
Total		2000	100	276,10	

Berdasarkan Tabel 4.1, maka nilai modulus halus butir (MHB) / modulus kehalusan dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{Modulus Kehalusan (fines modulus)} = \frac{276,1}{100} = 2,76$$

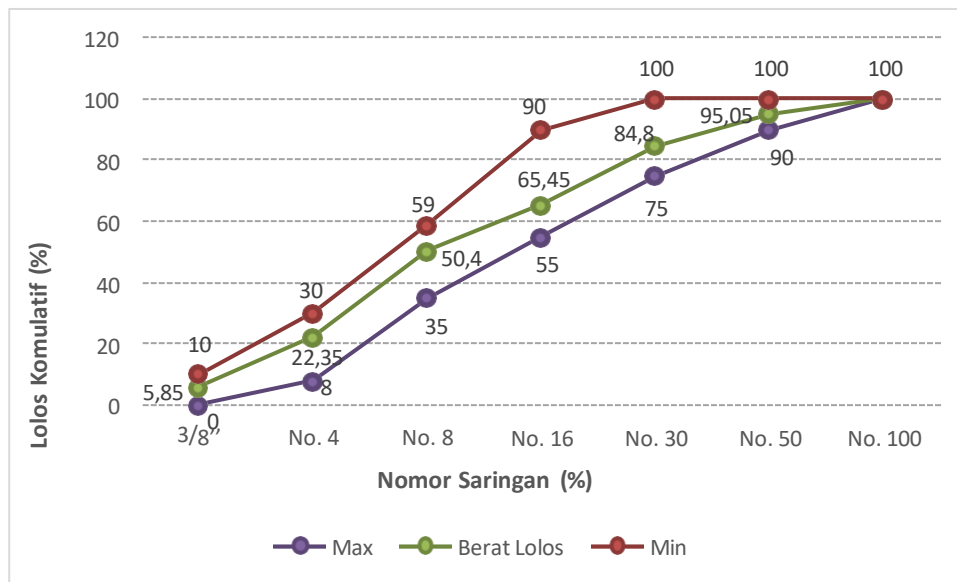
Sesuai dengan syarat SNI 03-1750-1990 modulus halus butir yaitu berkisar antara 1,5 - 3,8. Oleh sebab itu pasir yang digunakan cukup baik dan telah memenuhi persyaratan yang ditetapkan oleh SNI. Hasil pengujian ini digunakan untuk menentukan daerah gradasi pada agregat halus. Penentuan daerah gradasi agregat halus ditetapkan berdasarkan persentase berat butir agregat lolos ayakan yang dapat dilihat pada Tabel 4.2 di bawah ini.

Tabel 4. 2 Daerah gradasi agregat halus (SNI 03-2834,2000)

Nomor Saringan (No)	Lubang Saringan (mm)	% Lolos Saringan			
		Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV
3/8"	9,6	100 – 100	100 – 100	100 – 100	100 – 100
4	4,8	90 – 100	90 – 100	90 – 100	95 – 100
8	2,4	60 – 95	75 – 100	85 – 100	95 – 100
16	1,2	30 – 70	55 – 90	75 – 100	90 – 100
30	0,6	15 – 34	35 – 59	60 – 79	80 – 100
50	0,3	5 – 20	8 – 30	12 – 40	15 – 50
100	0,15	0 – 10	0 – 10	0 – 10	0 – 15

Berdasarkan tabel gradasi tersebut, gradasi yang dihasilkan dari pengujian analisa saringan untuk agregat halus berada dalam batas yang disyaratkan pada Daerah II dengan jenis gradasi pasir sedang.

Grafik hubungan antara persentase lolos kumulatif dengan lubang ayakan yang dapat dilihat pada Gambar 4.1 berikut



Gambar 4. 1 Gambar gradasi agregat halus daerah 2

4.1.1.2 Pengujian Kadar Air Agregat Halus

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

Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 4.3. Sehingga diketahui kadar air agregat halus yang diperiksa.

Tabel 4. 3 Hasil pengujian kadar air agregat halus

Uraian	Satuan	Sampel 1	Sampel 2
Berat contoh SSD dan berat wadah	gr	6991	7436
Berat contoh SSD	gr	6480	6928
Berat contoh kering oven & berat wadah	gr	6722	7012
Berat wadah	gr	511	508

Tabel lanjutan 4.3

Berat air	gr	269	424
Berat contoh kering	gr	6211	6504
Kadar air	%	4,33	6,52
Rata-rata	%	5,43	

Berdasarkan Tabel 4.3 menjelaskan hasil pemeriksaan kadar air pada agregat halus, didapat rata-rata kadar air sebesar 5,43%. Percobaan ini dilakukan dengan memakai 2 sampel, pada sampel pertama kadar air yang didapat sebesar 4,33%, dan pada sampel kedua didapat kadar air sebesar 6,52%.

4.1.1.3 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus

Hasil dari pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus dapat dilihat pada Tabel 4.4 berikut.

Tabel 4. 4 Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus

Uraian	Hasil Pengamatan		
	Sampel 1	Sampel 2	Rata –rata
berat pasir kondisi jenuh kering muka (SSD), (B)	500	500	500
berat pasir kering mutlak, (E)	486	464	475
berap piknometer berisi pasir dan air, (C)	948	943	945,5
berat piknometer berisi air, (D)	673	665	669
berat jenis curah = $(E / (B + D - C))$	2,16	2,09	2,13
berat jenis kering muka = $(B / (B + D - C))$	2,22	2,25	2,24
berat jenis semu = $(E / (E + D - C))$	2,30	2,49	2,40
Penyerapan air, $[(B - E) / E] \times 100\%$	2,88	7,76	5,32

Hasil dari pengujian yang dilakukan menunjukkan agregat halus memiliki nilai berat jenis curah sebesar 2,13, berat jenis jenuh kering muka (SSD) sebesar 500, berat jenis semu sebesar 2,40, Berdasarkan SK.SNI.T-15-1990:1 angka berat jenis kering muka normal berada di antara 2,2 - 2,7. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan diperoleh berat jenis kering muka sebesar 2,24. Berdasarkan Tabel 4.4 dapat dilihat bahwa penyerapan air rata-rata yang terjadi pada agregat halus adalah sebesar 5,32%.

4.1.1.4 Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus

Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 4.5. Sehingga diketahui kadar lumpur agregat halus yang diperiksa.

Tabel 4. 5 Hasil pengujian kandungan lumpur pada agregat halus

Uraian	Hasil Pengamatan	
	Sampel 1	Sampel 2
Wadah (W1), gr	511	507
Berat Pasir kering mutlak (W2), gr	500	500
Berat Pasir setelah dicuci dan dioven lagi (W3), gr	995	992
berat lumpur (W4), gr	16	15
Kadar lumpur %	3,31	3,09
Kadar lumpur rata-rata %	3,20	

Dari percobaan ini didapat persentase kadar lumpur untuk sampel yang pertama sebesar 3,31%, dan sampel kedua sebesar 3,09%. Maka, untuk mengambil nilai kadar lumpur diambil dari rata-rata pengujian yakni sebesar 3,20%. Jumlah persentase tersebut telah memenuhi persyaratan berdasarkan Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia 1982 (PUBI, 1982), yaitu $< 5\%$.

4.1.1.5 Pengujian Berat Isi Agregat Halus

Berat isi berhubungan dengan kepadatan porositas, kondisi berat isi sangat mempengaruhi infiltrasi, dan konsistensi. Pengujian berat isi dilakukan dengan tiga cara, yaitu cara lepas, cara tusuk, dan cara penggoyangan. Data hasil pengujian berat isi agregat halus ditunjukkan pada Tabel 4.6 berikut.

Tabel 4. 6 Hasil pengujian berat isi agregat halus

Uraian	Cara lepas	Cara tusuk	Cara penggoyangan	Rata-rata	Satuan
Berat contoh	25050	25430	25150	25210	gr
Berat wadah	6400	6400	6400	6400	gr
Berat contoh & wadah	31450	31830	31550	31610	gr
Volume wadah	15458,9	15458,9	15458,9	15458,9	cm ³
Berat isi	1,62	1,64	1,63	1,63	gr/cm ³

Didapat berat isi rata-rata dari hasil pengujian diatas sebesar 1,63 gr/cm³, nilai ini masih dalam batas yang diizinkan berdasarkan SII No.52 – 1980 yaitu minimal 1,2 gr/cm³.

4.1.2 Pemeriksaan Agregat Kasar

Pada peneltian ini digunakan agregat kasar berupa batu pecah yang diperoleh dari kota Binjai, secara umum batu pecah ini menunjukkan bahwa mempunyai bentuk ukuran yang bervariasi debgab ukuran maksimal 40 mm. Pada agregat kasar dilakukan pemeriksaan bahan yang meliputi pengujian Analisa saringan, pengujian kadar air, berat jenis dan penyerapan,, pengujian kadar lumpur dan pengujian berat isi.

4.1.2.1 Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Kasar

Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 4.7. Sehingga diketahui analisa saringan agregat kasar yang diperiksa.

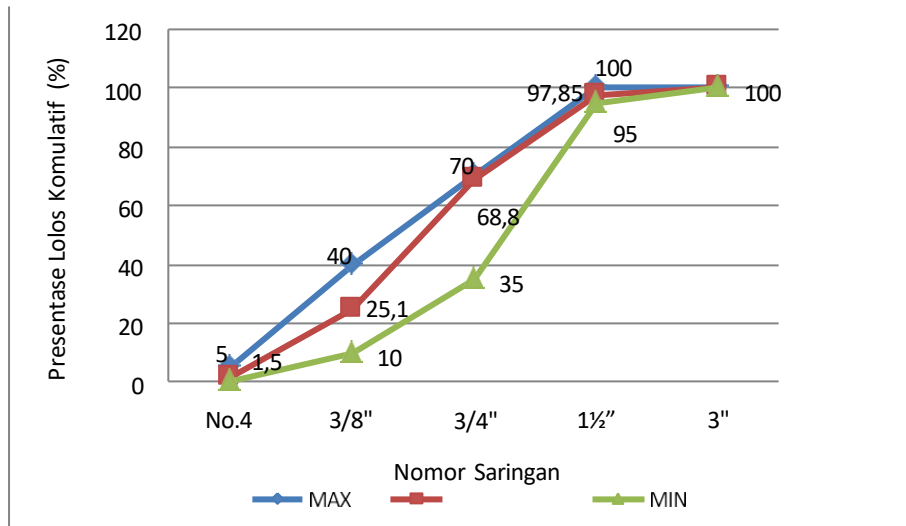
Tabel 4. 7 Hasil pengujian analisa saringan agregat kasar.

Ukuran Saringan		Berat Tertahan	Persentase Tertahan	Persentase Kumulatif	
SNI	ASTM	(gram)	(%)	Tertahan (%)	Lolos (%)
76 mm	3"	0	0	0	100
38 mm	1½"	43	2,15	2,15	97,85
19 mm	¾"	561	28,05	30,20	69,80
9,6 mm	3/8"	894	44,70	74,90	25,10
4,8 mm	No.4	472	23,60	98,50	1,50
Pan		30	1,50		0
Total		2000	100	698,25	

Berdasarkan data dari Tabel 4.7, maka dapat dihitung nilai modulus halus butir (MHB) / modulus kehalusan:

$$\text{Modulus Kehalusan (} \textit{fineness modulus} \text{)} = \frac{698,25}{100} = 6,98$$

Hasil pengujian analisa saringan digunakan untuk menentukan daerah gradasi pada agregat kasar. Gradasi yang dihasilkan dari pengujian analisa saringan agregat kasar berada dalam batas yang disyaratkan yaitu pada daerah gradasi dengan jenis besar butir maksimum 40 mm. Berikut merupakan grafik hubungan antara persentase lolos kumulatif dengan lubang ayakan yang dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4. 2 Grafik gradasi agregat kasar (Maks 40 mm)

4.1.2.2 Pengujian Kadar Air Agregat Kasar

Berikut merupakan data hasil pengujian kadar air yang terdapat pada agregat kasar ditunjukkan pada Tabel 4.8.

Tabel 4. 8 Hasil pengujian kadar air agregat kasar

Uraian	Satuan	Sampel 1	Sampel 2
Berat contoh SSD dan berat wadah	gr	6684	6597
Berat contoh SSD	gr	6191	6029
Berat contoh kering oven & berat wadah	gr	6588	6541
Berat wadah	gr	493	568
Berat air	gr	96	56
Berat contoh kering	gr	6095	5973
Kadar air	%	1,58	0,94
Rata-rata	%	1,26	

Dari pengujian kadar air agregat halus pada percobaan ini dengan memakai 2 sampel dimana nilai kadar air pada sampel 1 sebesar 1,58% dan sampel 2 sebesar 0,94% sehingga di dapat nilai rata-rata sebesar 1,26%.

4.1.2.3 Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar

Hasil dari pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus dapat dilihat pada Tabel 4.9 berikut.

Tabel 4. 9 Hasil pengujian berat jenis dan penyerapaan agregat kasar

Uraian	Hasil Pengamatan		
	Sampel 1	Sampel 2	Rata - rata
berat krikil kondisi jenuh kering muka (SSD), (A)	6446	6466	6456
berat krikil kering mutlak, (B)	6284	6307	6296
berat kerikil dalam air, (C)	4047	4060	4053,5
berat jenis curah = $(B / (A - C))$	2,62	2,62	2,62
berat jenis kering muka = $(A / (A - C))$	2,69	2,69	2,69
berat jenis semu = $(B / (B - C))$	2,81	2,81	2,81
Penyerapan air, $([(A - B) / B] \times 100\%)$	2,58	2,52	2,55

Berdasarkan SK.SNI.T-15-1990:1 angka berat jenis kering muka normal berada di antara 2,2-2,7. Dari Tabel 4.9 dapat dilihat hasil dari pengujian berat jenis jenuh kering muka didapatkan angka rata-rata sebesar 2,69. Hal ini berarti agregat yang digunakan telah memenuhi namun hampir melampaui syarat dan dapat digunakan untuk pembuatan beton. Berdasarkan Tabel 4.9 dapat dilihat bahwa penyerapan air rerata sebesar 2,55%.

4.1.2.4 Kadar Lumpur Agregat Kasar

Data pengujian kandungan lumpur yang terdapat pada agregat halus dapat dilihat pada Tabel 4.10 berikut.

Tabel 4. 10 Hasil pengujian kadar lumpur agregat kasar

Uraian	Hasil Pengamatan	
	Sampel 1	Sampel 2
Wadah (W1), gr	494	566
Berat Krikil kering mutlak (W2), gr	1500	1500
Berat Krikil setelah dicuci dan dioven lagi (W3), gr	1977	2042
berat lumpur (W4), gr	17	24
Kadar lumpur %	1,15	1,63
Kadar lumpur rata-rata %	1,39	

Berdasarkan hasil pengujian kadar lumpur didapat persentase kadar lumpur agregat kasar rata-rata 1,39%. Nilai ini masih berada dalam batas yang diijinkan yaitu maksimal 5% (SK-SNI S-04-1989-F), sehingga agregat aman digunakan.

4.1.2.5 Berat Isi Agregat Kasar

Pengujian berat isi dilakukan dengan tiga cara, yaitu cara lepas, cara tusuk, dan cara penggoyangan. Data hasil pengujian berat isi agregat kasar ditunjukkan pada Tabel 4.11 berikut.

Tabel 4. 11 Hasil pengujian berat isi agregat kasar

Uraian	Cara lepas	Cara tusuk	Cara penggoyangan	Rata-rata	Satuan
Berat contoh	22450	22640	23640	22910	gr
Berat wadah	6400	6400	6400	6400	gr
Berat contoh & wadah	28850	29040	30040	29310	gr
Volume wadah	15458,9	15458,9	15458,9	15458,9	cm ³
Berat isi	1,45	1,46	1,53	1,48	gr/cm ³

Didapat berat isi rata-rata dari hasil pengujian sebesar 1,48 gr/cm³, nilai ini masih dalam batas yang diizinkan yaitu minimal 1,2 gr/cm³ (SII No.52 – 1980)

4.2 Perencanaan Campuran Beton

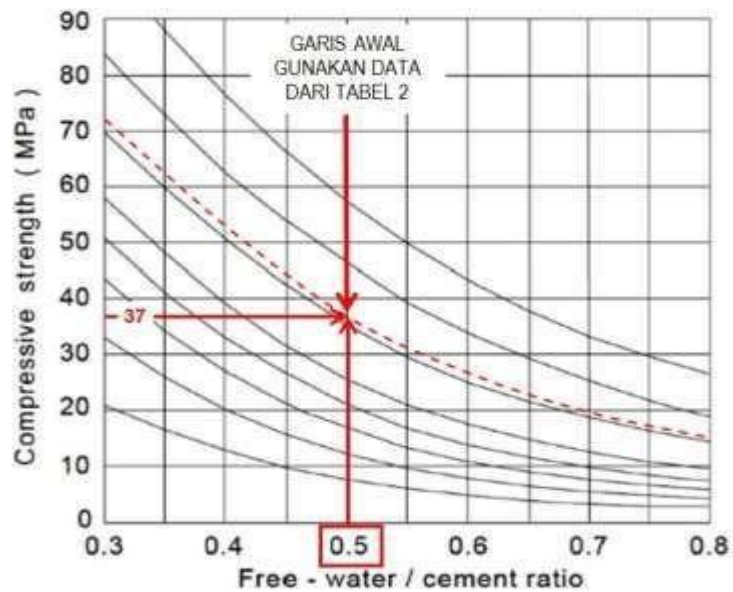
Perencanaan campuran beton dapat dilakukan dalam berbagai metode, dalam penelitian ini perencanaan campuran beton dilakukan dengan SNI 03-2834-2000 dengan metode sebagai berikut.

4.2.1 Mix Design Beton

Berikut adalah langkah- langkah perhitungan *mix design*:

1. Kuat tekan yang direncanakan = 25 MPa
2. Menentukan nilai tambah/margin (M)
Nilai tambah dapat dilihat pada SNI 03-2834, 2000
3. Kuat tekan beton rata-rata yang ditargetkan (f_{cr}) = $f'_c + M$
 $f_{cr} = 25 + 12$
 $f_{cr} = 37 \text{ MPa}$
4. Jenis semen ditetapkan menggunakan semen portland tipe 1.
5. Jenis agregat halus yang digunakan, yaitu alami, menggunakan pasir Binjai.
6. Agregat kasar yang digunakan yaitu batu pecah berasal dari *quarry* Binjai dengan ukuran maksimal 40 mm.
7. Penetapan Faktor Air Semen (FAS)

Faktor air semen ditentukan berdasarkan kuat tekannya. Pada Tabel 3.5, jenis semen tipe 1, dengan jenis agregat kasar batu pecah benda uji silinder memiliki kuat tekan sebesar 37 MPa pada umur 28 hari dengan nilai FAS yang digunakan sebesar 0,5. Karena kuat tekan yang ditargetkan (f_{cr}) adalah 37 MPa, maka penarikan garis tidak diperlukan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.3 berikut.



Gambar 4. 3 Hubungan FAS dengan kuat tekan (SNI 03-2834, 2000)

8. Penetapan Kebutuhan Air

Penentuan kebutuhan air dapat digunakan berdasarkan Tabel 3.6, berikut urutan penentuan kebutuhan air:

- Ukuran maksimum agregat kasar yang digunakan pada penelitian ini adalah sebesar adalah 40 mm.
- Penetapan nilai slump, nilai *slump* berpengaruh terhadap *workability*, pada penelitian ini penetapan nilai *slump* sebesar 60 – 180 mm.

c. Maka diperoleh:

$$\text{Batu tak dipecahkan / alami (Wh)} = 175$$

$$\text{Batu pecah (Wk)} = 205$$

$$\text{d. Kebutuhan air} = \frac{2}{3} \text{Wh} + \frac{1}{3} \text{Wk} \quad (4.1)$$

$$\text{Kebutuhan air} = \frac{2}{3} 175 + \frac{1}{3} 205 = 185 \text{ kg/m}^3$$

9. Penetapan jumlah semen minimum

Berdasarkan tabel 3.6 didapatkan jumlah semen minimum sebagai berikut:

$$\text{Jumlah semen} = \text{kebutuhan air} / \text{fas} \quad (4.2)$$

$$\text{Jumlah semen} = 185 / 0,5$$

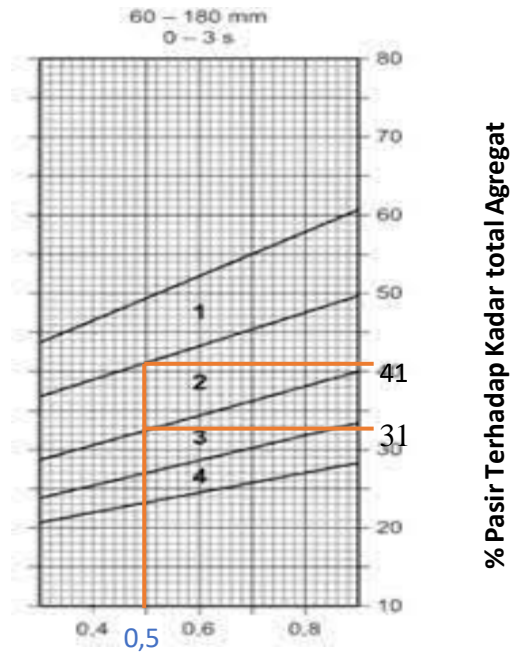
$$\text{Jumlah semen} = 370 \text{ kg/m}^3$$

Kadar semen minimum

Kadar semen minimum dengan jenis pembetonan beton didalam ruangan bangunan serta beton berada pada lingkungan tidak korosif adalah 275 kg/m^3 . Berdasarkan perhitungan, jumlah semen lebih besar dibandingkan dengan kadar semen minimum maka digunakan jumlah semen 370 kg/m^3 .

10. Penentuan Persentase Agregat

- a. Cara menentukan persentase agregat yang pertama yaitu kita harus dapat menentukan batas bawah dan batas atas terlebih dahulu pada gambar 4.4 dibawah. Pertama menentukan titik faktor air semen (FAS) yaitu 0,5 berdasarkan perhitungan sebelumnya.
- b. Setelah faktor air semen (FAS) sudah ditentukan lalu menarik garis lurus pada gradasi yang sudah ditentukan sebelumnya yaitu gradasi 2.



Gambar 4. 4 Penentuan persentase pasir terhadap kadar total agregat yang digunakan pada penelitian (butir maksimum 40 mm)

- c. Setelah garis faktor air semen (FAS) sudah bersinggungan dengan garis tegak lurus ke arah kanan, sehingga didapatkan batas dan arah batasnya.
- d. Dari gambar 4.4 maka didapatkan nilai batas atas dan batas bawah sebagai berikut:

Batas bawah : 31

Batas atas : 41

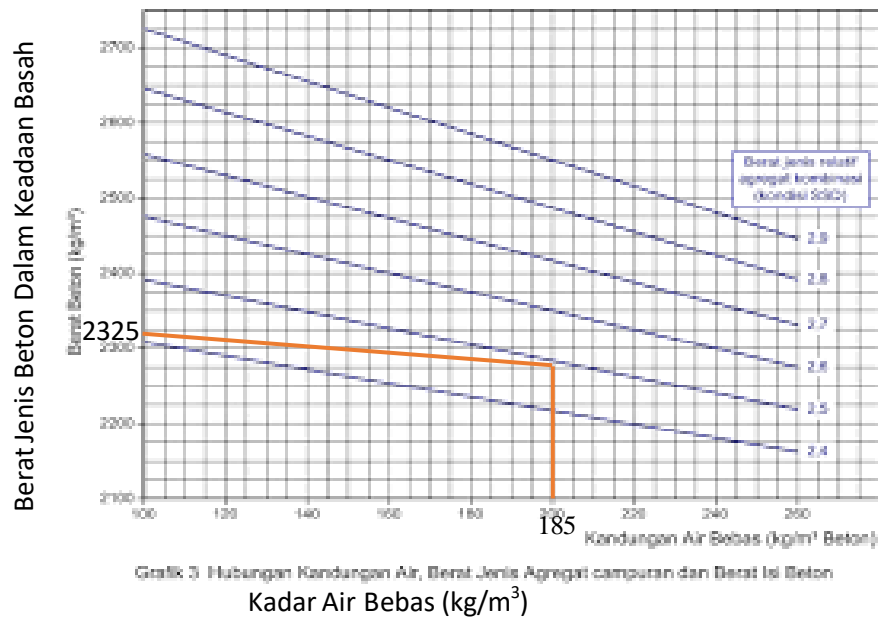
Persentase agregat halus : $31+41 / 2 = 36\%$

Persentase agregat kasar : $100\% - 36\% = 64\%$

11. Berat Jenis Agregat

- a. Berat jenis SSD pasir : 2,24
- b. Berat jenis SSD karikil : 2,69
- c. Berat isi gabungan : $(36/100 \times 2,24) + (64/100 \times 2,69) = 2,53$

12. Penetapan Berat Isi Beton



Gambar 4. 5 Penentuan Berat Isi Beton Basah (SNI 03-2834-2000)

Dari gambar diatas diperoleh berat isi beton adalah 2325 kg/m^3 .

13. Penentuan Berat Agregat Campuran

Berat agregat campuran = Berat isi beton – berat semen – berat air

$$\text{Berat agregat campuran} = 2325 - 370 - 185$$

$$\text{Berat agregat campuran} = 1770 \text{ kg/m}^3$$

14. Penentuan Berat Agregat Halus dan Agregat Kasar yang diperlukan

$$\text{Berat agregat halus} = 36/100 \times 1770 \text{ kg/m}^3 = 637,2 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Berat agregat kasar} = 1770 - 637,2 = 1132,8 \text{ kg/m}^3$$

15. Proporsi Campuran

Kondisi agregat dalam keadaan jenuh kering permukaan, maka jumlah semen, air, agregat halus dan agregat kasar yang dibutuhkan per m³ adukan:

a. Semen = 370 kg/m^3

b. Air = 185 kg/m^3

c. Pasir = $637,2 \text{ kg/m}^3$

d. Krikil = $1132,8 \text{ kg/m}^3$

16. Koreksi Proporsi Campuran

Apabila agregat tidak dalam keadaan jenuh kering permukaan proporsi campuran harus dikoreksi terhadap kandungan air dalam agregat. Koreksi proporsi campuran dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Air} = B - (C_k - C_a) \times \frac{c}{100} - (D_k - D_a) \times \frac{D}{100} \quad (4.3)$$

$$\text{Agregat halus} = C + (C_k - C_a) \times \frac{c}{100} \quad (4.4)$$

$$\text{Agregat kasar} = D + (D_k - D_a) \times \frac{D}{100} \quad (4.5)$$

Dimana:

B adalah jumlah air = 185 kg/m³

C adalah jumlah agregat halus = 637,2 kg/m³

D adalah jumlah agregat kasar = 1132,8 kg/m³

C_a adalah absorbsi agregat halus = 5,32%

D_a adalah absorbsi agregat kasar = 2,55%

C_k adalah kadar air agregat halus = 5,43%

D_k adalah kadar air agregat kasar = 1,26%

Maka proporsi terkoreksi yaitu:

$$\begin{aligned} \text{a. Air} &= 185 - (5,43 - 5,32) \times \frac{637,2}{100} - (1,26 - 2,55) \times \frac{1132,8}{100} \\ &= 198,91 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. Agregat Halus} &= 637,2 + (5,43 - 5,32) \times \frac{637,2}{100} \\ &= 637,9 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c. Agregat Kasar} &= 1132,8 + (1,26 - 2,55) \times \frac{1132,8}{100} \\ &= 1118,18 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

Rekapitulasi *mix design* beton dengan mutu 25 MPa menggunakan metode SNI03-2834-2000 dapat dilihat pada Tabel 4.12 berikut.

Tabel 4. 12 Rekapitulasi mix design beton mutu 25 MPa

No.	Uraian	Nilai	Satuan
1	Kuat tekan rencana (f_c)	25	MPa
2	Deviasi Standart	-	-
3	Nilai tambah	12	-
4	Kuat tekan beton ditargetkan (f_{cr})	37	MPa
5	Jenis semen	Tipe I	-
6	Faktor air semen (fas)	0,5	-
7	Ukuran agregat maksimum	40	Mm
8	Perkiraan jumlah air untuk agregat halus (W_h)	175	-
9	Perkiraan jumlah air untuk agregat kasar (W_k)	205	-
10	Jumlah air yang digunakan	185	kg/m ³
11	Bj agregat halus	2,24	-
12	Bj agregat kasar	2,69	-
13	Bj butiran agregat gabungan	2,55	-
14	Persen agregat halus	36	%
15	Persen agregat kasar	64	%
16	Berat isi beton	2325	kg/m ³
17	Kadar agregat gabungan	1770	kg/m ³
18	Kadar agregat halus	637,2	kg/m ³
19	Kadar agregat kasar	1132,8	kg/m ³
20	Jumlah semen yang digunakan	370	kg/m ³
21	Jumlah air terkoreksi	198,91	kg/m ³
22	Jumlah agregat halus terkoreksi	637,9	kg/m ³
23	Jumlah agregat kasar terkoreksi	1118,18	kg/m ³

4.3 Proporsi Kebutuhan Benda Uji Beton

Perhitungan ini dilakukan untuk menentukan berat dan volume masing-masing agregatnya untuk tiap silinder beton yang berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm maka didapatkan perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Volume silinder} &= \frac{1}{4} \pi D^2 t & (4.6) \\ &= \frac{1}{4} \pi \times 15^2 \times 30 = 5298,75 \text{ cm}^3 / 0,0053 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Maka volume tiap satu silinder adalah 0,0053 m³, dengan hasil tersebut selanjutnya volume silinder dapat dihitung dengan cara mengalikan tiap tiap agregat dengan volume silinder dan dikali 110% untuk safety dari *mix design* dengan perhitungan sebagai berikut:

<i>Agregat halus</i>	= 637,2 x 0,0053 x 110%	= 3,72 kg
<i>Agregat kasar</i>	= 1132,8 x 0,0053 x 110%	= 6,61 kg
<i>Semen</i>	= 370 x 0,0053 x 110%	= 2,16 kg
<i>Air</i>	= 185,49 x 0,0053 x 110%	= 1,08 liter
	Total	= 13,57 kg

Pada penelitian ini ditambahkan serat bambu (*additive*) sebesar 0,5%, 1%, dan 1,5% dari berat agregat kasar. hanya saja perlu adanya perhitungan dari penyerapan air yang diakibatkan oleh serat tersebut untuk ditambahkan terhadap berat air campuran. Besarnya penyerapan air pada serat bambu didapatkan dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Absorpsi serat bambu} : \frac{[b-a]}{a} \times 100\% \quad (4.7)$$

dimana:

- (a) adalah berat serat bambu sebelum direndam air, yaitu didapat sebesar = 60 gr
- (b) adalah berat serat bambu setelah direndam air, yaitu didapat sebesar = 114 gr

dengan demikian:

$$\text{Absorpsi serat bambu} : \frac{[114-60]}{60} \times 100\% = 90\%$$

60

Maka berat masing-masing variasi penggunaan serat bambu dan kebutuhan airnya untuk benda uji silinder dijelaskan sebagai berikut :

- a) *Serat Bambu (0,5 %)* = $0,5\% \times 6,61$ = 0,03305 kg
Agregat Kasar = $6,61 - 0,03305$ = 6,57695 kg
Penambahan air = $0,03305 \times 90\%$ = 0,03 liter
- b) *Serat Bambu (1 %)* = $1\% \times 6,61$ = 0,0661 kg
Agregat Kasar = $6,61 - 0,0661$ = 6,5439 kg
Penambahan air = $0,0661 \times 90\%$ = 0,06 liter
- c) *Serat Bambu (1,5 %)* = $1,5\% \times 6,61$ = 0,09915 kg
Agregat Kasar = $6,61 - 0,09915$ = 6,51085 kg
Penambahan air = $0,09915 \times 90\%$ = 0,09 liter

Untuk hasil perhitungan mix design dapat dilihat pada tabel 4.13 Rekap hasil mix design silinder beton 25 MPa berikut ini.

Tabel 4. 13 Rekap hasil mix design silinder beton 25 MPa

No.	Kode	Jumlah (buah)	Bahan Penyusun Beton (kg)						Berat Sampel (kg)
			AH	AK	S	A	SB	SikamenNN	
1	BTN	3	3.72	6.61	2.16	1.08	0	0	12.05
2	BSB1	3	3.72	6.61	2.16	1.08	0.033	0	11.75
3	BSB2	3	3.72	6.61	2.16	1.08	0.066	0	11.72
4	BSB3	3	3.72	6.61	2.16	1.08	0.099	0	11.65
5	BSB4	3	3.72	6.61	2.16	1.08	0.033	64 ml	12.52
6	BSB5	3	3.72	6.61	2.16	1.08	0.066	64 ml	11.99
7	BSB6	3	3.72	6.61	2.16	1.08	0.099	64 ml	12.31
Total		21	26.04	46.27	15.12	9.26	0.396	192 ml	83.99

Keterangan:

AH = Agregat Halus

A = Air

AK = Agregat Kasar

SB = Serat Bambu

S = Semen

BSB = Beton Serat Bambu

4.4 Hasil Pengujian Slump

Uji *Slump* adalah suatu uji yang digunakan untuk menentukan *workability* pada beton dari campuran beton segar (*fresh concrete*) agar diketahui apakah campuran tersebut dapat dikerjakan atau tidak. Dalam suatu campuran beton, uji *slump* juga dapat menunjukkan berapa banyak air yang digunakan, apakah campuran beton kekurangan, kelebihan, atau cukup air. Kadar air merupakan hal yang perlu diperhatikan dalam suatu campuran beton, karena akan menentukan tingkat *workability*nya atau tidak. Campuran beton yang terlalu cair akan menyebabkan mutu beton rendah, dan lama mengering. Sedangkan campuran beton yang kekurangan air menyebabkan adukan tidak merata dan sulit untuk dicetak serta rentan terhadap terjadinya pecah dan keretakan pada beton.

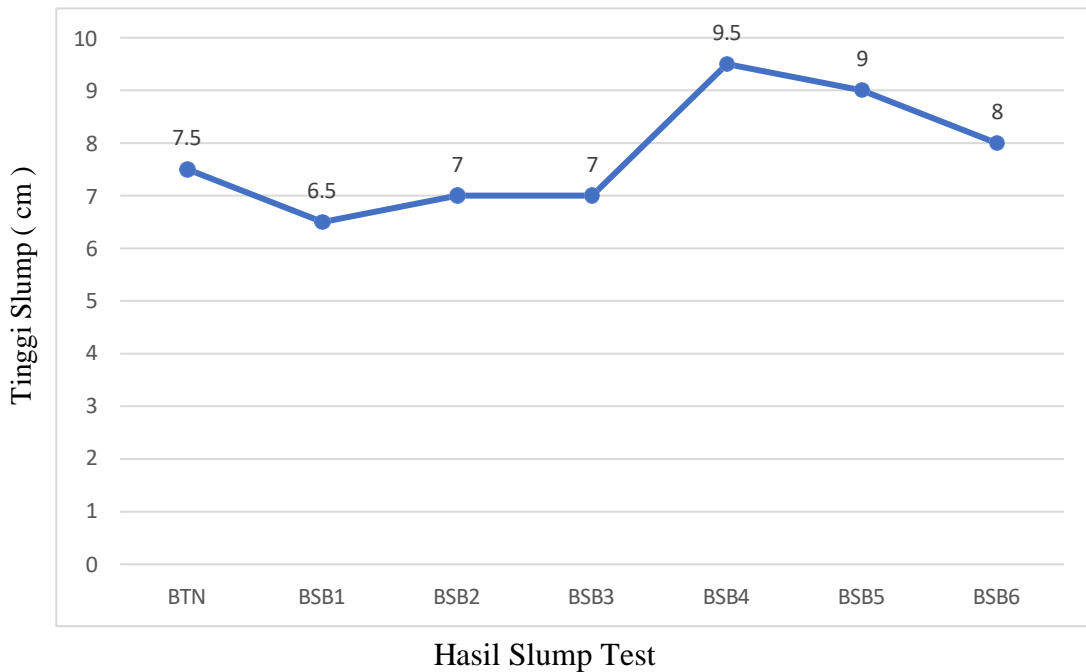
Pada penelitian ini pengujian *slump* dilakukan sebanyak sekali dalam setiap campuran beton normal maupun dengan campuran abu sekam padi dan serat sabutkelapa. Hasil pengujian *slump* dapat dilihat pada Tabel 4.14 sebagai berikut.

Tabel 4. 14 Hasil pengujian Slump

No.	Kode	Komposisi Campuran		Tinggi Slump (cm)
		Serat Bambu%	SikamenNN (ml)	
1	BTN	0%	0 ml	7,5
2	BSB1	0,5%	0 ml	6,5
3	BSB2	1%	0 ml	7
4	BSB3	1,5%	0 ml	7
5	BSB4	0,5%	64 ml	9,5
6	BSB5	1%	64 ml	9
7	BSB6	1,5%	64 ml	8

Berdasarkan pada tabel 4.14 menjelaskan perbandingan nilai *slump* antara beton normal, beton variasi: 0,5 SB , 1% SB, 1,5% SB dan penambahan *sikamentNN* 64 ml, dimana pada beton normal didapat nilai *slump* sesuai rencana 6-18 cm dikarenakan tidak ada campuran Serat Bambu , sedangkan untuk beton variasi campuran juga mendapatkan nilai *slump* rata-rata yang lebih dari target

rencana (6-18 cm) seperti pada Gambar 4.6.



Gambar 4. 6 Grafik Slump Test

4.5 Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

Pengujian kuat tarik belah beton dilakukan saat benda uji berumur 28 hari dan telah melalui masa perawatan dengan cara perendaman dalam air dan pengeringan 1 hari sebelum pengujian. Pengujian kuat tarik belah beton dilakukan menggunakan alat Compression Testing Machine sehingga dapat diperoleh beban maksimum saat beton mengalami kehancuran. Hasil dari pengujian kuat tarik belah beton dapat dihitung seperti berikut ini.

A. Beton Normal

Hasil pengujian kuat tarik belah pada beton normal adalah sebagai berikut:

Benda uji 1:

- Beban (P) = 176 kN
= 176000 N
- Panjang benda uji (L) = 300 mm

- Diameter benda uji (D) = 150 mm
- Kuat tarik belah beton = $\frac{2 P}{\pi L D}$

$$= \frac{2 \times 176000}{\pi \times 300 \times 150}$$

$$= 2,491 \text{ MPa}$$

Benda uji 2:

- Beban (P) = 139 kN
= 139000 N
- Panjang benda uji (L) = 300 mm
- Diameter benda uji (D) = 150 mm
- Kuat tarik belah beton = $\frac{2 P}{\pi L D}$

$$= \frac{2 \times 139000}{\pi \times 300 \times 150}$$

$$= 1,967 \text{ MPa}$$

Benda uji 3:

- Beban (P) = 130 kN
= 130000 N
- Panjang benda uji (L) = 300 mm
- Diameter benda uji (D) = 150 mm
- Kuat tarik belah beton = $\frac{2 P}{\pi L D}$

$$= \frac{2 \times 130000}{\pi \times 300 \times 150}$$

$$= 1,840 \text{ MPa}$$

$$\text{Rata-rata} = \frac{2,491+1,967+1,840}{3} = 2,099 \text{ MPa}$$

B. Beton Variasi 1% SB

Hasil dari pengujian kuat tarik belah beton variasi SB sebagai berikut

Benda Uji 1 :

- Beban (P) = 116 kN
= 116000 N

- Panjang benda uji (L) = 300 mm
- Diameter benda uji (D) = 150 mm
- Kuat tarik belah beton = $\frac{2 P}{\pi L D}$
 $= \frac{2 \times 116000}{\pi \times 300 \times 150}$
 $= 1,641 \text{ MPa}$

Benda Uji 2 :

- Beban (P) = 115 kN
 $= 115000 \text{ N}$
- Panjang benda uji (L) = 300 mm
- Diameter benda uji (D) = 150 mm
- Kuat tarik belah beton = $\frac{2 P}{\pi L D}$
 $= \frac{2 \times 115000}{\pi \times 300 \times 150}$
 $= 1,627 \text{ MPa}$

Benda Uji 3 :

- Beban (P) = 114 kN
 $= 114000 \text{ N}$
- Panjang benda uji (L) = 300 mm
- Diameter benda uji (D) = 150 mm
- Kuat tarik belah beton = $\frac{2 P}{\pi L D}$
 $= \frac{2 \times 114000}{\pi \times 300 \times 150}$
 $= 1,613 \text{ MPa}$

$$\text{Rata – rata} = \frac{1,641+1,613+1,627}{3} = 1,527 \text{ MPa}$$

C. Beton Variasi 0,5% SB

Hasil dari pengujian kuat tarik belah beton variasi SB sebagai berikut

Benda Uji 1 :

- Beban (P) = 103 kN
= 103000 N
- Panjang benda uji (L) = 300 mm
- Diameter benda uji (D) = 150 mm
- Kuat tarik belah beton = $\frac{2 P}{\pi L D}$
= $\frac{2 \times 103000}{\pi \times 300 \times 150}$
= 1,457 MPa

Benda Uji 2 :

- Beban (P) = 160 kN
= 160000 N
- Panjang benda uji (L) = 300 mm
- Diameter benda uji (D) = 150 mm
- Kuat tarik belah beton = $\frac{2 P}{\pi L D}$
= $\frac{2 \times 160000}{\pi \times 300 \times 150}$
= 2,264 MPa

Benda Uji 3 :

- Beban (P) = 139 kN
= 139000 N
- Panjang benda uji (L) = 300 mm
- Diameter benda uji (D) = 150 mm
- Kuat tarik belah beton = $\frac{2 P}{\pi L D}$
= $\frac{2 \times 139000}{\pi \times 300 \times 150}$
= 1,967 MPa

$$\text{Rata - rata} = \frac{1,457+2,264+1,967}{3} = 1,896 \text{ MPa}$$

D. Beton Variasi 1,5% SB

Hasil dari pengujian kuat tarik belah beton variasi SB sebagai berikut

Benda Uji 1 :

- Beban (P) = 112 kN
= 112000 N
- Panjang benda uji (L) = 300 mm
- Diameter benda uji (D) = 150 mm
- Kuat tarik belah beton = $\frac{2 P}{\pi L D}$
= $\frac{2 \times 112000}{\pi \times 300 \times 150}$
= 1,585 MPa

Benda Uji 2 :

- Beban (P) = 127 kN
= 127000 N
- Panjang benda uji (L) = 300 mm
- Diameter benda uji (D) = 150 mm
- Kuat tarik belah beton = $\frac{2 P}{\pi L D}$
= $\frac{2 \times 127000}{\pi \times 300 \times 150}$
= 1,797 MPa

Benda Uji 3 :

- Beban (P) = 85 kN
= 85000 N
- Panjang benda uji (L) = 300 mm
- Diameter benda uji (D) = 150 mm

$$\begin{aligned}
 - \text{Kuat tarik belah beton} &= \frac{2 P}{\pi L D} \\
 &= \frac{2 \times 85000}{\pi \times 300 \times 150} \\
 &= 1,203 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

$$\text{Rata – rata} = \frac{1,585 + 1,797 + 1,203}{3} = 1528 \text{ MPa}$$

E. Beton Variasi 0,5% SB + *sikament NN*

Hasil dari pengujian kuat tarik belah beton variasi SB + *Sikament NN* sebagai berikut

Benda Uji 1 :

$$\begin{aligned}
 - \text{Beban (P)} &= 118 \text{ kN} \\
 &= 118000 \text{ N} \\
 - \text{Panjang benda uji (L)} &= 300 \text{ mm} \\
 - \text{Diameter benda uji (D)} &= 150 \text{ mm} \\
 - \text{Kuat tarik belah beton} &= \frac{2 P}{\pi L D} \\
 &= \frac{2 \times 118000}{\pi \times 300 \times 150} \\
 &= 1,670 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

Benda Uji 2 :

$$\begin{aligned}
 - \text{Beban (P)} &= 149 \text{ kN} \\
 &= 149000 \text{ N} \\
 - \text{Panjang benda uji (L)} &= 300 \text{ mm} \\
 - \text{Diameter benda uji (D)} &= 150 \text{ mm} \\
 - \text{Kuat tarik belah beton} &= \frac{2 P}{\pi L D} \\
 &= \frac{2 \times 149000}{\pi \times 300 \times 150} \\
 &= 2,108 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

Benda Uji 3 :

- Beban (P) = 165 kN
= 165000 N
- Panjang benda uji (L) = 300 mm
- Diameter benda uji (D) = 150 mm
- Kuat tarik belah beton = $\frac{2 P}{\pi L D}$
= $\frac{2 \times 165000}{\pi \times 300 \times 150}$
= 2,335 MPa

$$\text{Rata - rata} = \frac{1,670+2,108+2,335}{3} = 2,037 \text{ MPa}$$

F. Beton Variasi 1 % SB + *sikament NN*

Hasil dari pengujian kuat tarik belah beton variasi SB + *Sikament NN* sebagai berikut

Benda Uji 1 :

- Beban (P) = 158 kN
= 158000 N
- Panjang benda uji (L) = 300 mm
- Diameter benda uji (D) = 150 mm
- Kuat tarik belah beton = $\frac{2 P}{\pi L D}$
= $\frac{2 \times 158000}{\pi \times 300 \times 150}$
= 2,236 MPa

Benda Uji 2 :

- Beban (P) = 162 kN
= 162000 N
- Panjang benda uji (L) = 300 mm
- Diameter benda uji (D) = 150 mm

$$\begin{aligned}
 \text{- Kuat tarik belah beton} &= \frac{2 P}{\pi L D} \\
 &= \frac{2 \times 162000}{\pi \times 300 \times 150} \\
 &= 2,292 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

Benda Uji 3 :

$$\begin{aligned}
 \text{- Beban (P)} &= 113 \text{ kN} \\
 &= 113000 \text{ N} \\
 \text{- Panjang benda uji (L)} &= 300 \text{ mm} \\
 \text{- Diameter benda uji (D)} &= 150 \text{ mm} \\
 \text{- Kuat tarik belah beton} &= \frac{2 P}{\pi L D} \\
 &= \frac{2 \times 113000}{\pi \times 300 \times 150} \\
 &= 1,599 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

$$\text{Rata - rata} = \frac{2,236 + 2,292 + 1,599}{3} = 2,042 \text{ MPa}$$

G. Beton Variasi 1,5% SB + *sikament NN* \

Hasil dari pengujian kuat tarik belah beton variasi SB + *Sikament NN* sebagai berikut

Benda Uji 1 :

$$\begin{aligned}
 \text{- Beban (P)} &= 118 \text{ kN} \\
 &= 118000 \text{ N} \\
 \text{- Panjang benda uji (L)} &= 300 \text{ mm} \\
 \text{- Diameter benda uji (D)} &= 150 \text{ mm} \\
 \text{- Kuat tarik belah beton} &= \frac{2 P}{\pi L D} \\
 &= \frac{2 \times 118000}{\pi \times 300 \times 150} \\
 &= 1,670 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

Benda Uji 2 :

- Beban (P) = 164 kN
= 164000 N
- Panjang benda uji (L) = 300 mm
- Diameter benda uji (D) = 150 mm
- Kuat tarik belah beton = $\frac{2 P}{\pi L D}$

= $\frac{2 \times 164000}{\pi \times 300 \times 150}$
= 2,321 MPa

Benda Uji 3 :

- Beban (P) = 147 kN
= 147000 N
- Panjang benda uji (L) = 300 mm
- Diameter benda uji (D) = 150 mm
- Kuat tarik belah beton = $\frac{2 P}{\pi L D}$

= $\frac{2 \times 147000}{\pi \times 300 \times 150}$
= 2,081 MPa

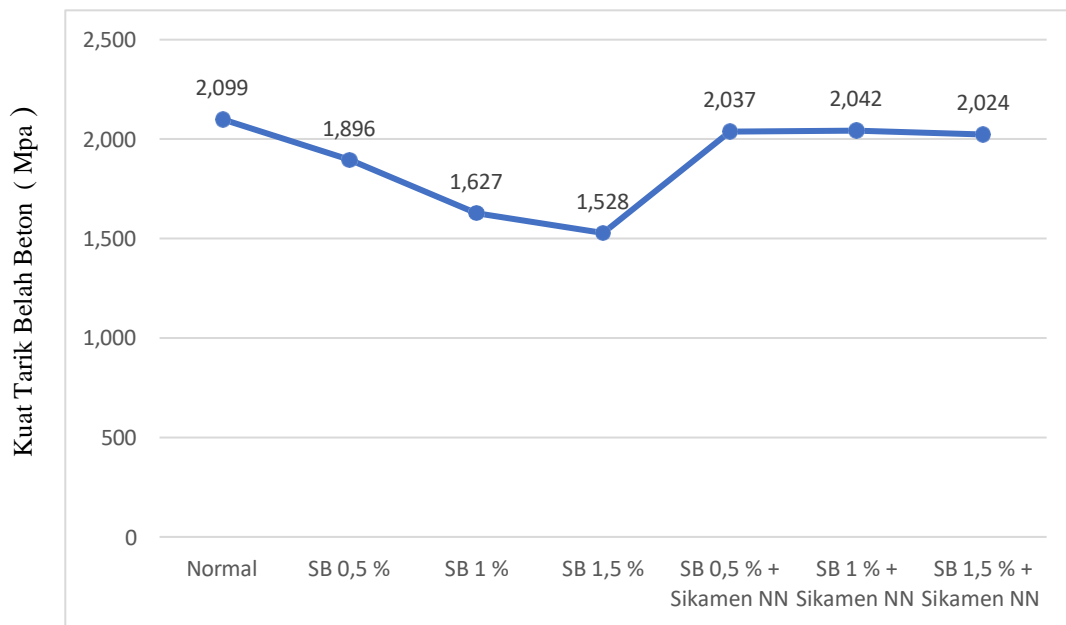
$$\text{Rata - rata} = \frac{1,670 + 2,321 + 2,081}{3} = 2,024 \text{ MPa}$$

Adapun rekapitulasi hasil dari pengujian kuat tarik belah beton dengan bahan tambah serat bambu dapat dilihat pada Tabel berikut.

Tabel 4. 15 Tabel Hasil pengujian kuat tarik belah

No	Benda Uji	Umur	Beban maksimum	Dimensi		Kuat Tarik belah rata - rata
				Panjang (L)	Diameter (D)	
		Hari	kN	mm	mm	MPa
1	Beton Normal	28	176	300	150	2,099
			139			
			130			
2	SB 0,5%	28	103	300	150	1,896
			160			
			139			
3	SB 1 %	28	116	300	150	1,627
			115			
			114			
4	SB 1,5 %	28	112	300	150	1,528
			127			
			85			
5	SB 0,5 % + Sikament NN	28	118	300	150	2,037
			149			
			165			
6	SB 1 % + Sikament NN	28	158	300	150	2,042
			162			
			113			
7	SB 1,5 % + Sikament NN	28	118	300	150	2,024
			164			
			147			

Dari data tersebut dapat diperoleh grafik yang menggambarkan pengaruh penggunaan bahan tambah serat potongan bambu pada campuran beton terhadap kuat tarik belah beton yang dapat dilihat pada Gambar 4.7.



Hasil Kuat Tarik Belah Beton

Gambar 4. 7 Hasil Rata – Rata Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

Berdasarkan grafik hasil pengujian kuat tarik belah beton diatas dapat dilihat bahwa pada beton normal atau beton dengan variasi 0% dengan hasil rata- rata kuat tarik belah beton normal yang didapatkan sebesar 2,099 MPa. Sementara itu, beton dengan penambahan serat bambu mengalami penurunan kuat tarik belah jika dibandingkan dengan beton normal.

Pada beton dengan variasi penambahan serat bambu 0,5%, 1%, dan 1,5% mengalami penurunan kekuatan menjadi 1,896 MPa, 1,627 MPa, dan 1,528 MPa , kemudian terjadi peningkatan pada beton serat bambu campuran *sikamentNN* dengan variasi 0,5% , 1% ,dan 1,5% dengan kuat tarik belah beton secara berturut sebesar 2,037 MPa , 2,042 MPa dan 2,024 MPa.

4.6 Pembahasan Kuat Tarik Belah Beton

Dari hasil penelitian kuat tarik belah beton yang berumur 28 hari, terdapat penurunan kuat tarik belah beton pada beton variasi 0,5%, 1 %, dan 1,5 % SB, dan beton dengan penambahan *SikamentNN* , penjelasan perhitungan dapat dilihat sebagai berikut:

- a. Variasi 0,5% SB (Serat Bambu)

Perbandingan umur beton 28 hari

$$= \frac{1,896}{2,099} = 0,91$$

Presentase perubahan kuat tarik belah beton umur 28 hari

$$= \frac{1,896 - 2,099}{2,099} \times 100\% = -9,6 \%$$

- b. Variasi 1% SB (Serat Bambu)

Perbandingan umur beton 28 hari

$$= \frac{1,627}{2,099} = 0,77$$

Presentase perubahan kuat tarik belah beton umur 28 hari

$$= \frac{1,627 - 2,099}{2,099} \times 100\% = -22,48 \%$$

- c. Variasi 1,5 % SB (Serat Bambu)

Perbandingan umur beton 28 hari

$$= \frac{1,528}{2,099} = 0,72$$

Presentase perubahan kuat tarik belah beton umur 28 hari

$$= \frac{1,528 - 2,099}{2,099} \times 100\% = -27,2 \%$$

- d. Variasi 0,5% SB + Sikamen NN

Perbandingan umur beton 28 hari

$$= \frac{2,037}{2,099} = 0,97$$

Presentase perubahan kuat tarik belah beton umur 28 hari

$$= \frac{2,037 - 2,099}{2,099} \times 100\% = - 2,95 \%$$

- e. Variasi 1% SB + Sikament NN

Perbandingan umur beton 28 hari

$$= \frac{2,042}{2,099} = 0,97$$

Presentase perubahan kuat tarik belah beton umur 28 hari

$$= \frac{2,042 - 2,099}{2,099} \times 100\% = -2,71 \%$$

f. Variasi 1,5 % SB + Sikament NN

Perbandingan umur beton 28 hari

$$= \frac{2,024}{2,099} = 0,96$$

Presentase perubahan kuat Tarik belah beton umur 28 hari

$$= \frac{2,024 - 2,099}{2,099} \times 100\% = -3,57 \%$$

Berdasarkan perhitungan yang telah di lakukan dengan penambahan serat bambu (SB) terjadi penurunan pada kuat tarik belah beton. Beton pada variasi 0,5% SB terjadi penurunan sebesar 9,6%, pada variasi 1% SB terjadi penurunan sebesar 22,48% dan pada variasi 1,5% SB terjadi penurunan sebesar 27,2%.

Sedangkan untuk penambahan serat bambu (SB) dengan tambahan sikamenNN terjadi juga penurunan pada kuat Tarik belah beton. Beton pada variasi 0,5% + SikamenNN terjadi penurunan sebesar 2,95% , pada variasi 1% SB + SikamenNN terjadi penurunan sebesar 2,71%, dan pada variasi 1,5% SB + SikamenNN terjadi penurunan sebesar 3,57%.

Hasil dari perhitungan ini menunjukkan bahwa besarnya presentase bahan tambah serat bambu (SB) mempengaruhi penurunan kuat tarik belah beton. Selain itu juga penambahan bahan *sikamentNN* 1% dari berat semen juga belum mampu untuk menjadi faktor kenaikan nilai kuat tarik dari beton normal.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan pengolahan data yang telah dilakukan pada penelitian ini dengan penambahan serat bambu pada beton terhadap kuat tarik belah maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil penelitian, bahwa serat bambu tidak dapat meningkatkan nilai kuat tarik pada beton karena ketebalan serat bambu yang relatif tipis jika dibandingkan dengan agregat kasar dan karena penambahan serat bambu tidak dapat meningkatkan daya rekat antar agregat.
2. Berdasarkan hasil dari penelitian yang telah dilakukan ini beton serat bambu maka didapat nilai optimum dari kuat tarik pada beton berserat dengan variasi 0,5%, 1%, dan 1,5% tanpa bahan tambah *sikamentNN* dan beton serat 0,5%, 1%, dan 1,5% dengan penambahan campuran *sikamentNN* yang diuji pada umur 28 hari berturut-turut adalah 1,896 MPa, 1,627 MPa, dan 1,528 MPa, dan nilai untuk beton serat dengan penambhan *sikament NN* adalah 2,037 MPa, 2,042 MPa, dan 2,024 MPa, sehingga nilai kuat tarik tertinggi pada beton serat terdapat pada variasi 0,5% tanpa bahan tambah *sikamentNN* dengan nilai 1,896 MPa , untuk beton serat dengan penambahan *sikamentNN* nilai tertinggi di dapat pada variasi 1% dengan nilai 2,042 MPa.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil pengujian dan kesimpulan yang didapatkan dari penelitian yang telah dilakukan dengan harapan bahwa penelitian ini akan menghasilkan hasil yang bervariasi dan maksimal, ada beberapa saran yang bisa diambil antara lain :

1. Penggunaan takaran Serat Bambu mempengaruhi kenaikan dan penurunan nilai kuat tarik pada beton berserat. Perlu dilakukan riset lebih mendalam terhadap kandungan dan takaran yang digunakan serta perlu dicoba dengan mix design yang berbeda sebagai perbandingan terhadap mutu beton.

2. Perlu dilakukan penelitian mengenai metode pencampuran serat dalam adukan beton agar tidak terjadi penggumpalan serat dan terhindar dari tidak meratanya serat dalam campuran beton. Hal ini dilakukan agar tidak menyebabkan nilai kuat tarik belah dihasilkan pada saat tes tidak beda jauh.
3. Penelitian tugas akhir ini dapat dijadikan sebagai literatur tambahan atau sebagai bahan evaluasi bagi penelitian tugas akhir selanjutnya, dengan harapan pada hasil penelitian selanjutnya akan menghasilkan karakteristik beton berserat yang lebih baik daripada penelitian sebelumnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Aris widodo, M. abdil basith. (2017). *Analisis Kuat Tekan Beton Dengan Penambahan Serat Rooving Pada Beton*. 19(2).
- Eveline Untu J Kumaat, G. E., & Windah, R. S. (2015). Pengujian Kuat Tarik Belah Dengan Variasi Kuat Tekan Beton. *Jurnal Sipil Statik*, 3(10), 703–708.
- Junnaidy, R., Masdar, A. ., Marta, R., & Masdar, A. (2017). *Penggunaan serat bambu pada campuran beton untuk meningkatkan daktilitas pada keruntuhan beton*. August, 131–135. <https://doi.org/10.21063/spi3.1017.131-135>
- M. Edwar Hidayat. (2016). Pengaruh Panjang Serat Kulit Bambu Terhadap Sifat MekanikBeton.*JomFTEKNIK*,2(2),1–7.
<https://jom.unri.ac.id/index.php/JOMFTEKNIK/article/view/7485>
- Nuklirullah, M., Pathoni, H., & Wanda, A. (2022). *Hubungan Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Beton dengan Serat Bambu dari Tusuk Gigi Sebagai Bahan Tambah*. 11(1).
- Ramadani, H. (2019). *Analisis Pengaruh Penambahan Serat Bambu Terhadap Kuat Tarik Belah Beton Dengan Fas 0,4 Dan 0,6*. 32.
- Suhardiman, M. (2011). Kajian pengaruh penambahan serat bambu ori. *Jurnal Teknik*, 1(2), 8. <https://docplayer.info/35009798-Kajian-pengaruh-penambahan-serat-bambu-ori-terhadap-kuat-tekan-dan-kuat-tarik-beton.html>
- Terai, M., & Minami, K. (2012). Basic study on mechanical properties of bamboo fiber reinforced concrete. *Global Thinking in Structural Engineering: Recent Achievements*, January 2012.
- Trimurtiningrum, R. (2018). Pengaruh Penambahan Serat Bambu Terhadap Kuat Tarik dan Kuat Tekan Beton. *Jurnal Hasil Penelitian LPPM Untag Surabaya* Januari, 03(01), 1–6.
- Nasional, Badan Standarisasi. "SNI 03-2491-2002 Metode pengujian kuat tarik belah beton." *Badan Standardisasi Nasional*. Jakarta: *Badan Standardisasi Nasional* (2002).

- Anggiat, Irvan. 2019. Pengaruh Penambahan Serat Bambu dengan Panjang Tertentu terhadap Kekuatan Beton. Skripsi Sarjana Fakultas Teknik Departemen Teknik Sipil. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Nasional, Badan Standardisasi. "Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal." *SK SNI 3 (2000)*: 2834-2000.
- Mulyono, Tri. "Teknologi beton." *Penerbit Andi, Yogyakarta* (2004).
- Sutiyono, I. Sukardi, and D. Durahim. "Kemampuan pemudaan lima jenis bambu." *Bui Pen. Hutan* 513 (1989): 47-57.
- Eratodi, I.G.L.B (2007). Kuat tekan bambu laminasi dan aplikasinya sebagai ko-lom ukir pada rumah tradisional Bali. Tesis. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- SNI 03-1968 (1990): Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar, *Badan Standarisasi Nasional*.
- SNI 03-1970-1990, S. (1990). Metode Pengujian Berat Jenis dan penyerapan air agregat halus. *Bandung: Badan Standardisasnisi Indonesia*, 1–17.
- SNI03-1972 (2008): Cara Uji Slump Beton, *Badan Standarisasi Nasional*.
- SNI 03-1974 (1990): Metode Pengujian Kuat Tekan Beton, *Badan Standarisasi Nasional*.
- SNI 03-2834-2000. (2000). SNI 03-2834-2000: Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal. *Sni 03-2834-2000*, 1–34.
- SNI 15-2049 (2004): Semen Portland, *Badan Standarisasi Nasional*.
- SNI 7974-2013."Spesifikasi Air Pencampuran Yang Digunakan Dalam Produksi Beton Semen Hidraulis".

LAMPIRAN



Gambar L 1 : Serat Bambu



Gambar L 2 : Sikament NN



Gambar L 3 : Pengujian Analisa Saringan



Gambar L 4 : Pengujian Berat Isi Agregat



Gambar L 5 : Pengujian Berat Jenis



Gambar L 6 : Penjemuran Agregat



Gambar L 7 : *Mix Design*



Gambar L 8 : Adukan Beton Segar



Gambar L 9 : Slump Test



Gambar L 10 : Pembuatan Benda Uji



Gambar L 11 : Perendaman Benda Uji



Gambar L 12 : Penimbangan Benda Uji



Gambar L 13 : Pengujian Kuat tarik belah sampel beton



Gambar L 14 : Sampel beton setelah di uji

**LABORATORIUM TEKNIK SIPIL
POLITEKNIK NEGERI MEDAN**
Jl. Abimanyu No. 1 Kampus UNL MEDAN 20155
Telp. Jurusan Teknik Sipil : (0 611) 7505264 Fax. 061-8210686

Nomor : B / PLS/1M.02.00/2024

Perubahan Proyek : **FARRAN GAZALI**
Materi Beton : **Analisis Substitusi Penggunaan Serat Basah pada Campuran Beton dengan Uji Kuat Tarik**
Nama Pengujian : **Uji Kuat Tarik Belah**

No.	Merek U.P.	Spesifikasi U.P.	Perencanaan Beton bertulang				Merek (merk)	Tinggi (mm)	Lebar (mm)	Jarak Tulang (mm)	Luas Beton (mm ²)	Luas Tulang (mm ²)	Rasio Tulang (%)	Merk Tulang	Kuat Tarik (MPa)	Kuat Tarik (kg/cm ²)	Kuat Tarik (kg/cm ²)
			f _c	f _{yk}	f _{td}	f _{td}											
1	Normal	1															
2	Normal	2															
3	Normal	3															
4	A	1 1%															
5	A	2 1%															
6	A	3 1%															
7	B	1 0,8%															
8	B	2 0,8%															
9	B	3 0,8%															
10	C	1 0,8%															
11	C	2 0,8%															
12	C	3 0,8%															
13	D	1 0,8% + Sirkaman NN															
14	D	2 0,8% + Sirkaman NN															
15	D	3 0,8% + Sirkaman NN															

Medan, 20-Mar-24
Koordinator Lab. Bahan : *[Signature]*
Atsah Habib, S.T., M.T.

Gambar L 14 : Data hasil uji kuat Tarik belah

**LABORATORIUM TEKNIK SIPIL
POLITEKNIK NEGERI MEDAN**
Jl. Abimanyu No. 1 Kampus UNL MEDAN 20155
Telp. Jurusan Teknik Sipil : (0 611) 7505264 Fax. 061-8210686

Nomor : B / PLS/1M.02.00/2024

Perubahan Proyek : **FARRAN GAZALI**
Materi Beton : **Analisis Substitusi Penggunaan Serat Basah pada Campuran Beton dengan Uji Kuat Tarik**
Nama Pengujian : **Uji Kuat Tarik Belah**

No.	Merek U.P.	Spesifikasi U.P.	Perencanaan Beton bertulang				Merek (merk)	Tinggi (mm)	Lebar (mm)	Jarak Tulang (mm)	Luas Beton (mm ²)	Luas Tulang (mm ²)	Rasio Tulang (%)	Merk Tulang	Kuat Tarik (MPa)	Kuat Tarik (kg/cm ²)	Kuat Tarik (kg/cm ²)
			f _c	f _{yk}	f _{td}	f _{td}											
1	E	1 1% + Sirkaman NN															
2	E	2 1% + Sirkaman NN															
3	E	3 1% + Sirkaman NN															
4	F	1 1,2% + Sirkaman NN															
5	F	2 1,2% + Sirkaman NN															
6	F	3 1,2% + Sirkaman NN															

Medan, 20-Mar-24
Koordinator Lab. Bahan : *[Signature]*
Atsah Habib, S.T., M.T.

Gambar L 15 : Data hasil uji kuat Tarik belah

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



INFORMASI PRIBADI

Nama : Farhan Gozali
Panggilan : Farhan
Tempat, Tanggal Lahir : Medan , 22 Juli 2000
Jenis Kelamin : Laki - laki
Alamat Sekarang : Jl. Kejaksaan no. 31 A Medan
No.HP : 082268565800
Nama Ayah : Rudy Gozali
Nama Ibu : Ewita
Email : farhanghozali12@gmail.com

RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Induk Mahasiswa : 1907210214
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil
Jenis Kelamain : Laki - laki
Peguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Alamat Peguruan Tinggi : Jl. Kapten Mughtar Basri, No. 3 Medan20238

PENDIDIKAN FORMAL

Tingkat Pendidikan	Nama dan Tempat	Tahun Kelulusan
Sekolah Dasar	SDS Hang Kesturi Medan	2006 - 2012
Sekolah Menengah Pertama	SMPS Methodist -2 Medan	2012 - 2015
Sekolah Menengah Atas	SMKN Binaan Provsu	2015 - 2018