

TUGAS AKHIR

**ANALISIS PENGARUH PENGGUNAAN LIMBAH
SERAT IJUK DAN SILICA FUME SEBAGAI BAHAN
TAMBAH TERHADAP KUAT TEKAN DAN TARIK
BETON**

***(ANALYSIS OF THE EFFECT OF USING PALM
FIBER WASTE AND SILICA FUME AS A ADDITIONAL
MATERIALS ON THE COMPRESSIVE AND TENSILE
STRENGTH ON THE CONCRETE)***

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Teknik Sipil**



OKTA NURGANANDRA

18511257

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

2023

TUGAS AKHIR

**ANALISIS PENGARUH/PENGGUNAAN LIMBAH
SERAT IJUK DAN SILICA FUME SEBAGAI BAHAN
TAMBAH TERHADAP KUAT TEKAN DAN TARIK
BETON
(ANALYSIS OF THE EFFECT OF USING PALM
FIBER WASTE AND SILICA FUME AS A ADDITIONAL
MATERIALS ON THE COMPRESSIVE AND TENSILE
STRENGTH ON THE CONCRETE)**

Disusun Oleh



Telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh derajat Sarjana Teknik Sipil

Diuji pada tanggal 21 September 2023

Oleh Dewan Penguji

Pembimbing

Astriana Hardawati, S.T., M.Eng.
NIK: 165111301

Penguji I

Prof. Ir. Sarwidi, MSCE., Ph.D.
NIK: 845110101

Penguji II

Elvis Saputra S.T., M.T.
NIK: 205111302

Mengesahkan,



Ketua Program Studi Teknik Sipil

20/23
/12

D. Yuniarta Muntah, S.T., M.T., Ph.D. (Eng), IPM.
NIK: 095110101

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa laporan Tugas Akhir yang saya susun sebagai syarat untuk penyelesaian program Sarjana di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia merupakan hasil karya saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan laporan Tugas Akhir yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan dalam sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan karya ilmiah. Apabila di kemudian hari ditemukan seluruh atau Sebagian laporan Tugas Akhir ini bukan hasil karya saya sendiri atau adanya plagiasi dalam bagian-bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi, termasuk pencabutan gelar akademis yang saya sandang sesuai dengan perlindungan yang berlaku.

Yogyakarta, 28 Agustus 2023

Yang membuat pernyataan,



Okta Nurganandra

(18511257)

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah rabbil'alamiin, puji dan syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul “Pengaruh Penggunaan Limbah Serat Ijuk dan Silica Fume Sebagai Bahan Tambah Terhadap Kuat Tekan dan Tarik Beton”. Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan studi dengan jenjang Strata Satu (S1) di Program Studi Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Tugas Akhir ini dalam proses penyusunannya tidak lepas dari berbagai hambatan serta rintangan akan tetapi dengan semangat, dukungan, kritik dan saran dari berbagai pihak, Alhamdulillah Tugas Akhir ini dapat diselesaikan. Oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Dr. Eng. Yunalia Muntafi, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
2. Ibu Astriana Hardawati, S.T., M.Eng., selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir
3. Sarwidi, Prof. Ir., MSCE., Ph.D., selaku Dosen Penguji I dalam Sidang Tugas Akhir
4. Elvis Saputra S.T., M.T., selaku Dosen Penguji II dalam Sidang Tugas Akhir
5. Bapak Edy Siswoyo dan Ibu Tutik Lisana selaku orang tua dari penulis dan Yonansyah Yonastira selaku adik penulis, yang senantiasa mendoakan dan memberikan dukungan baik secara material maupun spiritual dalam proses penyusunan Tugas Akhir
6. Amikasia Thalia Nalora sebagai orang yang selalu ada serta memberikan dukungan dan motivasi kepada penulis dalam proses penyusunan Tugas Akhir
7. Saudara-saudara saya yang berada di Yogyakarta
8. Teman-teman “Crewsuhan” yang telah menolong, memotivasi, dan membantu penulis dalam proses penyusunan Tugas Akhir

DAFTAR ISI

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
ABSTRAK	xii
<i>ABSTRACT</i>	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Penelitian.....	3
BAB II KAJIAN PUSTAKA	5
2.1 Penelitian Terdahulu	5
2.1.1 Pengaruh dan Perbandingan Serat Ijuk Lokal Bali Dengan Serat Ijuk Lombok Pada Campuran Beton Normal Terhadap Kuat Tekan dan Tarik Belah Beton	5
2.1.2 Pengaruh Penambahan Serat Ijuk Dapat Meningkatkan Kuat Tarik Pada Beton Mutu Normal.....	6
2.1.3 Pengaruh Serat Ijuk Sebaifai Bahan Tambah Terhadap Kuat Tarik Belah Beton.....	7

2.1.4	Pengaruh Penambahan Silica Fume Terhadap Kuat Tekan Beton Fc'25	7
2.1.5	Perbandingan Penggunaan Dua Merk Silica Fume dan Admixture Sebagai Bahan Campuran Pada Beton Mutu Tinggi	8
2.2	Perbedaan Penelitian	9
BAB III LANDASAN TEORI.....		12
3.1	Beton Normal.....	12
3.2	Beton Serat.....	12
3.3	Material Penyusun Beton	12
3.3.1	Semen Portland	12
3.3.2	Agregat Kasar.....	13
3.3.3	Agregat Halus.....	16
3.3.4	Air	20
3.3.5	Bahan Tambah (<i>Filler</i>).....	21
3.4	Perencanaan Campuran Beton (Mix Design)	22
3.5	<i>Slump</i> Test.....	29
3.6	Kuat Tekan.....	30
3.7	Kuat Tarik	31
BAB IV METODE PENELITIAN		32
4.1	Metode Penelitian	32
4.2	Bahan dan Peralatan.....	32
4.2.1	Bahan.....	32
4.2.2	Peralatan.....	33
4.3	Benda Uji	34
4.3.1	Pembuatan Beton normal	34

4.3.2	Beton Serat Ijuk dan Silica Fume	37
4.4	Data dan Sampel	40
BAB V PEMBAHASAN HASIL PENELITIAN		42
5.1	Umum	42
5.2	Pengujian Material	42
5.2.1	Hasil Pengujian Agregat Halus	42
5.2.2	Hasil Pengujian Agregat Kasar	53
5.3	Perencanaan Campuran Beton (<i>Mix Design</i>).....	62
5.4	Pengujian Beton	72
5.4.1	Pengujian Slump Beton.....	72
5.4.2	Pengukuran Berat dan Volume Silinder Beton	74
5.4.3	Pengujian Kuat Tekan Beton	76
5.4.4	Pengujian Kuat Tarik Beton.....	83
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN		93
6.2	Kesimpulan	93
6.3	Saran	93
DAFTAR PUSTAKA		95

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Persyaratan batas-batas susunan besar butir agregat kasar (SNI 03-2834-2000).	14
Tabel 3.2	Batas Gradasi Agregat Halus (SNI 03-2834-2000).....	17
Tabel 3.3	Nilai Deviasi Standar Untuk Berbagai Tingkat Pengendalian Mutu Pekerjaan	22
Tabel 3.4	Faktor Pengali Untuk Deviasi Standar Bila Data Hasil Uji yang Tersedia Kurang Dari 30	23
Tabel 3.5	Perkiraan Kuat Tekan Beton Dengan Faktor Air Semen dan Agregat Kasar yang Biasa Dipakai di Indonesia.....	24
Tabel 3.6	Persyaratan Jumlah Minimum dan Faktor Air Semen Maksimum Untuk Berbagai Macam Pembetonan Dalam Lingkungan Khusus	25
Tabel 3.7	Penetapan Nilai Slump	25
Tabel 3.8	Perkiraan Kadar Air Bebas (Kg/m ³) yang Dibutuhkan Untuk Beberapa Tingkat Kemudahan Pengerjaan Adukan.....	26
Tabel 4.1	Variasi dan Jumlah Benda Uji.....	40
Tabel 5.1	Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus	45
Tabel 5.2	Rekapitulasi Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus Sampel 1 ..	48
Tabel 5.3	Rekapitulasi Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus Sampel 2 ..	49
Tabel 5.4	Rekapitulasi Pengujian Berat Volume Gembur Agregat Halus	51
Tabel 5.5	Rekapitulasi Pengujian Berat Volume Padat Agregat Halus	52
Tabel 5.6	Rekapitulasi Pengujian Kadar Lumpur	53
Tabel 5.7	Rekapitulasi Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar.....	55
Tabel 5.8	Rekapitulasi Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar Sampel 1 ..	58
Tabel 5.9	Rekapitulasi Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar Sampel 2 ..	59
Tabel 5.10	Rekapitulasi Pengujian Berat Volume Gembur Agregat Kasar	62
Tabel 5.11	Rekapitulasi Pengujian Berat Volume Padat Agregat Kasar	62
Tabel 5.12	Rekapitulasi Perencanaan Campuran Beton	69
Tabel 5.13	Rekapitulasi Proporsi Campuran Beton Pada Setiap Mixing	71

Tabel 5.14 Rekapitulasi Proporsi Campuran Beton Pada Setiap Mixing dengan Angka Penyusutan 20%	71
Tabel 5.15 Rekapitulasi Hasil Pengujian Slump (tambahin keterangan).....	72
Tabel 5.16 Rekapitulasi Berat dan Volume Silinder Beton	74
Tabel 5.17 Rekapitulasi Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton	78
Tabel 5.18 Rekapitulasi Hasil Pengujian Kuat Tarik Beton	85
Tabel 5.19 Rekapitulasi Perbandingan Kuat Tarik dengan Kuat Tekan Beton....	89

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Hubungan Faktor Air Semen dan Kekuatan Tekan beton	24
Gambar 3.2.a	Persen Pasir Terhadap Kadar Total Agregat yang Dianjurkan Untuk Ukuran Butir Maksimum 10mm	27
Gambar 3.2.b	Persen Pasir Terhadap Kadar Total Agregat yang Dianjurkan Untuk Ukuran Butir Maksimum 20mm	27
Gambar 3.2.c	Persen Pasir Terhadap Kadar Total Agregat yang Dianjurkan Untuk Ukuran Butir Maksimum 40mm	28
Gambar 3.3	Perkiraan Berat Isi Beton yang Telah Selesai Didapatkan	28
Gambar 3.4	Slump Test	29
Gambar 3.5	Sketsa Uji Kuat Tekan Beton	30
Gambar 3.6	Sketsa Uji Kuat Tarik Beton	31
Gambar 4.1	Flowchart Penelitian	41
Gambar 5.1	Grafik Gradasi Agregat Halus Maksimum 20 mm Sampel 1	49
Gambar 5.2	Grafik Gradasi Agregat Halus Maksimum 20 mm Sampel 1	50
Gambar 5.3	Grafik Gradasi Agregat Kasar Maksimum 20 mm Sampel 1	59
Gambar 5.4	Grafik Gradasi Agregat Kasar Maksimum 20 mm Sampel 2	60
Gambar 5.5	Faktor Air Semen	64
Gambar 5.6	Persen Pasir Terhadap Kadar Total Agregat	66
Gambar 5.7	Nilai Berat Isi Beton	67
Gambar 5.9	Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan Rata-rata Beton	81
Gambar 5.10.a	Variasi Beton Normal Setelah Pengujian Kuat Tekan	82
Gambar 5.10.b	Variasi Beton Serat Ijuk dan Silica Fume Setelah Pengujian Kuat Tekan	83
Gambar 5.11	Grafik Kuat Tarik Rata-rata Beton	88
Gambar 5.12	Grafik Kuat Tarik Belah Beton	90
Gambar 5.13.a	Variasi Beton Normal Setelah Pengujian Kuat Tarik	91
Gambar 5.13.b	Variasi Beton Serat Ijuk dan Silica Fume Setelah Pengujian Kuat Tarik	91

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Surat Izin Penggunaan Laboratorium BKT Fakultas Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia	99
Lampiran 2 Hasil Pengujian Agregat Halus	100
Lampiran 3 Hasil Pengujian Agregat Kasar.....	108
Lampiran 4 Laporan Sementara Uji Berat dan Volume Beton	115
Lampiran 5 Laporan Sementara Pengujian Kuat Tekan Beton.....	118
Lampiran 6 Laporan Sementara Pengujian Kuat Tarik Beton	120
Lampiran 7 Gambar Peralatan dan Bahan yang Digunakan	122
Lampiran 8 Gambar Benda Uji Setelah Pengujian	129

ABSTRAK

Beton merupakan salah satu material yang paling sering ditemui dalam bidang konstruksi. Beton biasanya memiliki ketahanan terhadap kuat tekan dan kuat tarik. Untuk meningkatkan kualitas beton digunakan silica fume untuk meningkatkan kekuatan tekan beton akan tetapi lemah terhadap kekuatan tarik sehingga digunakan serat ijuk yang dapat mengatasi kekurangan dari penggunaan silica fume. Serat ijuk digunakan karena mudah didapatkan dan memiliki harga yang relatif murah.

Pada penelitian ini perhitungan perencanaan campuran beton menggunakan SNI 03-2834-2000 dengan kuat tekan rencana sebesar 25 MPa. Bahan tambah yang digunakan adalah serat ijuk 0%, 1,5%, 2,5% dan silica fume 0%, 8%, 10%, 12% dari berat semen. Benda uji yang dibuat berbentuk silinder dengan ukuran 150 x 300 mm dengan total 82 buah. Pengujian kuat tekan dan kuat tarik dilakukan pada saat umur beton 28 hari.

Hasil dari pengujian yang dilakukan pada 9 variasi beton yaitu BN, BI 1,5, BS 8, BIS 1,5-8, BIS 1,5-10, BIS 1,5-12, BIS 2,5-8, BIS 2,5-10, BIS 2,5-12 menghasilkan nilai kuat tekan berturut-turut sebesar: 28,38 MPa, 28,07 MPa, 35,32 MPa, 34,15 MPa, 31,91 MPa, 31,86 MPa, 34,40 MPa, 36,24 MPa, 42,04 MPa. Pada pengujian kuat tarik secara berturut-turut menghasilkan kekuatan sebesar 3,10 MPa, 3,15 MPa, 1,94 MPa, 3,00 MPa, 3,46 MPa, 3,18 MPa, 3,49 MPa, 3,31 MPa, 3,63 MPa. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan penggunaan serat ijuk dapat menaikkan kekuatan tarik beton tetapi tidak berpengaruh terhadap kenaikan kekuatan tarik sedangkan penggunaan silica fume akan mengakibatkan kekuatan tarik menurun tetapi kekuatan tekan akan meningkat. Pada variasi beton dengan kombinasi bahan tambah serat ijuk dan silica fume kekuatan tekan beton berada diatas kekuatan beton normal dan kekuatan tarik untuk beberapa variasi berada di atas nilai beton normal.

Kata kunci: Kuat tekan, Kuat tarik, Serat ijuk, Silica fume

ABSTRACT

Concrete is one of the most frequently encountered materials in the construction sector. Concrete usually has resistance to compressive strength and tensile strength. To improve the quality of concrete, silica fume is used to increase the compressive strength of concrete, but it is weak in tensile strength, so palm fiber is used which can overcome the disadvantages of using silica fume. Palm fiber is used because it is easy to obtain and has a relatively low price.

In this study, the calculation of concrete mix planning uses SNI 03-2834-2000 with a design compressive strength of 25 MPa. The added materials used were palm fiber 0%, 1.5%, 2.5% and silica fume 0%, 8%, 10%, 12% by weight of cement. The specimens were made cylindrical with a size of 150 x 300 mm with a total of 82 pieces. The compressive strength and tensile strength tests were carried out when the concrete was 28 days old.

The results of tests carried out on 9 variations of concrete, namely BN, BI 1.5, BS 8, BIS 1.5-8, BIS 1.5-10, BIS 1.5-12, BIS 2.5-8, BIS 2.5-10, BIS 2.5-12 produces compressive strength values of: 28.38 MPa, 28.07 MPa, 35.32 MPa, 34.15 MPa, 31.91 MPa, 31.86 MPa, 34.40 MPa, 36.24 MPa, 42.04 MPa. The tensile strength test successively produces a strength of 3.10 MPa, 3.15 MPa, 1.94 MPa, 3.00 MPa, 3.46 MPa, 3.18 MPa, 3.49 MPa, 3.31 MPa, 3.63 MPa. From the results of the study, it can be concluded that the use of palm fiber can increase the tensile strength of concrete but does not affect the increase in tensile strength while the use of silica fume will result in a decrease in tensile strength but an increase in compressive strength. In the variation of concrete with a combination of palm fiber added materials and silica fume, the compressive strength of the concrete is above the normal concrete strength and the tensile strength for some variations is above the normal concrete value.

Keywords: Compressive strength, Tensile strength, Palm fiber, Silica fume

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada masa sekarang ini di Indonesia sedang gencar melakukan pembangunan untuk meningkatkan infrastruktur ataupun memenuhi kebutuhan tempat tinggal yang sekarang ini semakin meningkat. pembangunan infrastruktur yang dilakukan saat ini bertujuan untuk meningkatkan ekonomi dan meratakan pembangunan yang ada di Indonesia. Pembangunan infrastruktur yang dilakukan tersebut tidak lepas dari dunia konstruksi. seperti pembangunan jembatan, rumah sakit, ataupun perumahan. Dalam pembangunan konstruksi tersebut biasa digunakan material beton sebagai bagian struktural bangunan.

Beton merupakan salah satu material yang paling sering ditemui dalam bidang konstruksi. Material beton dalam bidang konstruksi sering digunakan untuk bagian struktur. Penggunaan beton dalam bidang konstruksi karena memiliki berbagai keunggulan misalnya beton memiliki kekuatan serta daya dukung yang tinggi, beton tahan terhadap api dan biaya untuk pembuatan serta pemeliharaan material beton terhitung cukup murah dibandingkan material lain. Dalam penelitian yang akan dilakukan, beton yang akan dibuat adalah beton dengan bahan tambah berupa silica fume dan serat ijuk.

Serat pada dasarnya dibagi menjadi 2 yaitu serat buatan dan serat alami. Serat alami mulai banyak digunakan karena memiliki beberapa keunggulan, diantaranya adalah jumlahnya banyak dan lebih mudah untuk didapatkan, lebih ramah terhadap lingkungan, serta memiliki harga yang jauh lebih murah dibandingkan serat buatan. Salah satu serat yang sering digunakan adalah serat ijuk. Serat ijuk merupakan serat yang berasal dari pohon aren. Serat ijuk berbentuk helaian benang-benang yang mempunyai karakter kuat, lentur, tidak mudah putus, memiliki harga yang relatif murah dibandingkan serat gelas ataupun kawat, serta tahan lama dikarenakan tidak mudah terurai. Serat ijuk dalam kehidupan sehari-hari bisa digunakan sebagai sapu, atap ataupun tali. Tetapi penggunaan serat ijuk tersebut belum dimanfaatkan

secara optimal. Dalam dunia konstruksi, serat ijuk dapat digunakan sebagai penguat alternatif untuk bahan komposit karena memiliki kemampuan tarik yang cukup baik. Sehingga penggunaan serat ijuk dalam campuran beton diharapkan dapat meningkatkan kekuatan tarik belah beton.

Silica fume merupakan material pozzolan yang halus yang berasal dari sisa produksi silikon atau besi silikon dari tanur tinggi dengan kandungan silika tinggi (>90%) dan ukuran rata-rata 1/100 ukuran partikel semen (Siddique dan Kunal, 2016). Penggunaan silica fume yang digunakan sebagai campuran beton akan menghasilkan reaksi dengan zat kapur bebas yang terdapat pada semen saat pembentukan senyawa calcium silica hidrat (CSH) yang berpengaruh pada proses pengerasan semen. penggunaan silica fume dalam campuran beton memiliki beberapa keunggulan yaitu meningkatkan kuat tekan, meningkatkan kepadatan beton serta meningkatkan durabilitas beton terhadap unsur kimia.

Oleh karena itu dalam penelitian yang akan dilakukan ini penggunaan serat ijuk bertujuan sebagai penguat alternatif pada beton normal karena dapat meningkatkan kuat tarik beton, serta digunakan bahan tambah berupa silica fume yang bertujuan untuk meningkatkan kekuatan beton pada penelitian yang akan dilakukan.

1.2 Rumusan Masalah

Dari pembahasan latar belakang diatas maka didapatkan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh penggunaan serat ijuk dan bahan tambah silica fume terhadap kuat tekan beton?
2. Bagaimana pengaruh penggunaan serat ijuk dan bahan tambah silica fume terhadap kuat tarik beton?

1.3 Tujuan Penelitian

Mengacu pada rumusan masalah diatas, tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengatahui pengaruh penggunaan serat ijuk dan bahan tambah silica fume terhadap kuat tekan beton
2. Mengetahui pengaruh penggunaan serat ijuk dan bahan tambah silica fume terhadap kuat tarik beton

1.4 Manfaat Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dijabarkan di atas, tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui informasi pengaruh kuat tarik beton yang dipengaruhi serat ijuk dan silica fume
2. Mengetahui informasi pengaruh kuat tekan beton yang dipengaruhi serat ijuk dan *silica fume*

1.5 Batasan Penelitian

Pada penelitian ini diperlukan pembatasan-pembatasan agar penelitian lebih dan tidak terjadi pengembangan masalah menjadi lebih kompleks. Batasan penelitian pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Perencanaan campuran beton yang akan digunakan menggunakan SNI 03-2834-2000 (Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal)
2. Kekuatan tekan beton yang direncanakan adalah sebesar (f'_c) 25 MPa
3. Jenis semen yang digunakan dalam pengujian adalah semen PCC (*Portland Cement Composit*)
4. Serat ijuk yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari pohon aren
5. Benda uji yang digunakan berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm
6. Pengujian kuat tekan menggunakan acuan berdasarkan SNI 03-1974-2011 tentang cara uji kuat tekan beton dengan benda uji silinder
7. Pengujian kuat tarik menggunakan acuan berdasarkan SNI 03-2491-2002 tentang metode pengujian kuat tarik belah beton.
8. Serat ijuk yang dipakai dalam penelitian ini memiliki panjang ± 3 cm

9. Variasi serat ijuk yang digunakan adalah 0%, 1,5% dan 2,5% dari berat semen dalam campuran beton
10. Variasi sillica fume yang digunakan adalah 0% 8%, 10%, dan 12% dari berat semen dalam campuran beton
11. Pengaruh suhu, udara dan faktor lainnya diabaikan.
12. Penelitian ini belum membahas hubungan masing-masing variable yaitu silica fume,dan serat ijuk

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penulisan tugas akhir yang dilakukan ini mengacu pada beberapa referensi berupa jurnal ilmiah atau tugas akhir yang sudah dilakukan sebelumnya dalam jangka waktu 5 tahun terakhir. Penelitian sebelumnya yang membahas mengenai pengaruh *admixture* serat ijuk atau silica fume pada beton adalah sebagai berikut.

2.1.1 Pengaruh dan Perbandingan Serat Ijuk Lokal Bali Dengan Serat Ijuk Lombok

Pada Campuran Beton Normal Terhadap Kuat Tekan dan Tarik Belah Beton

Beton merupakan suatu campuran agregat yang dicampur dengan suatu pasta yang terbuat dari semen dan air. Disamping kelebihan beton, beton juga memiliki suatu kekurangan yaitu memiliki kuat tarik yang rendah dan bersifat getas (*brittle*). Dengan adanya kekurangan beton tersebut, perlu adanya penambahan serat agar mampu meningkatkan kekuatan beton,

Penelitian ini akan mencoba untuk menggunakan serat yaitu berupa Serat Ijuk Bali dan serat Ijuk Lombok sebagai bahan campuran beton dimana serat Ijuk merupakan serat alami yang dihasilkan dari bahan pohon aren, diharapkan dengan adanya penambahan serat tersebut dapat memperbaiki kelemahan-kelemahan beton. Pembuatan campuran beton (*Mix Design*), menggunakan perhitungan SK SNI T-15-1990-003 tentang “Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal” pengujian beton ini meliputi kuat tekan dan kuat tarik belah beton, Benda uji berbentuk silinder dengan tinggi 300 mm dan diameter 150 mm. Dengan variasi penambahan serat Ijuk yang ditetapkan sebesar 0%, 2%, 3%, 4% dan 5% dari volume berat semen, yang akan digunakan pada rencana campuran beton.

Dari hasil pengujian ini menunjukkan bahwa penambahan serat Ijuk Bali dan serat Ijuk Lombok dapat meningkatkan kuat tekan beton, peningkatan yang tertinggi terjadi pada prosentase 2% yaitu sebesar 20.426 MPa terjadi peningkatan

sebesar 5.47 % (Ijuk Bali), untuk serat (Ijuk Lombok) terjadi peningkatan nilai kuat tekan sebesar 21.06 MPa terjadi peningkatan sebesar 2.48%, dan di prosentase 3%, 4%, dan 5% mengalami penurunan nilai kuat tekan. Sedangkan untuk kuat tarik belah mengalami peningkatan di prosentase 2% yaitu sebesar 1.91 MPa terjadi peningkatan sebesar 11.59 % (Ijuk Bali), dan penambahan serat (Ijuk Lombok) nilai tertinggi terjadi di prosentase 3% yaitu sebesar 1.91 MPa peningkatan sebesar 11.31 % dari beton normal. Kekuatan optimum penambahan serat Ijuk Bali terjadi pada prosentase 2% kuat tarik belah sebesar 1.91 MPa dan kuat tekan 21.06 MPa dan penambahan serat Ijuk Lombok nilai optimum kadar serat 3% dengan nilai kuat tarik belah yang sama sebesar 1.91 MPa.

2.1.2 Pengaruh Penambahan Serat Ijuk Dapat Meningkatkan Kuat Tarik Pada Beton Mutu Normal

Penggunaan serat ijuk sebagai bahan tambah dalam campuran beton, sehingga dinamakan beton berserat. Metode penelitian menggunakan serat ijuk bervariasi Panjang (1 cm, 1,5 cm, 2 cm, 2,5 cm dan 3 cm). perbandingan berat serat terhadap berat semen adalah sebesar 0%, 1%, 2% dan 3% untuk setiap perilaku. Penggunaan material agregat halus, agregat kasar, maupun semen dengan kondisi standar. Benda uji yang dibuat berbentuk silinder berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm sebanyak 68 buah. Pengujian kuat tekan dan kuat tarik beton dilakukan pada beton berumur 28 hari. Hasil penelitian dari 4 perilaku sebagai berikut: beton tanpa serat ijuk memperoleh kuat tekan 24,11 MPa dan kuat tarik 2,04 MPa. Beton serat ijuk 1% terjadi penurunan kuat tekan dari 23,31 MPa ke 22,40 MPa, kuat tarik terjadi peningkatan dari 2,52 MPa – 2,87 MPa. Beton serat ijuk 2% terjadi penurunan kuat tekan dari 22,53 MPa – 21,92 MPa, sedangkan kuat tarik terjadi peningkatan dari 2,75 MPa – 3,10 MPa. Beton berserat ijuk 3%; terjadi penurunan kuat tekan dari 22,32 MPa – 19,81 MPa, kuat tarik terjadi peningkatan dari 2,92 MPa – 3,35 MPa

2.1.3 Pengaruh Serat Ijuk Sebaifai Bahan Tambah Terhadap Kuat Tarik Belah Beton

Penelitian beton dengan campuran serat ijuk ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan kuat tarik belah beton normal dan beton ijuk. Diameter silinder adalah 150 mm dan tinggi 300 mm. Terdapat 3 variasi penambahan ijuk yaitu 2,5%, 5%, dan 7,5%. Perencanaan campuran beton berdasarkan SK SNI-T-15-1990-03 dengan rasio air semen 0,5 dan rentang slump 6-10 cm. Proses curing sesuai SNI-03-2493-2011. Pengujian dilakukan pada umur 28 hari berdasarkan SNI 03-2491-2002. Nilai uji kuat tarik tertinggi adalah dengan penambahan 7,5% ijuk (3114 Mpa) yaitu 26,9% lebih tinggi dari beton normal. Penelitian ini menunjukkan, penambahan ijuk meningkatkan kuat tarik belah beton.

2.1.4 Pengaruh Penambahan Silica Fume Terhadap Kuat Tekan Beton $F_c'25$

Beton merupakan salah satu bahan utama dalam bidang konstruksi. Bangunan infrastruktur seperti gedung, jembatan, irigasi dan jalan semuanya menggunakan beton sebagai bahan utama. Silica fume adalah material pozzolan yang halus, berbentuk butiran, sangat kecil, mengandung senyawa silika dioksida (SiO_2) dan alumina (Al_2O_3) yang berpengaruh dalam proses pengerasan pada beton. Penggunaan silica fume pada campuran beton dapat menghasilkan beton dengan kuat tekan yang tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan silica fume dengan variasi kadar silica fume sebesar 10% dan 20%. Menggunakan metode eksperimen sesuai standar SNI 03-2834-2000 untuk memperoleh hasil yang akan mengkonfirmasi variasi yang diteliti. Hasil dari penelitian menunjukkan kuat tekan optimum terdapat pada kadar silica fume sebesar 20% dengan kuat tekan beton 27,20 MPa pada umur beton 28 hari, dengan meningkatnya proporsi campuran silica fume kemampuan kerja beton semakin meningkat. Dari hasil penelitian tersebut dapat diketahui semakin tinggi kadar silica fume maka workabilitas beton semakin berkurang, hal ini terjadi karena sifat silica fume yang menyerap air

2.1.5 Perbandingan Penggunaan Dua Merk Silica Fume dan Admixture Sebagai Bahan Campuran Pada Beton Mutu Tinggi

Perkembangan dalam dunia konstruksi beton sangat pesat sehingga para produsen berlomba-lomba menciptakan teknologi baru dalam bidang material konstruksi. Salah satunya silica fume yang merupakan produk yang dapat mempengaruhi sifat kimia dan sifat mekanis beton sehingga dapat meningkatkan kekuatan beton. Silica fume biasanya digunakan pada pembuatan beton mutu tinggi. Sehubungan dengan pelaksanaan pekerjaan beton di area dermaga. Pada proyek Lamongan Oil Tank Terminal (LOTT), area dermaga menggunakan beton mutu tinggi yaitu K-430 serta mempunyai durabilitas campuran akibat pengaruh cuaca dan air. Maksud penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh komposisi campuran beton dengan penggunaan silica fume dengan merek yang berbeda, yaitu merek Sika Fume dan Consol Fume dengan variasi 7% dan 8%.

Dari hasil penelitian yang dilakukan dengan menggunakan sika fume dan consol fume dengan tambahan admixture Type D dan Type F menghasilkan waktu pengerasan beton yang lebih lama dan menjaga workabilitas saat beton ready mix sampai ke lokasi pekerjaan masih terjaga kelecakannya. Kuat tekan beton optimal didapat pada penambahan variasi 8% pada campuran Sika Fume yaitu 592 Kg/cm². Sedangkan untuk campuran Consol Fume yaitu 570 Kg/cm². Kuat tekan beton optimal pada penambahan variasi 7% pada campuran Sika Fume yaitu 509 Kg/cm². Sedangkan untuk campuran Consol Fume yaitu 503 Kg/cm². Untuk beton normal didapat 473 Kg/cm².

2.2 Perbedaan Penelitian

Penelitian yang akan dilakukan terdapat beberapa perbedaan dengan penelitian terdahulu. Perbedaan tersebut telah ditulis dalam tabel yang dapat dilihat pada Tabel 2.1 sebagai berikut.

Tabel 2.1 Perbedaan Dengan Penelitian Terdahulu

Aspek	Penelitian Terdahulu					Penelitian Sekarang
Peneliti	Sudika, I Gusti Made. Dkk. (2017)	Wora, Mikael. Dkk (2018)	(Firdaus & Fajri, 2019)	Mufawaq A. dkk, (2022)	(Sopa, Sartika, & Denie, 2023)	Okta Nurganandra (2023)
Judul	Pengaruh dan Perbandingan Serat Ijuk Lokal Bali dengan Serat Ijuk Lombok Pada Campuran Beton Normal Terhadap Kuat Tekan dan Tarik Belah Beton	Pengaruh Penambahan Serat Ijuk Dapat Meningkatkan Kuat Tarik Pada Beton Mutu Normal	Pengaruh Serat Ijuk Sebagai Bahan Tambah Terhadap Kuat Tarik Belah Beton	Perbandingan Penggunaan Dua Merk Silica Fume dan Admixture Sebagai Bahan Campuran Pada Beton Mutu Tinggi	Pengaruh Penambahan Silica Fume Terhadap Kuat Tekan Beton Fc'25	Analisis Pengaruh Penggunaan Limbah Serat Ijuk dan Silica Fume Sebagai Bahan Tambah Terhadap Kuat Tekan Beton

Lanjutan Tabel 2.1 Perbedaan Dengan Penelitian Terdahulu

Peneliti	Sudika, I Gusti Made. Dkk. (2017)	Wora, Mikael. Dkk (2018)	(Firdaus & Fajri, 2019)	Mufawaq A. dkk, (2022)	(Sopa, Sartika, & Denie, 2023)	Okta Nurganandra (2023)
Metode Penelitian	Pengujian di Laboratorium	Pengujian di Laboratorium	Pengujian di Laboratorium	Pengujian di Laboratorium	Pengujian di Laboratorium	Pengujian di Laboratorium
Lokasi	Bali	NTT	Palembang	Malang	Palembang	Yogyakarta
Tujuan	Mengetahui peningkatan kuat tekan dan kua tarik beton setelah dicampur dengan serat ijuk Bali atau serat ijuk Lombok. Serta mengetahui komposisi optimum serat ijuk pada beton.	Mengetahui nilai penurunan kuat tekan dan peningkatan kuat tarik dari beton beton setelah dicampur serat ijuk	Mengetahui apakah bahan tambah yaitu serat ijuk dapat meningkatkan kuat tarik belah beton dan mengetahui perbandingan antara kuat tarik belah beton yang menggunakan serat ijuk dengan kuat tatik belah beton standar	Mengetahui pengaruh penggunaan bahan tambah silica fume dan admixture terhadap kuat tekan beton yang berada di lingkungan bangunan air laut	Mengetahui pengaruh kekuatan tekan beton dengan penambahan silica fume pada campuran beton normal.	Mengetahui seberapa besar pengaruh penggunaan serat ijuk dan silica fume pada kuat tarik dan kuat tekan beton.

Lanjutan Tabel 2.1 Perbedaan Dengan Penelitian Terdahulu

Peneliti	Sudika, I Gusti Made. Dkk. (2017)	Wora, Mikael. Dkk. (2018)	(Firdaus & Fajri, 2019)	Mufawaq A. dkk, (2022)	(Sopa, Sartika, & Denie, 2023)	Okta Nurganandra (2023)
Hasil	Dari hasil pengujian yang didapatkan peningkatan kuat tekan beton tertinggi terjadi pada presentase 2% yaitu sebesar 20,426 MPa terjadi peningkatan sebesar 5,47 % (Ijuk Bali), dan serat (Ijuk Lombok) terjadi peningkatan nilai kuat tekan sebesar 21,06 MPa terjadi peningkatan sebesar 2,48%	Penambahan serat ijuk pada beton didapatkan hasil sebagai berikut: beton tanpa serat ijuk; kuat tekan 24,11 MPa dan kuat tarik 2,04 MPa. Beton berserat ijuk 1%; kuat tekan dari 23,31 MPa ke 22,40 Mpa, kuat tarik dari 2,52 Mpa – 2,87 MPa.	Persentase serat ijuk sangat berpengaruh terhadap kuat tarik belah beton semakin tinggi persentase serat ijuk semakin tinggi kuat tarik belah beton. Serat ijuk persentase 0% menghasilkan kuat tarik tertinggi sebesar 2.139 Mpa sampai dengan 2.455 Mpa. Pada 2,5% kuat tarik tertinggi sebesar 2.340 Mpa sampai 2.674 Mpa. Pada 5% kuat tarik tertingginya adalah 2.522 Mpa sampai 3.018 Mpa, Dan pada 7,5% kuat tarik tertingginya adalah 2.808 sampai 3.114 Mpa	Nilai kuat tekan beton pada umur 28 hari dengan tambahan Admixture 8% dengan merek Sika Fume adalah 592 Kg/cm ² lebih tinggi 25% dari beton normal dan Consol Fume adalah 570 Kg/cm ² lebih tinggi 21% dari beton normal.	Pengaruh penambahan silica fume pada beton membuat campuran beton semakin padat dan lebih cepat mengeras dari campuran beton normal. Pada umur 28 hari menunjukkan semakin bertambah proporsi campuran silica fume kuat tekan beton menjadi semakin meningkat. Untuk proporsi silica fume 10% memiliki nilai sebesar 26,24 MPa pada umur 28 hari dan proporsi silica fume 20% memiliki nilai 27,2 MPa pada umur 28 hari.	

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Beton Normal

Beton menurut SNI 03-2834-2000, merupakan campuran antara semen Portland atau semen hidraulik yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air dengan atau tanpa bahan tambah membentuk massa padat dan beton normal memiliki berat (2200-2500) kg/m³.

3.2 Beton Serat

Beton serat merupakan beton dibuat dari campuran antara semen, agregat, air dan sejumlah serat. Serat yang dapat ditambahkan dapat berupa kaca, plastic, baja atau serat tumbuh-tumbuhan seperti rami atau ijuk. Tujuan penambahan serat dalam campuran beton bertujuan untuk menambah kuat tarik pada beton. Tetapi penambahan serat ke dalam campuran beton tidak menambah kekuatan tekan beton.

3.3 Material Penyusun Beton

Beton terdiri dari $\pm 15\%$ semen, $\pm 8\%$ air, $\pm 3\%$ udara, selebihnya pasir dan kerikil atau agregat. Campuran tersebut setelah mengeras mempunyai sifat yang berbeda-beda, tergantung pada cara pembuatannya. Perbandingan campuran, cara pencampuran, cara mengangkut, cara mencetak, cara memadatkan, dan sebagainya akan mempengaruhi sifat-sifat beton. Hasil dari pencampuran bahan-bahan tersebut menghasilkan suatu adukan yang akan dicetak sesuai bentuk yang diinginkan, karena adanya reaksi hidrasi semen oleh air, maka adukan tersebut akan mengeras dan mempunyai kekuatan untuk memikul beban (Djamaludin, dkk., 2015).

3.3.1 Semen Portland

Menurut SNI 03-2834-2000, semen Portland-pozolan adalah campuran semen Portland dengan pozzolan antara 15%-40% berat total campuran dan kandungan $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ dalam Pozolan minimum 70%.

Sesuai dengan tujuan pemakaiannya semen Portland dibagi menjadi 5 jenis kategori, yaitu : (Lincolen, 2017)

1. Tipe I semen Portland digunakan untuk konstruksi umum, jenis ini tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang disyaratkan seperti pada semen jenis lain.
2. Tipe II semen Portland digunakan untuk bangunan konstruksi yang lumayan tahan terhadap sulfat dan panas hidrasi yang sedang.
3. Tipe III semen Portland digunakan untuk bangunan konstruksi yang memiliki syarat kekuatan awal yang tinggi
4. Tipe IV semen Portland digunakan untuk bangunan konstruksi yang memiliki syarat panas hidrasi yang rendah
5. Tipe V semen Portland digunakan untuk bangunan konstruksi yang memiliki syarat yang sangat tahan terhadap sulfat.

3.3.2 Agregat Kasar

Berdasarkan SNI 03-2834-2000 agregat kasar merupakan kerikil sebagai desintegrasi alami dari batu atau berupa batu pecah yang diperoleh dari industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butiran antara 5 mm sampai 40 mm. berikut ini adalah beberapa jenis agregat kasar yang umum diketahui:

1. Batu pecah alami: Batu ini diperoleh dari cadas atau batu pecah alami yang digali. Batu ini dapat berasal dari gunung api, jenis sedimen, atau jenis metamorf. Penggunaan batu ini dapat menghasilkan kekuatan yang tinggi terhadap beton, tetapi proses pengerjaan dan pengecoran lebih sulit dibandingkan dengan jenis agregat kasar lainnya.
2. Kerikil alami: Merupakan kerikil yang didapat dari proses alami, yaitu dari pengikisan tepi maupun dasar sungai oleh air sungai yang mengalir. kekuatan beton yang dihasilkan dari penggunaan kerikil lebih rendah dari batu pecah, tetapi penggunaan kerikil memberikan kemudahan dalam proses pengerjaannya.
3. Agregat kasar batuan: Biasa berupa slag atau shale yang biasa digunakan untuk beton berbobot ringan.

Agregat kasar yang digunakan sebagai campuran harus memenuhi persyaratan-persyaratan pada tabel 3.2.

Tabel 3.1 Persyaratan batas-batas susunan besar butir agregat kasar (SNI 03-2834-2000).

Ukuran mata ayakan (mm)	Presentase berat bagian yang lewat ayakan		
	Ukuran nominal agregat (mm)		
	38.1 – 4.76	19.0 – 4.76	9.52 – 4.76
38.1	95 – 100	100	
19.0	37 – 70	95 – 100	100
9.52	10 – 40	30 – 60	50 – 85
4.76	0 - 5	0 – 10	0 - 10

Berikut ini adalah tahap-tahap pengecekan agregat kasar.

1. Pengecekan berat jenis dan penyerapan agregat kasar

Pengujian ini digunakan untuk menentukan berat jenis curah, SSD, semu, dan angka penyerapan agregat kasar. Langkah-langkah pengecekan agregat kasar adalah sebagai berikut.

- a. Membersihkan benda uji dengan cara di cuci, sehingga debu atau bahan lainnya yang menempel pada agregat dapat menghilang.
- b. Mengeringkan benda uji di dalam oven pada suhu sekitar $110 \pm 5^\circ\text{C}$, sampai berat tetap.
- c. Jika berat benda sudah tetap maka, benda uji didinginkan pada suhu ruangan selama kurang lebih 1 – 3 jam, kemudian ditimbang dengan ketelitian 0,5 gram (Bk)
- d. Merendam agregat di dalam air pada suhu ruangan selama (24 ± 4)
- e. Benda uji dikeluarkan dan lap dengan kain penyerap sampai selaput air pada permukaan hilang.
- f. Menimbang benda uji dalam keadaan SSD (Bj)
- g. Benda uji diletakan pada keranjang air, lalu digoncangkan untuk mengeluarkan udara yang ada di dalam pori agregat dan menimbang

beratnya di dalam air (B_a). Suhu air diukur untuk penyesuaian pada suhu standar yaitu 25°C .

Setelah dilakukan pengujian maka data yang didapatkan dapat diolah menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\text{Berat jenis curah} = \frac{Bk}{B+500-Bt} \quad (3.1)$$

$$\text{Berat jenis SSD} = \frac{500}{B+500-Bt} \quad (3.2)$$

$$\text{Berat jenis semu} = \frac{Bk}{B+Bk-Bt} \quad (3.3)$$

$$\text{Penyerapan air} = \frac{500-Bk}{Bk} \times 100\% \quad (3.4)$$

Dengan :

Bk = Berat Benda Uji Kering Oven (gr)

Bt = Berat piknometer berisi benda uji dan air (gr)

B = Berat piknometer berisi air (gr)

500 = Berat benda uji SSD (gr)

2. Analisa saringan pada agregat kasar

Pengujian ini digunakan untuk mengetahui gradasi agregat halus yang akan digunakan. Tahapapan analisa pada saringan agregat kasar adalah sebagai berikut.

- a. Ayakan agregat dengan diameter lubang paling besar disusun paling atas dan pan disusun pada bagian paling bawah.
- b. Benda uji dimasukkan dari bagian ayakan paling atas dan dilakukan pengayakan selama 10 – 15 menit dengan menggunakan mesin pengguncang.
- c. Setelah dilakukan pengayakan maka benda uji ditimbang pada tiap pan dan dicatat beratnya.

Data yang diperoleh dari pengujian dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut untuk mencari nilai MHB.

$$MHB = \frac{\Sigma \% \text{ tertinggal kumulatif mulai dari saringan } 0,15 \text{ mm}}{100} \quad (3.5)$$

Dengan :

MHB = Modulus halus butir

3. Pengecekan berat isi pada agregat kasar

Pengujian ini digunakan untuk mengetahui berat isi pada agregat kasar.

Tahapan pengujian ini adalah sebagai berikut.

- a. Menimbang dan mengukur dimensi cetakan silinder
- b. Untuk pengujian pada berat isi padat dengan cara memasukan benda uji ke dalam silinder, silinder diisi setiap 1/3 volume silinder dan dipadatkan menggunakan tongkat penumbuk sebanyak 25 kali.
- c. Untuk pengujian pada berat isi gembur sama dengan pengujian pada berat isi padat tetapi tanpa adanya proses pemadatan.
- d. Mencatat berat dan volume benda uji

Setelah mendapatkan data pada benda uji, data benda uji tersebut dapat diolah menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\text{Berat isi} = \frac{W3}{V} \quad (3.6)$$

Dengan :

W3 = Berat benda uji (gr)

V = Volume silinder (cm³)

3.3.3 Agregat Halus

Berdasarkan SNI 03-2834-2000 agregat halus merupakan pasir alam sebagai hasil disintegrasi secara alami dari batu atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir agregat terbesar 5,0 mm. Agregat halus dalam campuran beton berfungsi sebagai pengisi ruang antara agregat kasar sehingga menjadikan ikatan lebih kuat (Santoso, 2015). Agregat halus jika digunakan dalam campuran beton harus bebas bahan organik, lempung, partikel yang lebih kecil dari saringan No. 100 atau bahan-bahan lain yang dapat merusak campuran beton (SNI 03-2847-2002).

Tabel 3.2 Batas Gradasi Agregat Halus (SNI 03-2834-2000)

Ukuran mata ayakan (mm)	Saringan No.	Persen berat butir yang melewati ayakan			
		Zona I	Zona II	Zona III	Zona IV
10	3/8 in	100	100	100	100
4.8	4	90-100	90-100	90-100	95-100
2.4	8	60-95	75-100	85-100	95-100
1.2	16	30-70	55-90	75-100	90-100
0.6	30	15-34	35-59	60-79	80-100
0.3	50	5-20	8-30	12-40	15-50
0.25	100	0-10	0-10	0-10	0-15

Keterangan :

- Zona gradasi I = Pasir kasar
 Zona gradasi II = Pasir sedang
 Zona gradasi III = Pasir agak halus
 Zona gradasi IV = Pasir halus

Berikut ini adalah tahap-tahap pengecekan agregat halus.

1. Pengecekan berat jenis dan penyerapan agregat halus

Pengujian ini digunakan untuk menentukan berat jenis curah, SSD, semu, dan angka penyerapan agregat halus. Langkah-langkah pengecekan agregat halus adalah sebagai berikut.

- a. Mengeringkan benda uji di dalam oven pada suhu sekitar $110 \pm 5^\circ\text{C}$, sampai berat tetap.
- b. Jika berat benda sudah tetap maka, benda uji didinginkan pada suhu ruangan selama kurang lebih 1 – 3 jam, kemudian ditimbang dengan ketelitian 0,5 gram (Bk)
- c. Merendam agregat di dalam air pada suhu ruangan selama (24 ± 4)
- d. Membuang air yang digunakan untuk merendam agregat halus.
- e. Agregat halus ditebar secara merata pada talam dan dikeringkan dengan udara panas hingga tercapai kering permukaan jenuh.

- f. Permukaan kering jenuh diuji dengan cara menuangkan agregat pada kerucut dan dipadatkan dengan penumbuk sebanyak 25 kali setelah itu diangkat. Keadaan tersebut tercapai jika agregat yang dipadatkan di kerucut masih dalam keadaan tercetak.
- g. Memasukan benda uji sebanyak 500 gram dimasukan ke dalam piknometer dan dimasukan air suling hingga permukaan air mencapai 90% isi piknometer. Setelah itu piknometer diputar dan diguncangkan hingga tidak ada gelembung yang terlihat.
- h. Merendam piknometer di dalam air dan mengukur suhu sebagai penyesuaian terhadap suhu standar 25°C.
- i. Menambahkan air hingga mencari tanda batas.
- j. Menimbang piknometer yang berisi air dan benda uji dengan ketelitian 0,1 gr.
- k. Mengeluarkan benda uji dari piknometer dan mengeringkan benda uji tersebut di dalam oven dengan suhu 110±5°C sampai berat benda uji tetap. Setelah itu benda uji didinginkan.
- l. Menimbang benda uji.

Setelah dilakukan pengujian maka data yang didapatkan dapat diolah menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\text{Berat jenis curah} = \frac{Bk}{B+500-Bt} \quad (3.7)$$

$$\text{Berat jenis SSD} = \frac{500}{B+500-Bt} \quad (3.8)$$

$$\text{Berat jenis semu} = \frac{Bk}{B+Bk-Bt} \quad (3.9)$$

$$\text{Penyerapan air} = \frac{500-Bk}{Bk} \times 100\% \quad (3.10)$$

Dengan :

Bk = Berat Benda Uji Kering Oven (gr)

Bt = Berat piknometer berisi benda uji dan air (gr)

B = Berat piknometer berisi air (gr)

500 = Berat benda uji SSD (gr)

2. Analisa saringan pada agregat halus

Pengujian ini digunakan untuk mengetahui gradasi agregat halus yang akan digunakan. Tahapapan analisa pada saringan agregat halus adalah sebagai berikut.

- a. Ayakan agregat dengan diameter lubang paling besar disusun paling atas dan pan disusun pada bagian paling bawah.
- b. Benda uji dimasukkan dari bagian ayakan paling atas dan dilakukan pengayakan selama 10 – 15 menit dengan menggunakan mesin pengguncang.
- c. Setelah dilakukan pengayakan maka benda uji ditimbang pada tiap pan dan dicatat beratnya.

Data yang diperoleh dari pengujian dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut untuk mencari nilai MHB.

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

Dengan:

MHB = Modulus halus butir

3. Pengecekan berat isi pada agregat halus

Pengujian ini digunakan untuk mengetahui berat isi pada agregat halus. Tahapan pengujian ini adalah sebagai berikut.

- a. Menimbang dan mengukur dimensi cetakan silinder
- b. Untuk pengujian pada berat isi padat dengan cara memasukan benda uji ke dalam silinder, silinder diisi setiap 1/3 volume silinder dan dipadatkan menggunakan tongkat penumbuk sebanyak 25 kali.
- c. Untuk pengujian pada berat isi gembur sama dengan pengujian pada berat isi padat tetapi tanpa adanya proses pemadatan.
- d. Mencatat berat dan volume benda uji.

Setelah mendapatkan data pada benda uji, data benda uji tersebut dapat diolah menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\text{Berat isi} = \frac{W_3}{V} \quad (3.11)$$

Dengan :

W_3 = Berat benda uji (gr)

V = Volume silinder (cm³)

4. Analisa saringan pada agregat halus

Pengujian ini digunakan untuk mengukur kadar lumpur pada agregat halus dengan cara memeriksa butiran yang lolos saringan No. 200. Tahapan pengujian ini adalah sebagai berikut.

- a. Meletakkan benda uji ke dalam saringan setelah itu benda uji dialiri dengan air.
- b. Saringan yang berisi benda uji digerakkan dengan air yang mengalir sehingga agregat yang lebih kecil lolos saringan dan agregat sedikit kasar masih tertinggal.
- c. Tahapan diatas dilakukan berulang hingga air pencucian menjadi jernih.
- d. Benda uji diletakkan ke dalam cawan.
- e. Mengeringkan benda uji dengan oven hingga berat tetap.
- f. Setelah benda uji kering, ditimbang dan dicatat beratnya.

3.3.4 Air

Faktor air dalam pembuatan campuran beton akan sangat berpengaruh, karena air dapat bereaksi dengan semen yang akan menjadi pasta pengikat agregat. Selain itu air juga berpengaruh terhadap kuat desak beton, karena dengan penggunaan air yang berlebihan akan menyebabkan penurunan kekuatan beton tersebut. Selain itu kelebihan penggunaan air akan mengakibatkan bleeding pada beton, yaitu air dan semen akan bergerak keatas permukaan adukan beton segar yang baru saja dituang. Hal ini menyebabkan kurangnya lekatan antara lapis-lapis beton dan mengakibatkan beton menjadi lemah. Berikut ini adalah pengaruh penggunaan air pada campuran beton.

1. Workability adukan beton
2. Besar kecilnya nilai susut beton

3. Kelangsungan reaksi dengan semen Portland
4. Perawatan keras adukan beton agar pengerasan terjadi dengan baik

3.3.5 Bahan Tambah (*Filler*)

Berdasarkan SNI 03-2847-2002, bahan tambah merupakan suatu bahan yang berupa bubuk atau cairan yang ditambahkan ke dalam campuran beton selama pengadukan dalam jumlah tertentu untuk merubah beberapa sifatnya. Bahan tambah yang umum digunakan dalam pencampuran beton dapat dibedakan menjadi dua, yaitu bahan tambah yang bersifat mineral (*additive*) dan bahan tambah yang bersifat kimiawi (*chemical admixture*).

1. Serat Ijuk

Serat ijuk merupakan bahan alami yang berasal dari pelepah enau (*arenga pinnata*) dan memiliki ciri serabut berwarna hitam dan liat. Serat ijuk memiliki sifat lentur, tahan terhadap cuaca dan sulit dicerna organisme perusak. Berdasarkan penelitian yang dilakukan (Mikael Wora, 2018) didapatkan kekuatan tarik belah tertinggi pada variasi panjang serat ijuk 3 cm dengan presentase 3% memiliki kuat tarik tertinggi yaitu sebesar 3,35 MPa tetapi nilai kuat tekan yang didapatkan semakin rendah seiring dengan penambahan presentase serat ijuk dan semakin panjang serat ijuk yaitu nilai kuat tekan sebesar 19,81 MPa. Diperlukan komposisi yang optimum untuk mendapatkan kekuatan tarik tanpa mengurangi kekuatan tekan beton.

2. Silica Fume

Silica fume adalah material pozzolan halus silica fume merupakan bahan pengisi dalam beton yang mengandung kadar silica yang tinggi. Dalam penggunaan sebagai campuran jumlah silica fume biasa dipakai sebanyak 5%-15% dari total berat semen. Penggunaan silica fume dimaksudkan untuk menghasilkan beton dengan kekuatan tekan yang tinggi. Penggunaan silica fume mampu berperan sebagai filler yang mengisi ruang kosong diantara agregat dan pasta semen karena silica fume memiliki ukuran 100 kali lebih kecil dibandingkan butiran semen. Berdasarkan penelitian yang dilakukan (Satrio, Wicaksono, Wibowo, & Safitri, 2018) silica fume dapat

meningkatkan kekuatan tekan beton seiring dengan bertambahnya kadar silica fume yang digunakan. Namun, pada kadar tertentu kekuatan tekan beton dengan silica fume akan mengalami penurunan dikarenakan sifat silica fume yang menyerap air sehingga menyebabkan kandungan air di dalam beton berkurang dan berdampak pada nilai w/b yang menjadi semakin kecil.

3.4 Perencanaan Campuran Beton (Mix Design)

Perencanaan campuran beton (Concrete Mix Design) bertujuan untuk mendapatkan beton dengan mutu sebaik baiknya yaitu kuat tekan yang tinggi dan mudah dikerjakan Langkah-langkah dalam melakukan *mix design* pembuatan benda uji adalah sebagai berikut.

1. Menentukan kuat tekan beton yang disyaratkan (f_c') pada umur tertentu.
2. Perhitungan nilai standar deviasi

Tabel 3.3 Nilai Deviasi Standar Untuk Berbagai Tingkat Pengendalian Mutu Pekerjaan

Tingkat Pengendalian Mutu Pekerjaan	Sd (MPa)
Memuaskan	2,8
Sangat baik	3,5
Baik	4,2
Cukup	5,6
Jelek	7,0
Tanpa kendali	8,4

(Sumber: SNI 03-2834-2000)

3. Perhitungan nilai tambah (M)

Nilai tambah dapat dihitung menggunakan rumus:

$$M = k \times s \quad (3.12)$$

Dimana:

M = nilai tambah

K = tetapan statistic yang nilainya tergantung pada persentase hasil uji yang lebih rendah dari $f'c$. Dalam hal ini diambil 5% dan nilai $k = 1,64$

s = deviasi standar

Tabel 3.4 Faktor Pengali Untuk Deviasi Standar Bila Data Hasil Uji yang Tersedia Kurang Dari 30

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

(Sumber: SNI 03-2834-2000)

4. Menghitung kuat beton rata-rata yang ditargetkan ($f'cr$)

Kuat tekan beton rata-rata dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$f'cr = f'c + M \quad (3.13)$$

Dengan:

$f'c$ = kuat tekan rencana

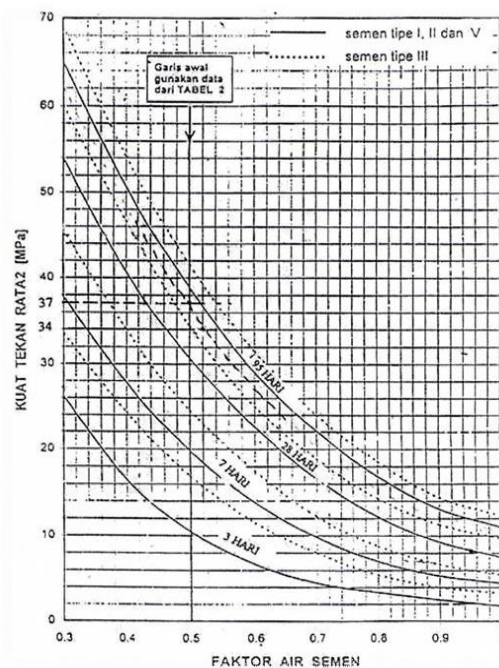
M = nilai tambah

- Memilih jenis semen yang akan dipakai

Tabel 3.5 Perkiraan Kuat Tekan Beton Dengan Faktor Air Semen dan Agregat Kasar yang Biasa Dipakai di Indonesia

Jenis Semen	Jenis Agregat Kasar	Kekuatan Tekan (MPa)				Bentuk Uji
		Pada Umur (hari)				
		3	7	28	29	
Semen Portland Tipe I	Batu tak Pecah	17	23	33	40	Silinder
	Batu Pecah	19	27	37	45	
Semen Tahan Sulfat Tipe I, II, V	Batu tak Dipecah	20	28	40	48	Kubus
	Batu Pecah	25	32	45	54	
Semen Portland Tipe III	Batu tak Dipecah	21	28	38	44	Silinder
	Batu Pecah	25	33	44	48	
	Batu tak Dipecah	25	31	46	53	Kubus
	Batu Pecah	30	40	53	60	

- Menetapkan jenis agregat yang akan digunakan
- Menentukan faktor air semen dapat dilihat dari tabel 3.6 dan gambar 3.1.
- Memilih faktor air semen terkecil yang didapatkan dari langkah 7



Gambar 3.1 Hubungan Faktor Air Semen dan Kekuatan Tekan beton

Tabel 3.6 Persyaratan Jumlah Minimum dan Faktor Air Semen Maksimum Untuk Berbagai Macam Pembetonan Dalam Lingkungan Khusus

Lokasi	Jumlah Semen Minimum Per m ³ Beton (kg)	Nilai Faktor Air Semen Maksimum
Beton di dalam ruang bangunan:		
a. Keadaan keliling non-korosif	275	0,6
b. Keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	325	0,52
Beton di luar bangunan:		
a. Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	325	0,6
b. Terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	275	0,60
Beton ke dalam tanah :		
a. Mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	325	0,52
b. Mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah		
Beton kontinu berhubungan :		
a. Air tawar		
b. Air laut		

9. Menentukan nilai slump

Menentukan nilai slump dapat dilihat pada tabel 3.7 sebagai berikut.

Tabel 3.7 Penetapan Nilai Slump

pemakaian beton	Slump (cm)	
	Maksimum	Minimum
Dinding, Pelat Fondasi dan Fondasi Telapak bertulang	12,50	5,00
Fondasi Telapak tiang bertulang, Kaison dan struktur dibawah tanah	9,00	2,50
Pelat, Balok, Kolom dan Dinding	15,00	7,50
Perkerasan Jalan	7,50	5,00
Pembetonan masal	7,50	2,50

10. Menentukan kebutuhan air

Tabel 3.8 Perkiraan Kadar Air Bebas (Kg/m³) yang Dibutuhkan Untuk Beberapa Tingkat Kemudahan Pengerjaan Adukan

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

Untuk menghitung kadar air bebas digunakan rumus sebagai berikut.

$$\text{Kadar air bebas} = \frac{2}{3}Wh + \frac{1}{3}Wk$$

(3.14)

Dengan :

Wh = Perkiraan jumlah air untuk agregat halus

Wk = Perkiraan jumlah air untuk agregat kasar

11. Menentukan kebutuhan semen

Kebutuhan semen dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\text{Kebutuhan semen} = \frac{\text{Kebutuhan Air}}{fas} \quad (3.15)$$

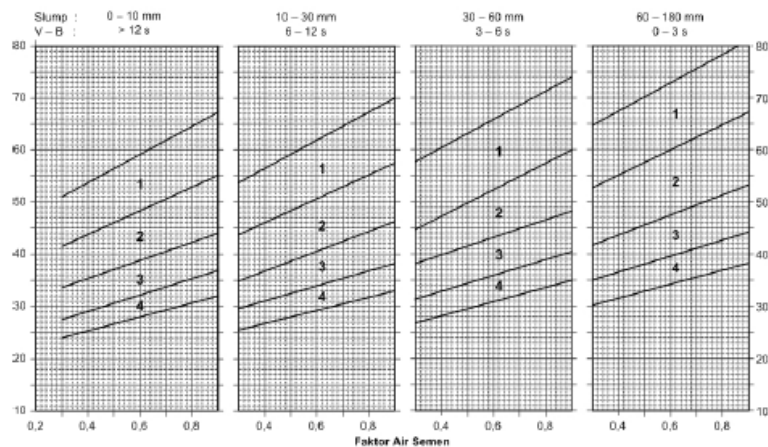
Dimana:

Kebutuhan semen = kebutuhan semen dalam 1m³ campuran

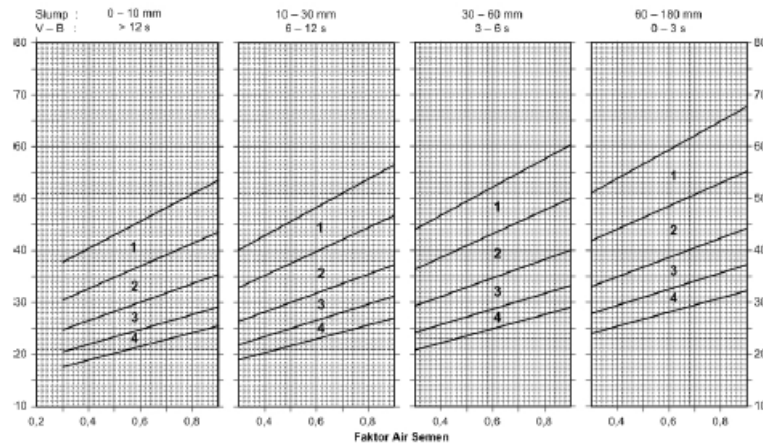
Kebutuhan air = kebutuhan air dalam 1m³ campuran

Fas = Nilai fas pada campuran

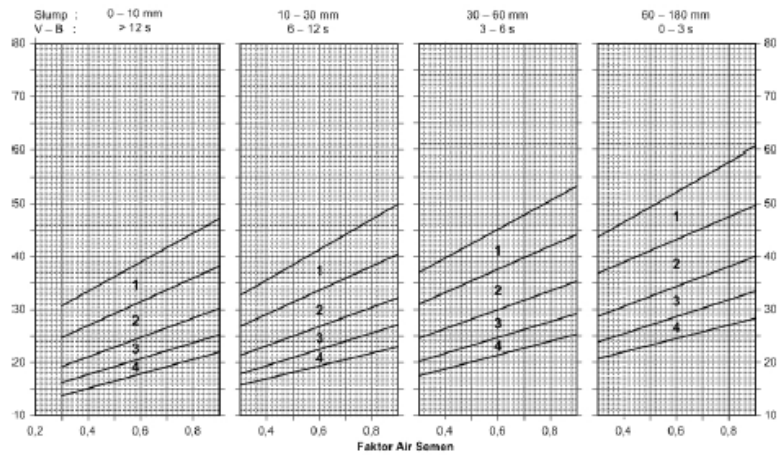
12. Menentukan kebutuhan semen minimum dengan membandingkan nilai dari tabel 3.6 dan langkah 11.
13. Menyesuaikan air dan fas jika terdapat perubahan dalam penyesuaian kebutuhan semen.
14. Menentukan golongan pasir yang digunakan
15. Menentukan presentase pasir terhadap agregat campuran pada grafik 3.2.



Gambar 3.2.a Persen Pasir Terhadap Kadar Total Agregat yang Dianjurkan Untuk Ukuran Butir Maksimum 10mm
(sumber: SNI-03-2834-1993)



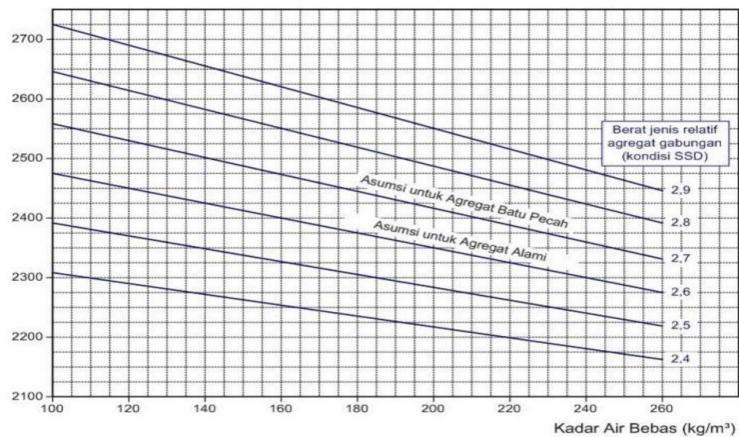
Gambar 3.2.b Persen Pasir Terhadap Kadar Total Agregat yang Dianjurkan Untuk Ukuran Butir Maksimum 20mm
(sumber: SNI-03-2834-1993)



Gambar 3.2.c Persen Pasir Terhadap Kadar Total Agregat yang Dianjurkan Untuk Ukuran Butir Maksimum 40mm

(sumber: SNI-03-2834-1993)

16. Menentukan berat isi beton.dengan cara Gambar 3.3



Gambar 3.3 Perkiraan Berat Isi Beton yang Telah Selesai Didapatkan

(sumber: SNI-03-2834-2000)

17. Menghitung kebutuhan pasir dan kerikil

Kebutuhan pasir dan kerikil dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$W_{ps} + W_{kr} = W_{btn} - A - S \quad (3.16)$$

Dimana:

W_{ps} = Berat pasir

W_{kr} = Berat Kerikil

W_{btn} = Berat beton

A = Kebutuhan air
 S = Kebutuhan Semen

18. Menghitung kebutuhan pasir

Kebutuhan pasir dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$W_{ps} = \frac{P}{100} \times (W_{ps} + W_{kr}) \quad (3.17)$$

Dimana:

W_{ps} = Berat Pasir
 W_{kr} = Berat kerikil
 P = Presentase pasir

19. Menghitung kebutuhan kerikil

Kebutuhan kerikil dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$W_{kr} = (W_{ps} + W_{kr}) - W_{ps} \quad (3.18)$$

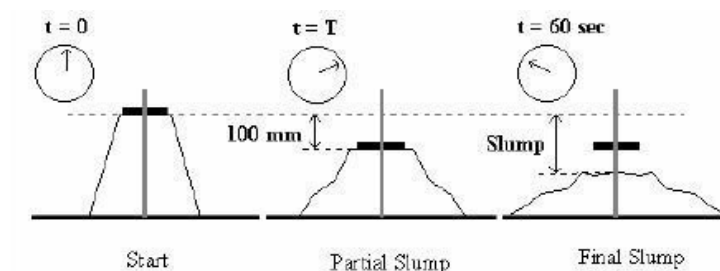
Dimana:

W_{ps} = Berat pasir
 W_{kr} = Berat kerikil

20. Menarik kesimpulan dari data yang diperoleh dari langkah di atas tentang kebutuhan material dalam pembuatan 1m^3 beton.

3.5 Slump Test

Berdasarkan SNI 1972-2008 *slump* merupakan teknik untuk mengetahui homogenitas dan *workability* adukan beton segar dengan suatu kekentalan tertentu yang dinyatakan dengan satu nilai *Slump*. Semakin besar nilai nilai slump, maka beton semakin encer dan semakin mudah untuk dikerjakan, sebaliknya semakin kecil nilai slump, maka abeton akan semakin kental dan semakin sulit untuk dikerjakan.



Gambar 3.4 Slump Test

3.6 Kuat Tekan

Kuat tekan merupakan suatu parameter yang menunjukkan besarnya beban persatuan luas yang menyebabkan benda uji hancur pada gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin tekan. Kuat tekan merupakan sifat paling penting dibandingkan sifat lain yang ada pada beton.

Tujuan pengujian kuat tekan beton bertujuan untuk mengetahui apakah spesifikasi beton terpenuhi dan mengukur variabilitas beton (Jaya, dkk., 2017). Perhitungan kuat tekan beton untuk masing-masing benda uji dapat dihitung menggunakan rumus pada SNI 1974-2011.

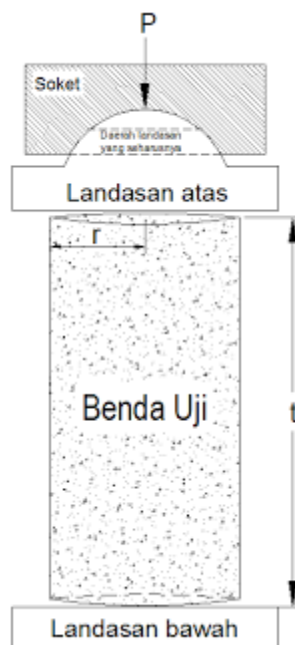
$$\sigma = \frac{P}{A} \quad (3.19)$$

Keterangan:

σ = Tegangan desak

P = Gaya desak (Beban)

A = Luas bidang desak



Gambar 3.5 Sketsa Uji Kuat Tekan Beton

3.7 Kuat Tarik

Kuat tarik merupakan suatu kekuatan tarik beton yang ditentukan berdasarkan kuat tekan belah dari silinder beton yang ditekan pada salah satu sisi panjangnya. Suatu beton normal memiliki perkiraan kasar sebesar 9%-15% dari kuat tekannya. Nilai kuat tarik beton dapat dihitung dengan rumus pada SNI 03-2491-2002.

$$f_{ct} = \frac{2P}{\pi LD} \quad (3.20)$$

Keterangan:

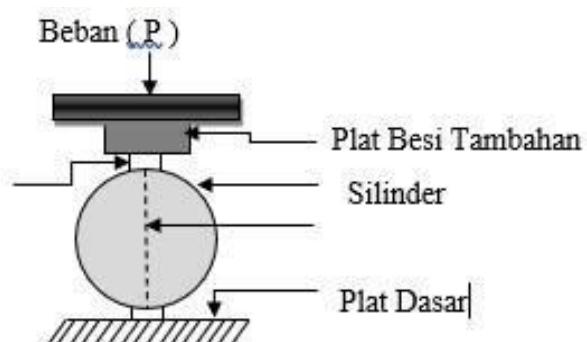
f_{ct} = kuat tarik belah beton (MPa)

P = beban maksimum pada saat benda uji terbelah (N)

L = Panjang benda uji (mm)

D = Diameter benda uji (mm)

π = phi (22/7)



Gambar 3.6 Sketsa Uji Kuat Tarik Beton

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Metode Penelitian

Penelitian ini dimulai dengan melakukan studi literatur terlebih dahulu, seperti mencari jurnal referensi, kadungan dalam bahan tambah yang digunakan, dan metode yang akan digunakan dalam penelitian.

4.2 Bahan dan Peralatan

Bahan dan peralatan yang akan digunakan adalah sebagai berikut:

4.2.1 Bahan

Bahan yang digunakan yaitu:

1. Semen Portland

Semen yang digunakan dalam penelitian dalam penelitian ini adalah Semen Padang. Semen Padang merupakan semen type 1 PCC (*Portland Composite Cement*).

2. Agregat Halus

Agregat halus yang digunakan dalam penelitian ini adalah pasir yang diperoleh dari daerah Progo. Pasir yang digunakan harus memenuhi persyaratan yang ada pada SNI 03-2834-2000.

3. Agregat Kasar

Agregat halus yang digunakan dalam penelitian ini adalah batu pecah yang diperoleh dari daerah Clereng. agregat kasar yang digunakan harus memenuhi persyaratan yang ada pada SNI 03-2834-2000.

4. Air

Air yang digunakan dalam penelitian ini adalah air yang diperoleh dari laboratorium Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia.

5. Serat Ijuk

Serat ijuk yang digunakan berasal dari daerah Sleman

6. Admixture

Silica Fume yang digunakan pada pada penelitian ini adalah merek Sika Fume

4.2.2 Peralatan

Peralatan yang digunakan yaitu:

1. Satu set saringan agregat kasar; No.1/5", No.3/4", No.3/8", No.4. satu set saringan agregat kasar ini berfungsi sebagai pemisah agregat kasar berdasarkan ukuran.
2. Satu set saringan agregat halus; No.5, No.8, No.16, No.30, No.50, No.100 dan Pan. Satu set saringan agregat halus ini berfungsi sebagai pemisah agregat halus sesuai ukuran.
3. Timbangan digital, berfungsi untuk menimbang bahan dan benda uji
4. Oven, berfungsi untuk mengeringkan agregat kasar ataupun halus
5. Mesin aduk beton (molen), berfungsi untuk membuat campuran atau adonan beton
6. Kerucut Abrams, berfungsi untuk uji *slump*
7. Tongkat Penumbuk, berfungsi memadatkan benda uji.
8. Penggaris, berfungsi mengukur tinggi *slump*
9. Cetakan Silinder, berfungsi untuk mencetak benda uji
10. Gelas Ukur, digunakan untuk mengukur takaran air
11. Plastik, digunakan sebagai wadah agregat
12. Sekop tangan, digunakan untuk mengaduk dan memasukan agregat kedalam cetakan.
13. Sendok semen, digunakan untuk meratakan campuran beton
14. Ember, digunakan sebagai wadah air
15. Pan, digunakan untuk wadah campuran pembuatan beton
16. Mesin uji kuat tekan beton, berfungsi untuk uji kuat tekan beton

4.3 Benda Uji

Dalam penelitian ini pembuatan benda uji akan dibedakan menjadi 2 yaitu beton normal dan beton Silica Fume. Langkah-langkah pembuatan benda uji dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

4.3.1 Pembuatan Beton normal

Berikut ini adalah Langkah-langkah pembuatan benda uji beton normal.

1. Tahap Pengujian Agregat

Pengujian agregat bertujuan untuk mengetahui karakteristik dan sifat agregat yang akan digunakan pada perencanaan campuran beton. Karena dalam pembuatan campuran beton, spesifikasi agregat harus mengacu pada SNI. Berikut ini merupakan jenis – jenis pengujian yang dilakukan pada agregat.

- a. Pengujian analisa saringan agregat halus dan kasar menggunakan acuan SNI 1968 - 1990
- b. Pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar menggunakan acuan dari SNI 1969 – 2016
- c. Pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus menggunakan acuan dari SNI 1970 - 2008
- d. Pengujian berat isi dan rongga udara dalam agregat menggunakan acuan dari SNI 03 – 4804 – 1998
- e. Pengujian kadar lumpur atau pengujian saringan no.200 pada agregat halus menggunakan acuan SNI 03-4142–1996

2. Tahap Perencanaan Campuran Benda Uji

Perencanaan benda uji yang digunakan pada penelitian ini mengacu pada SNI 03-2834-2000.

3. Tahap Pembuatan Benda Uji

Berikut ini adalah tahapan pembuatan benda uji berdasarkan SNI 2493:2011

- a. Alat-alat yang akan digunakan dibersihkan terlebih dahulu
- b. Menimbang bahan-bahan yang akan digunakan sesuai dengan perhitungan dari *mix design*
- c. Menyiapkan molen atau pengaduk beton

- d. Menuangkan agregat halus, agregat kasar, dan semen ke dalam molen. Bahan tersebut dicampur sampai rata menggunakan molen.
 - e. Menambahkan air sedikit demi sedikit pada adukan yang telah tercampur
 - f. Melakukan uji slump flow setelah semua bahan tercampur rata. Pengujian ini dilakukan untuk mengukur tingkat *workability*
 - g. Setelah nilai *slump* telah memenuhi spesifikasi, adukan beton dituangkan ke dalam cetakan silinder
 - h. Benda uji tersebut didiamkan selama 24 jam
4. Tahap Perawatan Benda Uji
- Perawatan benda uji dilakukan setelah beton didiamkan selama 24 jam kemudian dikeluarkan dari cetakan benda uji. Perawatan benda uji yang dilakukan pada penelitian ini yaitu dengan cara melakukan perendaman benda uji di dalam air hingga umur rencana. Umur rencana yang ditetapkan pada penelitian ini adalah 28 hari
5. Tahap *Capping* Benda Uji
- Capping* pada benda uji bertujuan untuk memberi lapisan perata pada permukaan tekan benda uji. *Capping* dilakukan pada benda uji yang akan dilakukan pengujian kuat tekan saja. Berikut ini adalah langkah – langkah melakukan *Capping* berdasarkan SNI 6369-2008.
- a. Menyiapkan peralatan dan bahan yang akan digunakan yaitu pelat kaping, alat pelurus, cawan peleleh dan belerang
 - b. Mempersiapkan adukan belerang dan memanaskannya
 - c. Mengolesi pelat kaping dengan minyak agar beton mudah dilepas dari cetakan
 - d. Meletakkan benda uji pada pelat kaping yang telah dituang belerang yang telah dipanaskan.
 - e. Setelah belerang mengeras maka benda uji dapat dilepas dari pelat kaping
6. Tahap Pengujian Kuat Tekan Benda Uji
- Pengujian kuat tekan pada penelitian ini mengacu pada SNI 03-1974–2011. Kuat tekan itu sendiri merupakan nilai besar beban tekan persatuan luas

terhadap benda yang diuji. Berikut ini adalah langkah – langkah pengujian kuat tekan beton berdasarkan SNI 1974 – 2011.

- a. mempersiapkan benda uji yang telah direndam pada air sesuai dengan umur rencana
- b. mempersiapkan peralatan dan mesin uji yang akan digunakan
- c. membersihkan benda uji dari kotoran – kotoran yang menempel pada benda uji
- d. mengukur dimensi dan berat benda uji
- e. meletakkan benda uji pada mesin uji tekan dan memastikan benda uji diletakkan pada posisi yang sempurna, yaitu posisi vertikal atau berdiri
- f. memulai melakukan pembebanan sampai benda uji rusak dan nilai kuat tekan turun
- g. mencatat nilai kuat tekan atau beban maksimum pada saat pengujian

7. Tahap Kuat Tarik Benda Uji

Pengujian kuat tarik pada penelitian ini mengacu pada SNI 03-2491-2002. Berikut ini adalah langkah – langkah pengujian kuat tarik beton berdasarkan SNI 03-2491-2002.

- a. mempersiapkan benda uji yang telah direndam pada air sesuai dengan umur rencana
- b. mencatat nilai kuat tarik atau beban maksimum pada saat pengujian
- c. membersihkan benda uji dari kotoran – kotoran yang menempel pada benda uji
- d. mengukur dimensi dan berat benda uji
- e. meletakkan benda uji pada mesin uji tekan dan memastikan benda uji diletakkan pada posisi yang sempurna, yaitu posisi horizontal atau benda uji tersebut diletakkan dalam keadaan menyamping
- f. memulai melakukan pembebanan sampai benda uji rusak dan nilai kuat tarik turun
- g. mencatat nilai kuat tarik atau beban maksimum pada saat pengujian

4.3.2 Beton Serat Ijuk dan Silica Fume

1. Tahap Pengujian Agregat

Pengujian agregat bertujuan untuk mengetahui karakteristik dan sifat agregat yang akan digunakan pada perencanaan campuran beton. Karena dalam pembuatan campuran beton, spesifikasi agregat harus mengacu pada SNI. Berikut ini merupakan jenis – jenis pengujian yang dilakukan pada agregat.

- a. Pengujian analisa saringan agregat halus dan kasar menggunakan acuan SNI 1968 - 1990
- b. Pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar menggunakan acuan dari SNI 1969 - 2016
- c. Pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus menggunakan acuan dari SNI 1970 - 1990
- d. Pengujian berat isi dan rongga udara dalam agregat menggunakan acuan dari SNI 03 – 4804 – 1998
- e. Pengujian kadar lumpur atau pengujian saringan no.200 pada agregat halus menggunakan acuan SNI 03-4142–1996

2. Tahap Perencanaan Benda Uji

Perencanaan benda uji yang digunakan pada penelitian ini mengacu pada SNI 03-2834-2000.

3. Tahap Pembuatan Benda Uji

Berikut ini adalah tahapan pembuatan benda uji berdasarkan SNI 2493:2011

- a. Alat-alat yang akan digunakan dibersihkan terlebih dahulu
- b. Menimbang bahan-bahan yang akan digunakan sesuai dengan perhitungan dari *mix design*
- c. Menyiapkan molen atau pengaduk beton
- d. Menuangkan agregat halus, agregat kasar, dan semen ke dalam molen. Bahan tersebut dicampur sampai rata menggunakan molen.
- e. Menambahkan air sedikit demi sedikit pada adukan yang telah tercampur
- f. Melakukan uji slump flow setelah semua bahan tercampur rata. Pengujian ini dilakukan untuk mengukur tingkat *workability*

- g. Setelah nilai *slump* telah memenuhi spesifikasi, adukan beton dituangkan ke dalam cetakan silinder
 - h. Benda uji tersebut didiamkan selama 24 jam
4. Tahap Perawatan Benda Uji
- Perawatan benda uji dilakukan setelah beton didiamkan selama 24 jam kemudian dikeluarkan dari cetakan benda uji. Perawatan benda uji yang dilakukan pada penelitian ini yaitu dengan cara melakukan perendaman benda uji di dalam air hingga umur rencana. Umur rencana yang ditetapkan pada penelitian ini adalah 28 hari
5. Tahap *Capping* Benda Uji
- Capping* pada benda uji bertujuan untuk memberi lapisan perata pada permukaan tekan benda uji. *Capping* dilakukan pada benda uji yang akan dilakukan pengujian kuat tekan saja. Berikut ini adalah langkah – langkah melakukan *Capping* berdasarkan SNI 6369-2008.
- a. Menyiapkan peralatan dan bahan yang akan digunakan yaitu pelat kaping, alat pelurus, cawan peleleh dan belerang
 - b. Mempersiapkan adukan belerang dan memanaskannya
 - c. Mengolesi pelat kaping dengan minyak agar beton mudah dilepas dari cetakan
 - d. Meletakkan benda uji pada pelat kaping yang telah dituang belerang yang telah dipanaskan.
 - e. Setelah belerang mengeras maka benda uji dapat dilepas dari pelat kaping
6. Tahap Pengujian Kuat Tekan Benda Uji
- Pengujian kuat tekan pada pada penelitian ini megacu pada SNI 1974 – 2011. Kuat tekan itu sendiri merupakan nilai besar beban tekan persatuan luas terhadap benda yang diuji. Berikut ini adalah langkah – langkah pengujian kuat tekan beton berdasarkan SNI 1974 – 2011.
- a. mempersiapkan benda uji yang telah direndam pada air sesuai dengan umur rencana
 - b. mempersiapkan peralatan dan mesin uji yang akan digunakan

- c. membersihkan benda uji dari kotoran – kotoran yang menempel pada benda uji
 - d. mengukur dimensi dan berat benda uji
 - e. meletakkan benda uji pada mesin uji tekan dan memastikan benda uji diletakkan pada posisi yang sempurna, yaitu posisi vertical atau berdiri
 - f. memulai melakukan pembebanan sampai benda uji rusak dan nilai kuat tekan turun
 - g. mencatat nilai kuat tekan atau beban maksimum pada saat pengujian
7. Tahap Pengujian Kuat Tarik Benda Uji
- Pengujian kuat tarik pada penelitian ini mengacu pada SNI 03-2491-2002. Berikut ini adalah langkah – langkah pengujian kuat t beton berdasarkan SNI 03-2491-2002.
- a. mempersiapkan benda uji yang telah direndam pada air sesuai dengan umur rencana
 - b. mencatat nilai kuat tarik atau beban maksimum pada saat pengujian
 - c. membersihkan benda uji dari kotoran – kotoran yang menempel pada benda uji
 - d. mengukur dimensi dan berat benda uji
 - e. meletakkan benda uji pada mesin uji tekan dan memastikan benda uji diletakkan pada posisi yang sempurna, yaitu posisi horizontal atau menyamping
 - f. memulai melakukan pembebanan sampai benda uji rusak dan nilai kuat tekan turun
 - g. mencatat nilai kuat tekan atau beban maksimum pada saat pengujian

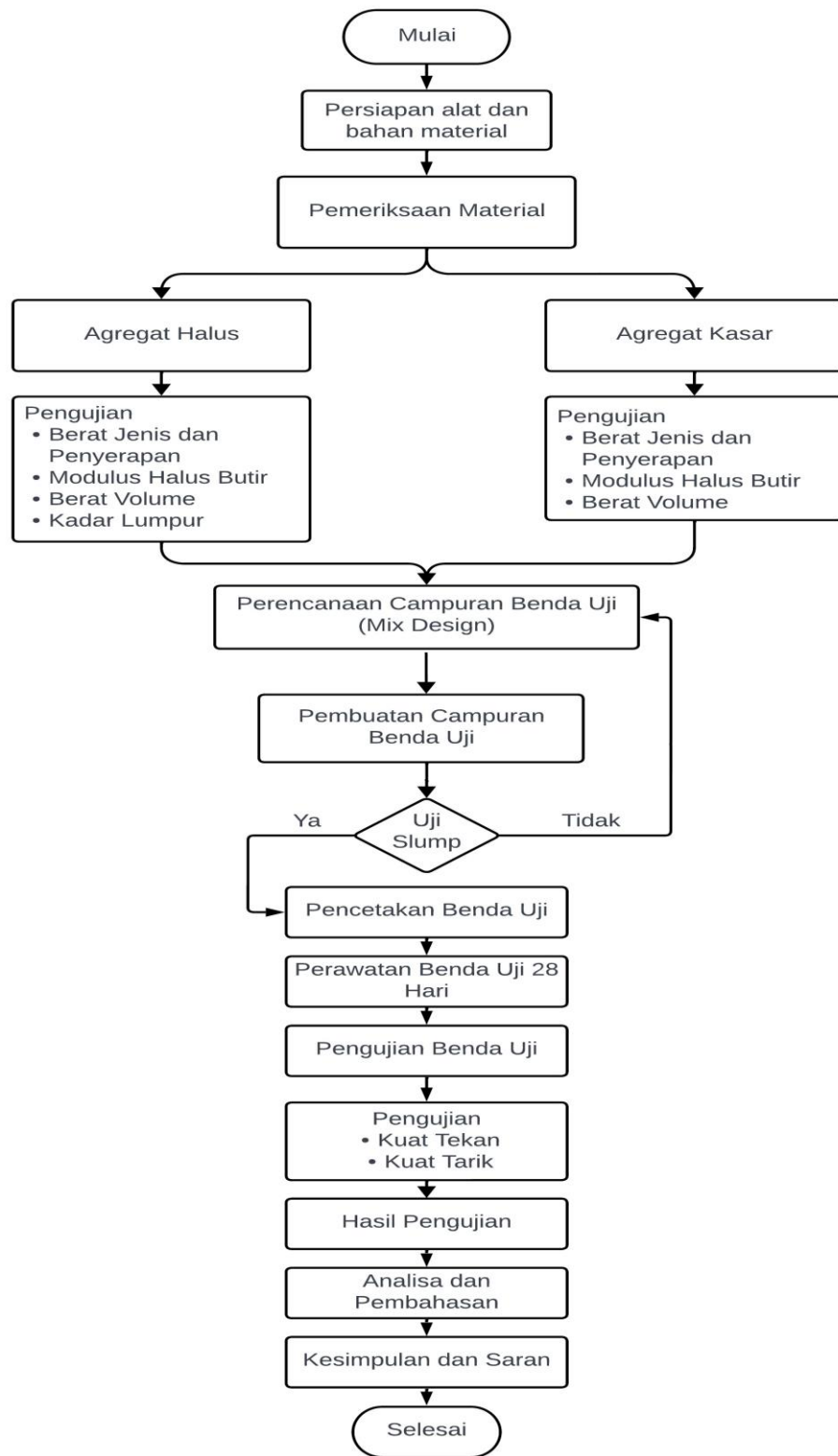
4.4 Data dan Sampel

Pada penelitian ini akan digunakan data primer dan data sekunder. Data primer adalah data dari hasil pengujian beton yang akan dilakukan. Serta data sekunder didapatkan dari jurnal, buku dan penelitian terdahulu.

Pembuatan benda uji pada penelitian ini mengacu berdasarkan SNI 03-2834-2000, yaitu benda uji berbentuk silinder dengan ukuran diameter 150 mm dan tinggi benda uji 300 mm.

Tabel 4.1 Variasi dan Jumlah Benda Uji

Kadar Benda Uji	Jumlah Benda Uji		Komposisi Campuran	
	Tekan 28 Hari	Tarik 28 Hari	Serat Ijuk	Silica Fume
BN	5	5	0%	0%
BIS 1,5-8	5	5	1,5%	8%
BIS 1,5-10	5	5	1,5%	10%
BIS 1,5-12	5	5	1,5%	12%
BIS 2,5-8	5	5	2,5%	8%
BIS 2,5-10	5	5	2,5%	10%
BIS 2,5-12	5	5	2,5%	12%
BI 1,5	3	3	1,5%	0%
BS 8	3	3	0%	8%



Gambar 4.1 Flowchart Penelitian

BAB V

PEMBAHASAN HASIL PENELITIAN

5.1 Umum

Hasil penelitian dan pembahasan akan dijabarkan pada bab ini, penelitian ini dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik (BKT), jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia. Hasil dari pengujian yang dilakukan pada penelitian ini berupa hasil pengujian *properties* agregat halus maupun agregat kasar. Pengujian yang dilakukan pada agregat tersebut meliputi pengujian berat jenis dan penyerapan, pengujian berat volume, Modulus Halus Butir (MHB) agregat, berat isi gembur dan padat agregat, dan kandungan lumpur pada agregat halus. Setelah semua tahap dilakukan maka beton dapat dibuat, dan akan dilakukan pengujian kuat tarik dan kuat tarik jika beton telah mencapai umur yang direncanakan. Tahap – tahap pengujian tersebut akan diuraikan pada bab ini.

5.2 Pengujian Material

Pada penelitian yang dilaksanakan ini pengujian material dilakukan untuk agregat halus dan agregat kasar. Untuk *Silica Fume* dan serat ijuk tidak dilakukan pengujian. Material yang digunakan pada penelitian ini adalah agregat halus yaitu pasir yang berasal dari daerah kulon progo, agregat kasar yaitu kerikil yang berasal dari Clereng. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik agregat. Agregat yang digunakan untuk perencanaan campuran beton harus memenuhi persyaratan yang terdapat SNI 03-2834-2000. Berikut ini adalah hasil dari pengujian agregat halus dan agregat kasar.

5.2.1 Hasil Pengujian Agregat Halus

Pengujian agregat halus terdiri dari beberapa pengujian, pengujian tersebut diantaranya adalah pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus, pemeriksaan Modulus Halus Butir (MHB), pengujian berat volume gembur dan

padat, dan pengujian kadar lumpur (lolos saringan no. 200). Berikut ini merupakan pembahasan dari hasil pengujian yang telah dilakukan.

1. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus

Pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus yang dilakukan mengacu berdasarkan SNI 03-1970-2008. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapatkan data yang diperlukan untuk mencari nilai dari berat jenis agregat kasar adalah sebagai berikut.

a. Berat pasir jenuh kering muka (Bj)

1) Sampel 1 = 500

2) Sampel 2 = 500

b. Berat pasir kering mutlak (Bk)

1) Sampel 1 = 486

2) Sampel 2 = 489

c. Berat piknometer berisi air

1) Sampel 1 = 699

2) Sampel 2 = 700

d. Berat piknometer berisi air dan pasir

1) Sampel 1 = 1013

2) Sampel 2 = 1015

e. Berat jenis curah

1) Sampel 1 = $\frac{486}{699 + 500 - 1013}$
= 2,6129

2) Sampel 2 = $\frac{489}{700 + 500 - 1015}$
= 2,6432

3) Rata – rata = $\frac{2,6129 + 2,6432}{2}$
= 2,6281

f. Berat jenis jenuh kering muka (SSD)

1) Sampel 1 = $\frac{500}{699 + 500 - 1013}$
= 2,6882

$$2) \text{ Sampel 2} = \frac{500}{700 + 500 - 1015}$$

$$= 2,7027$$

$$3) \text{ Rata - rata} = \frac{2,6882 + 2,7027}{2}$$

$$= 2,6954$$

g. Berat jenis semu

$$1) \text{ Sampel 1} = \frac{500}{699 + 486 - 1013}$$

$$= 2,8256$$

$$2) \text{ Sampel 2} = \frac{500}{700 + 489 - 1015}$$

$$= 2,8103$$

$$3) \text{ Rata - rata} = \frac{2,6954 + 2,8103}{2}$$

$$= 2,8180$$

h. Penyerapan air

$$1) \text{ Sampel 1} = \frac{500 - 486}{486} \times 100\%$$

$$= 2,9\%$$

$$2) \text{ Sampe 2} = \frac{500 - 489}{489} \times 100\%$$

$$= 2,2\%$$

$$3) \text{ Rata -rata} = \frac{2,9\% + 2,2\%}{2}$$

$$= 2,6\%$$

Dari hasil pengujian yang dilakukan, berikut ini adalah Tabel 5.1 Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus.

Tabel 5.1 Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus

Uraian	Contoh 1	Contoh 2	Rata-rata
Berat Pasir Kering Mutlak	486	489	487,5
Berat Pasir Kondisi Jenuh Kering Muka (SSD)	500	500	500
Berat Piknometer Berisi Air dan Pasir	1013	1015	1014
Berat Piknometer Berisi Air	699	700	699,5
Berat Jenis Curah	2,6129	2,64324	2,62807
Berat Jenis Jenuh Kering Muka	2,68817	2,7027	2,69544
Berat Jenis Semu	2,82558	2,81034	2,81796
Penyerapan Air	2,9%	2,2%	2,6%

Sumber: Hasil Pengujian

Berdasarkan pengujian yang telah dilaksanakan, didapatkan hasil berat jenis agregat jenuh kering muka rata-rata sebesar 2,68817 dan hasil penyerapan air agregat halus rata-rata adalah sebesar 2,6%. Karena hasil berat jenis agregat jenuh kering muka berada pada rentang 2,5 – 2,7 (Tjokrodimuljo, 1996). Maka agregat halus yang digunakan masuk dalam kategori agregat halus normal.

2. Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus

Pemeriksaan Modulus Halus Butir dilakukan dengan pengujian analisa saringan agregat kasar yang dilakukan pada penelitian mengacu berdasarkan SNI 03-1968-1990. Pada penelitian yang dilakukan ini menggunakan 2 sampel dan diambil nilai rata – rata dari hasil pengujian yang dilakukan. Berikut ini merupakan perhitungan dari hasil pengujian yang dilakukan.

- a. Presentase berat tertinggal
- $$= \frac{\text{berat tertinggal}}{\text{berat total}} \times 100\%$$
- 1) Lubang ayakan ukuran 4,8 mm $= \frac{3}{2000} \times 100\%$
 $= 0,15\%$
 - 2) Lubang ayakan ukuran 2,4 mm $= \frac{44}{2000} \times 100\%$
 $= 2,2\%$
 - 3) Lubang ayakan ukuran 1,2 mm $= \frac{254}{2000} \times 100\%$

$$= 12,7\%$$

- 4) Lubang ayakan ukuran 0,6 mm $= \frac{698}{2000} \times 100\%$
 $= 34,9\%$
- 5) Lubang ayakan ukuran 0,3 mm $= \frac{617}{2000} \times 100\%$
 $= 30,850\%$
- 6) Lubang ayakan ukuran 0,15 mm $= \frac{295}{2000} \times 100\%$
 $= 14,750\%$
- 7) Pan $= \frac{89}{2000} \times 100\%$
 $= 4,45\%$

b. Presentase berat tertinggal komulatif

- 1) Lubang ayakan ukuran 4,8 mm $= 0\% + 0,15\%$
 $= 0,15\%$
- 2) Lubang ayakan ukuran 2.4 mm $= 0,15\% + 2,2\%$
 $= 2,35\%$
- 3) Lubang ayakan ukuran 1,2mm $= 2,35\% + 12,7\%$
 $= 15,05\%$
- 4) Lubang ayakan ukuran 0.6 mm $= 15,05\% + 34,9\%$
 $= 49,95\%$
- 5) Lubang ayakan ukuran 0,3 mm $= 49,95\% + 30,85\%$
 $= 80,8\%$
- 6) Lubang ayakan ukuran 0.15 mm $= 80,8\% + 14,75\%$
 $= 95,55\%$
- 7) Pan $= 95,55\% + 4,45\%$
 $= 100\%$

c. Presentase lolos komulatif

- 1) Lubang ayakan ukuran 4,8 mm $= 100\% - 0,15\%$
 $= 99,85\%$
- 2) Lubang ayakan ukuran 2,4 mm $= 100\% - 2,35\%$
 $= 97,65\%$
- 3) Lubang ayakan ukuran 1,2 mm $= 100\% - 15,05\%$

- = 84,95%
- 4) Lubang ayakan ukuran 0,6 mm = 100% - 49,95%
= 50,05%
- 5) Lubang ayakan ukuran 0,3 mm = 100% - 80,8%
= 19,2%
- 6) Lubang ayakan ukuran 0,15 mm = 100% - 95,55%
= 4,45%
- 7) Pan = 100% - 100%
= 0%

d. Modulus Halus Butir (MHB)

Sampel 1

$$\begin{aligned} \text{MHB} &= \frac{\sum \% \text{berat tertinggal komulatif}}{100\%} \\ &= \frac{\sum (0,15+2,35+15,05+49,95+80,8+95,55+100)}{100} \\ &= 3,3485 \end{aligned}$$

Sampel 2

$$\begin{aligned} \text{MHB} &= \frac{\sum \% \text{berat tertinggal komulatif}}{100\%} \\ &= \frac{\sum (0,1+2,25+15,4+49,1+80,9+95+100)}{100} \\ &= 3,4275 \end{aligned}$$

Rata-rata

$$\begin{aligned} \text{MHB} &= \frac{3,3485+3,4275}{2} \\ &= 3,433 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan di atas, nilai MHB agregat halus rata-rata adalah sebesar 3,433. Nilai MHB tersebut berada pada rentang 1,5 – 3,8 sehingga agregat halus yang digunakan memenuhi persyaratan mutu agregat (Tjokrodinuljo, 1996) dan agregat halus yang digunakan masuk ke dalam Daerah Gradasi III atau pasir agak halus. Berikut ini merupakan Tabel 5.2 Rekapitulasi Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus Sampel 1 dan Tabel 5.3 Rekapitulasi Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus Sampel 2.

Tabel 5.2 Rekapitulasi Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus Sampel 1

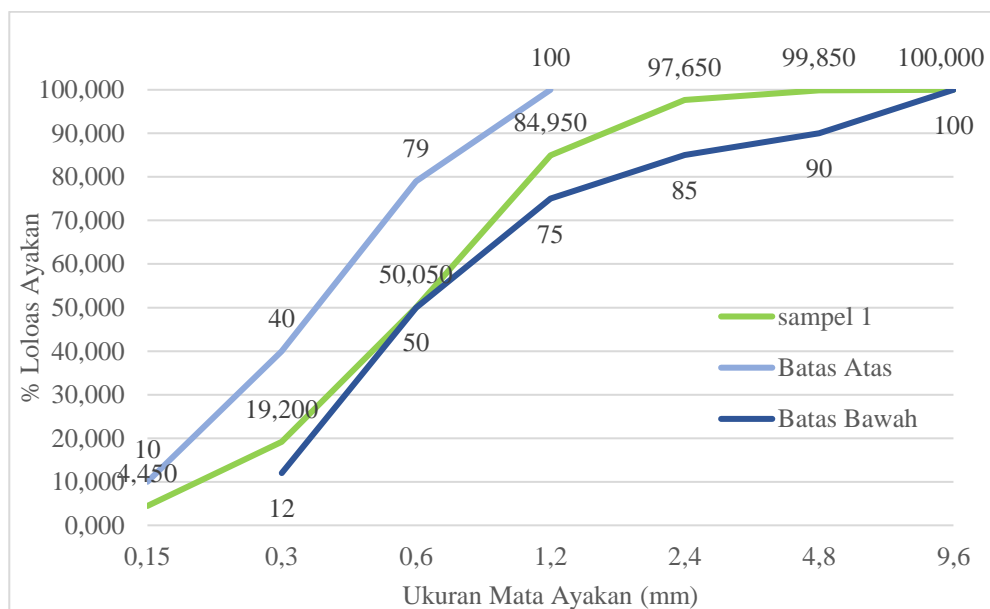
Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gr)	Berat tertinggal (%)	Berat tertinggal kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
40,00	0,00	0,00	0,00	100,00
20,00	0,00	0,00	0,00	100,00
10,00	0,00	0,00	0,00	100,00
4,80	3,00	0,15	0,15	99,85
2,40	44,00	2,20	2,35	97,65
1,20	254,00	12,70	15,05	84,95
0,60	698,00	34,90	49,95	50,05
0,30	617,00	30,85	80,80	19,20
0,15	295,00	14,75	95,55	4,45
Sisa	89,00	4,45	100,00	0,00
Jumlah	2000,00	100,00	343,85	656,15

Sumber: Hasil Pengujian

Tabel 5.3 Rekapitulasi Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus Sampel 2

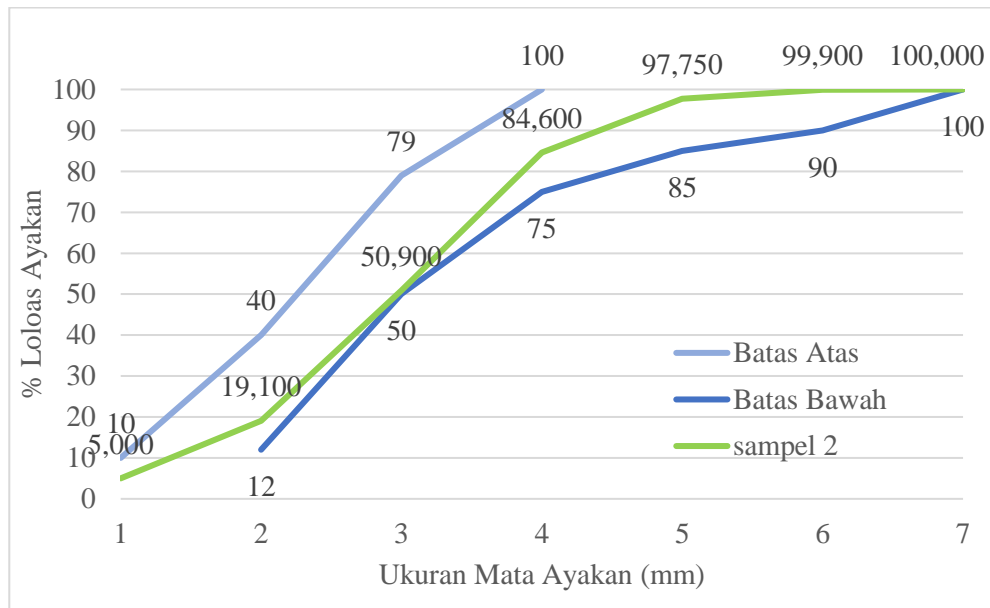
Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gr)	Berat tertinggal (%)	Berat tertinggal kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
40,00	0	0,000	0,000	100,000
20,00	0	0,000	0,000	100,000
10,00	0	0,000	0,000	100,000
4,80	2	0,100	0,100	99,900
2,40	43	2,150	2,250	97,750
1,20	263	13,150	15,400	84,600
0,60	674	33,700	49,100	50,900
0,30	636	31,800	80,900	19,100
0,15	282	14,100	95,000	5,000
Sisa	100	5,000	100,000	0,000
Jumlah	2000	100	342,750	657,25

Sumber: Hasil Pengujian



Gambar 5.1 Grafik Gradasi Agregat Halus Sampel 1

(Sumber: Hasil Pengujian)



Gambar 5.2 Grafik Gradasi Agregat Halus Sampel 2

(Sumber: Hasil Pengujian)

3. Pengujian Berat Volume Agregat Halus

Pengujian berat volume agregat halus yang dilakukan mengacu berdasarkan SNI 03-4808-1998. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapatkan data yang diperlukan untuk mencari nilai berat volume agregat halus. Berikut ini merupakan perhitungan sampel 1 serta tabel rekapitulasi dari kedua sampel.

a. Berat volume gembur agregat halus

- 1) Pengukuran dimensi dan berat silinder cetakan

Diameter tabung = 14,947 cm

Tinggi tabung = 30,46 cm

Berat tabung (W1) = 10451 gram

- 2) Berat tabung + agregat SSD (W2) = 18070 gram

- 3) Berat agregat (W3) = 18070 – 10451
= 7619 gram

- 4) Volume tabung (V) = $\frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times t$

= $\frac{1}{4} \times \pi \times 14,947^2 \times 30,46$

$$= 5344,541 \text{ cm}^3$$

$$5) \text{ Berat volume gembur} = \frac{7619}{5344,541}$$

$$= 1,426 \text{ gram/cm}^3$$

b. Berat volume padat agregat halus

1) Pengukuran dimensi dan berat silinder cetakan

$$\text{Diameter tabung} = 14,497 \text{ cm}$$

$$\text{Tinggi tabung} = 30,46 \text{ cm}$$

$$\text{Berat tabung} = 10451 \text{ gram}$$

$$2) \text{ Berat tabung + agregat SSD (W2)} = 18723 \text{ gram}$$

$$3) \text{ Berat agregat (W3)} = 18723 - 10451$$

$$= 8272 \text{ gram}$$

$$4) \text{ Volume tabung (V)} = \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times t$$

$$= \frac{1}{4} \times \pi \times 14,497^2 \times 30,46$$

$$= 5344,541 \text{ cm}^3$$

$$5) \text{ Berat volume padat} = \frac{8272}{5344,541}$$

$$= 1,548 \text{ gram/cm}^3$$

Rekapitulasi perhitungan berat volume gembur dan berat volume padat agregat halus dapat dilihat pada Tabel 5.3 dan Tabel 5.4 Sebagai berikut

Tabel 5.4 Rekapitulasi Pengujian Berat Volume Gembur Agregat Halus

Uraian	Sampel 1 (gr)	Sampel 2 (gr)	Rata-rata (gr)
Berat Tabung	10451	10591	10521
Berat Tabung + Agregat Kering Tungku	18070	18566	18318
Berat Agregat	7619	7975	7797
Volum Tabung	5344,541	5423,497	5384,019
Berat Volume Gembur	1,426	1,470	1,448

Sumber: Hasil Pengujian

Tabel 5.5 Rekapitulasi Pengujian Berat Volume Padat Agregat Halus

Uraian	Sampel 1 (gr)	Sampel 2 (gr)	Rata-rata (gr)
Berat Tabung	10451	10591	10521
Berat Tabung + Agregat Kering Tungku	18723	19131	18927
Berat Agregat	8272	8540	8406
Volum Tabung	5344,541	5423,497	5384,019
Berat Volume Padat	1,548	1,575	1,561

Sumber: Hasil Pengujian

Dari pengujian yang dilakukan, didapatkan nilai rata – rata berat volume gembur agregat halus sebesar 1,448 gram/cm³ dan rata – rata berat volume padat agregat halus sebesar 1,561 gram/cm³.

4. Pengujian Kadar Lumpur

Pada penelitian yang dilakukan ini menggunakan 2 sampel dan diambil nilai rata – rata dari hasil pengujian yang telah dilakukan. Berikut ini merupakan perhitungan dari pengujian kadar lumpur.

a. Sampel 1

- 1) Berat agregat kering oven = 500
- 2) Berat agregat kering oven setelah dicuci = 493
- 3) Kadar lumpur = $\frac{w_1 - w_2}{w_1} \times 100\%$
 $= \frac{500 - 493}{500} \times 100\%$
 $= 1,4\%$

b. Sampel 2

- 1) Berat agregat kering oven = 500
- 2) Berat agregat kering oven setelah dicuci = 494
- 3) Kadar lumpur = $\frac{w_1 - w_2}{w_1} \times 100\%$

$$= \frac{500-494}{500} \times 100\%$$

$$= 1,2\%$$

c. Rata – rata

$$\text{Rata – rata kadar lumpur} = 1,40\% - 1,20\%$$

$$= 1,3\%$$

Berikut ini adalah rekapitulasi pengujian kadar lumpur dapat dilihat pada Tabel 5.6 Rekapitulasi Pengujian Kadar Lumpur.

Tabel 5.6 Rekapitulasi Pengujian Kadar Lumpur

Uraian	Sampel 1	Sampel 2	Rata- rata
Berat Agregat Kering Oven	500	500	500
Berat Agregat Kering Oven setelah dicuci	493	494	493,5
Berat Lolos Ayakan No. 200	1,40%	1,20%	1,30%

Sumber: Hasil Pengujian

Berdasarkan pengujian yang kadar lumpur yang telah dilaksanakan, didapatkan hasil rata -rata kadar lumpur pada agregat halus sebesar 1,3%. Sesuai dengan Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia Tahun 1982 (PUBI 1982) untuk agregat halus yang lolos saringan no. 200 maksimal adalah sebesar 5%. Sehingga agregat halus diuji sudah memenuhi persyaratan dan dapat digunakan pada penelitian yang dilakukan ini.

5.2.2 Hasil Pengujian Agregat Kasar

Pengujian agregat kasar terdiri dari beberapa pengujian, pengujian tersebut diantaranya adalah pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar, pengujian Modulus Halus Butir (MHB), dan pengujian berat volume gembur dan padat. Berikut ini merupakan perhitungan dari hasil pengujian yang telah dilakukan.

1. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

Pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar yang dilakukan mengacu berdasarkan SNI 03-1969-2016. Berdasarkan penelitian yang telah

dilakukan, didapatkan data yang diperlukan untuk mencari nilai dari berat jenis agregat kasar adalah sebagai berikut.

a. Berat pasir jenuh kering muka (Bj)

1) Sampel 1 = 5000

2) Sampel 2 = 5000

b. Berat pasir kering mutlak (Bk)

1) Sampel 1 = 4935

2) Sampel 2 = 4926

c. Berat kerikil di dalam air

1) Sampel 1 = 3139

2) Sampel 2 = 3155

d. Berat jenis curah

1) Sampel 1 = $\frac{4935}{5000-3139}$
= 2,6518

2) Sampel 2 = $\frac{4926}{5000-3155}$
= 2,6432

3) Rata – rata = $\frac{2,652+2,6432}{2}$
= 2,6609

e. Berat jenis jenuh kering muka (SSD)

1) Sampel 1 = $\frac{5000}{5000-3139}$
= 2,687

2) Sampel 2 = $\frac{5000}{5000-3155}$
= 2,710

3) Rata – rata = $\frac{2,687+2,710}{2}$
= 2,698

f. Berat jenis semu

1) Sampel 1 = $\frac{4935}{4935-3139}$
= 2,7478

$$2) \text{ Sampel 2} = \frac{4926}{4926-3155}$$

$$= 2,7815$$

$$3) \text{ Rata - rata} = \frac{2,7478+2,7815}{2}$$

$$= 2,765$$

g. Penyerapan air

$$1) \text{ Sampel 1} = \frac{5000-4935}{4935} \times 100\%$$

$$= 1,3\%$$

$$2) \text{ Sampe 2} = \frac{5000-4926}{4926} \times 100\%$$

$$= 1,5\%$$

$$3) \text{ Rata -rata} = \frac{1,3\%+1,5\%}{2}$$

$$= 1,4\%$$

Berikut ini merupakan rekapitulasi dari perhitungan pengujian berat jenis dan penyerapan agregat kasar yang tertera pada Tabel 5.7

Tabel 5.7 Rekapitulasi Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

Uraian	Contoh 1	Contoh 2	Rata-rata
Berat Kerikil Kering Mutlak	4935	4926	4930,5
Berat Kerikil Kondisi Jenuh Kering Muka (SSD)	5000	5000	5000
Berat Kerikil di Dalam air	3139	3155	3147
Berat Jenis Curah	2,6518	2,66992	2,66086
Berat Jenis Jenuh Kering Muka	2,687	2,710	2,698
Berat Jenis Semu	2,74777	2,78148	2,765
Penyerapan Air	1,3%	1,5%	1,4%

Sumber: Hasil Pengujian

Berdasarkan pengujian yang telah dilaksanakan, didapatkan hasil berat jenis agregat jenuh kering muka rata-rata sebesar 2,687 dan hasil penyerapan air agregat kasar rata-rata adalah sebesar 1,4%. Karena hasil berat jenis agregat jenuh kering

muka berada pada rentang 2,5 – 2,7 (Tjokrodinuljo, 1996) maka agregat kasar yang digunakan masuk dalam kategori agregat kasar normal.

2. Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar

Pemeriksaan Modulus Halus Butir dilakukan dengan pengujian analisa saringan agregat kasar yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan 2 sampel dan diambil nilai rata – rata dari hasil pengujian yang dilakukan. Berikut ini merupakan perhitungan dari hasil pengujian yang dilakukan.

a. Presentase berat tertinggal

- 1) Lubang ayakan ukuran 40 mm $= \frac{0}{5000} \times 100\%$
 $= 0\%$
- 2) Lubang ayakan ukuran 20 mm $= \frac{159}{5000} \times 100\%$
 $= 3,18\%$
- 3) Lubang ayakan ukuran 10 mm $= \frac{3452}{5000} \times 100\%$
 $= 69,04\%$
- 4) Lubang ayakan ukuran 4,8 mm $= \frac{1312}{5000} \times 100\%$
 $= 26,24\%$
- 5) Lubang ayakan ukuran 2,4 mm $= \frac{64}{5000} \times 100\%$
 $= 1,28\%$
- 6) Lubang ayakan ukuran 1,2 mm $= \frac{3}{5000} \times 100\%$
 $= 0,06\%$
- 7) Pan $= \frac{10}{5000} \times 100\%$
 $= 0,2\%$

b. Presentase berat tertinggal komulatif

- 1) Lubang ayakan ukuran 40 mm $= 0\%$
- 2) Lubang ayakan ukuran 20 mm $= 0\% + 3,18\%$
 $= 3,18\%$
- 3) Lubang ayakan ukuran 10 mm $= 3,18\% + 69,04\%$
 $= 72,22\%$

- 4) Lubang ayakan ukuran 4,8 mm = 72,22% + 26,24%
= 98,46%
- 5) Lubang ayakan ukuran 2,4 mm = 98,46% + 1,28%
= 99,74%
- 6) Lubang ayakan ukuran 1,2 mm = 99,74% + 0,06%
= 99,8%
- 7) Pan = 99,8% + 0,2%
= 100%

c. Presentase lolos komulatif

- 1) Lubang ayakan ukuran 40 mm = 100% - 0%
= 0%
- 2) Lubang ayakan ukuran 20 mm = 100% - 3,18%
= 96,82%
- 3) Lubang ayakan ukuran 10 mm = 100% - 72,22%
= 27,78%
- 4) Lubang ayakan ukuran 4,8 mm = 100% - 98,46%
= 1,54%
- 5) Lubang ayakan ukuran 2,4 mm = 100% - 99,74%
= 0,26%
- 6) Lubang ayakan ukuran 1,2 mm = 100% - 99,8%
= 0,2%
- 7) Pan = 100% - 100%
= 0%

d. Modulus Halus Butir (MHB)

Sampel 1

$$\begin{aligned}
 \text{MHB} &= \frac{\sum \% \text{berat tertinggal komulatif}}{100\%} \\
 &= \frac{\sum (1,28 + 66,26 + 98,06 + 99,5 + 99,54 + 99,94 + 99,54 + 99,54 + 100)}{100} \\
 &= 7,6326
 \end{aligned}$$

Sampel 2

$$\text{MHB} = \frac{\sum \% \text{berat tertinggal komulatif}}{100\%}$$

$$= \frac{\Sigma(3,18+72,22+98,46+99,74+99,8+99,8+99,8+99,8+100)}{100}$$

$$= 7,728$$

Rata-rata

$$\text{MHB} = \frac{7,6326+7,728}{2}$$

$$= 7,6803$$

Dari hasil perhitungan di atas, nilai MHB agregat kasar rata-rata adalah sebesar 7,6803. Nilai MHB tersebut berada pada rentang 6 – 8 sehingga nilai tersebut memenuhi persyaratan mutur agregat (Tjokrodinuljo, 1996) dan agregat kasar yang digunakan masuk ke dalam agregat dengan maksimal ukuran butir 20 mm. Berikut ini merupakan Tabel 5.8 Rekapitulasi Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar Sampel 1 dan Tabel 5.9 Rekapitulasi Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar Sampel 2.

Tabel 5.8 Rekapitulasi Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar Sampel 1

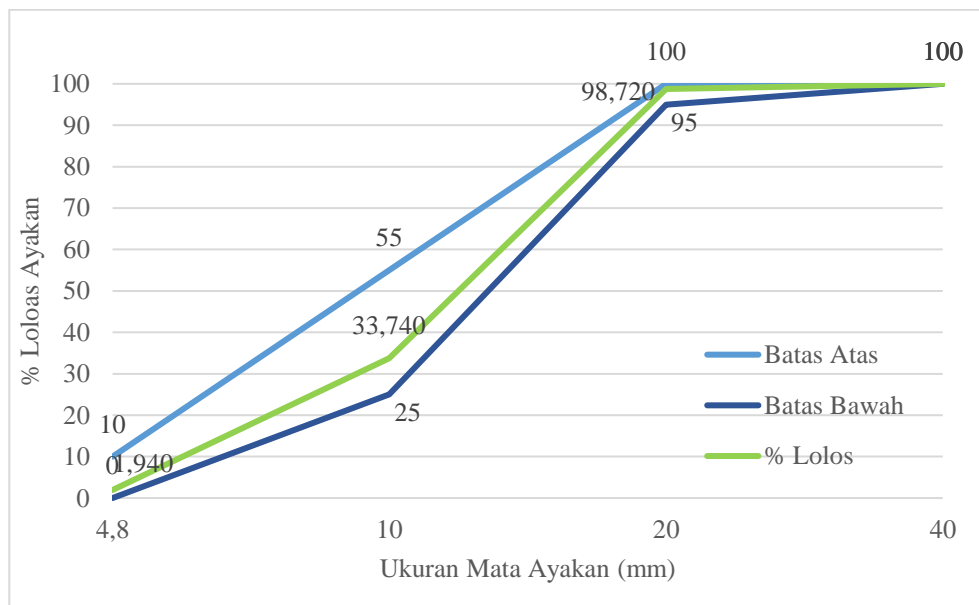
Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gr)	Berat tertinggal (%)	Berat tertinggal kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
40,00	0	0	0	100
20,00	64	1,28	1,28	98,72
10,00	3249	64,98	66,26	33,74
4,80	1590	31,8	98,06	1,94
2,40	72	1,44	99,5	0,5
1,20	2	0,04	99,54	0,46
0,60	0	0	99,54	0,46
0,30	0	0	99,54	0,46
0,15	0	0	99,54	0,46
Sisa	23	0,460	100,000	100,000
Jumlah	5000	100	763,26	336,74

Sumber: Hasil Pengujian

Tabel 5.9 Rekapitulasi Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar Sampel 2

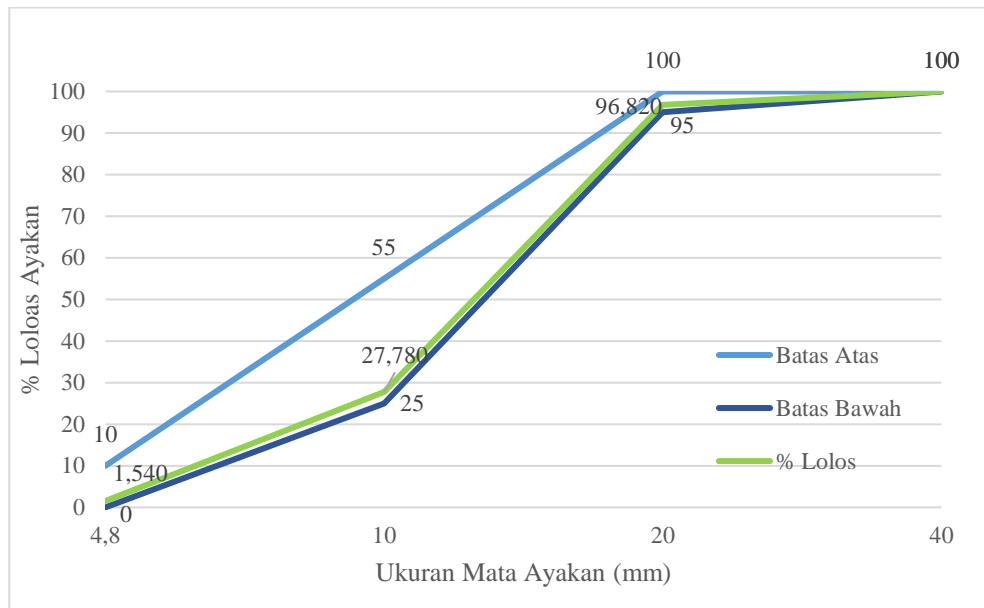
Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gr)	Berat tertinggal (%)	Berat tertinggal kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
40,00	0	0	0	100
20,00	159	3,18	3,18	96,82
10,00	3452	69,04	72,22	27,78
4,80	1312	26,24	98,46	1,54
2,40	64	1,28	99,74	0,26
1,20	3	0,06	99,8	0,2
0,60	0	0	99,8	0,2
0,30	0	0	99,8	0,2
0,15	0	0	99,8	0,2
Sisa	10	0,200	100	100
Jumlah	5000	100	772,8	327,2

Sumber: Hasil Pengujian



Gambar 5.3 Grafik Gradasi Agregat Kasar Maksimum 20 mm Sampel 1

(Sumber: Hasil Pengujian)



Gambar 5.4 Grafik Gradasi Agregat Kasar Maksimum 20 mm Sampel 2

(Sumber: Hasil Pengujian)

3. Pengujian Berat Volume Gembur dan Padat Agregat Kasar

Pengujian berat volume agregat kasar berdasarkan SNI 03-4804-1998 dibedakan menjadi dua yaitu pengujian berat volume gembur agregat kasar dan pengujian berat volume padat agregat kasar. Pada pengujian berat volume gembur dan berat volume padat digunakan 2 sampel. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapatkan data yang diperlukan untuk mencari nilai berat volume agregat halus. Berikut ini merupakan perhitungan sampel 1 serta tabel rekapitulasi dari kedua sampel.

a. Berat volume gembur agregat kasar

1) Pengukuran dimensi dan berat silinder cetakan

Diameter tabung = 15,038 cm

Tinggi tabung = 33,667 cm

Berat tabung (W1) = 10595 gram

2) Berat tabung + agregat SSD (W2) = 17320 gram

3) Berat agregat (W3) = 17320 – 10595
= 6725 gram

$$\begin{aligned}
4) \text{ Volume tabung (V)} &= \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times t \\
&= \frac{1}{4} \times \pi \times 15,038^2 \times 33,667 \\
&= 5979,632 \text{ cm}^3 \\
5) \text{ Berat volume gembur} &= \frac{6725}{5979,632} \\
&= 1,435 \text{ gram/cm}^3
\end{aligned}$$

b. Berat volume padat agregat kasar

1) Pengukuran dimensi dan berat silinder cetakan

$$\text{Diameter tabung} = 15,038 \text{ cm}$$

$$\text{Tinggi tabung} = 33,667 \text{ cm}$$

$$\text{Berat tabung} = 10595 \text{ gram}$$

$$2) \text{ Berat tabung + agregat SSD (W2)} = 19173 \text{ gram}$$

$$\begin{aligned}
3) \text{ Berat agregat (W3)} &= 19173 - 10595 \\
&= 8578 \text{ gram}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
4) \text{ Volume tabung (V)} &= \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times t \\
&= \frac{1}{4} \times \pi \times 15,038^2 \times 33,667 \\
&= 5979,632 \text{ cm}^3
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
5) \text{ Berat volume padat} &= \frac{8578}{5979,632} \\
&= 1,435 \text{ gram/cm}^3
\end{aligned}$$

Berdasarkan hasil dari pengujian dan perhitungan yang telah dilakukan maka diperoleh rekapitulasi data dari pengujian berat volume agregat kasar. Berikut ini merupakan Tabel 5.10 Rekapitulasi Pengujian Berat Volume Gembur Agregat Kasar dan Tabel 5.11 Rekapitulasi Pengujian Berat Volume Padat Agregat Kasar.

Tabel 5.10 Rekapitulasi Pengujian Berat Volume Gembur Agregat Kasar

Uraian	Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata
Berat Tabung	10595	10456	10525,5
Berat Tabung + Agregat Kering Tungku	17320	18074	17697
Berat Agregat	6725	7618	7171,5
Volum Tabung	5979,632	5949,450	5964,541
Berat Volume Padat	1,125	1,280	1,203

Sumber: Hasil Pengujian

Tabel 5.11 Rekapitulasi Pengujian Berat Volume Padat Agregat Kasar

Uraian	Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata
Berat Tabung	10595	10456	10525,5
Berat Tabung + Agregat Kering Tungku	19173	18854	19013,5
Berat Agregat	8578	8398	8488
Volum Tabung	5979,632	5949,450	5964,541
Berat Volume Padat	1,435	1,412	1,423

Sumber: Hasil Pengujian

Dari pengujian yang dilakukan, didapatkan nilai rata – rata berat volume gembur agregat kasar sebesar 1,203 gram/cm³ dan rata – rata berat volume padat agregat halus sebesar 1,423 gram/cm³

5.3 Perencanaan Campuran Beton (*Mix Design*)

Dari data uji material yang diperoleh, selanjutnya akan dilakukan perencanaan campuran beton (mix design) dengan menggunakan SNI-03-2834-2000 sebagai standar perencanaan (mix design). Dengan langkah-langkah perencanaan sebagai berikut ini.

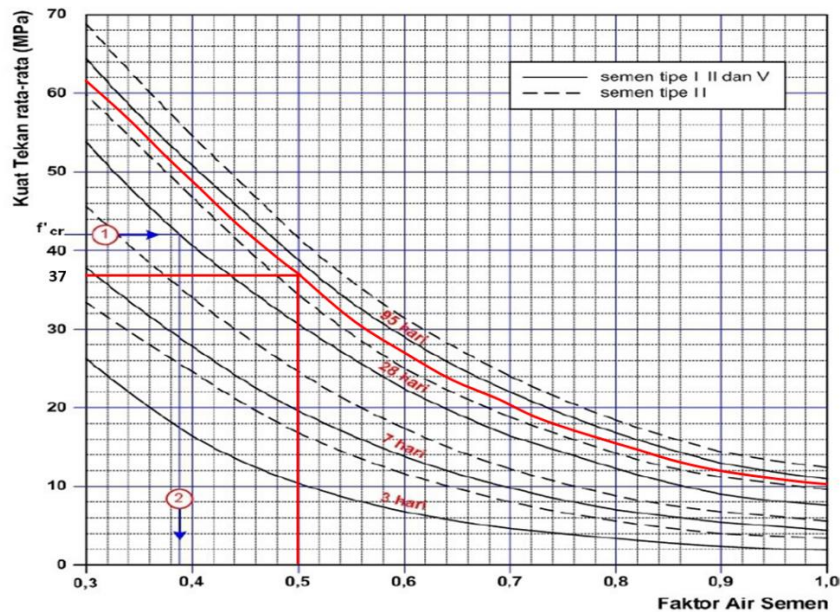
1. Menentukan kuat tekan rencana ($f'c$) sebesar 25 MPa.
2. Menentukan standar deviasi (Sd)

Tidak ada nilai deviasi standar yang digunakan pada penelitian ini

3. Menentukan kuat tekan beton rencana (f'_{cr}) menggunakan perhitungan sebagai berikut.

$$\begin{aligned}f'_{cr} &= f'_c + 12 \\ &= 25 + 12 \\ &= 37 \text{ MPa}\end{aligned}$$

4. Menentukan jenis semen yang digunakan
Semen yang digunakan pada penelitian ini adalah semen *PCC* dengan merek Semen Padang
5. Menentukan jenis agregat yang digunakan
Agregat yang digunakan adalah agregat kasar berupa kerikil yang berasal dari daerah Clereng, Kulon Progo dan agregat halus berupa pasir yang digunakan berasal dari daerah Kulon Progo. Agregat kasar yang digunakan memiliki ukuran maksimum 20 mm.
6. Menentukan faktor Air Semen
Nilai *f_a* dapat dicari dengan bantuan Gambar 3.1. pada grafik tarik garis dari kiri ke kanan secara horizontal dari nilai kuat tekan yaitu sebesar 37 MPa, kemudian menarik garis dari bawah ke atas secara vertikal pada nilai *FAS* 0,5. Setelah dibuat garis tersebut akan didapatkan titik perpotongan antara garis horizontal dan garis vertikal. Pada titik perpotongan tersebut dibuat kurva baru. Sehingga nilai *f_a* yang digunakan adalah sebesar 0,5. Untuk nilai *f_a* yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambah 5.5 sebagai berikut.



Gambar 5.5 Faktor Air Semen

(sumber: SNI:03-2834-2000)

7. Menentukan kadar air

Kadar air yang dibutuhkan pada campuran beton dapat ditentukan berdasarkan persyaratan pada Tabel 3.8

- a. Ukuran maksimum butiran agregat yang digunakan sebesar 20 mm
- b. Agregat kasar yang digunakan berupa batu pecah
- c. Agregat halus yang digunakan berupa batu tak dipecahkan
- d. Nilai slump yang direncanakan masuk dalam range slump 60 – 180 mm
- e. Kadar air yang dibutuhkan didapatkan melalui perhitungan sebagai berikut

$$\begin{aligned}
 w &= \frac{2}{3}Wh + \frac{1}{3}Wk \\
 &= \frac{2}{3}195 + \frac{1}{3}225 \\
 &= 205 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

8. Menentukan jumlah semen minimum dan faktor air maksimum

Jumlah semen minimum ditentukan menggunakan Tabel 3.6. didapatkan untuk kondisi lingkungan keliling non-korosif sebesar 275 kg. dan fas maksimum yang didapatkan sebesar 0,6. Karena jumlah semen yang

digunakan lebih besar daripada jumlah semen minimum, maka kadar semen yang digunakan adalah sebesar 410 kg/m³ dan untuk fas yang digunakan adalah sebesar 0,5.

9. Menentukan kadar semen

$$\text{Nilai FAS} = 0,5$$

$$\text{Kadar air bebas} = 205 \text{ kg/m}^3$$

$$\begin{aligned}\text{Kadar semen} &= (\text{kadar air bebas})/(\text{fas digunakan}) \\ &= 205/0,5 \\ &= 410 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

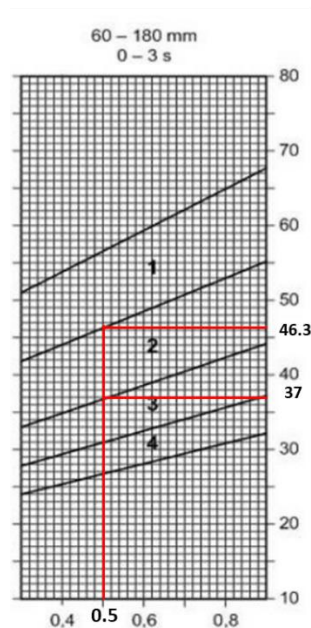
10. Menentukan presentase agregat kasar dan agregat halus

a. Presentase agregat halus

Presentase agregat halus dapat ditentukan menggunakan Gambar 3.2.b. Berikut ini adalah langkah – langkah menentukan presentase agregat halus.

- 1) Menggunakan grafik dengan kriteria maksimum agregat 20 mm, *slump* rencana dengan rentang 60 – 180 mm, nilai faktor air semen sebesar 0,5 dan agregat halus yang digunakan masuk ke dalam daerah gradasi II.
- 2) Menarik garis vertical dari bawah ke atas dari nilai fas 0,5 hingga memotong kedua batas kurva daerah gradasi II.
- 3) Menarik garis horizontal dari perpotongan garis vertical yang sudah dibuat dengan batas atas dan batas bawah dari kurva daerah gradasi II.

Persen pasir yang didapatkan dapat dilihat pada Gambar 5.6 Berikut.



Gambar 5.6 Persen Pasir Terhadap Kadar Total Agregat

(sumber: SNI 03-2834-2000)

Dari grafik di atas di dapatkan persen pasir berada di antara 37% hingga 46,3%. Sehingga untuk mendapatkan presentase agregat halus yang digunakan maka dicari nilai rata – rata sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Presentase agregat halus} &= \frac{37+46,3}{2} \\ &= 41,65\% \end{aligned}$$

b. Presentase agregat kasar

Perhitungan untuk mendapatkan presentase agregat kasar adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Presentase agregat kasar} &= 100\% - 41,65\% \\ &= 58,35\% \end{aligned}$$

11. Menentukan berat jenis relatif agregat gabungan (SSD)

Berat jenis relatif agregat gabungan dihitung menggunakan rumus sebagai berikut.

Berat jenis relatif gabungan

$$\begin{aligned} &= (\text{presentase agregat kasar} \times B_j. \text{ agregat halus}) + \\ &\quad (\text{presentase agregat halus} \times B_j. \text{ Agregat kasar}) \end{aligned}$$

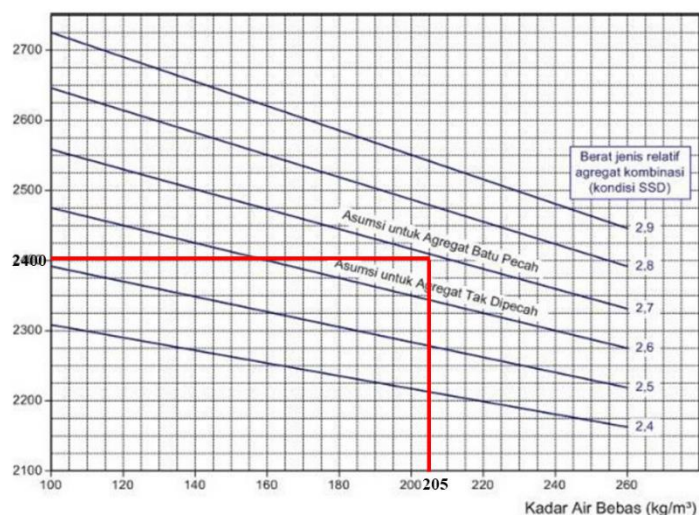
$$\begin{aligned}
 &= (58,35\% \times 2,6954) + (41,65 \times 2,6984) \\
 &= 2,6972
 \end{aligned}$$

12. Menentukan nilai berat isi beton

Berat isi beton dapat ditentukan menggunakan Gambar 3.3. Berikut ini adalah langkah – langkah untuk menentukan berat isi beton.

- Menarik garis kurva berdasarkan nilai berat jenis relatif agregat gabungan, yaitu 2,6972.
- Menarik garis vertical dari bawah ke atas pada nilai kadar air bebas sebesar 205 kg/m³ hingga berpotongan dengan kurva yang sudah dibuat.
- Menarik garis horizontal dari kiri ke kanan, dimulai dari titik perpotongan garis vertical dan kurva yang sudah dibuat sebelumnya.

Nilai berat isi beton dapat dilihat pada Gambar 5.7 Berikut.



Gambar 5.7 Nilai Berat Isi Beton

(sumber: SNI 03-2834-2000)

Berdasarkan grafik di atas diperoleh nilai berat isi beton sebesar 2400 kg/m³.

13. Menentukan kadar agregat gabungan campuran beton

Kadar agregat gabungan campuran beton di dapat dari perhitungan sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Kadar agregat gabungan} &= \text{berat isi beton} - \text{kadar semen} - \text{kadar air bebas} \\
 &= 2400 - 410 - 205
 \end{aligned}$$

$$= 1785 \text{ kg/m}^3$$

14. Menentukan kadar agregat halus dan agregat kasar dalam campuran beton

a. Kadar agregat halus

Kadar agregat halus = presentase agregat halus x kadar agregat gabungan

$$= 41,65\% \times 2,6972$$

$$= 743,45 \text{ kg/m}^3$$

b. Kadar agregat kasar

Kadar agregat kasar = presentase agregat kasar x kadar agregat gabungan

$$= 58,35\% \times 2,6972$$

$$= 1042 \text{ kg/m}^3$$

15. Proporsi campuran beton

Berdasarkan perencanaan campuran beton yang sudah dilakuka maka didapatkan proporsi campuran beton per 1 m³ sebagai berikut.

a. Kadar air = 205 kg

b. Kadar semen = 410 kg

c. Kadar agregat halus = 1785 kg

d. Kadar agregat kasar = 1042 kg

16. Proporsi campuran beton dengan angka penyusutan

Pada pengujian ini ditentukan dengan angka penyusutan sebesar 20% untuk setiap 1 m³. Nilai proporsi campuran beton untuk setiap campuran adalah sebagai berikut.

a. Kadar air = 246 kg

b. Kadar semen = 492 kg

c. Kadar agregat halus = 892,143 kg

d. Kadar agregat kasar = 1249,86 kg

17. Rekapitulasi hasil perencanaan campuran beton

Berdasarkan perencanaan campuran beton yang sudah dilakukan, berikut ini merupakan Tabel 5.12 Rekapitulasi Perencanaan Campuran Beton.

Tabel 5.12 Rekapitulasi Perencanaan Campuran Beton

No.	Keterangan	Nilai	Satuan
1	Kuat Tekan rencana (f'_c)	25	MPa
2	Standar Deviasi (Sr)	-	-
3	Nilai Tambah	12	MPa
4	Kuat Tekan rata-rata (f'_{cr})	37	MPa
5	Jenis Semen	Tipe I	-
6	Faktor Air Semen (fas)	0,5	-
7	<i>Slump</i>	60 - 180	mm
8	Ukuran agregat maksimum	20	mm
9	Kebutuhan Pasir (Wh)	743,453	Kg/m ³
10	Kebutuhan Kerikil (Wk)	1042	Kg/m ³
11	Kadar Air Bebas	205	Kg/m ³
12	Kadar Semen	410	Kg/m ³
13	Gradasi Agregat halus	Daerah III	-
14	Persentase agregat halus	41,65	%
15	Persentase agregat kasar	58,35	%
16	Berat jenis agregat halus	2,695	-
17	berat jenis agregat kasar	2,698	-
18	berat jenis relatif gabungan	2,697	-
19	berat isi beton	2400	Kg/m ³
20	kadar agregat gabungan	1785	Kg/m ³
21	kadar agregat halus	743,453	Kg/m ³
22	kadar agregat kasar	1042	Kg/m ³
23	angka penyusutan	20	%
24	volume silinder	0,00530	m ³
25	jumlah benda uji silinder tiap variasi	10	buah

Sumber: Hasil Pengujian

18. Volume benda uji

Menghitung volume benda uji digunakan sebagai acuan ketika proses pencampuran. Berikut ini merupakan perhitungan volume benda uji silinder yang dibutuhkan.

$$\begin{aligned} \text{a. Volume cetakan benda uji silinder} &= \frac{1}{4} \pi d^2 t \\ &= \frac{1}{4} \times \pi \times 0,15^2 \times 0,3 \\ &= 0,0053 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

b. Volume benda uji silinder

1) Air	= 0,0053 x 246	= 1,3042 kg
2) Semen	= 0,053 x 492	= 2,6083 kg
3) Agregat halus	= 0,0053 x 892,143	= 4,7296 kg
4) Agregat kasar	= 0,0053 x 1249,86	= 6,626 kg

19. Proporsi campuran beton untuk setiap mixing

Pada penelitian yang dilakukan ini terdapat 6 variasi campuran beton, maka dilakukan 6 kali proses mixing. Berikut ini merupakan perhitungan campuran beton untuk setiap mixing.

a. Proporsi campuran mixing variasi 1 (BN)

1) Air	= (1,3042 x 10)	= 13,042 kg
2) Semen	= (2,6083 x 10)	= 26,083 kg
3) Agregat halus	= (4,7296 x 10)	= 47,293 kg
4) Agregat kasar	= (6,626 x 10)	= 66,26 kg

b. Proporsi campuran mixing variasi 2 (BIS1,58)

1) Air	= (1,3042 x 10)	= 13,042 kg
2) Semen	= (2,6083 x 10)	= 26,083 kg
3) Serat ijuk	= (1,5% x 26,083)	= 0,391 kg
4) Silica fume	= (8% x 26,083)	= 2,067 kg
5) Agregat halus	= (4,7296 x 10)	= 47,293 kg
6) Agregat kasar	= (6,626 x 10)	= 66,26 kg

Berdasarkan hasil perhitungan proporsi campuran beton di atas, berikut ini merupakan Tabel Rekapitulasi Proporsi Campuran Beton Pada Setiap Mixing.

Tabel 5.13 Rekapitulasi Proporsi Campuran Beton Pada Setiap Mixing

Variasi	Total	Semen	Air	Kerikil	Pasir	Serat ijuk	Silica fume	Total
		Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg
BN	10	21,74	10,87	55,22	39,41	0,00	0,00	127,23
BIS 1,5.8	10	21,74	10,87	55,22	39,41	0,33	1,74	129,30
BIS 1,5.10	10	21,74	10,87	55,22	39,41	0,33	2,17	129,73
BIS 1,5.12	10	21,74	10,87	55,22	39,41	0,33	2,61	130,17
BIS 2,5.8	10	21,74	10,87	55,22	39,41	0,54	1,74	129,52
BIS 2,5.10	10	21,74	10,87	55,22	39,41	0,54	2,17	129,95
BIS 2,5.12	10	21,74	10,87	55,22	39,41	0,54	2,61	130,39
BI 1,5	6	13,04	6,52	33,13	23,65	0,20	0,00	76,54
BS 8	6	13,04	6,52	33,13	23,65	0,00	1,04	77,38
Total	82	178,23	89,12	452,78	323,19	2,80	14,08	1060,21

Sumber: Hasil Pengujian

Tabel 5.14 Rekapitulasi Proporsi Campuran Beton Pada Setiap Mixing dengan Angka Penyusutan 20%

Variasi	Benda Uji	Semen	Air	Kerikil	Pasir	Serat ijuk	Silica fume	Total
		Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg
BN	10	26,08	13,04	66,26	47,30	0,00	0,00	152,68
BIS1,5.8	10	26,08	13,04	66,26	47,30	0,39	2,09	155,16
BIS1,5.10	10	26,08	13,04	66,26	47,30	0,39	2,61	155,68
BIS1,5.12	10	26,08	13,04	66,26	47,30	0,39	3,13	156,20
BIS2,5.8	10	26,08	13,04	66,26	47,30	0,65	2,09	155,42
BIS2,5.10	10	26,08	13,04	66,26	47,30	0,65	2,61	155,94
BIS2,5.12	10	26,08	13,04	66,26	47,30	0,65	3,13	156,46
BI1,5	6	15,65	7,82	39,76	28,38	0,235	0	91,84
BS8	6	15,65	7,82	39,76	28,38	0	1,252	92,86
Total	82	213,88	106,94	543,34	387,83	3,36	16,90	1272,25

Sumber: Hasil Pengujian

Pada penelitian yang dilakukan ini proporsi campuran beton ditambahkan dengan angka penyusutan sebesar 20%. Tujuan penggunaan angka penyusutan ini untuk menghindari bahan-bahan berkurang karena terjatuh atau menempel pada pada alat mixing dikarenakan kurangnya kehati-hatian pada saat proses mixing.

5.4 Pengujian Beton

5.4.1 Pengujian Slump Beton

Pengujian slump ini bertujuan untuk mengetahui kelacakan beton segar. Karena nilai slump memiliki pengaruh pada kemudahan pengerjaan campuran beton (workability). Semakin tinggi nilai slump maka campuran beton semakin cair, sehingga campuran beton akan semakin mudah dikerjakan. Berdasarkan pengujian slump yang dilakukan, nilai slump pada setiap campuran beton variasi memiliki nilai yang berbeda. Berikut ini merupakan hasil rekapitulasi pengujian slump yang telah dilaksanakan.

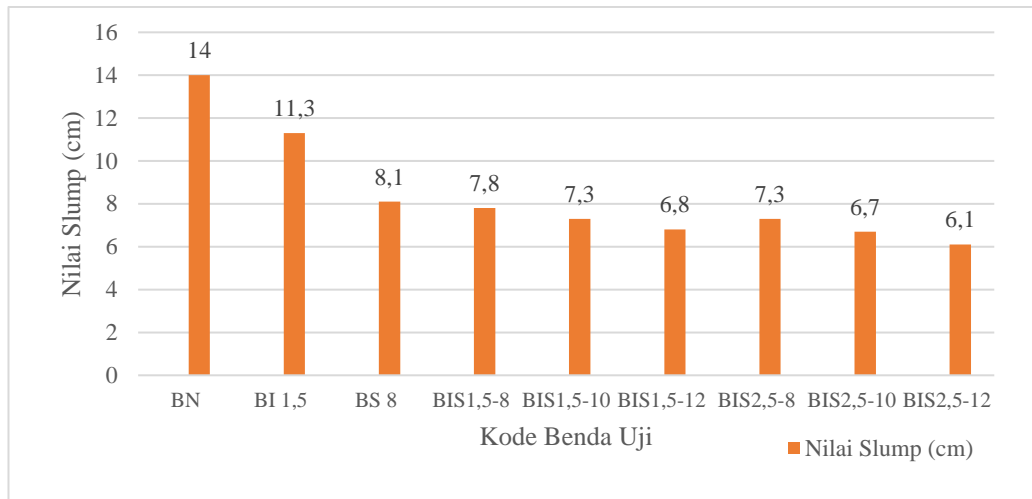
Tabel 5.15 Rekapitulasi Hasil Pengujian Slump (tambahin keterangan)

Kode Benda Uji	Variasi		Nilai Slump (cm)	Slump rencana (60 – 180 mm)
	Serat Ijuk	Sillica Fume		
BN	0,00%	0%	14	Memenuhi
BI 1,5	1,50%	0%	11,3	Memenuhi
BS 8	0,00%	8%	7,2	Memenuhi
BIS 1,5-8	1,50%	8%	5,8	Tidak Memenuhi
BIS 1,5-10	1,50%	10%	5,3	Tidak Memenuhi
BIS 1,5-12	1,50%	12%	4,7	Tidak Memenuhi
BIS 2,5-8	2,50%	8%	5,3	Tidak Memenuhi
BIS 2,5-10	2,50%	10%	4,6	Tidak Memenuhi
BIS 2,5-12	2,50%	12%	4,3	Tidak Memenuhi

Sumber: Hasil Pengujian

Berdasarkan pengujian slump yang telah dilaksanakan, nilai slump untuk variasi Beton Normal (BN) adalah sebesar 14 cm. Dalam penelitian ini, beton dengan nilai slump tertinggi adalah beton normal dengan nilai slump sebesar 14 cm. Sedangkan beton dengan variasi campuran serat ijuk 2,5% dan silica fume

sebesar 12% memiliki nilai slump terendah, yaitu sebesar 4,3. Dari hasil pengujian slump, didapatkan grafik yang dapat dilihat pada Gambar 5.8 sebagai berikut.



Gambar 5.8 Grafik Hasil Pengujian Slump

(sumber: Hasil Pengujian)

Berdasarkan Gambar 5.8 di atas, nilai slump yang memenuhi nilai slump rencana dengan rentang nilai 60-180 mm adalah nilai slump variasi beton normal, beton serat ijuk 1,5% dan beton silica fume 8%. Selain tiga variasi beton tersebut, nilai slump untuk beton variasi gabungan antara serat ijuk dan silica fume tidak memenuhi nilai slump rencana. penurunan nilai slump yang terjadi dipengaruhi oleh penggunaan serat ijuk dan silica fume yang digunakan. Semakin tinggi presentase penggunaan serat ijuk atau silica fume dalam campuran beton maka akan semakin rendah nilai slump.

Penurunan ini disebabkan karena penyerapan air yang terjadi dalam adukan beton semakin tinggi. Bahan tambah silica fume yang digunakan memiliki pengaruh besar terhadap penurunan nilai slump karena bahan tambah silica fume sendiri memiliki penyerapan air yang lebih besar dibandingkan bahan tambah serat ijuk. Sehingga penggunaan serat ijuk dan silica fume akan menyebabkan penurunan nilai slump secara signifikan dan mengakibatkan kemudahan pekerjaan campuran beton (workability) akan ikut menurun.

5.4.2 Pengukuran Berat dan Volume Silinder Beton

Pengukuran dimensi beton bertujuan untuk mengetahui luas penampang beton yang akan diuji kuat tekan dan kuat tarik. Pengukuran yang dilakukan berupa diameter dan tinggi dari silinder beton. Berikut ini adalah rekapitulasi dimensi dan luas penampang silinder beton.

Tabel 5.16 Rekapitulasi Berat dan Volume Silinder Beton

Kode Benda Uji	Sampel	Serat Ijuk	Sillica Fume	Lebar (mm)	Tinggi (mm)	Volume (m ³)	Berat (kg)	Berat Volume (kg/m ³)
BN	1	0%	0%	152,07	301,93	0,00548	12,515	2282,306
	2	0%	0%	150,23	304,50	0,00540	12,456	2307,644
	3	0%	0%	150,87	303,30	0,00542	12,322	2272,649
	4	0%	0%	150,90	301,23	0,00539	12,314	2285,808
	5	0%	0%	151,50	301,45	0,00543	12,362	2274,879
	6	0%	0%	150,40	301,95	0,00536	12,412	2313,775
	7	0%	0%	151,20	301,43	0,00541	12,157	2246,227
	8	0%	0%	151,40	302,03	0,00544	12,378	2276,49
	9	0%	0%	150,20	299,50	0,00531	12,344	2326,105
	10	0%	0%	150,53	303,88	0,00541	12,284	2271,379
BIS 1,5-8	1	1,5%	8%	151,00	302,97	0,00543	12,695	2339,883
	2	1,5%	8%	150,23	302,40	0,00536	12,547	2340,645
	3	1,5%	8%	152,93	304,27	0,00559	12,643	2262,047
	4	1,5%	8%	151,30	305,17	0,00549	12,579	2292,669
	5	1,5%	8%	152,17	304,47	0,00554	12,669	2288,093
	6	1,5%	8%	150,97	304,87	0,00546	12,646	2317,348
	7	1,5%	8%	151,03	305,97	0,00548	12,590	2296,763
	8	1,5%	8%	149,40	303,17	0,00531	12,355	2324,718
	9	1,5%	8%	151,53	305,33	0,00551	12,742	2313,967
	10	1,5%	8%	150,30	303,93	0,00539	12,620	2340,309
BIS 1,5-10	1	1,5%	10%	151,37	302,50	0,00544	12,503	2296,881
	2	1,5%	10%	150,35	304,83	0,00541	12,559	2320,576
	3	1,5%	10%	149,50	303,40	0,00533	12,134	2278,327
	4	1,5%	10%	151,03	303,63	0,00544	12,622	2320,295
	5	1,5%	10%	150,95	300,98	0,00539	12,494	2319,546
	6	1,5%	10%	150,30	303,97	0,00539	12,326	2285,538
	7	1,5%	10%	150,90	303,30	0,00542	12,294	2266,483
	8	1,5%	10%	151,87	305,80	0,00554	12,665	2286,404
	9	1,5%	10%	150,93	305,63	0,00547	12,633	2310,179
	10	1,5%	10%	150,03	303,33	0,00536	12,538	2337,990

Lanjutan Tabel 5.16 Rekapitulasi Berat dan Volume Silinder Beton

BIS 1,5-12	1	1,5%	12%	150,23	303,83	0,00539	12,429	2307,694
	2	1,5%	12%	151,53	304,00	0,00548	12,574	2293,473
	3	1,5%	12%	150,77	302,87	0,00541	12,256	2266,714
	4	1,5%	12%	150,80	302,67	0,00541	12,256	2267,209
	5	1,5%	12%	150,13	303,13	0,00537	12,441	2318,342
	6	1,5%	12%	149,57	302,50	0,00531	12,398	2332,742
	7	1,5%	12%	152,07	304,17	0,00552	12,676	2294,630
	8	1,5%	12%	150,27	304,63	0,00540	12,251	2267,665
	9	1,5%	12%	151,30	307,80	0,00553	12,458	2251,189
	10	1,5%	12%	150,83	304,37	0,00544	12,550	2307,608
BIS 2,5-8	1	2,5%	8%	150,83	302,97	0,00541	12,452	2300,169
	2	2,5%	8%	150,47	305,47	0,00543	12,666	2331,875
	3	2,5%	8%	152,27	302,90	0,00552	12,611	2286,392
	4	2,5%	8%	152,27	304,03	0,00554	12,700	2293,945
	5	2,5%	8%	151,37	304,50	0,00548	12,558	2291,832
	6	2,5%	8%	153,20	300,87	0,00555	12,439	2242,869
	7	2,5%	8%	151,40	304,50	0,00548	12,471	2274,953
	8	2,5%	8%	151,43	303,47	0,00547	12,423	2272,912
	9	2,5%	8%	151,40	304,53	0,00548	12,491	2278,352
	10	2,5%	8%	151,97	305,87	0,00555	12,813	2309,575
BIS 2,5-10	1	2,5%	10%	153,10	306,57	0,00564	12,476	2210,600
	2	2,5%	10%	151,90	306,03	0,00555	12,661	2282,937
	3	2,5%	10%	151,07	302,27	0,00542	12,514	2309,823
	4	2,5%	10%	150,77	304,88	0,00544	12,854	2361,588
	5	2,5%	10%	150,20	301,57	0,00534	12,770	2389,889
	6	2,5%	10%	151,07	303,77	0,00544	12,666	2326,335
	7	2,5%	10%	151,73	304,57	0,00551	12,672	2300,970
	8	2,5%	10%	151,07	304,20	0,00545	12,734	2335,492
	9	2,5%	10%	151,17	302,43	0,00543	12,450	2293,706
	10	2,5%	10%	150,97	306,13	0,00548	12,713	2319,986
BIS 2,5-12	1	2,5%	12%	149,60	302,20	0,00531	12,360	2326,864
	2	2,5%	12%	151,83	303,07	0,00549	12,747	2322,981
	3	2,5%	12%	151,23	304,53	0,00547	12,690	2319,754
	4	2,5%	12%	151,43	303,23	0,00546	12,664	2318,788
	5	2,5%	12%	152,10	306,00	0,00556	12,897	2319,631
BIS 2,5-12	6	2,5%	12%	149,47	305,03	0,00535	12,468	2329,544
	7	2,5%	12%	150,20	304,53	0,00540	12,567	2328,987
	8	2,5%	12%	152,48	304,23	0,00556	12,576	2263,607
	9	2,5%	12%	149,55	305,33	0,00536	12,049	2246,540
	10	2,5%	12%	151,17	303,83	0,00545	12,576	2306,243

Lanjutan Tabel 5.16 Rekapitulasi Berat dan Volume Silinder Beton

BI 1,5	1	1,5%	0%	150,00	303,87	0,00537	12,71	2366,955
	2	1,5%	0%	152,15	305,95	0,00556	13,028	2342,036
	3	1,5%	0%	153,20	305,95	0,00564	12,954	2296,921
	4	1,5%	0%	151,55	306,40	0,00553	12,933	2339,962
	5	1,5%	0%	150,05	304,90	0,00539	12,889	2390,561
	6	1,5%	0%	152,00	304,80	0,00553	12,892	2330,925
BS 8	1	0%	8%	151,50	305,73	0,00551	12,864	2334,093
	2	0%	8%	152,50	305,17	0,00557	12,940	2321,494
	3	0%	8%	150,10	304,67	0,00539	12,745	2364,088
	4	0%	8%	150,80	302,08	0,00540	12,934	2397,251
	5	0%	8%	151,30	305,12	0,00549	12,755	2325,128
	6	0%	8%	152,17	305,15	0,00555	12,826	2311,261

Sumber: Hasil Pengujian

5.4.3 Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton ini dilakukan setelah mencapai umur rencana yaitu 28 hari. Pada pengujian ini digunakan *compression machine* sebagai alat untuk mengetahui kuat teka beton. Pengujian ini dilakukan pada benda uji beton hingga benda uji tidak mampu untuk menahan beban yang diberikan. Ditandai dengan munculnya retakan atau benda uji tersebut hancur. Berikut ini merupakan perhitungan kuat tekan beton.

1. Kuat tekan beton variasi serat ijuk 0% dan silica fume 0%

a. Sampel 1

$$\begin{aligned} \text{Beban maksimum (P)} &= 535 \text{ kN} \\ &= 535.000 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas penampang (A)} &= \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \\ &= \frac{1}{4} \times \pi \times 15,207^2 \\ &= 181,626 \text{ cm}^2 \\ &= 18162,56 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kuat tekan (f'c)} &= \frac{P}{A} \\ &= \frac{535000}{18162,56} \\ &= 29,46 \text{ MPa} \end{aligned}$$

b. Sampel 2

$$\text{Beban maksimum (P)} = 495,7 \text{ kN}$$

$$= 495.700 \text{ N}$$

$$\text{Luas penampang (A)} = \frac{1}{4} \times \pi \times D^2$$

$$= \frac{1}{4} \times \pi \times 15,023^2$$

$$= 177,726 \text{ cm}^2$$

$$= 17725,69 \text{ mm}^2$$

$$\text{Kuat tekan (f'c)} = \frac{P}{A}$$

$$= \frac{495700}{17725,69}$$

$$= 27,9 \text{ MPa}$$

c. Sampel 3

$$\text{Beban maksimum (P)} = 466,8 \text{ kN}$$

$$= 466.800 \text{ N}$$

$$\text{Luas penampang (A)} = \frac{1}{4} \times \pi \times D^2$$

$$= \frac{1}{4} \times \pi \times 15,087^2$$

$$= 178,762$$

$$= 17876,25 \text{ mm}^2$$

$$\text{Kuat tekan (f'c)} = \frac{P}{A}$$

$$= \frac{466800}{17876,25}$$

$$= 26,11 \text{ MPa}$$

d. Sampel 4

$$\text{Beban maksimum (P)} = 524,1 \text{ kN}$$

$$= 524.100 \text{ N}$$

$$\text{Luas penampang (A)} = \frac{1}{4} \times \pi \times D^2$$

$$= \frac{1}{4} \times \pi \times 15,090^2$$

$$= 178,842$$

$$= 17884,152 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Kuat tekan (f'c)} &= \frac{P}{A} \\ &= \frac{524,10}{17884,152} \\ &= 29,31 \text{ MPa} \end{aligned}$$

e. Sampel 5

$$\begin{aligned} \text{Beban maksimum (P)} &= 523,61 \text{ kN} \\ &= 523.610 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas penampang (A)} &= \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \\ &= \frac{1}{4} \times \pi \times 15,150^2 \\ &= 180,266 \\ &= 18026,65 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kuat tekan (f'c)} &= \frac{P}{A} \\ &= \frac{523.610}{18026,65} \\ &= 29,05 \text{ MPa} \end{aligned}$$

f. Rata-Rata

$$\begin{aligned} \text{Nilai kuat tekan rata-rata} &= \frac{\sum \text{Kuat tekan Sampel}}{\text{Jumlah Sampel}} \\ &= \frac{29,46+27,96+26,11+29,31+29,05}{5} \\ &= 28,38 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Rekapitulasi hasil perhitungan dan nilai kuat tekan rata – rata kuat tekan beton variasi dapat dilihat pada Tabel 5.17 sebagai berikut.

Tabel 5.17 Rekapitulasi Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Kode Benda Uji	Diameter (mm)	Luas (mm ²)	Beban (kN)	Kuat Tekan (Mpa)	Rata-rata (Mpa)
BN	1	152,07	18161,76	535	29,46
	2	150,23	17726,48	495,7	27,96
	3	150,87	17876,25	466,8	26,11
	4	150,90	17884,15	524,1	29,31
	5	151,50	18026,65	523,61	29,05
					28,38

Lanjutan Tabel 5.17 Rekapitulasi Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

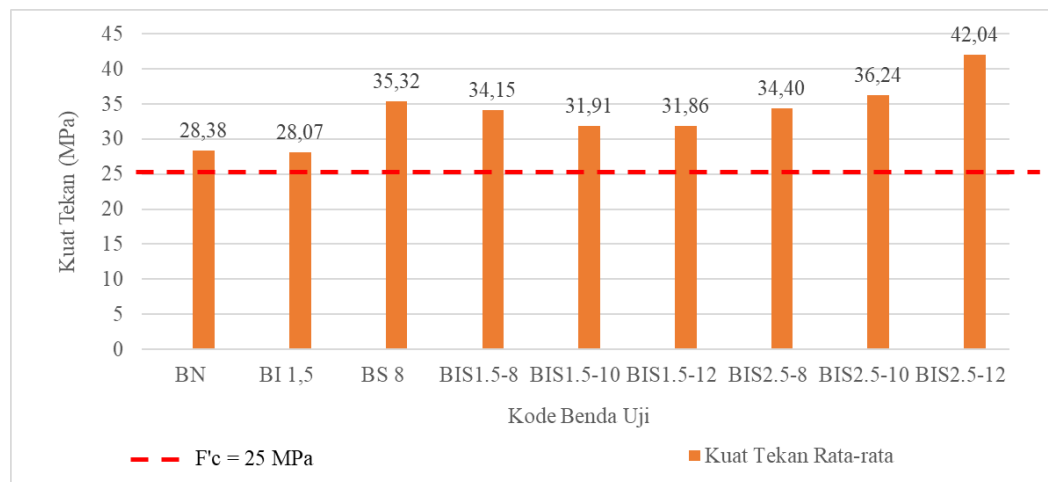
BIS1.5-8	1	151,00	17907,86	573,4	32,02	34,15
	2	150,23	17726,48	731	41,24	
	3	152,93	18369,37	570,6	31,06	
	4	151,30	17979,09	571	31,76	
	5	152,17	18185,65	630,7	34,68	
BIS1.5-10	1	151,37	17994,94	655,7	36,44	31,91
	2	150,35	17754,02	578,1	32,56	
	3	149,50	17553,85	499,6	28,46	
	4	151,03	17915,77	578,1	32,27	
	5	150,95	17896,01	534	29,84	
BIS1.5-12	1	150,23	17726,48	522,5	29,48	31,86
	2	151,53	18034,59	598,1	33,16	
	3	150,77	17852,56	569,5	31,90	
	4	150,80	17860,46	692	38,74	
	5	150,13	17702,89	460,6	26,02	
BIS2.5-8	1	150,83	17868,35	687,8	38,49	34,40
	2	150,47	17781,59	641,5	36,08	
	3	152,27	18209,56	519,2	28,51	
	4	152,27	18209,56	666,7	36,61	
	5	151,37	17994,94	581,6	32,32	
BIS2.5-10	6	153,10	18409,43	693,8	37,69	36,24
	7	151,90	18121,97	486,5	26,85	
	8	151,07	17923,68	711,4	39,69	
	9	150,77	17852,56	553,2	30,99	
	10	150,20	17718,61	815	46,00	
BIS2.5-12	6	149,60	17577,34	686	39,03	42,04
	7	151,83	18106,07	858,5	47,42	
	8	151,23	17963,25	689,3	38,37	
	9	151,43	18010,79	646,9	35,92	
	10	152,10	18169,72	898,8	49,47	
BI 1,5	1	150,00	17671,46	454,6	25,73	28,07
	2	152,15	18181,67	523,3	28,78	
	3	153,2	18433,48	547,6	29,71	
BS 8	1	151,5	18026,65	683,4	37,91	35,32
	2	152,5	18265,42	654,2	35,82	
	3	150,1	17695,03	570,4	32,24	

Sumber: Hasil Pengujian

Berdasarkan Tabel 5.17 di atas, nilai kuat tekan rata-rata beton variasi dengan umur 28 hari adalah sebagai berikut.

- 1) Benda uji beton normal (BN) memiliki nilai kuat tekan sebesar 28,38 MPa. Nilai kuat tekan tersebut sudah memenuhi nilai kuat tekan beton rencana yaitu sebesar 25 MPa. Sehingga mix design ini dapat digunakan sebagai acuan untuk pembuatan beton variasi yang lainnya.
- 2) Benda uji beton dengan variasi serat ijuk sebesar 1,5% dan silica fume sebesar 0% (BI 1,5) memiliki nilai kuat tekan sebesar 28,07 MPa. Nilai kuat tekan tersebut mengalami penurunan sebesar 1,1% dari beton normal.
- 3) Benda uji beton dengan variasi serat ijuk sebesar 0% dan silica fume sebesar 8% (BS 8) memiliki nilai kuat tekan sebesar 35,32 MPa. Nilai kuat tekan tersebut mengalami kenaikan sebesar 24,5% dari beton normal.
- 4) Benda uji beton dengan variasi serat ijuk sebesar 1,5% dan silica fume sebesar 8% (BIS 1,5-8) memiliki nilai kuat tekan sebesar 34,15 MPa. Nilai kuat tekan tersebut mengalami kenaikan sebesar 20,4% dari beton normal.
- 5) Benda uji beton dengan variasi serat ijuk sebesar 1,5% dan silica fume sebesar 10% (BIS 1,5-10) memiliki nilai kuat tekan sebesar 31,91 MPa. Nilai kuat tekan tersebut mengalami kenaikan sebesar 12,5% dari beton normal.
- 6) Benda uji beton dengan variasi serat ijuk sebesar 1,5% dan silica fume sebesar 12% (BIS 1,5-12) memiliki nilai kuat tekan sebesar 31,86 MPa. Nilai kuat tekan tersebut mengalami kenaikan sebesar 12,3% dari beton normal.
- 7) Benda uji beton dengan variasi serat ijuk sebesar 2,5% dan silica fume sebesar 8% (BI 1,5) memiliki nilai kuat tekan sebesar 34,4 MPa. Nilai kuat tekan tersebut mengalami kenaikan sebesar 21,2% dari beton normal.
- 8) Benda uji beton dengan variasi serat ijuk sebesar 2,5% dan silica fume sebesar 10% (BI 1,5) memiliki nilai kuat tekan sebesar 36,24 MPa. Nilai kuat tekan tersebut mengalami kenaikan sebesar 27,7% dari beton normal.
- 9) Benda uji beton dengan variasi serat ijuk sebesar 2,5% dan silica fume sebesar 12% (BI 1,5) memiliki nilai kuat tekan sebesar 42,04 MPa. Nilai kuat tekan tersebut mengalami kenaikan sebesar 48,1% dari beton normal.

Berikut ini adalah Gambar 5.9 Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan Rata-rata Beton.



Gambar 5.9 Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan Rata-rata Beton

(Sumber: Hasil Penelitian)

Berdasarkan Gambar 5.9 di atas, hasil pengujian nilai kuat tekan rata – rata beton normal sudah mencapai kuat tekan rencana sebesar 25 MPa. Selain itu nilai kuat tekan rata – rata untuk setiap beton variasi memiliki nilai kuat tekan di atas kuat tekan rencana. Dalam penelitian yang telah dilaksanakan, penambahan silica fume saja dalam campuran beton dapat membuat nilai kuat tekan beton naik secara signifikan. Hal ini dikarenakan silica fume yang ditambahkan ke dalam campuran beton normal memiliki senyawa silika dioksida (SiO_2) lebih dari 85% dan merupakan bahan berbentuk bulat yang sangat halus dengan diameter 1/100 diameter semen (Kusumo, 2013). Senyawa SiO_2 dari silica fume akan bereaksi dengan CH pada semen untuk membentuk CSH tambahan. Reaksi ini dapat membuat rekatan antara pasta dan agregat dalam adukan beton meningkat, sehingga kekuatan tekan beton tersebut juga akan meningkat. Selain itu karena sifat fisik yang dimiliki berukuran sangat kecil, maka silica fume dapat menghaluskan struktur mikro beton dan menurunkan kandungan lubang pada struktur beton yang disebut dengan fungsi “*particle packing*”.

Penambahan serat ijuk saja dalam campuran beton dalam penelitian ini membuat nilai kuat tekan beton menurun meskipun nilai penurunannya tidak signifikan. Berdasarkan penelitian Fauzan (2020), penambahan serat ijuk sebesar 1,5% akan mengakibatkan penurunan kuat tekan yang cukup signifikan dibandingkan dengan penggunaan serat ijuk dengan presentase 1%. Sehingga semakin banyak penambahan serat ijuk yang digunakan maka kuat tekan beton akan semakin menurun. Nilai kuat tekan maksimum yang didapatkan adalah benda uji variasi BIS 2,5-12 atau beton dengan campuran serat ijuk 2,5% dan sillica fume 12% yaitu sebesar 42,77 MPa. Sedangkan untuk nilai kuat tekan terendah terdapat pada variasi BI 1,5 atau beton yang dengan penambahan serat ijuk saja sebesar 1,5%.



Gambar 5.10.a Variasi Beton Normal Setelah Pengujian Kuat Tekan

(Sumber: Hasil Pengujian)



Gambar 5.10.b Variasi Beton Serat Ijuk dan Silica Fume Setelah Pengujian Kuat Tekan

(Sumber: Hasil Pengujian)

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan yang dilakukan, secara visual retakan yang terjadi pada beton yang ditambahkan serat ijuk dan silica fume ke dalam campuran beton dapat mengurangi terjadinya retakan yang berlebihan pada beton dibandingkan dengan beton normal.

5.4.4 Pengujian Kuat Tarik Beton

Pengujian kuat tarik beton ini dilakukan setelah mencapai umur rencana yaitu 28 hari. Pada pengujian ini digunakan *compression machine* sebagai alat untuk mengetahui kuat tarik beton. Pengujian ini dilakukan pada benda uji beton hingga benda uji tidak mampu untuk menahan beban yang diberikan. Ditandai dengan munculnya retakan atau benda uji tersebut hancur. Berikut ini merupakan perhitungan kuat tarik beton.

1. Kuat tarik beton variasi serat ijuk 0% dan silica fume 0%

a. Sampel 1

Beban maksimum (P) = 244 kN

= 244000 N

Diameter (D) = 1504,0 mm²

Panjang benda uji (L) = 3019,5 mm²

$$\begin{aligned} \text{Kuat tekan (f'c)} &= \frac{2P}{\pi LD} \\ &= \frac{2 \times 244000}{\pi \times 3019,5 \times 3019,5} \\ &= 3,43 \text{ MPa} \end{aligned}$$

b. Sampel 2

$$\begin{aligned} \text{Beban maksimum (P)} &= 153,40 \text{ kN} \\ &= 153400 \text{ N} \\ \text{Diameter (D)} &= 1512,0 \text{ mm} \\ \text{Panjang benda uji (L)} &= 3014,3 \text{ mm} \\ \text{Kuat tekan (f'c)} &= \frac{2P}{\pi LD} \\ &= \frac{2 \times 153400}{\pi \times 3014,3 \times 1512,0} \\ &= 2,14 \text{ MPa} \end{aligned}$$

c. Sampel 3

$$\begin{aligned} \text{Beban maksimum (P)} &= 256,20 \text{ kN} \\ &= 256200 \text{ N} \\ \text{Diameter (D)} &= 1514,0 \text{ mm} \\ \text{Panjang benda uji (L)} &= 3020,3 \text{ mm} \\ \text{Kuat tekan (f'c)} &= \frac{2P}{\pi LD} \\ &= \frac{2 \times 256200}{\pi \times 3020,3 \times 1514,0} \\ &= 3,57 \text{ MPa} \end{aligned}$$

d. Sampel 4

$$\begin{aligned} \text{Beban maksimum (P)} &= 245,2 \text{ kN} \\ &= 245200 \text{ N} \\ \text{Diameter (D)} &= 1502,0 \text{ mm} \\ \text{Panjang benda uji (L)} &= 2995,0 \text{ mm} \\ \text{Kuat tekan (f'c)} &= \frac{2P}{\pi LD} \\ &= \frac{2 \times 245200}{\pi \times 2995,0 \times 1502,0} \\ &= 3,47 \text{ MPa} \end{aligned}$$

e. Sampel 5

$$\begin{aligned} \text{Beban maksimum (P)} &= 207,1 \text{ kN} \\ &= 207100 \text{ N} \\ \text{Diameter (D)} &= 1505,30 \text{ mm} \\ \text{Panjang benda uji (L)} &= 3038,8 \text{ mm} \\ \text{Kuat tekan (f'c)} &= \frac{2P}{\pi LD} \\ &= \frac{2 \times 207100}{\pi \times 3038,8 \times 1505,3} \\ &= 2,88 \text{ MPa} \end{aligned}$$

f. Rata-Rata

$$\begin{aligned} \text{Nilai kuat tarik rata-rata} &= \frac{\sum \text{Kuat tekan Sampel}}{\text{Jumlah Sampel}} \\ &= \frac{3,43+2,14+3,57+3,47+2,88}{5} \\ &= 2,88 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Rekapitulasi hasil perhitungan dan nilai kuat tekan rata – rata kuat tekan beton variasi dapat dilihat pada Tabel 5.18 sebagai berikut

Tabel 5.18 Rekapitulasi Hasil Pengujian Kuat Tarik Beton

Kode Benda Uji	Diameter (mm ²)	Tinggi (mm ²)	Luas (mm ²)	Beban (kN)	Kuat Tarik (Mpa)	Rata-rata (Mpa)
BN	6	150,40	301,95	17.765,83	244,4	3,10
	7	151,20	301,43	17.955,33	153,4	
	8	151,40	302,03	18.002,87	256,2	
	9	150,20	299,50	17.718,61	245,2	
	10	150,53	303,88	17.797,35	207,1	
BIS1.5-8	6	150,97	304,87	17.899,96	235,8	3,00
	7	151,03	305,97	17.915,77	182,3	
	8	149,40	303,17	17.530,37	220,8	
	9	151,53	305,33	18.034,59	191,5	
	10	150,30	303,93	17.742,22	250,1	
BIS1.5-10	6	150,30	303,97	17.742,22	213,6	3,46
	7	150,90	303,30	17.884,15	295	

Lanjutan Tabel 5.18 Rekapitulasi Hasil Pengujian Kuat Tarik Beton

	8	151,87	305,80	18.114,02	218,7	3,00	
	9	150,93	305,63	17.892,05	280,5	3,87	
	10	150,03	303,33	17.679,31	238	3,33	
BIS1.5-12	6	149,57	302,50	17.569,50	234,7	3,30	3,18
	7	152,07	304,17	18.161,76	285	3,92	
	8	150,27	304,63	17.734,35	202,3	2,81	
	9	151,30	307,80	17.979,09	190,5	2,60	
	10	150,83	304,37	17.868,35	235,6	3,27	
BIS2.5-8	6	153,20	300,87	18.433,48	281,2	3,88	3,49
	7	151,40	304,50	18.002,87	280,7	3,88	
	8	151,43	303,47	18.010,79	206,3	2,86	
	9	151,40	304,53	18.002,87	198,5	2,74	
	10	151,97	305,87	18.137,88	299,8	4,11	
BIS2.5-10	1	153,10	303,77	18.409,43	216,4	2,96	3,31
	2	151,90	304,57	18.121,97	228,6	3,15	
	3	151,07	304,20	17.923,68	191,5	2,65	
	4	150,77	302,43	17.852,56	264,3	3,69	
	5	150,20	306,13	17.718,61	296,7	4,11	
BIS2.5-12	1	149,60	305,03	17.577,34	231,1	3,22	3,63
	2	151,83	304,53	18.106,07	308	4,24	
	3	151,23	304,23	17.963,25	235,7	3,26	
	4	151,43	305,33	18.010,79	274,2	3,78	
	5	152,10	303,83	18.169,72	263,3	3,63	
BI 1,5	1	151,55	306,40	18038,556	229,6	3,15	3,15
	2	150,05	304,90	17683,242	219,0	3,26	
	3	152,00	304,80	18145,839	237,6	2,67	
BS 8	1	150,80	302,08	17860,457	140,0	1,96	1,94
	2	151,30	305,12	17979,091	159,0	2,19	
	3	152,17	305,15	18186,451	121,0	1,66	

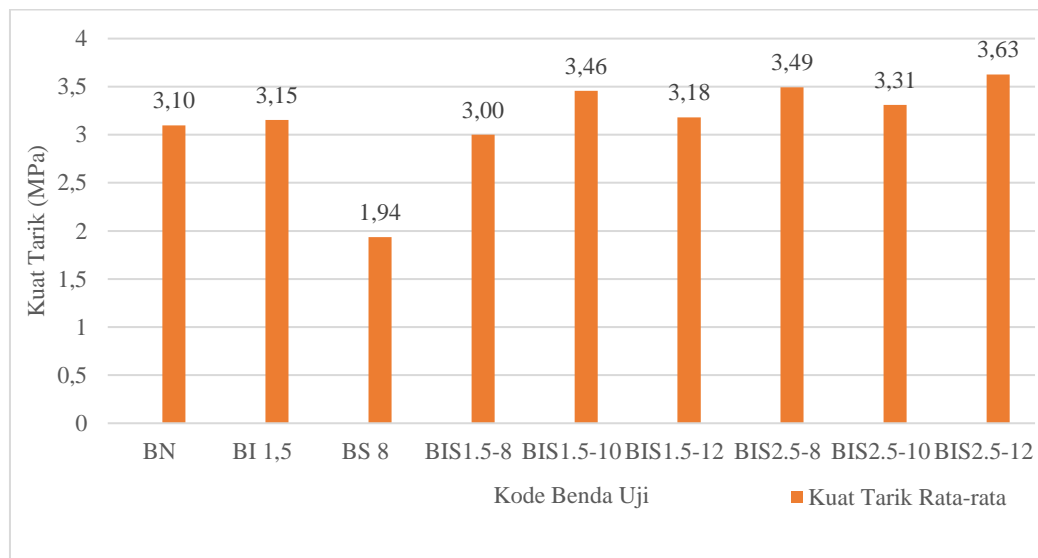
Sumber: Hasil Pengujian

Berdasarkan Tabel 5.18 di atas, nilai kuat tarik rata-rata beton variasi dengan umur 28 hari adalah sebagai berikut.

- 1) Benda uji beton normal (BN) memiliki nilai kuat tarik rata-rata sebesar 3,10 MPa.

- 2) Benda uji beton dengan variasi serat ijuk sebesar 1,5% dan silica fume sebesar 0% (BI 1,5) memiliki nilai kuat tarik sebesar 3,15 MPa. Nilai kuat tarik ini beton mengalami kenaikan sebesar 1,8% dari kuat tarik beton normal.
- 3) Benda uji beton dengan variasi serat ijuk sebesar 0% dan silica fume sebesar 8% (BS 8) memiliki nilai kuat tarik sebesar 1,94 MPa. Nilai kuat tarik ini beton mengalami penurunan sebesar 37,5% dari kuat tarik beton normal.
- 4) Benda uji beton dengan variasi serat ijuk sebesar 1,5% dan silica fume sebesar 8% (BIS 1,5-8) memiliki nilai kuat tarik sebesar 3,00 MPa. Nilai kuat tarik ini beton mengalami penurunan sebesar 3,17% dari kuat tarik beton normal
- 5) Benda uji beton dengan variasi serat ijuk sebesar 1,5% dan silica fume sebesar 10% (BIS 1,5-10) memiliki nilai kuat tarik sebesar 3,46 MPa. Nilai kuat tarik ini beton mengalami kenaikan sebesar 11,56% dari kuat tarik beton normal
- 6) Benda uji beton dengan variasi serat ijuk sebesar 1,5% dan silica fume sebesar 12% (BIS 1,5-12) memiliki nilai kuat tarik sebesar 3,18 MPa. Nilai kuat tarik ini beton mengalami kenaikan sebesar 2,72% dari kuat tarik beton normal
- 7) Benda uji beton dengan variasi serat ijuk sebesar 2,5% dan silica fume sebesar 8% (BIS 2,5-8) memiliki nilai kuat tarik sebesar 3,49 MPa. Nilai kuat tarik ini beton mengalami kenaikan sebesar 12,76% dari kuat tarik beton normal
- 8) Benda uji beton dengan variasi serat ijuk sebesar 2,5% dan silica fume sebesar 10% (BIS 2,5-10) memiliki nilai kuat tarik sebesar 3,31 MPa. Nilai kuat tarik ini beton mengalami kenaikan sebesar 6,91% dari kuat tarik beton normal
- 9) Benda uji beton dengan variasi serat ijuk sebesar 2,5% dan silica fume sebesar 12% (BIS 2,5-12) memiliki nilai kuat tarik sebesar 3,63 MPa. Nilai kuat tarik ini beton mengalami kenaikan sebesar 17,05% dari kuat tarik beton normal

Berikut ini adalah Gambar 5.1 Grafik Hasil Pengujian Kuat Tarik Rata-rata Beton.



Gambar 5.11 Grafik Kuat Tarik Rata-rata Beton

(Sumber: Hasil Pengujian)

Berdasarkan Gambar 5.11 di atas, hasil pengujian kuat tarik beton, beton variasi serat ijuk 2,5% dan silica fume 12% (BIS 2,5-12) memiliki nilai rata-rata kuat tarik tertinggi yaitu sebesar 3,63 MPa. Nilai kuat tarik tersebut naik sebesar 17,05% dibandingkan dengan variasi beton normal. Sedangkan nilai kuat tarik beton rata – rata terendah terdapat pada variasi silica fume saja sebesar 8% (BS-8) dengan nilai kuat tarik sebesar 1,94 MPa dan penurunan nilai kuat tarik sebesar 37,5% dari beton normal. Penurunan nilai kekuatan tarik pada variasi BS-8 terjadi dikarenakan kurangnya ketelitian dalam proses pembuatan campuran beton atau pada saat proses pencetakan silinder, sehingga nilai kekuatan tarik pada variasi tersebut mengalami penurunan yang signifikan. Nilai kekuatan tarik beton biasanya mengalami kenaikan seiring dengan kenaikan kekuatan tekannya tetapi pada variasi BS-8 kekuatan tarik beton mengalami penurunan sedangkan kekuatan tekannya naik.

Pada nilai kuat tarik beton biasanya memiliki nilai yang mengacu pada nilai kuat tekan yaitu sebesar 8% - 15% dari nilai kuat tekan beton (Nasution, 2009). Berikut ini merupakan contoh perhitungan berdasarkan acuan tersebut.

$$\text{Batas Bawah} = 8\% \times \text{Kuat tekan}$$

$$= 8\% \times 28,38$$

$$= 2,27 \text{ MPa}$$

$$\text{Batas Atas} = 15\% \times \text{Kuat tekan}$$

$$= 15\% \times 28,38$$

$$= 4,26 \text{ MPa}$$

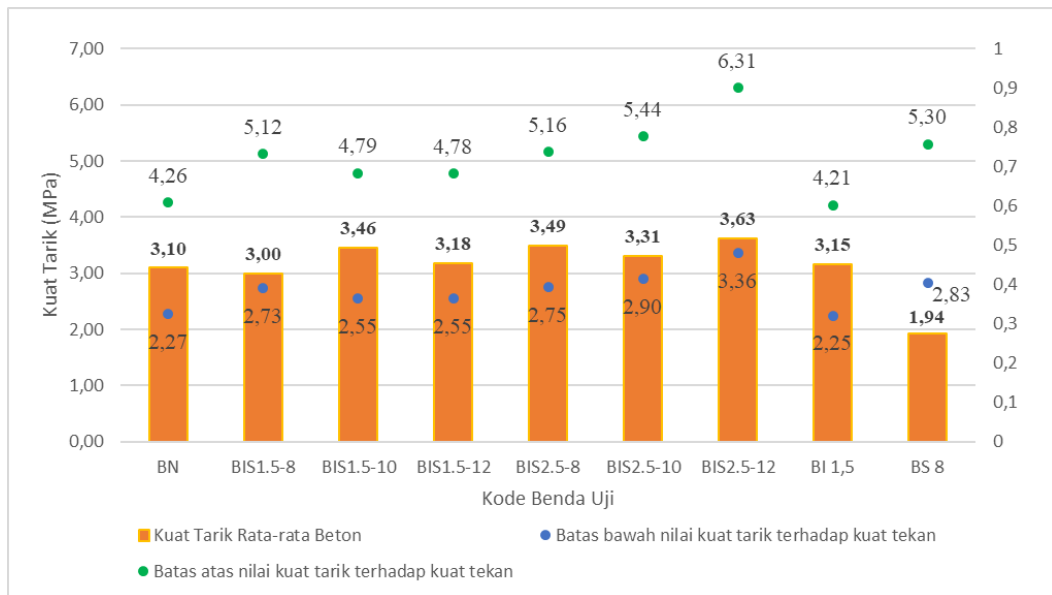
Berikut ini adalah Tabel 5.19 Rekapitulasi Perbandingan Kuat Tarik dengan Kuat Tekan Beton

Tabel 5.19 Rekapitulasi Perbandingan Kuat Tarik dengan Kuat Tekan Beton

Variasi	Kuat Tekan	Rentang Korelasi Kuat Tarik	
		8%	15%
BN	28,38	2,27	4,26
BI 1,5	34,15	2,73	5,12
BS 8	31,91	2,55	4,79
BIS1.5-8	31,86	2,55	4,78
BIS1.5-10	34,40	2,75	5,16
BIS1.5-12	36,24	2,90	5,44
BIS2.5-8	42,04	3,36	6,31
BIS2.5-10	28,07	2,25	4,21
BIS2.5-12	35,32	2,83	5,30

(sumber: hasil pengujian)

Berikut ini merupakan Gambar 5.12 Grafik Kuat Tarik Belah Beton



Gambar 5.12 Grafik Kuat Tarik Belah Beton

(sumber: hasil pengujian)

Berdasarkan gambar di atas, nilai kuat tarik belah beton rata-rata berada pada range 8% - 15% dari kekuatan tekan beton tetapi untuk variasi BS8 nilai kuat tarik berada di bawah batas yang ditentukan. Hal ini dikarenakan penggunaan silica fume yang mengakibatkan turunnya kekuatan tarik tetapi kekuatan tekan meningkat sehingga nilai kuat tarik tidak memenuhi batas nilai kuat tarik.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Firdaus dan Fajri (2019) penggunaan serat ijuk dalam campuran beton dapat meingkatkan kekuatan tarik beton. selain itu dalam penelitian yang dilakukan Fauzan (2020) penggunaan serat ijuk dengan presentase 1% dalam campuran beton memiliki nilai kuat tekan yang lebih tinggi dibandingkan campuran beton normal. Dari hasil pengujian kuat tarik yang dilakukan, penambahan silica fume ke dalam campuran akan mengakibatkan menurunnya kekuatan tarik beton secara signifikan, akan tetapi dengan menambahkan serat ijuk ke dalam campuran beton akan membuat kekuatan tarik beton meningkat dibandingkan beton normal. Sehingga penggunaan serat ijuk dan silica fume dalam campuran beton dengan kadar yang tepat, akan membuat kekuatan tarik belah beton mengalami kenaikan.



Gambar 5.13.a Variasi Beton Normal Setelah Pengujian Kuat Tarik

(Sumber: Hasil Pengujian)



Gambar 5.13.b Variasi Beton Serat Ijuk dan Silica Fume Setelah Pengujian Kuat Tarik

(Sumber: Hasil Pengujian)

Dapat dilihat pada Gambar 5.13.b terdapat *balling effect* pada beton variasi dengan penambahan campuran serat ijuk. *Balling effect* merupakan kondisi dimana serat akan menggumpal dan tidak tersebar secara merata pada saat proses pencampuran. Penambahan serat ijuk dan silica fume mengakibatkan *workability*

beton berkurang, sehingga membuat agregat dan bahan tambah serat ijuk tidak bisa tersebar secara merata.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.2 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari pengujian dan pembahasan yang dilakukan pada penelitian ini, maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Pengaruh dari penggunaan serat ijuk dan silica fume secara bersamaan pada campuran beton dapat meningkatkan kekuatan tekan beton. peningkatan kekuatan tekan tersebut terjadi pada setiap variasi beton yang menggunakan serat ijuk dan silica fume dengan kenaikan tertinggi terjadi pada variasi BIS2,5-12 dengan kenaikan sebesar 48,1% dibandingkan beton normal.
2. Pada kekuatan tarik beton variasi campuran silica fume dan serat ijuk secara bersama rata-rata mengalami peningkatan tetapi pada variasi BIS1,5-8 kekuatan tarik beton mengalami penurunan yaitu sebesar 3,17% dan peningkatan kekuatan tarik terbesar terjadi pada variasi BIS2,5-12 dengan peningkatan sebesar 17,05%.
3. Pengaruh dari penggunaan silica fume pada campuran beton dapat meningkatkan kekuatan tekan beton, akan tetapi penggunaan silica fume dalam campuran beton akan mengakibatkan kuat tarik belah beton menurun.

6.3 Saran

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, beberapa hal berikut ini dapat digunakan sebagai saran untuk penelitian tentang penggunaan bahan tambah serat ijuk dan silica fume pada campuran beton normal.

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai penggunaan serat ijuk dan silica fume agar mendapatkan nilai kuat tekan atau kuat tarik beton yang lebih akurat.
2. Perlu digunakan alat yang memadai untuk memotong serat ijuk agar mendapatkan ukuran panjang serat ijuk yang seragam.

3. Pada saat pencampuran atau pembuatan beton harus dilakukan dengan teliti agar beton yang dibuat sesuai dengan yang direncanakan
4. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk menangani kerusakan beton keropos, karena pemadatan yang tidak sempurna.

DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Pekerjaan Umum. (2000). Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal (SNI 03-2834-2000). Badan Standarisasi Nasional
- Departemen Pekerjaan Umum. (2011). Cara uji kuat tekan beton dengan benda uji silinder (SNI 1974:2011). Badan Standarisasi Nasional
- Badan Standarisasi Nasional. (2000). Tata Cara Pembuatan Rencana Beton Normal, SNI 03-2843-2000. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Badan Standarisasi Nasional. (2011). Metode Pengujian Kuat Tekan, SNI 03-1974-2011. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Badan Standarisasi Nasional. (2002). Metode Pengujian Kuat Tarik Belah Beton, SNI 03-2491-2002. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Badan Standarisasi Nasional. (2000). Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal, SNI 03-2834-2000. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Badan Standarisasi Nasional. (2008). Tentang Cara Uji Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Halus, SNI 03-1970-2008. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Badan Standarisasi Nasional. (1990). Metode Pengujian Analisis Saringan Agregat Halus Dan Kasar, SNI 03-1968-1990. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Badan Standarisasi Nasional. (2016). Metode Pengujian Jumlah Bahan Dalam Agregat Yang Lolos Saringan No. 200 (0,075 mm), SNI 03-4142-1996. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Badan Standarisasi Nasional. (2016). Metode uji berat jenis dan penyerapan air agregat kasar, SNI 1969:2016. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Badan Standarisasi Nasional. (1998). Metode Pengujian Berat Isi Dan Rongga Udara Dalam Agregat, SNI 03-4804-1998. Jakarta: Departemen Pekerjaan

- Umum.Fauzan (2020). Pengaruh Penggunaan Ijuk Pada Campuran Komposit Beton. *Jurnal Teknik Mesin*
- Djamaludin, R., Irmawaty, R., & F, A. Agung. (2015). Karakteristik beton ringan dengan bahan pengisi styrofoam.
- Fauzan. (2020). Pengaruh Penggunaan Ijuk Pada Campuran Komposit Beton. *Jurnal Teknik Mesin*, 156-163.
- Firdaus, & Fajri, H. M. (2019). Pengaruh Serat Ijuk Sebagai Bahan Tambah Terhadap Kuat Tarik Belah Beton. *Jurnal Tekno (Civil Engineering, Electrical Engineering and Industrial Engineering)*, 16, 318-322.
- Jaya, I. M., Kader, I. M., Suasira, W., & Yuda, I. P. (2017). Perbandingan Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Antar Beton Normal dan Integral Waterproofing. *journal Logic*, 142-147.
- Lincoln, K. (2017). Pengaruh Abu Terbang (Fly Ash) Sebagai Bahan Pengganti Semen Pada Beton Beragregat Halus Bottom Ash. *Jurnal Fakultas Teknik Universitas Lampung*.
- Mikael Wora, F. X. (2018). Pengaruh Penambahan Serat Ijuk Dapat Meningkatkan Kuat Tarik pada. *IPTEK*, 22, 51-58.
- Muwafaq, A., Halim, A., Aditya, C., & Cakrawala, M. (2022). Perbandingan Penggunaan Dua Merk Silica Fume dan Admixtures Sebagai Bahan Campuran Pada Beton Mutu Tinggi. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil dan Lingkungan*, 30-39.
- Nasution, A. (2009). Analisis dan Desain Struktur Beton Bertulang. Penerbit ITB.
- Satrio, W., Wicaksono, Wibowo, & Safitri, E. (2018). Pengaruh Kadar Silica Fume Terhadap Kuat Tekan Pada High Strength Self Compacting Concrete (HSSCC) Benda Uji Silinder 7,5 CM x 15 CM Usia 14 dan 28 Hari. *e-Jurnal MATRIKS TEKNIK SIPIL*, 638-644.

- Sidabutar, R. A., Simanjuntak, J. O., & Simangunsong, J. M. (2022). Pengaruh Penambahan Serat Ijuk Terhadap Kuat Tekan Beton. *Jurnal Visi Eksakta*, 51-58.
- Siddique, R., Kunal. (2016). Nonconventional and Vernacular Construction Materials. Utilization of industrial by-products and natural ashes in mortar and concrete: Development of sustainable construction materials, Book Chapter, ELSEVIER, page 159- 204,
- Sopa, Y. M., Sartika, N., & Denie, C. (2023). Pengaruh Penambahan Silica Fume Terhadap Kuat Tekan Beton Fc'25. *Publikasi Riset Orientasi Teknik Sipil*, 5, 5-6.
- Sudika, I. G., Astariani, N. K., & Suardana, I. N. (2017). Pengaruh dan Perbandingan Serat Ijuk Lokal Bali Dengan Serat Ijuk Lombok Pada Campuran Beton Normal Terhadap Kuat Tekan dan Tarik Belah Beton. *Jurnal Teknik Gradien*, 199-214.
- Tarru, R. O., Arnanto, B., & Tarru, H. E. (2017). Studi Penggunaan Silica Fume Sebagai Bahan Pengisi (Filler) Pada Campuran Beton. *DYNAMIC SAINT*, 472-485.
- Tjokrodimuljo, K. (1996). *Teknologi Beton*. Nafiri.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Surat Izin Penggunaan Laboratorium BKT Fakultas Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia

	FAKULTAS TEKNIK SIPIL & PERENCANAAN	Gedung KH. Moh. Natsir Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia Jl. Kaliurang km 14,5 Yogyakarta 55584 T. (0274) 898444 ext 3200, 3201 F. (0274) 895330 E. dekanat.ftsp@uii.ac.id W. ftsp.uii.ac.id
Nomor	: 21/Sek. Prodi PSTS/20/TAII/2023	
Hal	: Permohonan Izin Pemakaian Laboratorium	
Kepada Yth: KEPALA LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK JURUSAN TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA		
<i>Assalamu'alaikum Wr.Wb.</i>		
Yang bertanda tangan dibawah ini:		
NAMA	: OKTA NURGANANDRA	022247653640
NIM	: 18511257	
PROGRAM STUDI	: TEKNIK SIPIL	
JUDUL TUGAS AKHIR	: ANALISIS PENGARUH PENGGUNAAN LEMBAH SERAT IJUK DAN SILICA FUME SEBAGAI BAHAN TAMBAH TERHADAP KUAT TEKAN DAN TARIK BETON	
DOSEN PEMBIMBING	: ASTRIANA HARDAWATI, S.T., M. ENG	
Sehubungan dengan penelitian yang kami lakukan untuk proses pendukung penyelesaian penyusunan Proposal Tugas Akhir, melalui surat ini kami mengajukan permohonan izin peminjaman peralatan beserta fasilitas di Kepala Pusat Inovasi Material Vulkanis Merapi Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.		
Demikian permohonan ini kami sampaikan, atas bantuan dan kerjasamanya kami ucapkan banyak terima kasih.		
<i>Wassalamu'alaikum Wr. Wb.</i>		
	Sekretaris Program Sarjana Teknik Sipil, DINIA ANGGRAHENI, M. ENG	Yogyakarta, 31 Januari 2023 Pemohon  OKTA NUGRANANDA NIM. 18511257

Lampiran 2 Hasil Pengujian Agregat Halus

PENGUJIAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AIR AGREGAT HALUS

Uraian	Contoh 1	Contoh 2	Rata-rata
Berat Pasir Kering Mutlak	486	489	487,5
Berat Pasir Kondisi Jenuh Kering Muka (SSD)	500	500	500
Berat Piknometer Berisi Air dan Pasir	1013	1015	1014
Berat Piknometer Berisi Air	699	700	699,5
Berat Jenis Curah	2,6129	2,64324	2,62807
Berat Jenis Jenuh Kering Muka	2,68817	2,7027	2,69544
Berat Jenis Semu	2,82558	2,81034	2,81796
Penyerapan Air	2,9%	2,2%	2,6%

Dikerjakan oleh

Mahasiswa



(Okta Nurganandra)



**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpn (0274) 898444 eks 3200 Yogyakarta

**PENGUJIAN ANALISA SARINGAN AGREGAT HALUS
SAMPEL 1**

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gr)	Berat tertinggal (%)	Berat tertinggal kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
40,00	0,00	0,00	0,00	100,00
20,00	0,00	0,00	0,00	100,00
10,00	0,00	0,00	0,00	100,00
4,80	3,00	0,15	0,15	99,85
2,40	44,00	2,20	2,35	97,65
1,20	254,00	12,70	15,05	84,95
0,60	698,00	34,90	49,95	50,05
0,30	617,00	30,85	80,80	19,20
0,15	295,00	14,75	95,55	4,45
Sisa	89,00	4,45	100,00	0,00
Jumlah	2000,00	100,00	343,85	656,15

Dikerjakan oleh

Mahasiswa

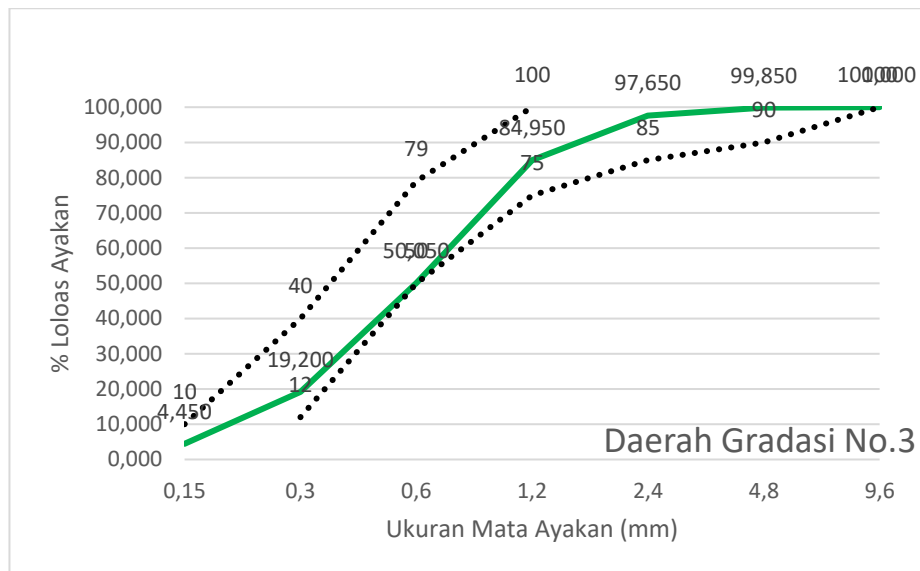
(Okta Nurganandra)



**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 898444 eks 3200 Yogyakarta

MODULUS HALUS BUTIR (MHB) / ANALISA SARINGAN AGREGAT HALUS SAMPEL 1

GAMBAR ANALISA SARINGAN AGREGAT HALUS



Dikerjakan oleh
Mahasiswa

(Okta Nurganandra)



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 898444 eks 3200 Yogyakarta

PENGUJIAN ANALISA SARINGAN AGREGAT HALUS SAMPEL 2

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gr)	Berat tertinggal (%)	Berat tertinggal kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
40,00	0	0,000	0,000	100,000
20,00	0	0,000	0,000	100,000
10,00	0	0,000	0,000	100,000
4,80	2	0,100	0,100	99,900
2,40	43	2,150	2,250	97,750
1,20	263	13,150	15,400	84,600
0,60	674	33,700	49,100	50,900
0,30	636	31,800	80,900	19,100
0,15	282	14,100	95,000	5,000
Sisa	100	5,000	100,000	0,000
Jumlah	2000	100	342,750	657,25

Dikerjakan oleh

Mahasiswa

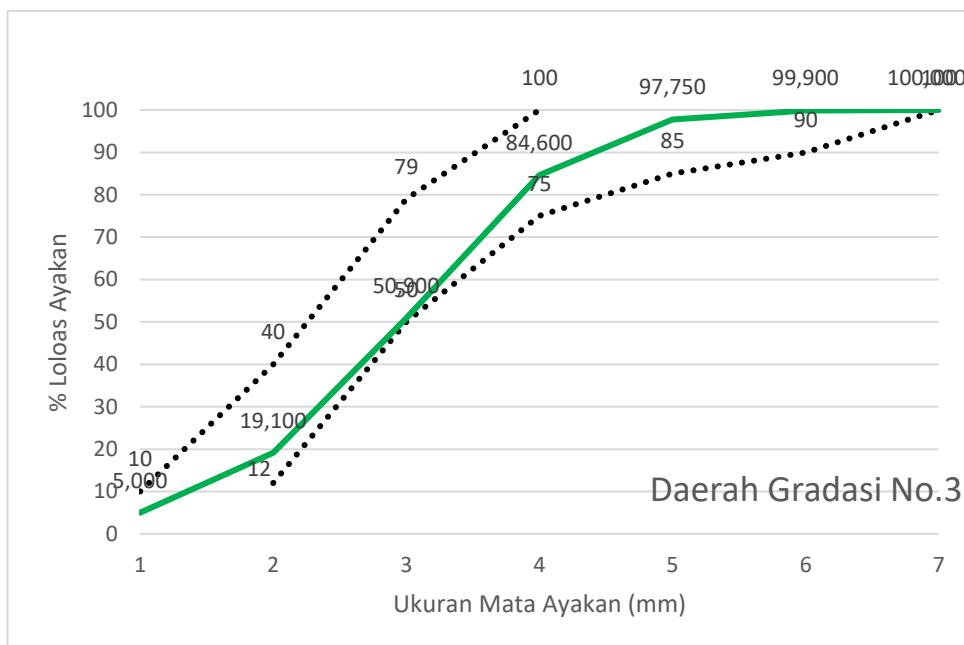
(Okta Nurganandra)



**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpn (0274) 898444 eks 3200 Yogyakarta

MODULUS HALUS BUTIR (MHB) / ANALISA SARINGAN AGREGAT HALUS SAMPEL 2

GAMBAR ANALISA SARINGAN AGREGAT HALUS



Dikerjakan oleh
Mahasiswa

(Okta Nurganandra)



**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 898444 eks 3200 Yogyakarta

PENGUJIAN BERAT VOLUME GEMBUR AGREGAT HALUS

Uraian	Sampel 1 (gr)	Sampel 2 (gr)	Rata-rata (gr)
Berat Tabung	10451	10591	10521
Berat Tabung + Agregat Kering Tungku	18070	18566	18318
Berat Agregat	7619	7975	7797
Volum Tabung	5344,541	5423,497	5384,019
Berat Volume Gembur	1,426	1,470	1,448

Dikerjakan oleh
Mahasiswa

(Okta Nurganandra)



**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 898444 eks 3200 Yogyakarta

PENGUJIAN BERAT VOLUME PADAT AGREGAT HALUS

Uraian	Sampel 1 (gr)	Sampel 2 (gr)	Rata-rata (gr)
Berat Tabung	10451	10591	10521
Berat Tabung + Agregat Kering Tungku	18070	18566	18318
Berat Agregat	7619	7975	7797
Volum Tabung	5344,541	5423,497	5384,019
Berat Volume Gembur	1,426	1,470	1,448

Dikerjakan oleh
Mahasiswa

(Okta Nurganandra)



**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 898444 eks 3200 Yogyakarta

PENGUJIAN KADAR LUMPUR AGREGAT HALUS

Uraian	Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata
Berat Agregat Kering Oven	500	500	500
Berat Agregat Kering Oven setelah dicuci	493	494	493,5
Berat Lolos Ayakan No. 200	1,40%	1,20%	1,30%

Dikerjakan oleh
Mahasiswa

(Okta Nurganandra)

Lampiran 3 Hasil Pengujian Agregat Kasar



**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 898444 eks 3200 Yogyakarta

PENGUJIAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AIR AGREGAT KASAR

Uraian	Contoh 1	Contoh 2	Rata- rata
Berat Kerikil Kering Mutlak	4935	4926	4930,5
Berat Kerikil Kondisi Jenuh Kering Muka (SSD)	5000	5000	5000
Berat Kerikil di Dalam air	3139	3155	3147
Berat Jenis Curah	2,6518	2,66992	2,66086
Berat Jenis Jenuh Kering Muka	2,687	2,710	2,698
Berat Jenis Semu	2,74777	2,78148	2,765
Penyerapan Air	1,3%	1,5%	1,4%

Dikerjakan oleh
Mahasiswa

(Okta Nurganandra)



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpn (0274) 898444 eks 3200 Yogyakarta

PENGUJIAN ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR SAMPEL 1

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gr)	Berat tertinggal (%)	Berat tertinggal kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
40,00	0	0	0	100
20,00	64	1,28	1,28	98,72
10,00	3249	64,98	66,26	33,74
4,80	1590	31,8	98,06	1,94
2,40	72	1,44	99,5	0,5
1,20	2	0,04	99,54	0,46
0,60	0	0	99,54	0,46
0,30	0	0	99,54	0,46
0,15	0	0	99,54	0,46
Sisa	23	0,460	100,000	100,000
Jumlah	5000	100	763,26	336,74

Dikerjakan oleh

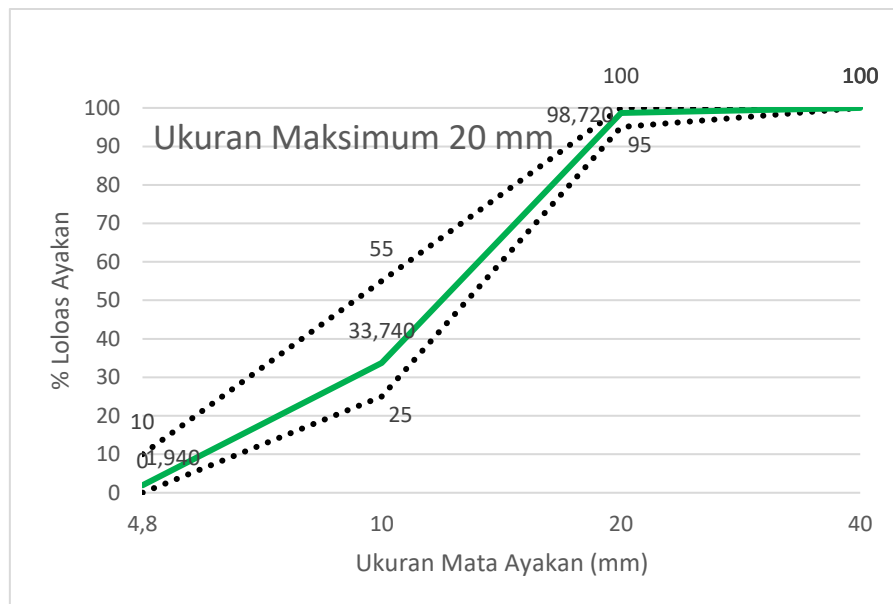
Mahasiswa

(Okta Nurganandra)



**MODULUS HALUS BUTIR (MHB) / ANALISA SARINGAN
AGREGAT KASAR SAMPEL 1**

GAMBAR ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR



Dikerjakan oleh
Mahasiswa

(Okta Nurganandra)



PENGUJIAN ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR
SAMPEL 2

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gr)	Berat tertinggal (%)	Berat tertinggal kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
40,00	0	0	0	100
20,00	159	3,18	3,18	96,82
10,00	3452	69,04	72,22	27,78
4,80	1312	26,24	98,46	1,54
2,40	64	1,28	99,74	0,26
1,20	3	0,06	99,8	0,2
0,60	0	0	99,8	0,2
0,30	0	0	99,8	0,2
0,15	0	0	99,8	0,2
Sisa	10	0,200	100	100
Jumlah	5000	100	772,8	327,2

Dikerjakan oleh
Mahasiswa

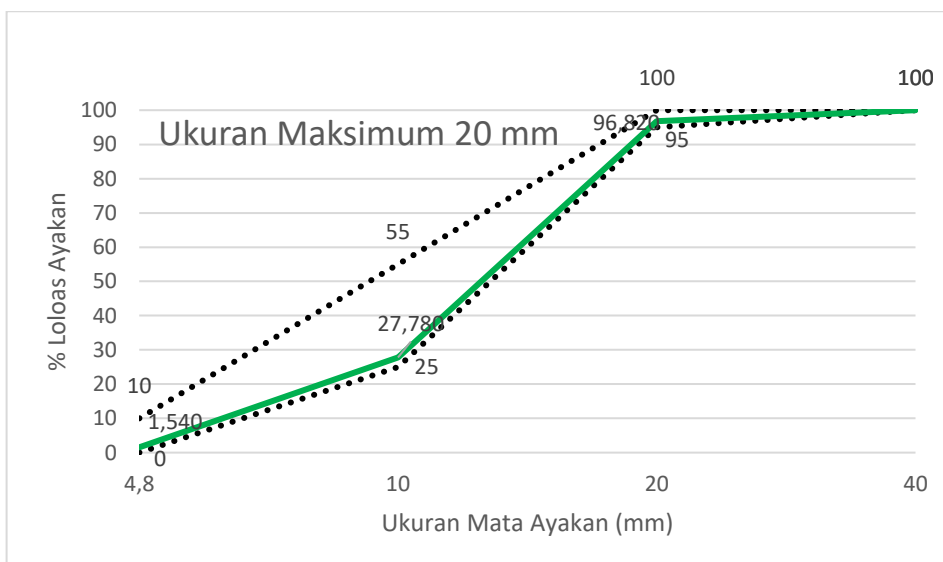
(Okta Nurganandra)



**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 898444 eks 3200 Yogyakarta

MODULUS HALUS BUTIR (MHB) / ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR SAMPEL 2

GAMBAR ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR



Dikerjakan oleh

Mahasiswa

(Okta Nurganandra)



**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 898444 eks 3200 Yogyakarta

PENGUJIAN BERAT VOLUME GEMBUR AGREGAT KASAR

Uraian	Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata
Berat Tabung	10595	10456	10525,5
Berat Tabung + Agregat Kering Tungku	17320	18074	17697
Berat Agregat	6725	7618	7171,5
Volum Tabung	5979,632	5949,450	5964,541
Berat Volume Padat	1,125	1,280	1,203

Dikerjakan oleh

Mahasiswa

(Okta Nurganandra)



**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpn (0274) 898444 eks 3200 Yogyakarta

PENGUJIAN BERAT VOLUME PADAT AGREGAT KASAR

Uraian	Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata
Berat Tabung	10595	10456	10525,5
Berat Tabung + Agregat Kering Tungku	19173	18854	19013,5
Berat Agregat	8578	8398	8488
Volum Tabung	5979,632	5949,450	5964,541
Berat Volume Padat	1,435	1,412	1,423

Dikerjakan oleh

Mahasiswa

(Okta Nurganandra)

Lampiran 4 Laporan Sementara Uji Berat dan Volume Beton



**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpn (0274) 898444 eks 3200 Yogyakarta

LAPORAN SEMENTARA UJI BERAT DAN VOLUME BETON

Kode Benda Uji	Sampel	Serat Ijuk	Sillica Fume	Lebar (mm)	Tinggi (mm)	Volume (m3)	Berat (kg)	Berat Volume (kg/m3)
BN	1	0%	0%	152,07	301,93	0,00548	12,515	2282,306
	2	0%	0%	150,23	304,50	0,00540	12,456	2307,644
	3	0%	0%	150,87	303,30	0,00542	12,322	2272,649
	4	0%	0%	150,90	301,23	0,00539	12,314	2285,808
	5	0%	0%	151,50	301,45	0,00543	12,362	2274,879
	6	0%	0%	150,40	301,95	0,00536	12,412	2313,775
	7	0%	0%	151,20	301,43	0,00541	12,157	2246,227
	8	0%	0%	151,40	302,03	0,00544	12,378	2276,49
	9	0%	0%	150,20	299,50	0,00531	12,344	2326,105
	10	0%	0%	150,53	303,88	0,00541	12,284	2271,379
BIS 1,5-8	1	1,5%	8%	151,00	302,97	0,00543	12,695	2339,883
	2	1,5%	8%	150,23	302,40	0,00536	12,547	2340,645
	3	1,5%	8%	152,93	304,27	0,00559	12,643	2262,047
	4	1,5%	8%	151,30	305,17	0,00549	12,579	2292,669
	5	1,5%	8%	152,17	304,47	0,00554	12,669	2288,093
	6	1,5%	8%	150,97	304,87	0,00546	12,646	2317,348
	7	1,5%	8%	151,03	305,97	0,00548	12,590	2296,763
	8	1,5%	8%	149,40	303,17	0,00531	12,355	2324,718
	9	1,5%	8%	151,53	305,33	0,00551	12,742	2313,967
	10	1,5%	8%	150,30	303,93	0,00539	12,620	2340,309
BIS 1,5-10	1	1,5%	10%	151,37	302,50	0,00544	12,503	2296,881
	2	1,5%	10%	150,35	304,83	0,00541	12,559	2320,576
	3	1,5%	10%	149,50	303,40	0,00533	12,134	2278,327
	4	1,5%	10%	151,03	303,63	0,00544	12,622	2320,295
	5	1,5%	10%	150,95	300,98	0,00539	12,494	2319,546
	6	1,5%	10%	150,30	303,97	0,00539	12,326	2285,538
	7	1,5%	10%	150,90	303,30	0,00542	12,294	2266,483

**LANJUTAN TABEL LAPORAN SEMENTARA UJI BERAT DAN
VOLUME BETON**

BIS 1,5-10	8	1,5%	10%	151,87	305,80	0,00554	12,665	2286,404
	9	1,5%	10%	150,93	305,63	0,00547	12,633	2310,179
	10	1,5%	10%	150,03	303,33	0,00536	12,538	2337,990
BIS 1,5-12	1	1,5%	12%	150,23	303,83	0,00539	12,429	2307,694
	2	1,5%	12%	151,53	304,00	0,00548	12,574	2293,473
	3	1,5%	12%	150,77	302,87	0,00541	12,256	2266,714
	4	1,5%	12%	150,80	302,67	0,00541	12,256	2267,209
	5	1,5%	12%	150,13	303,13	0,00537	12,441	2318,342
	6	1,5%	12%	149,57	302,50	0,00531	12,398	2332,742
	7	1,5%	12%	152,07	304,17	0,00552	12,676	2294,630
	8	1,5%	12%	150,27	304,63	0,00540	12,251	2267,665
	9	1,5%	12%	151,30	307,80	0,00553	12,458	2251,189
	10	1,5%	12%	150,83	304,37	0,00544	12,550	2307,608
BIS 2,5-8	1	2,5%	8%	150,83	302,97	0,00541	12,452	2300,169
	2	2,5%	8%	150,47	305,47	0,00543	12,666	2331,875
	3	2,5%	8%	152,27	302,90	0,00552	12,611	2286,392
	4	2,5%	8%	152,27	304,03	0,00554	12,700	2293,945
	5	2,5%	8%	151,37	304,50	0,00548	12,558	2291,832
	6	2,5%	8%	153,20	300,87	0,00555	12,439	2242,869
	7	2,5%	8%	151,40	304,50	0,00548	12,471	2274,953
	8	2,5%	8%	151,43	303,47	0,00547	12,423	2272,912
	9	2,5%	8%	151,40	304,53	0,00548	12,491	2278,352
	10	2,5%	8%	151,97	305,87	0,00555	12,813	2309,575
BIS 2,5-10	1	2,5%	10%	153,10	306,57	0,00564	12,476	2210,600
	2	2,5%	10%	151,90	306,03	0,00555	12,661	2282,937
	3	2,5%	10%	151,07	302,27	0,00542	12,514	2309,823
	4	2,5%	10%	150,77	304,88	0,00544	12,854	2361,588
	5	2,5%	10%	150,20	301,57	0,00534	12,770	2389,889
	6	2,5%	10%	151,07	303,77	0,00544	12,666	2326,335
	7	2,5%	10%	151,73	304,57	0,00551	12,672	2300,970
	8	2,5%	10%	151,07	304,20	0,00545	12,734	2335,492
	9	2,5%	10%	151,17	302,43	0,00543	12,450	2293,706
	10	2,5%	10%	150,97	306,13	0,00548	12,713	2319,986
BIS 2,5-12	1	2,5%	12%	149,60	302,20	0,00531	12,360	2326,864
	2	2,5%	12%	151,83	303,07	0,00549	12,747	2322,981
	3	2,5%	12%	151,23	304,53	0,00547	12,690	2319,754
	4	2,5%	12%	151,43	303,23	0,00546	12,664	2318,788
	5	2,5%	12%	152,10	306,00	0,00556	12,897	2319,631
	6	2,5%	12%	149,47	305,03	0,00535	12,468	2329,544
	7	2,5%	12%	150,20	304,53	0,00540	12,567	2328,987
	8	2,5%	12%	152,48	304,23	0,00556	12,576	2263,607

**LANJUTAN TABEL LAPORAN SEMENTARA UJI BERAT DAN
VOLUME BETON**

BIS 2,5-12	9	2,5%	12%	149,55	305,33	0,00536	12,049	2246,540
	10	2,5%	12%	151,17	303,83	0,00545	12,576	2306,243
BI 1,5	1	1,5%	0%	150,00	303,87	0,00537	12,71	2366,955
	2	1,5%	0%	152,15	305,95	0,00556	13,028	2342,036
	3	1,5%	0%	153,20	305,95	0,00564	12,954	2296,921
	4	1,5%	0%	151,55	306,40	0,00553	12,933	2339,962
	5	1,5%	0%	150,05	304,90	0,00539	12,889	2390,561
	6	1,5%	0%	152,00	304,80	0,00553	12,892	2330,925
BS 8	1	0%	8%	151,50	305,73	0,00551	12,864	2334,093
	2	0%	8%	152,50	305,17	0,00557	12,940	2321,494
	3	0%	8%	150,10	304,67	0,00539	12,745	2364,088
	4	0%	8%	150,80	302,08	0,00540	12,934	2397,251
	5	0%	8%	151,30	305,12	0,00549	12,755	2325,128
	6	0%	8%	152,17	305,15	0,00555	12,826	2311,261

Dikerjakan oleh

Mahasiswa



(Okta Nurganandra)

Lampiran 5 Laporan Sementara Pengujian Kuat Tekan Beton



**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpn (0274) 898444 eks 3200 Yogyakarta

LAPORAN SEMENTARA PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON

Nama : Okta Nurganandra
NIM : 18511257
Asal Instansi : Universitas Islam Indonesia
Keperluan : Tugas Akhir S1

Kode Benda Uji	Diameter (mm ²)	Luas (mm ²)	Beban (kN)	Kuat Tekan (Mpa)	Rata-rata (Mpa)
BN	1	152,07	18161,76	535	29,46
	2	150,23	17726,48	495,7	27,96
	3	150,87	17876,25	466,8	26,11
	4	150,90	17884,15	524,1	29,31
	5	151,50	18026,65	523,61	29,05
BIS1.5-8	1	151,00	17907,86	573,4	32,02
	2	150,23	17726,48	731	41,24
	3	152,93	18369,37	570,6	31,06
	4	151,30	17979,09	571	31,76
	5	152,17	18185,65	630,7	34,68
BIS1.5-10	1	151,37	17994,94	655,7	36,44
	2	150,35	17754,02	578,1	32,56
	3	149,50	17553,85	499,6	28,46
	4	151,03	17915,77	578,1	32,27
	5	150,95	17896,01	534	29,84
BIS1.5-12	1	150,23	17726,48	522,5	29,48
	2	151,53	18034,59	598,1	33,16
	3	150,77	17852,56	569,5	31,90
	4	150,80	17860,46	692	38,74
	5	150,13	17702,89	460,6	26,02

**LANJUTAN TABEL LAPORAN SEMENTARA PENGUJIAN KUAT
TEKAN BETON**

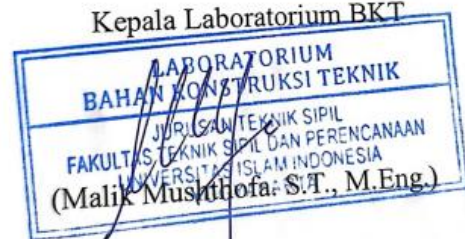
BIS2.5-8	1	150,83	17868,35	687,8	38,49	34,40
	2	150,47	17781,59	641,5	36,08	
	3	152,27	18209,56	519,2	28,51	
	4	152,27	18209,56	666,7	36,61	
	5	151,37	17994,94	581,6	32,32	
BIS2.5-10	6	153,10	18409,43	693,8	37,69	36,24
	7	151,90	18121,97	486,5	26,85	
	8	151,07	17923,68	711,4	39,69	
	9	150,77	17852,56	553,2	30,99	
	10	150,20	17718,61	815	46,00	
BIS2.5-12	6	149,60	17577,34	686	39,03	42,04
	7	151,83	18106,07	858,5	47,42	
	8	151,23	17963,25	689,3	38,37	
	9	151,43	18010,79	646,9	35,92	
	10	152,10	18169,72	898,8	49,47	
BI 1,5	1	150,00	17671,46	454,6	25,73	28,07
	2	152,15	18181,67	523,3	28,78	
	3	153,2	18433,48	547,6	29,71	
BS 8	1	151,5	18026,65	683,4	37,91	35,32
	2	152,5	18265,42	654,2	35,82	
	3	150,1	17695,03	570,4	32,24	

Diperiksa Oleh,

(Darussalam, A.Md.)

Yogyakarta, 27 Juni 2023

Kepala Laboratorium BKT



Lampiran 6 Laporan Sementara Pengujian Kuat Tarik Beton



**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 898444 eks 3200 Yogyakarta

LAPORAN SEMENTARA PENGUJIAN KUAT TARIK BETON

Nama : Okta Nurganandra
NIM : 18511257
Asal Instansi : Universitas Islam Indonesia
Keperluan : Tugas Akhir S1

Kode Benda Uji	Diameter (mm ²)	Tinggi (mm ²)	Luas (mm ²)	Beban (kN)	Kuat Tekan (Mpa)	Rata-rata (Mpa)
BN	6	150,40	301,95	17.765,83	244,4	3,10
	7	151,20	301,43	17.955,33	153,4	
	8	151,40	302,03	18.002,87	256,2	
	9	150,20	299,50	17.718,61	245,2	
	10	150,53	303,88	17.797,35	207,1	
BIS1.5-8	6	150,97	304,87	17.899,96	235,8	3,00
	7	151,03	305,97	17.915,77	182,3	
	8	149,40	303,17	17.530,37	220,8	
	9	151,53	305,33	18.034,59	191,5	
	10	150,30	303,93	17.742,22	250,1	
BIS1.5-10	6	150,30	303,97	17.742,22	213,6	3,46
	7	150,90	303,30	17.884,15	295	
	8	151,87	305,80	18.114,02	218,7	
	9	150,93	305,63	17.892,05	280,5	
	10	150,03	303,33	17.679,31	238	
BIS1.5-12	6	149,57	302,50	17.569,50	234,7	3,18
	7	152,07	304,17	18.161,76	285	
	8	150,27	304,63	17.734,35	202,3	
	9	151,30	307,80	17.979,09	190,5	
	10	150,83	304,37	17.868,35	235,6	

**LANJUTAN TABEL LAPORAN SEMENTARA PENGUJIAN KUAT
TARIK BELAH BETON**

BIS2.5-8	6	153,20	300,87	18.433,48	281,2	3,88	3,49
	7	151,40	304,50	18.002,87	280,7	3,88	
	8	151,43	303,47	18.010,79	206,3	2,86	
	9	151,40	304,53	18.002,87	198,5	2,74	
	10	151,97	305,87	18.137,88	299,8	4,11	
BIS2.5-10	1	153,10	303,77	18.409,43	216,4	2,96	3,31
	2	151,90	304,57	18.121,97	228,6	3,15	
	3	151,07	304,20	17.923,68	191,5	2,65	
	4	150,77	302,43	17.852,56	264,3	3,69	
	5	150,20	306,13	17.718,61	296,7	4,11	
BIS2.5-12	1	149,60	305,03	17.577,34	231,1	3,22	3,63
	2	151,83	304,53	18.106,07	308	4,24	
	3	151,23	304,23	17.963,25	235,7	3,26	
	4	151,43	305,33	18.010,79	274,2	3,78	
	5	152,10	303,83	18.169,72	263,3	3,63	
BI 1,5	1	151,55	306,40	18038,556	229,6	3,15	3,15
	2	150,05	304,90	17683,242	219,0	3,26	
	3	152,00	304,80	18145,839	237,6	2,67	
BS 8	1	150,80	302,08	17860,457	140,0	1,96	1,94
	2	151,30	305,12	17979,091	159,0	2,19	
	3	152,17	305,15	18186,451	121,0	1,66	

Diperiksa Oleh,

(Darussalam, A.Md.)

Yogyakarta, 27 Juni 2023

Kepala Laboratorium BKT



Lampiran 7 Gambar Peralatan dan Bahan yang Digunakan

1. Bahan



Gambar L-7.1 Agregat Halus (Pasir Progo)



Gambar L-7.2 Agregat Kasar (Kerikil Clereng)



Gambar L-7.3 Semen PCC (Semen Padang)



Gambar L-7.4 Air



Gambar L-7.5 Serat Ijuk



Gambar L-7.6 Silica Fume (Sika Fume)

2. Peralatan



Gambar L-7.7 Satu Set Saringan



Gambar L-7.8 Timbangan Digital



Gambar L-7.9 Oven



Gambar L-7.10 Mesin Adukan Beton



Gambar L-7.11 Kerucut Abrams



Gambar L-7.12 Tongkat Penumbuk



Gambar L-7.13 Penggaris



Gambar L-7.14 Cetakan Silinder



Gambar L-7.16 Sekop Tangan



Gambar L-7.17 Pan



Gambar L-7.18 Mesin Uji Kuat Tekan



Gambar L-7. Alat Pengayak Agregat

Lampiran 8 Gambar Benda Uji Setelah Pengujian

1. Pengujian Kuat Tekan



Gambar L-8.1.a Benda Uji Setelah Pengujian Kuat Tekan



Gambar L-8.1.b Benda Uji Setelah Pengujian Kuat Tekan



Gambar L-8.1.c Benda Uji Setelah Pengujian Kuat Tekan

2. Pengujian Kuat Tarik



Gambar L-9.2.a Benda Uji Setelah Pengujian Kuat Tarik



Gambar L-9.2.b Benda Uji Setelah Pengujian Kuat Tarik



Gambar L-9.3.c Benda Uji Setelah Pengujian Kuat Tarik