

TUGAS AKHIR

**“ANALISIS KUAT TEKAN, KUAT TARIK BELAH, DAN
KUAT LENTUR BETON YANG MENGGUNAKAN SEMEN
PUTIH SEBAGAI PENGGANTI PARSIAL SEMEN”**



Disusun Oleh :

ULFA ANGRANI

45 16 041 080

**JURUSAN SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR**

2022



LEMBAR PENGESAHAN

Berdasarkan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar No.A 183/FT/UNIBOS/II/ 2022, Tanggal 23 Februari 2022, Perihal Pengangkatan Panitia dan Tim Penguji Tugas Akhir, maka pada :

Hari / Tanggal : Rabu, 23 Februari 2022

N a m a : **ULFA ANGRANI**

No.Stambuk : **45 16 041 080**

Fakultas / Jurusan : Teknik / Teknik Sipil

Judul Tugas Akhir : **“ANALISIS KUAT TEKAN, KUAT TARIK BELAH, DAN KUAT LENTUR BETON YANG MENGGUNAKAN SEMEN PUTIH SEBAGAI PENGGATI PARSIAL SEMEN”**

Telah diterima dan disahkan oleh Panitia Tugas Akhir Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Ujian Sarjana Strata Satu (S-1) untuk memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar.

Tim Penguji Ujian Akhir

Ketua / Ex Officio : **Dr. Ir. H. Syahrul Sariman, MT** (.....)

Sekretaris / Ex Officio : **Ir. Eka Yuniarto, ST. MT** (.....)

Anggota : **Ir. Fauzy Lebang, ST. MT** (.....)

: **Ir. Nur Hadijah Yunianti, ST. MT** (.....)

Makassar,

2022

Mengetahui :

Ketua Program Studi / Jurusan Sipil

Dekan Fakultas Teknik
Univ. Bosowa Makassar

Dr. Ridwan, S.T., M.Si
NIDN: 09 101271 01

Dr. Ir. A. Rumpang Yusuf, MT
NIDN: 09.041265 02



LEMBAR PENGAJUAN UJIAN TUTUP
TUGAS AKHIR

Judul : **“Analisis Kuat Tekan, Kuat Tarik Belah, Dan Kuat Lentur Beton Yang Menggunakan Semen Putih Sebagai Pengganti Parsial Semen”**

Disusun dan diajukan oleh :

Nama : **ULFA ANGRANI**

No.Stambuk : **45 16 041 080**

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Sipil / Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar

Telah disetujui oleh Komisi Pembimbing :

Pembimbing I : **Dr. Ir. H. Syahrul Sariman, MT**


(.....)

Pembimbing II : **Ir. Eka Yuniarto, ST. MT**

(.....)

Mengetahui :

Dekan Fakultas Teknik


Dr. Ridwan, S.T., M.Si.
NIDN.09-101271-01

Ketua Program Studi / Jurusan Sipil


Dr. Ir. A. Rumpang Yusuf, MT
NIDN. 09-041265-02

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN DAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : **Ulfa Angriani**

Nomor Stambuk : **45 16 041 080**

Program Studi : **Teknik Sipil**

Judul Tugas Akhir : **Analisis Kuat Tekan, Kuat Tarik Belah, dan Kuat Lentur Beton Yang Menggunakan Semen Putih Sebagai Pengganti Parsial Semen**

mengatakan dengan sebenarnya bahwa

1. Tugas akhir yang saya tulis ini merupakan hasil karya saya sendiri dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.
2. Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya tidak keberatan apabila Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa menyimpan, megalihmediakan / mengalihformatkan, mengelola dalam bentuk data base, mendistribusikan dan menampilkannya untuk kepentingan akademik.
3. Bersedia dan menjamin untuk menanggung secara pribadi tanpa melibatkan pihak Jurusa Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa dari semua bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran hak cipta dalam tugas akhir ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Makassar, 2022
Yang membuat pernyataan



(Ulfa Angriani)
45 16 041 080

ANALISIS KUAT TEKAN, KUAT TARIK BELAH, DAN KUAT LENTUR BETON YANG MENGGUNAKAN SEMEN PUTIH SEBAGAI PENGGANTI PARSIAL SEMEN

Ulfa Angriani¹, Syahrul Sariman², Eka Yuniarto³

Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Bosowa
Jl. Jendral Urip Sumoharjo KM. 4, Sinrijala, Panakukang, Makassar, Sulawesi selatan, 90231.

E-mail : Ulfaangriani09@gmail.com^{1, 2, 3}

ABSTRAK

Beton adalah campuran antara semen, agregat, dan air dengan atau tanpa bahan tambah. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memperoleh formula hubungan kuat tekan, kuat Tarik belah, dan kuat lentur beton dengan variasi semen putih. Semen putih digunakan sebagai pengganti parsial semen dengan jumlah penggunaan 10%, 20%, dan 30%. Benda uji yang dibuat adalah benda uji silinder berukuran diameter 150mm dan tinggi 300mm. sampel benda uji dibuat sebanyak 45 sampel, 24 sampel beton normal dan 21 sampel beton variasi. Perawatan benda uji dilakukan dengan merendam beton selama 28 hari. Pengujian kuat tekan, kuat Tarik belah, dan kuat lentur beton dilakukan ketika umur benda uji mencapai 28 hari. Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa beton variasi memiliki kuat tekan, kuat tarik belah, dan kuat lentur beton yang lebih tinggi dibandingkan beton normal. Semakin banyak penggunaan semen putih pada campuran beton, semakin tinggi pula kuat tekan, kuat tarik belah, dan kuat lentur betonnya. Hubungan kuat tekan ($f'c$) dan kuat tarik belah (fct) memiliki persamaan $fct = 0,539 \sqrt{f'c}$. Sedangkan nilai $fr/\sqrt{f'c}$ yang didapat menunjukkan hubungan kuat tekan ($f'c$) dan kuat lentur (fr) berkisar 0,70.

Kata kunci : Semen putih, kuat tekan, kuat tarik belah, kuat lentur

ABSTRACT

Concrete is a mixture between cement, aggregate, and water with or without add-on. The purpose of this research is to obtain a formula of strong press relationship, strong tensile, and strong concentrate bending with white cement variations. White cement is used as a partial cement substitute with the total amount of usage of 10%, 20%, and 30%. The test object made is a 150mm diameter cylinder test object and a 300mm high. sample test objects made by 45 samples, 24 normal concrete samples and 21 samples of concrete variations. Treatment of treatment is done by soaking concrete for 28 days. Pressure power test, strong tensile, and strong concentration is concentrated when the age of the test objects 28 days. The results of this test show that the concrete variations have strong press, strong tensile, and strong higher concrete concrete than normal concrete. The more use of white cement on the concrete mix, the higher the power is strong, the pull of a drag, and strongly concentrate. Powerful Relationships (FC') and Power Straight (FCT) has the $FCT = 0.539 \sqrt{(F'C)}$ equation. While the value of $FR / \sqrt{(F'C)}$ obtained showed a strong tap ($F'C$) and strongly bending (Fr) ranged from 0.70.

Keywords: white cement, strong press, strong tensile, fabric strongly

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur dipersembahkan kepada Allah SWT atas segala rahmat dan berkah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul *“ANALISIS KUAT TEKAN, KUAT TARIK BELAH, DAN KUAT LENTUR BETON YANG MENGGUNAKAN SEMEN PUTIH SEBAGAI PENGGANTI PARSIAL SEMEN”* yang merupakan salah satu syarat diajukan untuk menyelesaikan studi S1 pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa banyak kendala yang dihadapi dalam penyusunan tugas akhir ini, namun berkat bantuan dari berbagai pihak maka tugas akhir ini dapat terselesaikan. Oleh karena itu, dengan segala ketulusan dan kerendahan hati, ucapan terima kasih, penghormatan serta penghargaan yang setinggi-tingginya penulis ucapkan pada semua pihak yang telah membantu, yaitu kepada :

1. Allah SWT yang memberikan kesehatan serta kesempatan untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Ibu dan Ayah tercinta atas segala kasih sayang, cinta dan segala dukungan yang selama ini diberikan, baik spritual maupun materil.
3. Bapak Dr. Ridwan, S.T., M.Si. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Bosowa.
4. Bapak Dr. Ir. A. Rumpang Yusuf, M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa.

5. Bapak Dr. Ir. H. Syahrul Sariman, M.T. selaku dosen pembimbing I, atas segala kesabaran dan waktu yang telah diluangkan senantiasa selalu memberikan arahan dan bimbingan mulai dari awal penelitian hingga selesainya penulisan tugas akhir ini.
6. Bapak Ir. Eka Yuniarto, ST. MT selaku dosen pembimbing II, atas segala keikhlasannya untuk selaku memberikan bimbingan dan pengarahan hingga selesainya penyusunan tugas akhir ini.
7. Bapak Ir. Fauzy Lebang, ST. MT. selaku penasehat akademik, yang senantiasa menerima dan memberi solusi kepada penulis dalam berbagai kendala selama ini.
8. Seluruh dosen, asisten laboratorium serta staf Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa atas segala arahan dan bantuannya.
9. Teman Se-angkatan yang memberikan dukungan dan semangat dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Terkhusus sahabat tedekat saya yang selalu mensupport dalam penyusunan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa setiap karya buatan manusia tidak pernah luput dari kesalahan dan kekurangan, oleh karena itu penulis mengharapkan kepada pembaca kiranya dapat memberi sumbangan pemikiran demi kesempurnaan dan pembaharuan tugas akhir ini.

Akhirnya semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan karunia-Nya kepada kita dan semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat, khususnya dalam bidang ketekniksipilan.

Makassar, Februari 2022

Penulis

Ulfa Angriani



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
LEMBAR PENGESAHAN	
LEMBAR PENGAJUAN	
SURAT PERNYATAAM	
ABSTRAK	
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR NOTASI	xii
BAB I : PENDAHULUAN	
1.1 LATAR BELAKANG	I-1
1.2 RUMUSAN MASALAH	I-3
1.3 TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN.....	I-3
1.3.1 TUJUAN PENELITIAN.....	I-3
1.3.2 MANFAAT PENELITIAN	I-4
1.4 POKOK BAHASAN DAN BATASAN MASALAH	I-4
1.4.1 POKOK BAHASAN.....	I-4
1.4.2 BATASAN MASALAH.....	I-4

1.5 SISTEMATIKA PENULISAN	I-5
---------------------------------	-----

BAB II : KAJIAN PUSTAKA

2.1 TINJAUAN UMUM.....	II-1
2.1.1 Definisi Beton	II-1
2.1.2 Sifat-sifat Beton	II-3
2.1.3 Umur Beton	II-6
2.2 KELEBIHAN DAN KEKURANGAN BETON.....	II-6
2.2.1 Kelebihan.....	II-7
2.2.2 Kekurangan	II-7
2.3 BAHAN CAMPURAN BETON	II-8
2.3.1 Air	II-8
2.3.2 Semen Portland	II-9
2.3.2.1 Jenis dan Penggunaan	II-11
2.3.3 Agregat.....	II-13
2.3.3.1 Agregat Halus	II-14
2.3.2.1 Agregat Kasar	II-16
2.4 MATERIAL TAMBAHAN.....	II-18
2.4.1 Semen Portland Putih.....	II-18
2.5 PENGUJIAN KARAKTERISTIK AGREGAT	II-21
2.5.1 Kadar Air.....	II-21

2.5.2	Kadar Lumpur.....	II-22
2.5.3	Berat Isi	II-22
2.5.4	Berat Jenis dan Penyerapan Untuk Agregat Kasar	II-23
2.5.5	Analisa Saringan	II-24
2.5.6	Uji Slump	II-25
2.6	PERANCANGAN PROPORSI CAMPURAN BERDASARKAN PENGALAMAN LAPANGAN DAN HASIL CAMPURAN UJI.....	II-26
2.6.1	Deviasi Standar Contoh Uji.....	II-26
2.7	UJI KUAT TEKAN BETON	II-27
2.8	UJI KUAT TARIK BELAH	II-28
2.9	UJI KUAT LENTUR BETON	II-33
2.10	PENELITIAN TERDAHULU	II-36
BAB III : METODE PENELITIAN		
3.1	UMUM	III-1
3.2	DATA DAN SUMBER DATA.....	III-1
3.3	TAHAPAN PENELITIAN.....	III-1
3.3.1	Kajian Pustaka.....	III-1
3.4	WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN.....	III-3
3.5	BAGAN ALUR PENELITIAN.....	III-3
3.6	NOTASI DAN JUMLAH SAMPEL.....	III-5

3.7 METODE ANALISIS	III-6
---------------------------	-------

3.7.1 Pengaruh Semen Putih Terhadap Kuat Tekan, Kuat Tarik Belah, Dan Kuat Lentur Beton	III-6
--	-------

3.7.2 Hubungan Semen Putih Terhadap Kuat Tekan, Kuat Tarik Belah, Dan Kuat Lentur Beton	III-6
--	-------

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 HASIL PENGUJIAN.....	IV-1
--------------------------	------

4.1.1 Karakteristik Agregat	IV-1
-----------------------------------	------

4.1.2 Gradasi Gabungan Agregat.....	IV-2
-------------------------------------	------

4.1.3 Mix Desaign	IV-3
-------------------------	------

4.1.4 Workability	IV-4
-------------------------	------

4.1.5 Tabel Hasil Uji Kuat Tekan Beton Normal	IV-5
---	------

4.1.6 Hasil Kuat Tarik Belah Beton Normal	IV-6
---	------

4.1.7 Hasil Kuat Lentur Beton Normal	IV-7
--	------

4.1.8 Campuran Beton Variasi.....	IV-8
-----------------------------------	------

4.1.9 Hasil Kuat Tekan Beton Variasi	IV-8
--	------

4.1.10 Hasil Kuat Tarik Belah Beton Variasi	IV-9
---	------

4.1.11 Hasil Kuat Lentur Beton Variasi.....	IV-9
---	------

4.2 PEMBAHASAN.....	IV-10
---------------------	-------

4.2.1 Pengaruh Semen Putih Terhadap Kuat Tekan Beton normal	IV-12
---	-------

4.2.2 Pengaruh Semen Putih Terhadap Kuat Tarik Belah Beton Normal	IV-12
---	-------

4.2.3 Pengaruh Semen Putih Terhadap Kuat Lentur Beton Normal	IV-13
--	-------

4.3 HUBUNGAN KUAT TEKAN DENGAN KUAT TARIK BELAH SERTA HUBUNGAN KUAT TEKAN DENGAN KUAT LENTUR BETON VARIASI	IV-15
--	-------

4.3.1 Hubungan Kuat Tekan Dengan Kuat Tarik Belah Beton Variasi	IV-15
---	-------

4.3.2 Hubungan Kuat Tekan Dengan Kuat Lentur Beton Variasi	IV-18
--	-------

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	V-1
5.2 Saran	V-1

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DOKUMENTASI

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Beberapa Jenis Beton Menurut Kuatnya	II-4
Tabel 2.2 Jenis Beton Menurut Berat Jenisnya	II-5
Tabel 2.3 Spesifikasi Semen Portland Komposit	II-12
Tabel 2.4 Karakteristik Agregat Halus	II-15
Tabel 2.5 Gradasi Standar Agregat Halus.....	II-15
Tabel 2.6 Karakteristik Agregat Kasar	II-17
Tabel 2.7 Gradasi Standar Agregat Kasa	II-17
Tabel 2.9 Syarat Kimia	II-20
Tabel 2.9 Syarat Fisika	II-21
Tabel 2.10 Faktor Modifikasi Untuk deviasi Standar Benda Uji Jika Jumlah Pengujian Kurang Dari 30	II-27
Tabel 2.11 Hasil Pemeriksaan Kuat Tekan Beton Rata-rata Dengan Variasi Kuat Tekan Beton.....	II-38
Tabel 2.12 Hasil Pemeriksaan Kuat Tarik Belah Beton Rata-rata Dengan Variasi Kuat Tekan Beton.....	II-39
Tabel 3.1 Benda Uji Beton Normal	III-5
Tabel 3.2 Variasi Benda Uji Kuat Tekan, Kuat Tarik Belah, dan Kuat Lentur Beton.....	III-5
Tabel 4.1 Rekapitulasi Hasil Pengujian Agregat Halus.....	IV-1
Tabel 4.2 Rekapitulasi Hasil Pengujian Agregat Kasar	IV-2
Tabel 4.3 Komposisi Kebutuhan Bahan Campuran Beton Normal.....	IV-3
Tabel 4.4 Nilai lump	IV-4

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Normal.....	IV-5
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton Normal	IV-6
Tabel 4.7 Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton Normal	IV-7
Tabel 4.8 Komposisi Kebutuhan Bahan Campuran Beton Normal dan Variasi	IV-8
Tabel 4.9 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Variasi	IV-8
Tabel 4.10 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton Variasi	IV-9
Tabel 4.11 Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton Variasi	IV-9
Tabel 4.12 Presentase Peningkatan Kuat Tekan Beton Normal Terhadap Beton Variasi.....	IV-11
Tabel 4.13 Presentase Peningkatan Kuat Tarik Belah Beton Normal Terhadap Beton Variasi	IV-13
Tabel 4.14 Presentase Kenaikan Kuat Lentur Beton Normal Dengan Beton Variasi.....	IV-15
Tabel 4.15 Data X_i Dan Y_i Dari Pengujian	IV-16
Tabel 4.16 Analisis Regresi Menggunakan Transformasi Logaritma...	IV-17
Tabel 4.17 Hubungan Kuat Tekan Beton Dengan Kuat Lentur Beton Variasi	IV-19

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Semen Portland Putih.....	ii-19
Gambar 2.2	Alat Bantu Jig Untuk Penandaan Silinder Beton Dan Bantalan Perata Beban	II-32
Gambar 2.3	Detail Peralatan Bantu Penandaan Specimen 150 mm x 300 mm (6 in. x 42 in.).....	II-32
Gambar 2.4	Benda Uji, Perlengkapan dan Pembebanan.....	II-33
Gambar 3.1	Diagram Alur Bagan	III-4
Gambar 4.1	Grafik Gradasi Penggabungan Agregat.....	IV-3
Gambar 4.2	Perbandingan Kuat Tekan Beton normal Terhadap Substitusi Semen Putih.....	IV-10
Gambar 4.3	Perbandingan Kuat Tarik Belah Beton normal Terhadap Substitusi Semen Putih	IV-12
Gambar 4.4	Perbandingan Kuat Lentur Beton normal Terhadap Substitusi Semen Putih	IV-14
Gambar 4.5	Grafik Hubungan Kuat Tekan Dengan Kuat Tarik Belah Beton Variasi	IV-18
Gambar 4.6	Grafik Hubungan Kuat Tekan Dengan Kuat Lentur Beton Variasi	IV-20

DAFTAR NOTASI

E_c = Modulus elastisitas beton, MPa

$\sqrt{f'_c}$ = Kuat tekan beton, MPa

W = Kadar air (%)

W_1 = Berat agregat sebelum dioven (gr)

W_2 = Berat agregat setelah dioven (gr)

V = Volume wadah (liter, cm^3)

A = Berat benda uji kondisi SSD (gr)

B = Berat benda uji kondisi SSD di air (gr)

C = Berat benda uji kering oven (gr)

P = beban tekan maksimum (N)

A = luas penampang silinder = $\frac{1}{4}\pi D^2$ (mm^2)

f_{ct} = kuat tarik belah (MPa)

P = beban tekan maksimum

d = diameter benda uji silinder (mm)

L = panjang benda uji silinder (mm)

π = Konstanta (Phi)

f_r = Kuat lentur (MPa)

a = Jarak dari perletakan ke gaya (mm)

b = Lebar penampang balok (mm)

h = tinggi penampang balok (mm)

PCC = *Portland Composite Cement*

WC = *White Cement*

MPa = *Mega Pascal*

N = *Newton*

SNI = Standar Nasional Indonesia

SSD = *Saturated Surface Dry*

Cm = Centimeter

mm = Milimeter

kg = Kilogram

kN = Kilo Newton

m³ = Meter Kubik

mm² = Milimeter Persegi



UNIVERSITAS
BOSOWA

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan pada era globalisasi yang semakin maju menimbulkan perkembangan teknologi konstruksi yang sangat pesat. Perkembangan teknologi konstruksi tersebut sangat diperlukan agar bahan dan material konstruksi yang dibutuhkan ketersediaanya mudah didapatkan. Tetapi, dalam pengaplikasiannya dilapangan teknologi konstruksi tersebut menimbulkan beberapa dampak positif dan negatif.

Beton merupakan material utama yang sering digunakan dalam bidang konstruksi seperti rumah sederhana, pabrik, gedung pencakar langit, jembatan dan lain sebagainya. Beton pada umumnya tersusun dari material seperti semen, agregat halus, agregat kasar, dan air. Beton paling banyak digunakan sebagai material utama dalam konstruksi dikarenakan mempunyai beberapa keuntungan seperti harga yang relatif murah, bahan-bahan penyusunnya mudah didapat, awet, dan memiliki kuat tekan, kuat tarik belah dan kuat lentur beton yang tinggi.

Nilai kuat tekan merupakan fungsi dari banyak faktor, diantaranya adalah nilai banding antara bahan campuran dan mutu bahan susun, metode pelaksanaan pengecoran, pelaksanaan finishing, dan kondisi perawatan pengerasannya (Dipohusodo dalam Mulyati dan Arman, 2014).

Pengujian kuat tarik belah dilakukan dengan membebani silinder sepanjang tinggi silinder, sehingga diperoleh kekuatan tarik maksimum

yang menyebabkan beton tersebut hancur / terbelah. Pengujian kuat lentur diisyaratkan dalam SII 0016-72-SNI. O233-89-A.

Pengujian lentur menggunakan mesin uji lentur dengan jarak 30 cm. benda uji adalah pisma pembebanan pada 1/3 bentang untuk mendapatkan uji lentur murni tanpa gaya geser.

Adapun hubungan kuat tekan dan kuat tarik belah beton berkisar $0,52-0,55\sqrt{f'_{cr}}$ dan nilai perbandingan kuat tarik belah berkisar 8-15% dari kuat tekan beton.

Pada umumnya semen PCC digunakan sebagai salah satu bahan material beton, karena menghasilkan ketahanan beton yang lebih baik. Mengingat karena sedikitnya penggunaan semen putih pada beton, maka dalam penelitian ini akan menggunakan semen putih sebagai pengganti parsial semen untuk menentukan nilai kuat tekan, kuat tarik belah, dan kuat letur beton. Semen putih merupakan salah satu jenis semen bermutu tinggi yang mempunyai kandungan senyawa silica tinggi yang menjadikan komposisi dan campurannya menjadi sangat kuat dan tidak akan mudah terkelupas. Biasanya digunakan untuk keperluan pekerjaan-pekerjaan arsitektur, precast dan beton yang diperkuat dengan fiber, panel, permukaan teraso, stucco, cat semen, nat ubin / keramik serta struktur yang bersifat dekoratif. Semen Putih dibuat dari bahan-bahan baku pilihan yang rendah kandungan besi dan magnesium oksidanya (bahan-bahan tersebut menyebabkan semen berwarna abu-abu).

Berdasarkan latar belakang diatas, maka hal ini yang melahirkan pemikiran untuk mengangkat masalah ini dalam penulisan judul :

**“ANALISIS KUAT TEKAN, KUAT TARIK BELAH, DAN KUAT LENTUR
BETON YANG MENGGUNAKAN SEMEN PUTIH SEBAGAI
PENGANTI PARSIAL SEMEN”**

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian diatas maka timbul pemikiran untuk menggunakan Semen Putih sebagai pengganti semen. Dari penelitian ini beberapa masalah yang akan dikaji adalah :

1. Bagaimana memperoleh komposisi campuran beton $f'c = 20$ Mpa?
2. Bagaimana pengaruh campuran semen putih terhadap kuat tekan, kuat lentur dan kuat tarik belah beton mutu normal.
3. Bagaimana mendapatkan formula hubungan kuat tekan, kuat tarik belah, dan kuat lentur pada beton yang menggunakan semen putih?

1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian

1.3.1 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah :

1. Menentukan komposisi campuran beton $f'c = 20$ Mpa
2. Untuk menganalisis pengaruh penambahan semen putih terhadap kuat tekan, kuat lentur dan kuat tarik belah beton mutu normal.
3. Memperoleh formula hubungan kuat tekan, kuat tarik belah, dan kuat lentur pada beton yang menggunakan semen putih.

1.3.2 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penulisan ini :

1. Sebagai salah satu ilmu pengetahuan dan menambah wawasan khususnya pada bahan campuran beton terutama penambahan semen putih pada kuat tekan, kuat tarik dan kuat lentur beton untuk meningkatkan mutu beton sesuai yang diharapkan dan memperbaiki sifat-sifat yang kurang baik pada beton.
2. Dengan penelitian yang maksimum diharapkan bahan campuran tersebut dapat dijadikan bahan campuran komponen beton yang mempunyai kekuatan tinggi dan berkualitas baik.

1.4 Pokok Bahasan dan Batasan Masalah

1.4.1 Pokok Bahasan

Pokok bahasan dalam penelitian ini meliputi :

1. Melakukan pengujian karakteristik agregat bahan penyusun beton.
2. Membuat mix design beton $f'c = 20$ MPa.
3. Melakukan pengujian kuat tekan beton, kuat tarik belah, dan kuat lentur beton.
4. Menganalisa hasil pengujian.

1.4.2 Batasan Masalah

Penelitian ini perlu adanya suatu batasan masalah supaya pembahasan tidak meluas kemana-mana. Adanya bahan dan batasan penelitian dapat dirinci sebagai berikut :

1. Semen yang dipakai adalah semen putih dan semen PCC.
2. Mutu beton rencana ($f'c$) = 20 MPa.
3. Jumlah suampel yang di gunakan tiap kali pengujian sebanyak 3 buah untuk tiap variasi pada kuat tekan dan kuat tarik belah, 1 buah untuk tiap variasi pada kuat lentur beton dan 24 buah untuk beton normal.
4. Tidak melakukan pengujian waktu ikat dan berat jenis semen.

1.5 Sistematika Penulisan

Secara garis besar sistematika penulisan yang dapat disajikan sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan latar belakang penulisan, rumusan masalah, tujuan dan manfaat, serta sistematika penulisan.

BAB II KAJIAN PUSTAKA

Bab ini berusaha menguraikan dan membahas bahan yang relevan dengan pokok bahasan study, sebagai dasar untuk mengkaji permasalahan yang ada dan menyiapkan landasan teori.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini berisi gambaran umum penelitian, waktu dan lokasi penelitian, diagram alir penelitian serta tahapan penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini akan diuraikan hasil pengujian material serta pengujian kuat tekan, kuat Tarik belah, dan kuat lentur beton yang telah dilakukan di laboratorium, yang disajikan dalam bentuk table-tabel dan

grafik, kemudian dari hasil tersebut dilakukan analisis dan pembahasan.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini akan menyajikan kesimpulan pokok keseluruhan penelitian yang telah dilakukan dan saran yang dapat diberikan untuk memperbaiki hasil dari penelitian pengaruh semen putih sebagai pengganti parsial semen terhadap kuat tekan, kuat Tarik belah, dan kuat lentur beton.

UNIVERSITAS

BOSOWA

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum

Beton merupakan campuran dari beberapa material, dimana bahan utamanya terdiri dari campuran semen, agregat halus, agregat kasar, air dengan atau tanpa bahan lain dengan perbandingan tertentu. Karena beton merupakan komposit (campuran) maka kualitas beton dipengaruhi oleh kualitas dari masing-masing material pembentuk.

Beton yang digunakan sebagai struktur dalam konstruksi Teknik sipil, dapat dimanfaatkan untuk banyak hal. Dalam Teknik sipil, struktur beton digunakan untuk bangunan pondasi, kolom, balok, pelat atau pelat cangkang. Dalam Teknik sipil hidro, beton digunakan untuk bangunan air seperti bendung, bendungan, saluran, dan drainase perkotaan. Beton juga digunakan dalam Teknik sipil transportasi untuk pekerjaan rigid pavement (lapis keras permukaan yang kaku), saluran samping, gorong-gorong, dan lainnya. Jadi, beton hampir digunakan dalam semua aspek ilmu Teknik sipil. Artinya, semua struktur dalam Teknik sipil akan menggunakan beton, minimal dalam pekerjaan pondasi.

Struktur beton dapat didefinisikan sebagai bangunan beton yang terletak di atas tanah yang menggunakan tulangan atau tidak menggunakan tulangan. Struktur beton sangat dipengaruhi oleh komposisi dan kualitas bahan-bahan pencampur beton, yang dibatasi oleh

kemampuan daya tekan beton (*in a state of compression*) seperti yang tercantum dalam perencanaannya. Hala tersebut bergantung juga pada kemampuan daya dukung tanah (*supported by soil*), kemampuan struktur yang lain atau kemampuan struktur atasnya (*vertical support*).

Beton terdiri dari $\pm 15\%$ semen, $\pm 8\%$ air, $\pm 3\%$ udara, selebihnya pasir dan kerikil. 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.

1. Berdasarkan jenisnya, beton dibagi menjadi 6 jenis, yaitu:

a. Beton ringan

Beton ringan merupakan beton yang dibuat dengan bobot yang lebih ringan dibandingkan dengan bobot beton normal. Agregat yang digunakan untuk memproduksi beton ringan pun merupakan agregat ringan juga. Agregat yang digunakan umumnya merupakan hasil dari pembakaran shale, lempung, slates, residu slag, residu batu bara dan banyak lagi hasil pembakaran vulkanik. Berat jenis agregat ringan sekitar 1900 kg/m^3 atau berdasarkan kepentingan penggunaan strukturnya berkisar antara 1440 kg/m^3 - 1850 kg/m^3 , dengan kekuatan tekan umur 28 hari lebih besar dari $17,2 \text{ MPa}$.

b. Beton normal

Beton normal adalah beton yang menggunakan agregat pasir sebagai agregat halus dan batu pecah sebagai agregat kasar

sehingga mempunyai berat jenis beton antara 2200 kg/m³ - 2400 kg/m³ dengan kuat tekan sekitar 15 - 40 MPa.

c. Beton berat

Beton berat adalah beton yang dihasilkan dari agregat yang memiliki berat isi lebih besar dari beton normal atau lebih dari 2400 kg/m³. Untuk menghasilkan beton berat digunakan agregat yang mempunyai berat jenis yang besar.

d. Beton massa (mass concrete)

Dinamakan beton massa karena digunakan untuk pekerjaan beton yang besar dan masif, misalnya untuk bendungan, kanal, pondasi, dan jembatan.

e. Ferro-Cement

Ferro-Cement adalah suatu bahan gabungan yang diperoleh dengan cara memberikan suatu tulangan yang berupa anyaman kawat baja sebagai pemberi kekuatan tarik dan daktil pada mortar semen.

f. Beton serat (fibre concrete)

Beton serat (fibre concrete) adalah bahan komposit yang terdiri dari beton dan bahan lain berupa serat. Serat dalam beton ini berfungsi mencegah retak-retak sehingga menjadikan beton lebih daktil daripada beton normal.

2.1.2 Sifat – Sifat Beton

Sifat-sifat beton yang perlu diketahui :

1. Keawetan (*Durability*)

Merupakan kemampuan beton bertahan seperti kondisi yang direncanakan tanpa terjadi korosi dalam jangka waktu yang direncanakan.

2. Kuat Tekan

Ditentukan berdasarkan pembebanan uniaksial benda uji silinder beton diameter 150 mm dan tinggi 300 mm dengan satuan MPa (N/mm²) untuk SK SNI 91 dan standar ACI. Sedangkan *British Standar* menggunakan benda uji kubus dengan sisi ukuran 150 mm. Jenis beton menurut kuat tekannya dapat dilihat pada Tabel

2.2.

Table 2.1. Beberapa jenis beton menurut kuat tekannya

Jenis Beton	Kuat Tekan (Mpa)
Beton sederhana	Sampai 10 MPa
Beton normal	15 - 30 MPa
Beton pra tegang	30 - 40 MPa
Beton kuat tekan tinggi	40 - 80 MPa
Beton kuat teka sangat tinggi	> 80 MPa

Sumber : Tjokrodimuljo, 2007

Faktor-faktor yang mempengaruhi mutu dari kekuatan beton yaitu sifat agregat, kepadatan beton, umur beton, faktor air semen (fas), Proporsi semen dan jenis semen yang digunakan.

3. Berat Jenis

Beton normal yang dibuat dengan agregat normal (pasir dan kerikil normal berat jenisnya antara 2,5 – 2,7 mempunyai berat jenis sekitar 2,3 – 2,5). Apabila dibuat dengan pasir atau kerikil yang ringan atau diberikan rongga udara maka berat jenis beton dapat berkurang dari 2,0. Beberapa jenis beton menurut berat jenisnya dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.2. Jenis beton menurut berat jenisnya

Jenis Beton	Berat Jenis	Pemakaian
Beton sangat ringan	< 1,00	Non struktur
Beton ringan	1,00 - 2,00	Struktur ringan
Beton normal	2,30 - 2,50	Struktur
Beton berat	> 3,00	Perisal sinar X

Sumber: Tjokrodimuljo, 2007

4. Modulus Elastisitas

Modulus elastisitas beton tergantung pada modulus elastisitas agregat dan pastinya. Dalam perhitungan struktur boleh diambil modulus beton sebagai berikut:

$$E_c = 4700 \sqrt{f'_c} ; \text{ untuk beton normal}$$

dengan:

$$E_c = \text{Modulus elastisitas beton, MPa}$$

$$\sqrt{f'_c} = \text{Kuat tekan beton, MPa}$$

5. Susut (*Shrinkage*)

Merupakan perubahan volume yang tidak berhubungan dengan pembebanan.

6. Rangkak (*Creep*)

Merupakan salah satu sifat beton dimana beton mengalami deformasi terus menerus menurut waktu dibawah beban yang dipikul.

7. Keleccakan (*Workability*)

Workability adalah sifat-sifat adukan beton atau mortar yang ditentukan oleh kemudahan dalam pencampuran, pengangkutan, pengecoran, pemadatan, dan *finishing*.

2.1.3 Umur Beton

Kekuatan tekan beton akan bertambah dengan naiknya umur beton. Kekuatan beton akan naik secara cepat (linier) sampai umur 28 hari, tetapi setelah itu kenaikannya akan kecil. Kekuatan tekan beton pada kasus-kasus tertentu terus akan bertambah sampai beberapa tahun dimuka. Biasanya kekuatan tekan rencana beton dihitung pada umur 28 hari. Untuk struktur yang menghendaki kekuatan awal tinggi, campuran dikombinasikan dengan semen khusus atau ditambah dengan bahan tambah kimia dengan tetap menggunakan jenis semen tipe I (OPC-I). Laju kenaikan umur beton sangat tergantung dari penggunaan bahan penyusunnya yang paling utama adalah penggunaan bahan semen karena semen cenderung secara langsung memperbaiki kinerja tekannya.

2.2 Kelebihan dan Kekurangan Beton

Dalam keadaan yang mengeras, beton bagaikan batu karang dengan kekuatan tinggi. Dalam keadaan segar, beton dapat diberi

bermacam bentuk, sehingga dapat digunakan untuk membentuk seni arsitektur atau semata-mata untuk tujuan dekoratif. Beton juga akan memberikan hasil akhir yang bagus jika pengolahan akhir dilakukan dengan cara khusus, umpamanya diekspose agregatnya (agregat yang mempunyai bentuk yang bertekstur seni tinggi diletakkan dibagian luar, sehingga nampak jelas pada permukaan betonnya). Selain tahan terhadap serangan api seperti yang telah disebutkan diatas, beton juga tahan terhadap serangan korosi. Secara umum kelebihan dan kekurangan beton adalah :

2.2.1 Kelebihan

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

2.2.2 Kekurangan

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

Sehingga besar bahan pembuat beton adalah bahan local (kecuali semen Portland atau bahan tambah kimia), sehingga sangat

menguntungkan secara ekonomi. Namun, pembuatan beton akan menjadi mahal jika perencana tidak memahami karakteristik bahan-bahan penyusun beton yang harus disesuaikan dengan perilaku struktur yang akan dibuat.

Nilai kuat tekan beton dengan kuat tariknya tidak berbanding lurus. Setiap usaha perbaikan mutu kekuatan tekan hanya disertai oleh peningkatan yang kecil dari kuat tariknya. Menurut perkiraan kasar, nilai kuat tarik berkisar antara 9% - 15% kuat tekannya. Nilai pastinya sulit diukur. Pendekatan hitungan biasanya dilakukan dengan menggunakan *modulus of repture*, yaitu tegangan tarik beton yang muncul pada saat pengujian tekan beton normal (*normal concrete*).kecilnya kuat tarik beton ini merupakan salah satu kelemahan dari beton biasa. Untuk mengatasinya, beton dikombinasikan dengan tulangan beton dimana baja biasa digunakan sebagai tulangannya.

2.3 Bahan Campuran Beton

2.3.1 Air

Air adalah bahan dasar pembuatan beton. Berfungsi untuk membuat semen bereaksi dan sebagai bahan pelumas antara butir-butir agregat. Pada umumnya air minum dapat dipakai untuk campuran beton. Air yang mengandung senyawa-senyawa yang berbahaya, yang tercemar garam, minyak, gula atau bahan kimia lainnya, bila dipakai untuk campuran beton akan sangat menurunkan kekuatannya dan dapat juga mengubah sifat-sifat semen. Selain itu air yang demikian dapat

mengurangi afinitas antara agregat dengan pasta semen dan mungkin pula mempengaruhi kemudahan pengerjaan

Air yang digunakan untuk campuran beton harus bersih, tidak boleh mengandung minyak, asam, alkali, zat organis atau bahan lainnya yang dapat merusak beton atau tulangan. Air yang digunakan dalam pembuatan beton pra-tekan dan beton yang akan ditanami logam aluminium (termasuk air bebas yang terkandung dalam agregat) tidak boleh mengandung ion klorida dalam jumlah yang membahayakan (ACI 318-89:2-2).

2.3.2 Semen Portland

Semen Portland merupakan bubuk halus yang diperoleh dengan menggiling klinker (yang didapat dari pembakaran suatu campuran yang baik dan merata antara kapur dan bahan-bahan yang mengandung silika, alumina dan oksida besi), dengan batu gips sebagai bahan tambah dalam jumlah yang cukup.

Bubuk halus ini bila dicampur dengan air, selang beberapa waktu dapat menjadi keras dan digunakan sebagai bahan ikat hidrolis. Semen jika dicampur dengan air akan membentuk adukan yang disebut

pasta semen, jika dicampur dengan agregat halus (pasir) dan air, maka akan terbentuk adukan yang disebut mortar, jika ditambah lagi dengan agregat kasar (kerikil) akan terbentuk adukan yang biasa disebut beton. Dalam campuran beton, semen bersama air sebagai

kelompok aktif sedangkan pasir dan kerikil sebagai pengisi.

PCC (*Portland Composit Cement*) merupakan bahan pengikat hidrolis hasil penggilingan bersama-sama terak/klinker semen Portland dan gypsum dengan satu atau lebih bahan anorganik atau hasil pencampuran antara bubuk semen Portland dengan bubuk bahan anorganik lain. Semen jenis PCC dapat digunakan pada konstruksi umum seperti pekerjaan beton, pasangan bata, selokan, jalan, pagar dinding dan pembuatan elemen bangunan khusus seperti beton pracetak, beton pratekan, panel beton, bata beton (*paving block*) dan sebagainya. PCC mempunyai panas hidrasi yang lebih rendah selama proses pendinginan, sehingga pengerjaannya akan lebih mudah dan menghasilkan permukaan beton dan plester yang lebih rapat dan halus.

Semen hidrolis yang mengandung suatu tambahan udara dalam jumlah tertentu yang menyebabkan udara terkandung didalam mortar didalam batasan yang dispesifikasikan pada saat diukur dengan suatu metode.

Pada umumnya semen berfungsi untuk pencampuran dan pengikat pasir dan kerikil agar terbentuk beton serta mengisi rongga-rongga diantara butir-butir agregat. Komponen semen Portland terdiri dari :

1. Trikalsium Silikat (C3S)
2. Dikalsium Silikat (C2S)
3. Trikalsium Aluminat (C, A)

4. Tetrakalsium Aluminoforit (C4AF)

2.3.2.1 Jenis dan penggunaan

- Jenis I yaitu semen portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis-jenis lain.
- Jenis II yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat atau kalor hidrasi sedang.
- Jenis III semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah pengikatan terjadi.
- Jenis IV yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan kalor hidrasi rendah.
- Jenis V yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan tinggi terhadap sulfat.

Keunggulan dari PCC (*Portland Composite Cement*) yaitu lebih mudah dikerja, suhu beton lebih rendah sehingga tidak mudah retak, permukaan acian dan beton lebih halus, lebih kedap air, mempunyai kekuatan yang lebih tinggi dibanding OPC (*Ordinary Portland Cement*). Hasil pengujian kimia dan pengujian fisika dapat dilihat pada Tabel 2.6.

Tabel 2.3. Spesifikasi Semen Portland Komposit (PCC)

Jenis Pengujian	Satuan	SNI 15-7064 - 2004	Semen (PCC)
Pengujian Kimia			
SO ₃		Max 4,0	2,16
MgO		Max 6,0	0,97
Hilang Pijar		Max 5,0	1,98
Pengujian Fisika			
Kehalusan			
- Dengan alat <i>Belaine</i>	<i>m²/Kg</i>	Min 280	365
- Sisa diatas ayakan 0,045 mm	%	-	9,0
Waktu Pengikatan (<i>Alat Vicast</i>)			
- Setting awal	<i>Menit</i>	Min 45	120
- Setting akhir	<i>Menit</i>	Max 375	300
Kekekalan dengan <i>Autoclave</i>			
- Pemuaiian	%	Max 0,8	-
- Penyusutan	%	Max 0,2	0,02
Kuat Tekan			
- 3 Hari	<i>Kg/cm²</i>	Min 125	185
- 7 Hari	<i>Kg/cm²</i>	Min 200	263
- 28 Hari	<i>Kg/cm²</i>	Min 200	410
Panas hidrasi		Max 12	2,75
- 7 Hari	<i>Cal/gr</i>	-	6,00
- 28 Hari	<i>Cal/gr</i>	-	72,21
Kandungan udara mortar	%	Max 12	5,25

Sumber : SNI 15-7064 - 2004

Selain semen Portland di atas, juga terdapat beberapa jenis semen lain :

1. *Blended Cement* (Semen Campur)

Semen campur dibuat karena dibutuhkannya sifat-sifat khusus yang tidak dimiliki oleh semen portland. Untuk mendapatkan sifat khusus tersebut diperlukan material lain sebagai pencampur. Jenis semen campur :

- *Portland Pozzolan Cement* (PPC)
- *Portland Blast Furnace Slag Cement*
- *Semen Mosonry*
- *Portland Composite Cement* (PCC)

2. *Water Proofed Cement*

Water proofed cement adalah campuran yang homogen antara semen portland dengan “*Water proofing agent*”, dalam jumlah yang kecil.

3. *White Cement* (Semen Putih)

Semen putih dibuat untuk tujuan dekoratif, bukan untuk tujuan konstruktif.

4. *High Alumina Cement*

High alumina cement dapat menghasilkan beton dengan kecepatan pengerasan yang cepat dan tahan terhadap serangan sulfat, asam akan tetapi tidak tahan terhadap serangan alkali.

5. Semen Anti Bakteri

Semen anti bakteri adalah campuran yang homogen antara semen Portland dengan “*anti bacterial agent*” seperti *germicide*.

2.3.3 Agregat

Berdasarkan SNI 2847:2013, agregat merupakan bahan berbutir, seperti pasir, kerikil, batu pecah, dan slag tanur (*blast-fumace slag*) yang digunakan dengan media perekat untuk menghasilkan beton, mortar semen hidrolis.

Agregat berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar atau beton yang terdiri dari agregat halus dan agregat kasar. Agregat halus untuk beton adalah agregat berupa pasir alam yang mempunyai ukuran butir 5 mm. Agregat kasar untuk beton adalah agregat berupa

kerikil sebagai hasil disintegrasi alami dari batu-batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari pemecahan batu, dan mempunyai ukuran butir antara 5-40 mm.

2.3.3.1 Agregat Halus

Agregat halus adalah pasir alam sebagai hasil disintegrasi alami batuan atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir sebesar 5mm. Pasir yang digunakan dalam campuran adukan beton harus memenuhi syarat – syarat, yaitu :

- a. Agregat halus terdiri dari butir – butir yang tajam dan keras. Butir – butiran agregat halus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca, seperti terik matahari atau hujan.
- b. Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5 %. Lumpur adalah bagian yang dapat melalui saringan 0.063 mm. Bila kadar lumpur melampaui 5 % maka agregat harus dicuci dahulu sebelum digunakan pada campuran.
- c. Agregat halus tidak boleh mengandung zat organik terlalu banyak yang harus dibuktikan dengan warna dari Abrams – Harder.
- d. Agregat halus terdiri dari butir – butir beraneka ragam besarnya dan apabila diayak, harus memenuhi syarat – syarat.

Agregat yang baik dalam pembuatan beton harus memenuhi persyaratan, yaitu :

- a. Harus bersifat kekal, berbutir tajam dan kuat.

- b. Tidak mengandung lumpur lebih dari 5 % untuk agregat halus dan 1 % untuk agregat kasar.
- c. Tidak mengandung bahan-bahan organik dan zat-zat yang reaktif alkali, dan
- d. Harus terdiri dari butir-butir yang keras dan tidak berpori.

Spesifikasi karakteristik agregat halus (pasir) pada tabel 2.7

Tabel 2.4. Karakteristik agregat halus

Jenis Pengujian	Spesifikasi	SNI
Analisa Saringan	Daerah 1 - 4	SNI 8321 - 2016
Berat Jenis	1,6 – 3,2	SNI 1969 – 2008
Penyerapan	0,2 % – 2 %	SNI 1969 – 2008
Berat Isi	1,4 – 1,9 gr/cm ³	SNI 1973 – 2008
Kadar Air	3 % - 5 %	SNI 1971 – 2011
Kadar lumpur	≤ 5 %	SNI ASTM C117 : 2017

Sumber : SNI (Standar Nasional Indonesia)

Tabel 2.5. Gradasi standar agregat halus

Ukuran Saringan (mm)	Persebtase Lolos
9,5	100
4,75	95 – 100
2,36 (No 8)	80 – 100
1,18 (No 16)	50 – 85
0,6 (No 30)	25 – 60
0,3 (No 50)	10 - 30
0,15 (No 100)	2 – 10
Pan	

Sumber: ASTM C-33

2.3.3.2 Agregat Kasar

Agregat kasar adalah kerikil sebagai hasil desintegrasi alami dari batu atau berupa batu pecah yang diperoleh dari industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir antara 5 mm – 40 mm (SNI 03-2834-2000). Agregat kasar diperoleh dari alam dan juga dari proses memecah batu alam.

Agregat alami dapat diklasifikasikan ke dalam sejarah terbentuknya peristiwa geologi, yaitu agregat beku, agregat sediment dan agregat metamorf, yang kemudian dibagi menjadi kelompok – kelompok yang lebih kecil.

Agregat pecahan diperoleh dengan memecah batu menjadi berukuran butiran yang diinginkan dengan cara meledakan, memecah, menyaring, dan seterusnya.

➤ Jenis agregat kasar yang umum adalah :

- Batu pecah alami : Bahan ini didapat dari cadangan atau batu pecah alami yang digali.
- Kerikil alami : Kerikil didapat dari proses alami, yaitu dari pengikisan tepi maupun dasar sungai oleh air sungai yang mengalir.
- Agregat kasar buatan : Terutama berupa slag atau shale yang biasa digunakan untuk beton berbobot ringan.
- Agregat untuk pelindung nuklir dan berbobot berat : Agregat kasar yang diklasifikasi disini misalnya baja pecah, barit, magnetit dan limonit.

Tabel 2.6. Karakteristik Agregat Kasar (Batu Pecah)

Jenis Pengujian	Spesifikasi	SNI
Analisa Saringan	Daerah 1 -4	SNI 8321 - 2016
Berat Jenis	1,6 – 3,2	SNI 1969 – 2008
Penyerapan	0,2 % – 4,6 %	SNI 1969 – 2008
Berat Isi	1,6 – 1,9 gram/cm ³	SNI 1973 – 2008
Kadar Air	0,5 % - 2 %	SNI 1971 – 2011
Kadar lumpur	≤ 1 %	SNI ASTM C117 : 2017

Sumber : SNI (Standar Nasional Indonesia)

Tabel 2.7. Gradasi standar agregat kasar

Ukuran Saringan (mm)	Persentase Lolos		
	37,5 - 4,75	19,0 - 4,75	12,5 - 4,75
50	100	-	-
38,1	95 – 100	-	-
25	-	100	-
19	35 – 70	90 - 100	100
12,5	-	-	90 - 100
9,5	10 – 30	20 - 55	40 - 70
4,75	0 – 5	0 - 10	0 - 15
2,36	-	0 - 5	0 - 5
Pan			

Sumber: ASTM C-33

Agregat kasar diperoleh dari alam dan juga dari proses memecah batu alam. Agregat alami dapat diklasifikasikan ke dalam sejarah terbentuknya peristiwa geologi, yaitu agregat beku, agregat sediment dan agregat metamorf, yang kemudian dibagi menjadi kelompok – kelompok

yang lebih kecil. Agregat pecahan diperoleh dengan memecah batu menjadi berukuran butiran yang diinginkan dengan cara meledakan, memecah, menyaring, dan seterusnya.

Karakteristik agregat kasar yang dapat mempengaruhi sifat – sifat dan mutu beton adalah :

- Gradasi, mempengaruhi kekuatan.
- Kadar air, mempengaruhi perbandingan air semen.
- Kebersihan, mempengaruhi kekuatan dan keawetan.

2.4 Material Tambahan

2.4.1 Semen Portland Putih

Semen portland putih secara fisik berbeda dengan semen abu-abu hanya dalam hal warnanya. Perilaku pengaturan dan pengembangan kekuatannya pada dasarnya sama dengan yang diharapkan pada semen abu-abu, dan memenuhi spesifikasi standar seperti ASTM C 150.

Semen Portland Putih adalah Semen hidrolis yang berwarna putih dan dihasilkan dengan cara menggiling terak semen portland putih yang terutama terdiri atas kalsium silikat dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat. Semen portland putih digunakan untuk semua tujuan di dalam pembuatan adukan semen serta beton yang tidak memerlukan persyaratan khusus, kecuali warna putihnya.



Gambar 2.1 Semen Portland Putih

Semen portland putih/aplus adalah bubuk berkualitas tinggi yang cocok digunakan untuk exposed plafon precast, dinding beton, dan kolom beton dengan sistem sangat tipis yaitu 1-3 mm.

1. Keunggulan

- a. Kualitas baik
- b. Cepat dan mudah penggunaannya
- c. Daya retak tinggi
- d. Tahan lama dan mengandung water resistance
- e. Tidak mudah retak

2. Data Teknis

- a. Warna : Putih
- b. Komposisi : Semen, Serbuk kapur, dan polymer
- c. Kebutuhan Air : 5 – 7 Liter/20kg
- d. Berat Jenis Kering : 1,2 gr/cc
- e. Berat Jenis Basah : 1,7 gr/cc

f. Daya Sebar : 7 – 8 mm² (tebal 2mm)

3. Area Aplikasi

- a. Dinding Beton
- b. Beam Surface
- c. Kolom Beton

4. Penyimpanan

- a. Masa pakai penyimpanan adalah 12 bulan.
- b. Simpanlah tempat kering dan jauh dari genangan air dan area kelembaban tinggi.

Semen portland putih harus memenuhi syarat kimia dan fisika seperti tertera pada table berikut :

Tabel 2.8. Syarat kimia

No.	Jenis uji	Satuan	Persyaratan
1.	MgO	%	maks. 5,0
2.	SO ₃	%	maks. 3,5
3.	Fe ₂ O ₃	%	maks. 0,4
4.	Hilang pijar	%	maks 5,0
5.	Bagian tak larut	%	maks. 3,0
6.	Alkali sebagai Na ₂ O	%	maks. 0,6

Sumber : SNI 15-0129-2004

Tabel 2.9. Syarat fisika

No.	Uraian	Satuan	Persyaratan
1.	Kehalusan dengan alat blaine	m ² /kg	min.280
2.	Waktu pengikat dengan alat vicat - pengikatan awal - pengikatan akhir	menit menit	min. 45 maks. 375
3.	Kekekalan dengan autoclave - pemuaian	%	maks. 0,80
4.	Pengikatan semu -penetrasi akhir	%	min. 50
5.	Derajat warna putih (<i>whiteness</i>) - alat hunter lab - alat kett meter	% %	min. 90 min. 80
6.	Kuat tekan: 3 hari 7 hari 28 hari	kg/cm ² kg/cm ² kg/cm ²	min. 180 min 250 min. 350

Sumber : SNI 15-0129-2004

2.5 Pengujian Karakteristik Agregat

Pengujian karakteristik agregat meliputi :

2.5.1 Kadar air

Kadar air merupakan perbandingan anatar berat air yang terkandung dalam agregat dengan berat agregat dalam keadaan kering yang dinyatakan dengan persen (%).Berat air yang terkandung dalam agregat besar sekali pengaruhnya pada pekerjaan yang menggunakan agregat terutama beton. Dengan diketahuinya kadar air yang terkandung dalam agregat, maka perencanaan mix design menjadi lebih akurat karena adanya faktor koreksi kadar air campuran beton pada saat akan dilakukan pengecoran di lapangan.

Adapun rumus kadar air ditunjukkan pada persamaan 1 berikut :

$$W = \frac{W_1 - W_2}{W_2} - 100 \% \dots \dots \dots (1)$$

Dengan :

W : Kadar air (%)

W_1 : Berat agregat sebelum dioven (gr)

W_2 : Berat agregat setelah dioven (gr)

2.5.2 Kadar Lumpur

Agregat yang cocok untuk menghasilkan beton dengan mutu tinggi adalah harus bebas dari lempung, lanau dan bahan organik yang akan mengurangi kekuatannya. Adapun rumus kadar lumpur ditunjukkan pada persamaan 2 berikut :

$$\text{Kadar Lumpur} = \frac{VL}{VT} \times 100 \% \dots \dots \dots (2)$$

Dengan :

VL : Volume Lumpur (ml)

VT : Volume total (Lumpur + Pasir) (ml)

2.5.3 Berat Isi

Berat isi agregat adalah perbandingan antara berat dengan volume yang ditempatinya. Menentukan berat isi agregat dapat dilakukan dalam keadaan lepas dan keadaan padat. Adapun rumus berat volume ditunjukkan pada persamaan 3 berikut :

$$\text{Berat volume agregat} = \frac{W}{V} \dots \dots \dots (3)$$

Dengan :

W : Berat benda uji (kg)

V : Volume wadah (liter, cm^3)

2.5.4 Berat Jenis dan penyerapan untuk agregat kasar

- a. Berat jenis kering adalah perbandingan antara berat kering dan berat air yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu. Adapun rumus berat jenis kering ditunjukkan pada persamaan 4 berikut :

$$\text{Berat jenis kering} = \frac{C}{A-B} \dots \dots \dots (4)$$

Dengan :

A : Berat benda uji kondisi SSD (gr)

B : Berat benda uji kondisi SSD di air (gr)

C : Berat benda uji kering oven (gr)

- b. Berat jenis permukaan (kering SSD) yaitu perbandingan antara berat kering permukaan jenuh dengan berat air yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu. Adapun rumus berat jenis permukaan ditunjukkan pada persamaan 5 berikut :

$$\text{Berat jenis kering SSD} = \frac{A}{A-B} \dots \dots \dots (5)$$

Dengan :

A : Berat benda uji kondisi SSD (gr)

B : Berat benda uji kondisi SSD di air (gr)

- c. Berat jenis semu adalah perbandingan antara berat agregat kering oven dengan berat air yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu. Adapun rumus berat jenis semu ditunjukkan pada persamaan 6 berikut :

$$\text{Berat jenis semu} = \frac{C}{C-B} \dots\dots\dots(6)$$

Dengan :

B : Berat benda uji kondisi SSD (gr)

C : Berat benda uji kering oven(gr)

- d. Penyerapan adalah presentase yang menyatakan kebutuhan air yang akan diserap oleh agregat sehingga jenuh permukaan kering (JPK). Adapun rumus penyerapan ditunjukkan pada persamaan 7 berikut :

$$\text{Berat jenis semu} = \frac{A-C}{C} \times 100 \% \dots\dots\dots(7)$$

Dengan :

A : Berat benda uji kondisi SSD (gr)

C : Berat benda uji kering oven(gr)

2.5.5 Analisa Saringan

Analisa saringan agregat adalah salah satu analisa untuk mengetahui distribusi ukuran agregat kasar dengan menggunakan ukuran saringan standar tertentu yang ditunjukkan dengan lubang saringan (mm)

dan untuk menilai apakah agregat kasar yang akan digunakan cocok untuk produksi beton. Selain itu juga mendapatkan presentasi agregat kasar dalam campuran. Adapun modulus kehalusan yang diisyaratkan untuk agregat kasar yaitu 5.5 – 8.5.

Adapun rumus modulus kehalusan ditunjukkan pada persamaan 8 berikut:

$$F_{kasar} = \frac{\Sigma \% \text{komulatif tertahan saringan no } 100 \text{ s} / d \text{ saringanmaks}}{100} \quad (8)$$

2.5.6 Uji Slump

Uji slump adalah suatu uji empiris/metode yang digunakan untuk menentukan konsistensi/kekakuan (dapat dikerjakan atau tidak) dari campuran beton segar (*fresh concrete*) untuk menentukan tingkat workabilitynya. Kekakuan dalam suatu campuran beton menunjukkan berapa banyak air yang digunakan. Untuk itu uji slump menunjukkan apakah campuran beton kekurangan, kelebihan, atau cukup air.

Dalam suatu adukan / campuran beton, kadar air sangat diperhatikan karena menentukan tingkat workabilitynya atau tidak. Campuran beton yang terlalu cair akan menyebabkan mutu beton rendah, dan lama mengering. Sedangkan campuran beton yang terlalu kering menyebabkan adukan tidak merata dan sulit untuk dicetak.

2.6 Perancangan Proporsi Campuran Berdasarkan Pengalaman Lapangan Dan Hasil Campuran Uji

2.6.1 Deviasi Standar Contoh Uji

1. Bila fasilitas produksi beton mempunyai catatan uji kekuatan tidak lebih dari 24 bulan lamanya, deviasi standar contoh uji, **Ss**, harus didapatkan. Catatan uji dari mana **Ss** dihitung :
 - a. Harus mewakili material, prosedur control kualitas, dan kondisi yang serupa dengan yang diharapkan, dan perubahan-perubahan pada material ataupun proporsi campuran dalam data pengujian tidak perlu dibuat lebih ketat dari yang digunakan pada pekerjaan yang akan dilakukan.
 - b. Harus mewakili beton yang dibuat untuk memenuhi kekuatan yang diisyaratkan atau kekuatan tekan $f'c$ pada kisaran 7 Mpa.
 - c. Harus terdiri dari sekurang-kurangnya 30 hasil pengujian berurutan atau dua kelompok pengujian berurutan yang jumlahnya sekurang-kurangnya 30 hasil pengujian, kecuali sebagaimana yang ditentukan pada table 2.13.
2. Jika fasilitas produksi beton tidak mempunyai catatan hasil uji kekuatan yang memenuhi persyaratan (1), tetapi mempunyai catatan uji tidak lebih dari 24 bulan lamanya berdasarkan pada pengujian sebanyak 15 sampai 29 hasil pengujian secara berurutan, maka deviasi standar benda uji yang dihitung dan factor modifikasi dari tabel 2.13. agar dapat diterima, maka catatan hasil pengujian yang digunakan harus

memenuhi persyaratan (a) dan (b) dari (1), dan hanya mewakili catatan tunggal dari pengujian yang berurutan dalam periode waktu tidak kurang dari 45 hari kalender.

Table 2.10 Faktor Modifikasi Untuk Deviasi Standar Benda Uji Jika Jumlah Pengujian Kurang Dari 30

Jumlah Benda Uji	Faktor Modifikasi
< 15	Lihat Tabel 2.14 atau 2.15
15	1,16
20	1,08
25	1,03
> 30	1,00

Interpolasi untuk jumlah pengujian yang berada di antara nilai-nilai di atas, deviasi standar benda uji yang dimodifikasi S, yang digunakan untuk menentukan kuat tekan rata-rata yang diisyaratkan fcr dari tabel 2.14

Sumber : SNI 2847-2013

2.7 Uji Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton merupakan salah satu kinerja utama beton. Kekuatan tekan adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Walaupun dalam beton terdapat tegangan tarik yang kecil, diasumsikan bahwa semua tegangan tekan didukung oleh beton tersebut. Penentuan kekuatan tekan dapat dilakukan melalui pemeriksaan menggunakan alat uji kuat tekan dan benda uji (kubus atau silinder) pada umur 28 hari.

Kuat tekan beton adalah besarnya beban maksimum persatuan luas atau parameter yang menunjukkan besarnya beban yang dapat ditahan persatuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin kuat tekan, kuat

tekan beton merupakan gambaran dari mutu beton yang berkaitan dengan struktur beton. Kuat tekan beton merupakan parameter terpenting adalah lebih tahan terhadap tekan daripada tarik (Tjokrodimuljo, K.,1996). Kuat tekan beton merupakan salah satu sifat penting untuk menentukan mutu beton, sedangkan kualitas beton itu sendiri yang ditentukan oleh perbandingan semen, agregat halus, agregat kasar, air dan berbagai jenis bahan tambahan.

Beberapa faktor yang mempengaruhi kekuatan tekan beton yaitu proporsi bahan – bahan penyusunannya, metode perancangan, perawatan dan keadaan saat pengecoran dilaksanakan.

Pembuatan benda uji untuk kuat tekan adalah dengan cara memasukkan beton yang masih segar (fresh concrete) secara tiga lapis kedalam cetakan. Setiap lapis dipadatkan dengan cara menusuk – nusuknya dengan sebatang besi tumpul berdiameter 1 cm kemudian ditumbuk sebanyak 25 kali tiap lapisnya. Berdasarkan ASTM C39/C39M-01 pengujian kuat tekan beton dilakukan setelah benda uji berumur 28 hari. Benda uji dirawat dengan cara merendam dalam air. Sebelum dilakukan pengujian, benda uji dikeluarkan dari bak perendam dan dianginkan selama kurang lebih dua hari agar kering. Pengujian dilakukan dengan memberikan gaya tekan pada beton sampai benda uji pecah. Benda uji diratakan pada sisi atas (capping) agar beban yang terjadi benar – benar beban merata dan tidak terkonsentrasi.

Pengujian kuat tekan benda uji silinder 15 x 30 cm menggunakan alat Compression Testing Machine kapasitas 1500 Kn.

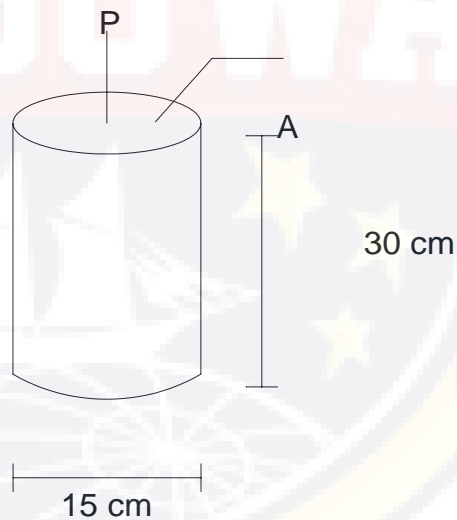
Rumus – rumus yang digunakan untuk menghitung kekuatan tekan beton adalah :

$$f'c = \frac{P}{A} (\text{Mpa}) \dots\dots\dots(9)$$

Dimana :

P = beban tekan maksimum (N)

A = luas penampang silinder = $\frac{1}{4}\pi D^2$ (mm^2)



Kekuatan tekan adalah beton rata – rata dihitung berdasarkan rumus berikut :

$$f_{cr} = \frac{\Sigma f'c}{N} (\text{Mpa}) \dots\dots\dots(10)$$

Sedangkan kekuatan tekan hancur karakteristik beton sesuai dengan peraturan SNI 2847 : 2013 dengan $f'c \leq 35$ Mpa dapat dihitung dengan rumus :

$$f'cr = f'c + 1.34 Sr \dots\dots\dots(11)$$

$$f'cr = f'c + 2.33.Sr - 3.5 \dots\dots\dots(12)$$

Untuk $f'c \geq 35$ Mpa dapat dihitung dengan rumus

$$f'cr = f'c + 1.34 Sr \dots\dots\dots(13)$$

$$f'cr = 0.90 f'c + 2.33 .Sr \dots\dots\dots(14)$$

Gunakan nilai $f'c$ yang terbesar.

Setelah mendapatkan nilai $f'c$ yang terbesar maka $f'c$ di bagi jumlah faktor modifikasi untuk deviasi standard benda uji.

2.8 Uji Kuat Tarik Belah

Metode pengujian ini mencakup cara penentuan kuat tarik belah benda uji yang dicetak berbentuk silinder atau beton inti yang diperoleh dengan cara pengeboran termasuk ketentuan peralatan dan prosedur pengujiannya serta perhitungan kekuatan tarik belahnya. Pengujian kuat tarik belah digunakan untuk mengevaluasi ketahanan geser dari komponen struktur yang terbuat dari beton yang menggunakan agrerat ringan.

Kekuatan tarik belah pada umumnya lebih besar dari kekuatan tarik langsung dan lebih rendah dari kekuatan lentur (*modulus of rupture*). Kekuatan tarik belah digunakan dalam mendesain elemen struktur beton untuk mengevaluasi ketahanan geser beton dan untuk menentukan Panjang penyaluran dari tulangan.

Pengujian kuat tarik belah dilakukan dengan membebani silinder sepanjang tinggi silinder, sehingga diperoleh kekuatan tarik maksimum yang menyebabkan beton tersebut hancur / terbelah.

Langkah-langkah pengujian kuat tarik belah beton adalah sebagai berikut:

- a. sebelum dilakukan pengujian dibuat catatan benda uji, baik nomor benda uji, nilai slump, tanggal pembuatan benda uji dan tanggal pengujian.
- b. Pengujian kuat tarik belah dilakukan dengan meletakkan benda uji pada sisinya di atas mesin dan beban tekan P dikerjakan secara merata dalam arah diameter di sepanjang benda uji.
- c. Lapisilah permukaan benda uji dengan pelat baja agar permukaan yang ditekan rata, dan usahakan benda uji berada dalam keadaan sentris.
- d. Jalankan mesin desak dengan kecepatan penambahan beban yang konstan, kemudian catat besarnya beban maksimum yang dapat diterima pada masing-masing benda uji.

Rumus yang digunakan untuk perhitungan kuat tarik belah beton adalah:

$$f'_{ct} = \frac{2P}{\pi L D} \dots \dots \dots (15)$$

Dimana :

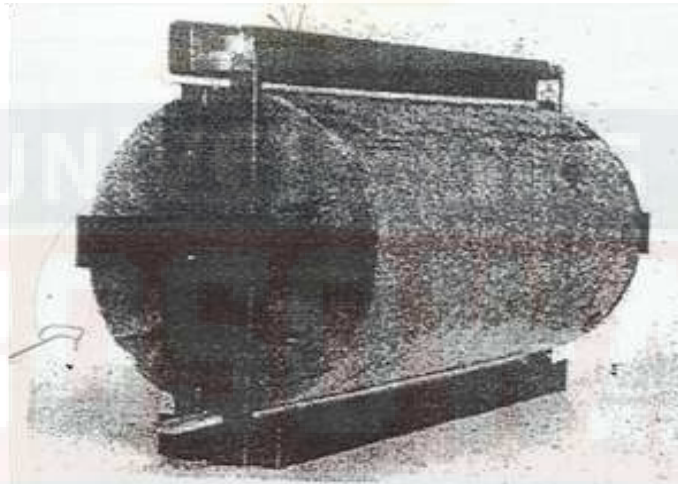
f'_{ct} = kuat tarik belah (MPa)

P = beban pada waktu belah (N)

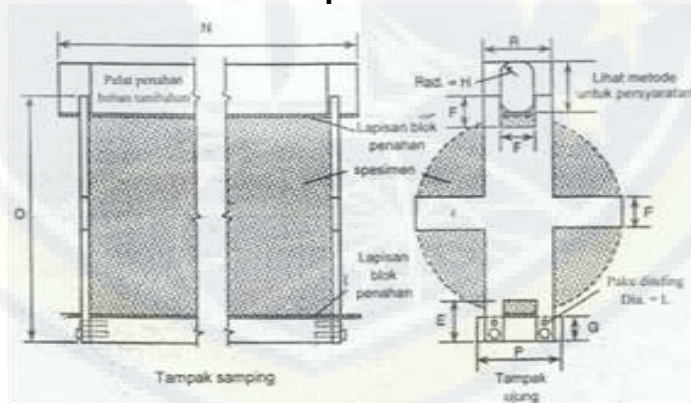
D = diameter benda uji silinder (mm)

L = panjang benda uji silinder (mm)

$\pi = 3.14, 22/7$



Gambar 2.1. Alat bantu jig untuk penandaan silinder beton dan bantalan perata beban



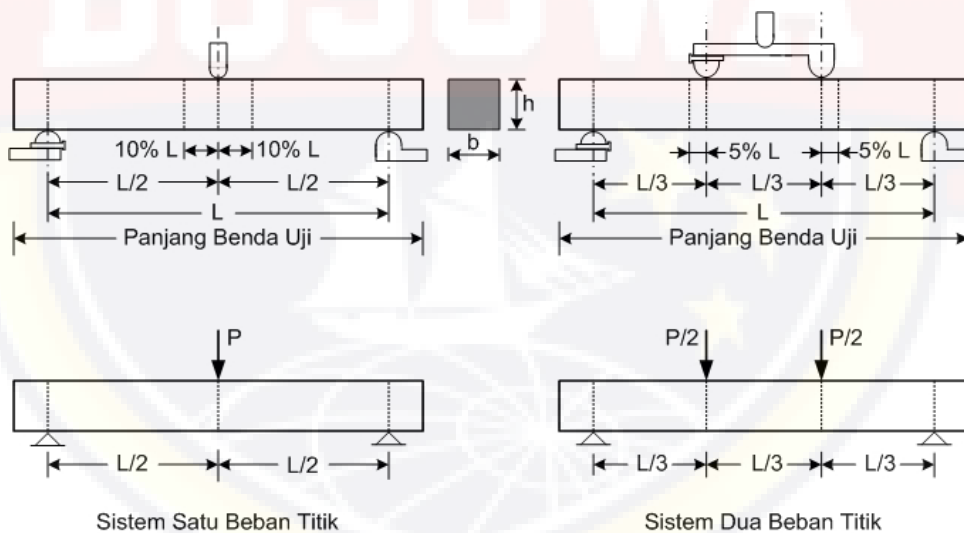
Gambar 2.2 Detail peralatan bantu penandaan specimen 150 mm x 300 mm (6 in. x 42 in.)

Gambar 2.2 adalah gambar rinci dari peralatan bantu yang ditunjukkan untuk tujuan :

- Bagian alas tempat untuk meletakkan bantalan perata pembebanan bagian bawah dan silinder.
- Batang perata beban tambahan sesuai dengan persyaratan dalam pasal 5 baik ukuran maupun kerataannya, dan
- Dua buah bagian tegak yang kegunaannya untuk meletakkan silinder uji, bantalan perata pembebanan, dan batang perata beban tambahan.

2.9 Uji Kuat Lentur Beton

Kuat lentur balok beton adalah kemampuan balok beton yang diletakan pada dua perletakan untuk menahan gaya dengan arah tegak lurus sumbu benda uji, sampai benda uji patah (SNI 03-4431-2011).



Gambar 2.3 Benda Uji, Perlengkapan dan Pembebanan

Pengujian kuat lentur diisyaratkan dalam SII 0016-72-SNI. Pengujian lentur menggunakan mesin uji lentur dengan jarak 30 cm. benda uji adalah pisma pembebanan pada $1/3$ bentang untuk

mendapatkan uji lentur murni tanpa gaya geser. Tegangan lentur yang didapat ternyata lebih tinggi dari pada tegangan lentur secara langsung dan beban lentur setiap 10 cm. pisau penumpu dan pelentur bergaris tengah 30 mm dibebani pada benda uji dengan penambahan kecepatan kurang lebih 1 kg/detik sampai benda uji patah. Bidang patahnya dihitung patahnya dan dihitung rata-ratanya.

Kuat lentur beton dihitung dengan ketentuan dan rumus-rumus yang tergantung metoda pengujian atau system pembebanan, sbb :

1. Sistem Pembebanan Dua Titik

- a. Bila akibat pengujian patahnya benda uji berada didaerah pusat pada 1/3 jarak titik perletakan pada bagian Tarik beton, maka dihitung menurut persamaan :

$$f_r = \frac{P L}{b h^2}$$

- b. Bila akibat pengujian benda uji patah diluar pusat (diluar 1/3 jarak titik perletakan) dibagian Tarik beton, dan jarak antar titik patah dan titik pusat (beban) kurang dari 5% jarak titik perletakan, maka kuat lentur beton dihitung dengan rumus :

$$f_r = \frac{3 P c}{b h^2}$$

- c. Untuk benda uji akibat pengujian patah diluar pusat pada bagian Tarik beton dan jarak antar titik patah dan titik pembebanan lebih dari 5% bentang, maka hasil pengujian tidak dipergunakan.

2. Sistem Pembebanan Satu Titik

- a. Bila akibat pengujian patahnya benda uji tepat berada dibawah beban (ditengah benda uji), maka dihitung menurut persamaan :

$$f_r = \frac{3 P L}{2 b h^2}$$

- b. Bila akibat pengujian benda uji patah tidak tepat dibawah beban dibagian Tarik beton dan jarak antara titik patah dan titik beban kurang dari 10% jarak titik perletakan, maka kuat lentur beton dihitung dengan rumus :

$$f_r = \frac{3 P c}{b h^2}$$

- c. Untuk benda uji akibat pengujian patah tidak tepat dibawah beban pada bagian tarik beton dan jarak antara titik patah dan titik beban lebih dari 10% bentang, maka hasil pengujian tidak dipergunakan.

Dengan :

f_r : Kuat lentur benda uji

P : Beban maksimum

L : Jarak (bentang) antara dua perletakan

b : Lebar tampang lintang patah

h : Tinggi tampang lintang patah

c : Jarak rata-rata antara tampang lintang patah dan tumpuan

terdekat, di ukur pada empat tempat pada sisi titik dari bentang.

2.10 Penelitian Terdahulu

2.10.1 Pengaruh Semen Putih Terhadap Kuat Tekan Beton,

Wirabuana (2020)

Notasi	Sampel	Berat (kg)	Beban Maksimum	Kekuatan Tekan	Rata – rata
BSP 20	1	12280	360	20.8	22.0
	2	12385	375	21.6	
	3	12110	410	23.7	

Dari hasil penelitian kuat tekan beton variasi pada table diatas, terlihat bahwa kuat tekan bsp 20 lebih tinggi dari beton normal dengan nilai kuat tekan rata-rata sebesar 22,0 Mpa.

2.10.2 Penelitian Anggi Suryani, Sri Hartati Dewi, Harmiyati (2018)

Penelitian Anggi Suryani, Sri Hartati Dewi, Harmiyati, Program

Studi Teknik Sipil, Universitas Islam Riau (2018) dengan judul, Korelasi Kuat Lentur Beton Dengan Kuat Tekan Beton. Penelitian ini menggunakan metode Departemen of Environment (DoE) dalam SNI 03-2834-2000 untuk mix design beton. Perencanaan mutu beton K-500 dan kuat lentur rencana $f_s = 45 \text{ kg/ (4,4 MPa)}$ dengan penggunaan bahan tambah superplaticizer 0,5% merk TanCem 20 RA dengan benda uji balok, silinder, dan kubus, dengan slump rencana 30-60 mm.

Hasil penelitian bahwa pada perawatan 14 dan 28 hari diperoleh hasil pengaruh terhadap beton tanpa superplaticizer 0,5% dengan beton penggunaan bahan tambahan superplaticizer 0,5% terjadi peningkatan

pada perawatan 14 hari dengan benda uji balok sebesar 3,26% dan kubus sebesar 22,25%. Peningkatan pada perawatan 28 hari benda uji balok sebesar 3,36%, silinder sebesar 8,09% dan kubus sebesar 7,56%. Terjadi penurunan pada perawatan 14 hari dengan benda uji silinder sebesar 3,21%.

Hasil korelasi kuat lentur dengan kuat tekan beton benda uji balok dan silinder, dari hasil mendapatkan nilai korelasi pada perawatan 14 hari tanpa dan dengan tambahan zat addiktif superplaticizer 0,5% didapat persamaan bahwa $f_s = K\sqrt{f'_c}$: nilai K sebesar 0,96 dan 0,87, sedangkan pada perawatan 28 hari tanpa dan dengan tambahan zat addiktif superplaticizer 0,5% didapat persamaan bahwa $f_s = K\sqrt{f'_c}$: nilai K sebesar 0,86 dan 0,99, maka dapat disimpulkan dari hasil penelitian ini nilai korelasi kuat lentur beton dengan kuat tekan beton bahwa berhubungan sangat kuat yang mana nilai koefisien korelasi di antara 0,80 sampai 1,00.

2.10.3 Penelitian Suhendra (2017)

Penelitian Suhendra, Universitas Batanghari (2017), dengan judul Kajian Hubungan kuat lentur dengan kuat tekan beton. Dalam penelitian ini harus melakukan trial mix sedemikian rupa sehingga kuat lentur 45 kg/cm² (4,4 MPa) tercapai. Pada nilai kuat lentur beton (f_r) berdasarkan nilai kuat tekannya (f'_c), SNI 2847:2013 telah menyatakan hubungannya dengan suatu formula, yakni ($f_r = 0,62\sqrt{f'_c}$).

Hasil uji menunjukkan bahwa nilai kuat lentur pada umur 28 hari

meningkat tidak terlalu tinggi dibanding kuat lentur umur 7 hari. Kuat tekan umur 28 hari jauh lebih besar dibanding kuat tekan umur 7 hari.

2.10.4 Penelitian Geertruida Eveline Untu, E. J. Kumaat, R. S. Windah

Penelitian Geertruida Evelin Untu, E. J. Kumaat, R.S. Windah, Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado, dengan judul Pengujian Kuat Tarik Belah Dengan Variasi Kuat Tekan Beton. Pada penelitian ini dilakukan perawatan selama 28 hari dengan benda uji yang digunakan adalah silinder 100x200 mm sebanyak 25 buah untuk pengujian kuat tekan dan 25 buah untuk pengujian kuat tarik belah. Variasi kuat tekan yang digunakan yaitu 20, 25, 30, 35, dan 40 MPa.

Hasil pengujian kuat tekan beton normal untuk masing-masing benda uji yang menggunakan agregat kasar dan agregat halus yang berbeda-beda dapat dilihat pada table berikut:

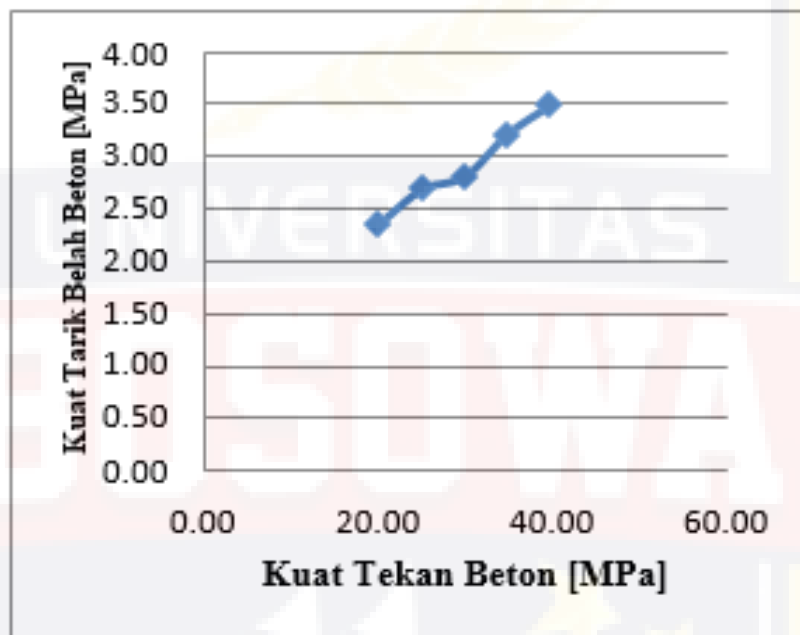
Spesimen	Kuat Tekan Beton Rata-Rata (Mpa) Umur 28 hari
C 20	20.16
C 25	25.13
C 30	30.06
C 35	34.87
C 40	39.76

Tabel 2.11. Hasil Pemeriksaan Kuat Tekan Beton Rata-Rata dengan Variasi Kuat Tekan Beton

Hasil pengujian kuat tarik belah beton untuk masing-masing benda uji yang dengan variasi kuat tekan beton dapat dilihat pada tabel berikut :

Spesimen	Kuat Tarik Belah Beton Rata-Rata, f_{sp} [MPa]
C 20	2.36
C 25	2.69
C 30	2.81
C 35	3.21
C 40	3.49

Tabel 2.12. Hasil Pemeriksaan Kuat Tarik Belah Beton Rata-Rata dengan Variasi Kuat Tekan Beton



Gambar 2.13. Grafik Hubungan Antara Nilai Kuat Tarik Belah Beton Dengan Variasi Kuat Tekan Beton

Hasil pengujian menyatakan bahwa nilai kuat tarik belah pada beton mengalami kenaikan yaitu semakin besar nilai kuat tekan maka nilai kuat tarik belah yang dihasilkan semakin besar pula.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Umum

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental laboratorium di Laboratorium Universitas Bosowa Makassar dengan membuat beton mutu normal dengan parsial semen portland putih sebanyak 10%, 20%, dan 30%. Jumlah sampel yang digunakan sebanyak 45 beton, 24 beton normal dan 21 beton variasi. Pengujian kuat tekan, kuat garis belah dan kuat lentur beton dilakukan setelah benda uji berumur 28 hari.

3.2 Data dan Sumber Data

1. Data primer

Data primer dalam penelitian ini adalah data yang diperoleh langsung dari pengujian di laboratorium teknik sipil Universitas Bosowa Makassar.

2. Data sekunder

Data sekunder dalam penelitian ini adalah jurnal – jurnal penelitian terdahulu yang berkaitan dengan judul skripsi.

3.3 Tahapan Penelitian

3.3.1 Kajian Pustaka

1. Persiapan alat dan bahan material
 - a. Agregat Kasar (Batu pecah 1-2)

b. Agregat Halus (Pasir)

c. Semen

d. Semen Putih

2. Pengujian Material :

a. Analisa saringan (SNI 3423 – 2008)

b. Berat Jenis (SNI 1969 – 2008)

c. Berat Isi (SNI 1973 - 2008)

d. Kadar Air (SNI 1971 – 2011)

e. Kadar Lumpur (SNI 03 – 4142 – 1996)

3. Pembuatan Benda Uji /Mix Design (SNI 2847 -2013)

a. Beton Normal

- Pengujian Slump Beton (SNI 1972 – 2008)
- Perawatan beton (Perendaman) selama 28 hari
- Pengujian Kuat Tekan Beton $f'c$ 20 MPa (SNI 1974 – 2011)
- Pengujian Kuat Tarik Belah $f'c$ 20 MPa (SNI 03-2491-2002)
- Pengujian Kuat Lentur Beton $f'c$ 20 MPa (SNI 03-2491-2002)
- Pembuatan Benda Uji /Mix Design (SNI 2847 -2013)

b. Beton Variasi

- Pengujian Slump Beton (SNI 1972 – 2008)
- Perawatan beton (Perendaman) selama 28 hari
- Pengujian Kuat Tekan Beton $f'c$ 20 MPa (SNI 1974 – 2011)
- Pengujian Kuat Tarik Belah $f'c$ 20 MPa (SNI 03-2491-2002)

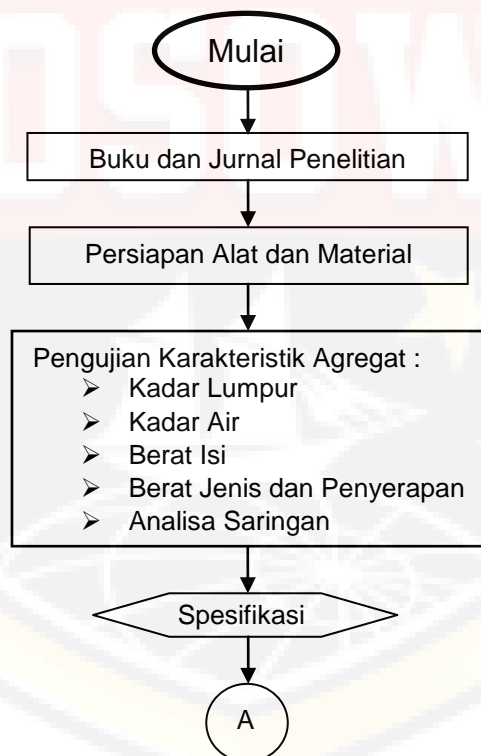
- Pengujian Kuat Lentur Beton $f'c$ 20 MPa (SNI 03-2491-2002)

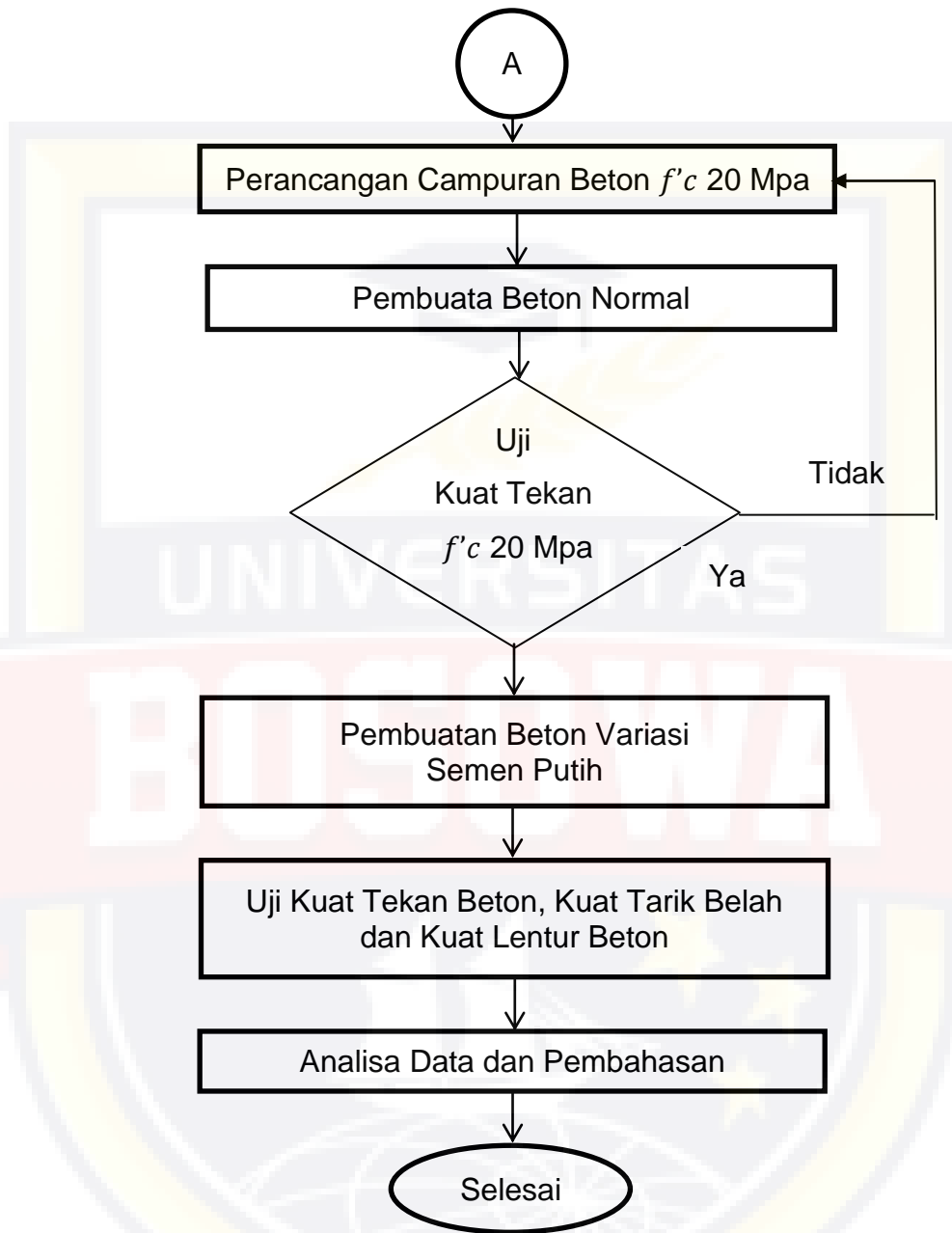
3.4 Waktu dan Tempat Penelitian

1. Pelaksanaan pengujian kuat tekan, kuat tarik belah, dan kuat lentur beton dilakukan dilaboratorium universitas bosowa makassar.
2. Pelaksanaan dilakukan pada bulan Juni – Agustus 2021.

3.5 Bagan Alur Penelitian

Adapun Alur penelitian ini secara garis besar dapat dilihat pada diagram alir berikut ini.





Gambar 3.1. Diagram alur bagan

3.6 Notasi dan Jumlah Sampel

Tabel 3.1 Benda uji Beton Normal

No	Uraian	Material				Notasi	Sampel
		Bp	Pasir	PCC	Air		
1	Uji Kuat Tekan	a%	b%	c%	d%	BN	20
2	Uji Kuat Tarik Belah	a%	b%	c%	d%	BN	3
3	Uji Kuat Lentur	a%	b%	c%	d%	BN	1
Jumlah Sampel							24

Tabel 3.2 Variasi Benda Uji Kuat Tekan, Kuat Tarik Belah, dan Kuat Lentur Beton

No	Uraian	Material					Notasi	Sampel
		Bp	Pasir	Air	PCC	SP		
1	Uji Kuat Tekan	a%	b%	c%	90%	10%	CSP10	3
		a%	b%	c%	80%	20%	CSP 20	3
		a%	b%	c%	70%	30%	CSP 30	3
2	Uji Kuat Tarik Belah	a%	b%	c%	90%	10%	TSP 10	3
		a%	b%	c%	80%	20%	TSP 20	3
		a%	b%	c%	70%	30%	TSP 30	3
3	Uji Kuat Lentur	a%	b%	c%	90%	10%	LSP 10	1
		a%	b%	c%	80%	20%	LSP 20	1
		a%	b%	c%	70%	30%	LSP 30	1
Jumlah Sampel							21	

Simbol :

C : Kuat Tekan

SP : Semen Putih

T : Kuat Tarik

PCC : Semen jenis PCC

L : Kuat Lentur

3.7 Metode Analisis

3.6.1 Pengaruh Semen Putih Terhadap Kuat Tekan, Kuat Tarik Belah, Dan Kuat Lentur Beton

Semen putih dapat meningkatkan kekuatan tekan, tarik belah, dan lentur beton pada persentase tertentu.

3.6.2 Hubungan Semen Putih Terhadap Kuat Tekan, Kuat Tarik Belah, Dan Kuat Lentur Beton

Berdasarkan dengan kajian Pustaka yang dilakukan dapat disimpulkan hipotesa dengan :

1. Variasi semen putih yakni akan menambahkan kuat tekan beton dengan rata – rata penambahan kuat tekan beton 5% - 10%.
2. Rumus Hubungan Kuat Tekan Dengan Kuat Tarik Belah :

$$f_{ct} = a\sqrt{f'c}$$

3. Koefisien a pada hubungan f'c dan fct dapat ditentukan dengan membuat *curve fitting* dengan menggunakan metode *lesst squares approximation*.

$$\sum_{i=1}^3 (aX_i - Y_i\sqrt{X_i})$$

Dengan :

X_i = Kuat Tekan Beton Sampel-i

Y_i = Kuat Tarik Belah Sampel-i

a = Faktor Kolerasi Antara Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah

4. Korelasi kuat lentur beton dengan kuat tekan beton berhubungan sangat kuat. Semakin tinggi kuat tekan beton, maka kuat lentur juga akan meningkat. Hubungan antara kuat tekan dan kuat lentur selalu bersifat para bola.

5. Peraturan SNI 03-2847-2002 menetapkan nilai modulus keruntuhan lentur untuk beton normal (tanpa tulangan) yaitu :

$$f'r = 0,70 \sqrt{f'c}$$

UNIVERSITAS

BOSOWA

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengujian

4.1.1 Karakteristik Agregat

Pengujian karakteristik agregat didasarkan pada SNI. Hasil pengujian dapat dilihat pada table 4.1 dan 4.2.

Tabel 4.1 Rekapitulasi Hasil Pengujian Agregat Halus

No	Karakteristik Agregat	Spesifikasi Interval	Hasil Pemeriksaan	Keterangan
1	Analisa Saringan	-	Lihat Lampiran	Memenuhi
2	Kadar Lumpur	Maksimal 5%	3,64%	Memenuhi
3	Kadar Air	3%-5%	3,40%	Memenuhi
4	Berat Isi			
	-Lepas	1,4-1,9 gram/cm ³	1,48 gram/cm ³	Memenuhi
	-Padat		1,71 gram/cm ³	Memenuhi
5	Absorpsi	0,2% - 2%	1,12%	Memenuhi
6	Berat Jenis Spesifik			
	-Berat Jenis Curah	1,6 - 3,2	2,45	Memenuhi
	-Berat Jenis SSD	1,6 - 3,2	2,48	Memenuhi
	-Berat Jenis Semu	1,6 - 3,2	2,52	Memenuhi

Sumber : Hasil Pengujian

Tabel 4.2 Rekapitulasi Hasil Pengujian Agregat Kasar

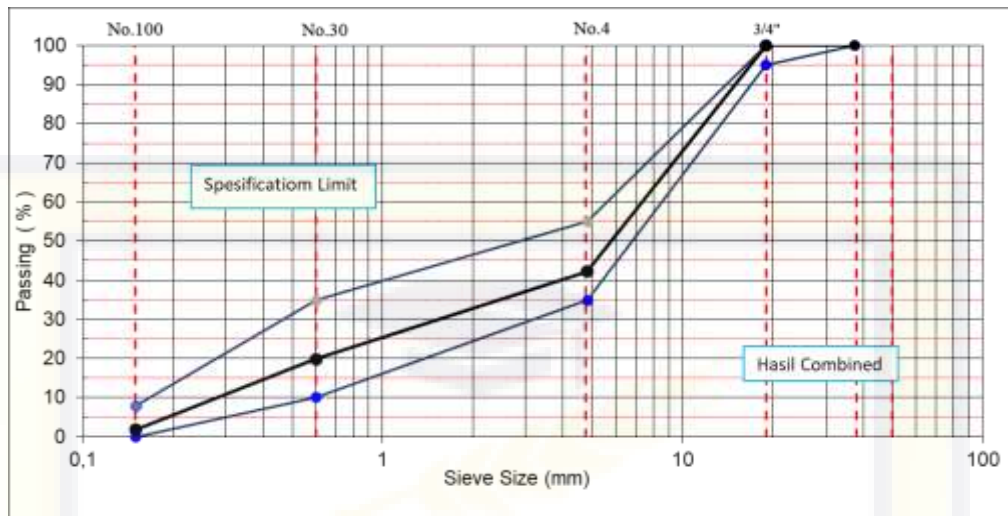
No	Karakteristik Agregat	Spesifikasi Interval	Hasil Pemeriksaan	Keterangan
1	Analisa Saringan	-	Lihat Lampiran	Memenuhi
2	Kadar Lumpur	Maksimal 1%	0,93%	Memenuhi
3	Kadar Air	0,5%-2%	0,81%	Memenuhi
4	Berat Isi			
	-Lepas	1,6-1,9 gram/cm ³	1,63 gram/cm ³	Memenuhi
	-Padat		1,75 gram/cm ³	Memenuhi
5	Absorpsi	0,2% - 4%	2,59%	Memenuhi
6	Berat Jenis Spesifik			
	-Berat Jenis Curah	1,6 - 3,2	2,56	Memenuhi
	-Berat Jenis SSD	1,6 - 3,2	2,63	Memenuhi
	-Berat Jenis Semu	1,6 - 3,2	2,74	Memenuhi

Sumber : Hasil Pengujian

Material yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari agregat alam yaitu agregat halus (pasir) dan agregat kasar (batu pecah ukuran maksimum 20 mm) yang berasal dari Pakkato, Gowa. Berdasarkan pelaksanaan pemeriksaan agregat di Laboratorium Bahan dan Struktur Beton Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar, diperoleh hasil pemeriksaan karakteristik.

4.1.2 Gradasi Gabungan Agregat

Gradasi penggabungan agregat diperoleh dengan menggunakan gradasi gabungan 60% agregat kasar dan 40% agregat halus.



Gambar 4.1 Grafik Gradasi Penggabungan Agregat

Dari kombinasi penggabungan agregat didapatkan komposisi yang akan digunakan dalam pencampuran beton (mix design).

4.1.3 Mix Design

Pada penelitian ini digunakan mix design metode Standar Nasional Indonesia (SNI) Nomor 03-2834-2000 untuk komposisi beton normal 20 Mpa, sedangkan untuk beton variasi, semen putih sebagai pengganti parsial semen, dilakukan sesuai variasi yang telah ditentukan.

Tabel 4.3 Komposisi Kebutuhan Bahan Campuran Beton Normal

BAHAN BETON	BERAT/M ³ BETON (kg)	VOLUME BENDA UJI	BERAT UTK 1 SAMPEL (kg)
Air	207.64	0.0053	1.10
Semen	379.63		2.01
Pasir	691.56		3.66
Bp Maks 20	996.17		5.28

Sumber : Hasil Pengujian

Perhitungan Volume Benda Uji

Silinder 15 cm x 30 cm

$$V = 1/4 \times \pi \times D^2 \times t$$

$$V = 1/4 \times 3,14 \times (0,15)^2 \times 0,3$$

$$V = 0.0053 \text{ m}^3 \quad (\text{ untuk 1 benda uji })$$

4.1.4 Workability

Pengukuran slump test dilakukan untuk mengetahui kelecakan (workability) adukan beton. Kelecakan adukan beton merupakan ukuran dari tingkat kemudahan campuran untuk diaduk, diangkut, dituang, dan dipadatkan tanpa menimbulkan pemisahan bahan penyusun beton (segregasi).

Tingkat kelecakan ini dipengaruhi oleh komposisi campuran, kondisi fisik dan jenis bahan pencampurnya.

Tabel 4.4 Nilai Slump

No	Notasi	Nilai Slump
1	BN	8
2	BSP 10%	7,5
3	BSP 20%	7,5
4	BSP 30%	7,5

Sumber : Hasil Pengujian

4.1.5 Tabel Hasil Uji Kuat Tekan Beton Normal

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Normal

No Benda Uji	Luas Penampang (cm ²)	Umur (Hari)	Beban Maksimum (KN)	Kekuatan Tekan (N/mm ²)
1	176.786	28	350	19.8
2	176.786	28	390	22.06
3	176.786	28	380	21.49
4	176.786	28	340	19.23
5	176.786	28	370	20.93
6	176.786	28	360	20.36
7	176.786	28	355	20.08
8	176.786	28	345	19.52
9	176.786	28	340	19.23
10	176.786	28	405	22.91
11	176.786	28	370	20.93
12	176.786	28	350	19.8
13	176.786	28	370	20.93
14	176.786	28	350	19.8
15	176.786	28	395	22.34
16	176.786	28	375	21.21
17	176.786	28	365	20.65
18	176.786	28	345	19.52
19	176.786	28	370	20.93
20	176.786	28	355	20.08
Jumlah				411.8
Kuat Tekan Rata-rata (f'cr)				20.59
Standar Deviasi				1.009
Kuat Tekan Karakteristik (f'cr)				21.74

Sumber : Hasil Pengujian

Untuk menghitung kekuatan tekan beton rata – rata

$$f_{cr} = \frac{\sum f'_c}{N} \text{ (Mpa)} = \frac{411.8}{20} \text{ (Mpa)} = 20.59 \text{ Mpa}$$

Untuk menghitung standar deviasi

$$s_r = \sqrt{\frac{\sum (f'_c - f_{cr})^2}{n-1}} = 1.009$$

Untuk menghitung kuat tekan karakteristik

$$f_{cr} = f'_c + 1.34 S_r$$

Persamaan I

$$f_{cr} - 1.34 S_r = f'_c$$

$$\begin{aligned} f'_c &= 20.59 - 1.34 (1.009) \\ &= 19.24 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

$$f'_{cr} = f'_c + 2.3 (1.009) - 3.5$$

Persamaan II

$$\begin{aligned} f'_c &= f_{cr} - 2.3 (1.009) + 3.5 \\ &= 20.59 - 2.35 + 3.5 \\ &= 21.74 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

Gunakan nilai terbesar

Faktor modifikasi untuk 20 sampel adalah 1.08

$$f_c = \frac{21.74}{1.08} = 20.13 \text{ Mpa}$$

4.1.6 Hasil Kuat Tarik Belah Beton Normal

Tabel 4.6 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton Normal

No Benda Uji	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	Luas Penampang (cm ²)	Umur (Hari)	Beban Maksimum (KN)	Kuat Tarik belah (N/mm ²)
1	15	30	176.786	28	155	2.19
2	15	30	176.786	28	135	1.91
3	15	30	176.786	28	160	2.26
Jumlah					450	6.37
Rata - rata						2.12

Sumber : Hasil Pengujian

$$f_{ct} = \frac{2P}{\delta LD}$$

$$T1 = \frac{2 (155 \times 1000)}{3,14 \times 300 \times 150}$$

$$= \frac{2 (155000)}{141300} = 2,19 \text{ Mpa}$$

$$T2 = \frac{2 (135 \times 1000)}{3,14 \times 300 \times 150}$$

$$= \frac{2 (135000)}{141300} = 1.91 \text{ Mpa}$$

$$T3 = \frac{2 (160 \times 1000)}{3,14 \times 300 \times 150}$$

$$= \frac{2 (160000)}{141300} = 2,26 \text{ Mpa}$$

4.1.7 Hasil Kuat Lentur Beton Normal

Tabel 4.7 Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton Normal

No Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Luas Penampang (mm ²)	Umur (Hari)	Beban Maksimum (KN)	Kuat Lentur (N/mm ²)
1	150	150	450	28	23	3.07

Sumber : Hasil Pengujian

Kuat Lentur (Modulus Of Repture) :

$$R = \frac{P L}{b d^2}$$

$$= \frac{23000 \times 450}{150 \times 150^2}$$

$$= \frac{10350000}{3375000}$$

$$= 3,07 \text{ Mpa}$$

4.1.8 Campuran Beton Variasi

Komposisi bahan campuran beton variasi kadar semen terhadap beton daur ulang dilakukan pendekatan perbandingan kuat tekan pada beton normal.

Dapat dilihat pada table berikut :

Tabel 4.8 Komposisi Kebutuhan Bahan Campuran Beton Normal dan Variasi

Uraian	Pasir	Bp 1-2	Air	Pcc	BSP	Notasi	Jumlah Sampel
	Kg	Kg	L	Kg	Kg		
Uji Kuat Tekan	3.66	5.28	1.10	2.01	0	BN	1
	3.66	5.28	1.10	1.81	0.20	CSP 10	1
	3.66	5.28	1.10	1.61	0.40	CSP 20	1
	3.66	5.28	1.10	1.41	0.60	CSP 30	1
Kuat Tarik Belah	3.66	5.28	1.10	2.01	0	BN	1
	3.66	5.28	1.10	1.81	0.20	TSP 10	1
	3.66	5.28	1.10	1.61	0.40	TSP 20	1
	3.66	5.28	1.10	1.41	0.60	TSP 30	1
Kuat Lentur	9.3	13.4	2.8	5.13	0	BN	1
	9.3	13.4	2.8	4.59	0.51	LSP 10	1
	9.3	13.4	2.8	4.08	1.02	LSP 20	1
	9.3	13.4	2.8	3.57	1.53	LSP 30	1

Sumber : Hasil Mix Design

4.1.9 Hasil Kuat Tekan Beton Variasi

Tabel 4.9 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Variasi

No Benda Uji	White Cement	Semen PCC	Berat Sampel	Luas Penampang	Beban Maksimum	Kekuatan Tekan	Kekuatan Tekan Rata - rata
	%	%	gram	cm ²	KN	Mpa	
1	10%	90%	11,350	176.786	355	20.1	20.65
2			11,735	176.786	380	21.5	
3			11,360	176.786	360	20.4	
1	20%	80%	11,630	176.786	415	23.5	22.72
2			11,440	176.786	400	22.6	
3			11,410	176.786	390	22.1	
1	30%	70%	11,480	176.786	440	24.9	24.70
2			11,490	176.786	450	25.5	
3			11,350	176.786	420	23.8	

Sumber : Hasil Pengujian

4.1.10 Hasil Kuat Tarik Belah Beton Variasi

Tabel 4.10 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton Variasi

No Benda Uji	White Cement	Semen PCC	Berat Sampel	Luas Penampang	Beban Maksimum	Kuat Tarik Belah	Kuat Tarik Belah Rata - rata
	%	%	gram	cm ²	KN	Mpa	
1	10%	90%	11,675	176.786	170	2.41	2.19
2			11,360	176.786	150	2.12	
3			11,345	176.786	145	2.05	
1	20%	80%	11,430	176.786	180	2.55	2.57
2			11,355	176.786	175	2.48	
3			11,625	176.786	190	2.69	
1	30%	70%	11,545	176.786	220	3.11	2.92
2			11,355	176.786	205	2.90	
3			11,345	176.786	195	2.76	

Sumber : Hasil Pengujian

4.1.11 Hasil Kuat Lentur Beton Variasi

Tabel 4.11 Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton Variasi

No Benda Uji	White Cement	Semen PCC	Berat Sampel	Ukuran Benda Uji			Umur	Beban Maksimum	Kuat Lentur
	%	%	gram	b	d	L			
	(mm)	(mm)	(mm)	(Hari)	(KN)	(N/mm ²)			
1	10%	90%	30,300	150	150	450	28	24	3.20
2	20%	80%	30,300	150	150	450	28	25	3.33
3	30%	70%	29,200	150	150	450	28	26.5	3.53

Sumber : Hasil Pengujian

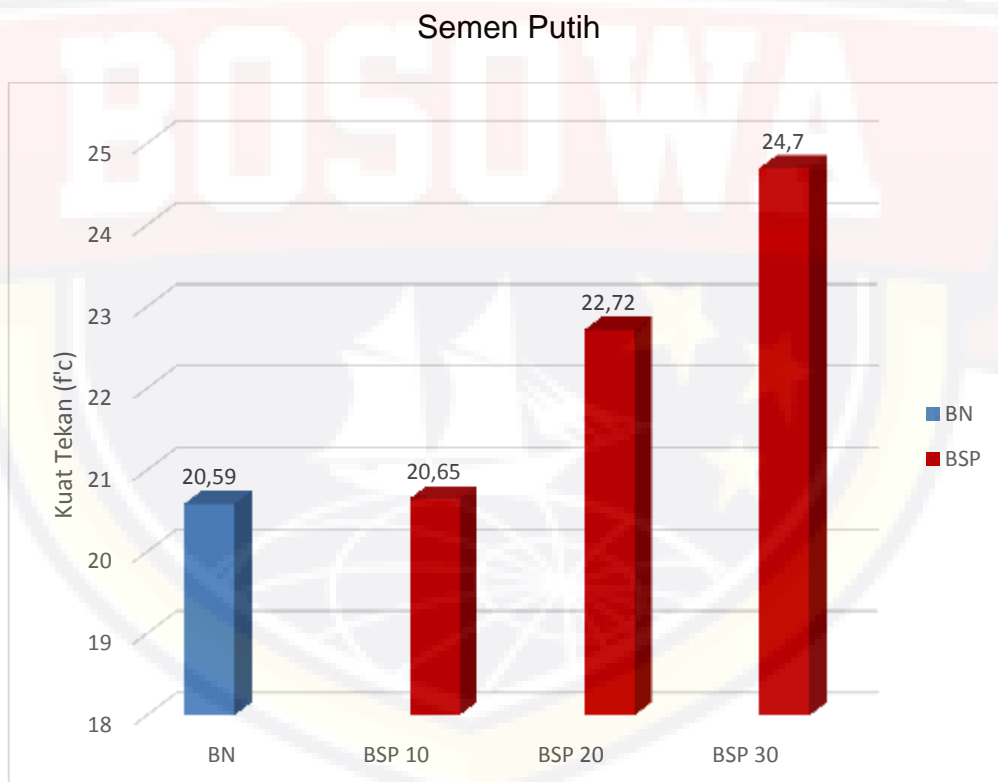
4.2 Pembahasan

4.2.1 Pengaruh Semen Putih Terhadap Kuat Tekan Beton Normal

Pada penelitian ini, Beton menggunakan variasi semen putih sebagai pengganti parsial semen dengan persentase yang berbeda yakni 10%, 20%, dan 30%.

Berdasarkan Gambar 4.2 dibawah ini, dapat di gambarkan grafik perbandingan kuat tekan beton normal terhadap substitusi semen putih sebagai berikut :

Gambar 4.2 Perbandingan Kuat Tekan Beton Normal Terhadap Subtitusi



Sumber : Hasil Pengujian

Dari Gambar 4.2 dapat dijelaskan bahwa Kuat tekan beton variasi lebih tinggi dari pada kuat tekan beton normal. Semakin banyak penggunaan semen putih pada campuran beton, maka semakin tinggi pula kuat tekannya.

Adapun perbandingan presentase kenaikan kuat tekan beton normal dengan beton variasi yakni :

Tabel 4.12 Presentase Peningkatan Kuat Tekan Beton Normal Terhadap Beton Variasi

No	Notasi	Hasil Kuat Tekan	Selisih	% Peningkatan
1	BN	20.59	0.06	0.29
2	BSP 10%	20.65		
3	BN	20.59	2.13	10.34
4	BSP 20%	22.72		
5	BN	20.59	4.11	20.0
6	BSP 30%	24.70		

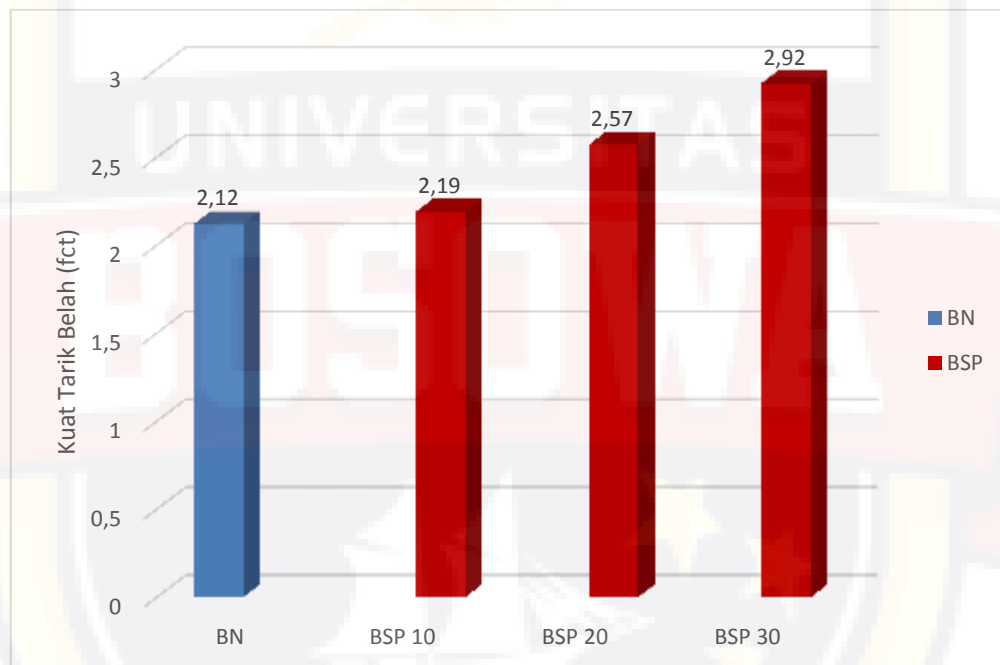
Sumber : Hasil Pengujian

Nilai kuat tekan rata – rata untuk benda uji yang menggunakan semen putih sebagai substitusi parsial yang paling optimum pada penelitian ini diperoleh pada Beton Variasi 30%.

4.2.1 Pengaruh Semen Putih Terhadap Kuat Tarik Beton Normal

Berdasarkan Gambar.4.3 di bawah ini, dapat di gambarkan gambar perbandingan kuat Tarik belah beton normal terhadap substitusi Semen Putih sebagai berikut :

Gambar.4.3 Perbandingan Kuat Tarik Belah Normal Terhadap Subtituasi Semen Putih



Sumber : Hasil Pengujian

Dari Gambar 4.3 dapat dijelaskan bahwa kuat tarik belah beton variasi lebih tinggi dari pada kuat tarik belah beton normal. Semakin banyak penggunaan semen putih pada campuran beton, maka semakin tinggi pula kuat tariknya..

Adapun perbandingan presentase kenaikan kuat tekan beton normal dengan beton variasi yakni :

Tabel 4.13 Presentase Peningkatan Kuat Tarik Belah Beton Normal Terhadap Beton Variasi

No	Notasi	Hasil Kuat Tarik Belah	Selisih	% Peningkatan
1	BN	2.12	0.07	3.3
2	BSP 10%	2.19		
3	BN	2.12	0.45	21.23
4	BSP 20%	2.57		
5	BN	2.12	0.8	37.74
6	BSP 30%	2.92		

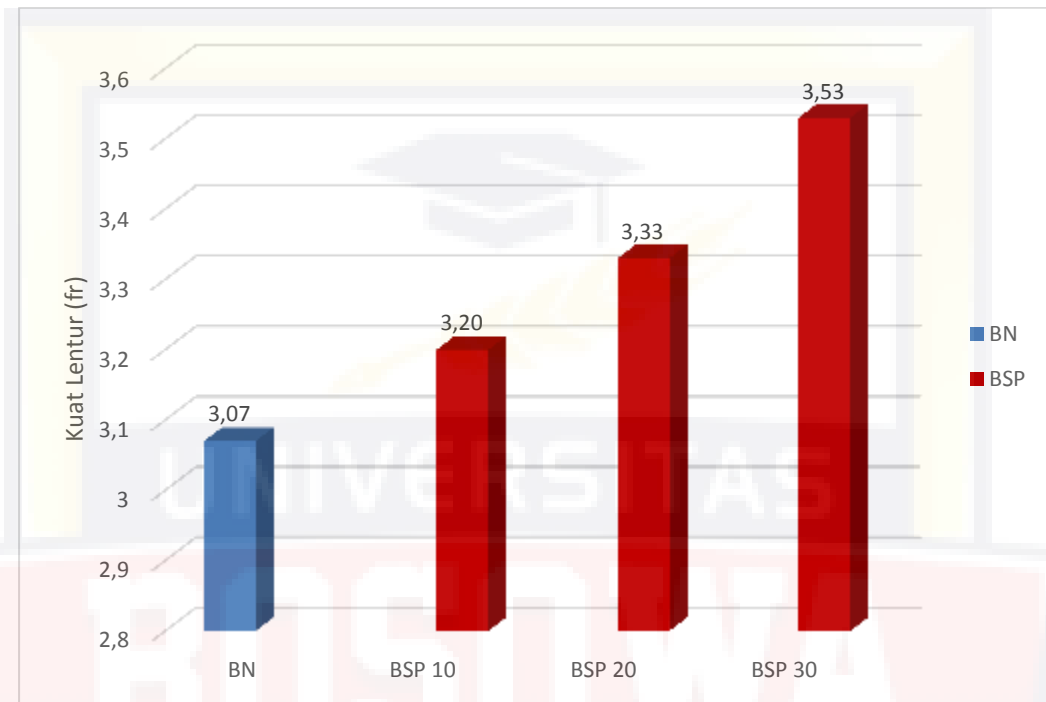
Sumber : Hasil Pengujian

Nilai kuat Tarik belah rata – rata untuk benda uji yang menggunakan semen putih sebagai substitusi parsial yang paling optimum pada penelitian ini diperoleh pada Beton Variasi 30%. Menyebabkan peningkatan nilai kuat Tarik belah jika dibandingkan dengan beton normal.

4.2.2 Pengaruh Semen Putih Terhadap Kuat Lentur Beton Normal

Berdasarkan Gambar.4.4 di bawah ini, dapat di gambarkan gambar perbandingan kuat lentur beton normal terhadap substitusi Semen Putih sebagai berikut :

Gambar.4.4 Perbandingan Kuat Lentur Beton Normal Terhadap Substitusi Semen Putih



Sumber : Hasil Pengujian

Dari Gambar 4.4 dapat dijelaskan bahwa Kuat lentur beton variasi lebih tinggi dari pada kuat lentur beton normal. Semakin banyak penggunaan semen putih pada campuran beton, maka semakin tinggi pula kuat lentur beton nya.

Adapun perbandingan presentase peningkatan kuat lentur beton normal dengan beton variasi yakni :

Tabel 4.14 Presentase Kenaikan Kuat Lentur Beton Normal Dengan Beton Variasi

No	Notasi	Hasil Kuat Lentur	Selisih	% Peningkatan
1	BN	3.07	0.06	4.23
2	BSP 10%	3.20		
3	BN	3.07	0.26	8.47
4	BSP 20%	3.33		
5	BN	3.07	0.46	15.0
6	BSP 30%	3.53		

Sumber : Hasil Pengujian

Nilai kuat lentur rata – rata untuk benda uji yang menggunakan semen putih sebagai substitusi parsial yang paling optimum pada penelitian ini diperoleh pada Beton Variasi 30%.

4.3 Hubungan Kuat Tekan Dengan Kuat Tarik Belah Serta Hubungan Kuat Tekan Dengan Kuat Lentur Beton Variasi

4.3.1 Hubungan Kuat Tekan Dengan Kuat Tarik Belah Beton Variasi

Kolerasi antar kuat tekan dan kuat Tarik belah dapat dihitung dengan menggunakan metode curve fitting dengan persamaan berikut :

$$\sum_{i=1}^3 (aX_i - Y_i \cdot \sqrt{X_i}) = 0$$

Dimana :

X_i = Kuat Tekan Beton Sampe Ke-i

Y_i = Kuat Tarik Belah Sampe Ke-i

a = Faktor Kolerasi Antara Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah

Tabel 4.15 Data X_i Dan Y_i Dari Pengujian

No	X_i	Y_i
1	0	0
2	20.65	2.19
3	22.72	2.57
4	24.70	2.92

Sumber : Hasil Pengujian

$$\sum_{i=1}^3 (aX_i - Y_i \cdot \sqrt{X_i}) =$$

$$(aX_0 - Y_0 \cdot \sqrt{X_0}) + (aX_1 - Y_1 \cdot \sqrt{X_1}) + (aX_2 - Y_2 \cdot \sqrt{X_2}) + (aX_3 - Y_3 \cdot \sqrt{X_3}) = 0$$

$$(a0 - 0 \cdot \sqrt{0}) + (a20,65 - 2,19 \cdot \sqrt{20,65}) + (a22,72 - 2,57 \cdot \sqrt{22,72}) +$$

$$(a24,70 - 2,92 \cdot \sqrt{24,70}) \text{ Mpa} = 0$$

$$(68,07 a - 36,71) \text{ Mpa} = 0$$

$$a = 0.539$$

Persamaan f'_c dan f_{ct} beton variasi semen putih :

$$F_{ct} = a \sqrt{f'_c} \quad \rightarrow \quad F_{ct} = 0,539 \sqrt{f'_c}$$

Pendekatan dilakukan dengan Analisis Regresi menggunakan Transformasi Logaritma.

Tabel 4.16 Analisis Regresi Menggunakan Transformasi Logaritma

Transformasi log						
No	Xi	Yi	log xi=qi	log yi=pi	qi.pi	qi ²
1	20,65	2,19	1,315	0,340	0,448	1,729
2	22,72	2,57	1,356	0,410	0,556	1,840
3	24,7	2,92	1,393	0,465	0,648	1,940
3	68,07	7,68	4,06	1,22	1,65	5,51

Sumber : Hasil Pengujian

$$\bar{q} = (\Sigma \log xi/n) = 1,355$$

$$\bar{p} = (\Sigma \log yi/n) = 0,405$$

$$\bar{y} = (\Sigma yi/n) = 2,560$$

$$B = \frac{n \cdot \Sigma qi \cdot pi - \Sigma qi \cdot \Sigma pi}{n \cdot \Sigma qi^2 - (\Sigma qi)^2} = \frac{0,0146}{0,0091} = 1,608$$

$$A = \bar{p} - B \cdot \bar{q} = -1,773$$

Persamaan Transformasinya adalah :

$$p = A + B \cdot q$$

$$p = -1,773 + 1,608 q$$

$$A = \log a \quad a = 0,017$$

$$B = b \quad b = 1,608$$

Bentuk persamaan hasil transformasi adalah :

$$yt = a \cdot x^b$$

Sehingga diperoleh :

$$Fct = 0,017 \cdot f'c^{1,61}$$

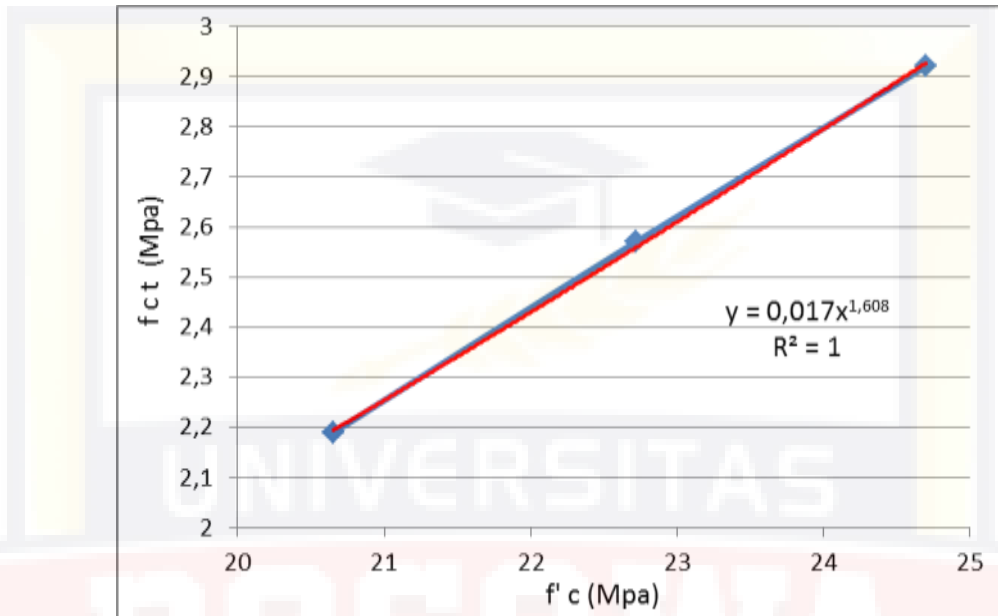
$$Dt^2 = \Sigma (yi - \bar{y})^2$$

$$Dt^2 = \Sigma (yi - yt)^2$$

Koefisien kolerasi untuk transformasi log :

$$R^2 = \frac{Dt^2 - D^2}{Dt^2} = 1$$

Gambar 4.5 Grafik Hubungan Kuat Tekan Dengan Kuat Tarik Belah
Beton Variasi



Sumber : Hasil Pengujian

Dari gambar diperoleh persamaan hubungan antara kuat tekan dengan kuat Tarik belah dengan nilai $R^2 = 1$, $y = 0,017x^{1,61}$ dari persamaan tersebut menunjukkan hubungan kuat tekan dan kuat Tarik belah dengan garis lurus menjadi hubungan yang baik.

4.3.2 Hubungan Kuat Tekan Dengan Kuat Lentur Beton Variasi

Peraturan SNI 03-2847-2002 menetapkan nilai modulus keruntuhan lentur untuk beton normal (tanpa tulangan) yaitu :

$$f'_{lr} = 0,70 \sqrt{f'c}$$

Dari nilai tersebut dapat dibuat suatu hubungan antara kuat tekan dan kuat lentur beton seperti pada table dibawah ini :

Tabel 4.16 Hubungan Kuat Tekan Beton Dengan Kuat Lentur Beton

Variasi

$f'c$ (Mpa)	fr (Mpa)
20.65	3.20
22.72	3.33
24.70	3.53

Sumber : Hasil Pengujian

Pendekatan dilakukan dengan Analisis Regresi menggunakan Transformasi Logaritma.

Transformasi log						
No	X_i	Y_i	$\log x_i=q_i$	$\log y_i=p_i$	$q_i.p_i$	q_i^2
1	20,65	3,20	1,315	0,505	0,664	1,729
2	22,72	3,33	1,356	0,522	0,709	1,840
3	24,7	3,53	1,393	0,548	0,763	1,940
3	68,07	10,06	4,06	1,58	2,14	5,51

Sumber : Hasil Pengujian

$$\bar{q} = (\Sigma \log x_i/n) = 1,355$$

$$\bar{p} = (\Sigma \log y_i/n) = 0,525$$

$$\bar{y} = (\Sigma y_i/n) = 3,353$$

$$B = \frac{n \cdot \Sigma q_i \cdot p_i - \Sigma q_i \cdot \Sigma p_i}{n \cdot \Sigma q_i^2 - (\Sigma q_i)^2} = \frac{0,005}{0,0091} = 0,545$$

$$A = \bar{p} - B \cdot \bar{q} = -0,2131$$

Persamaan Transformasinya adalah :

$$p = A + B \cdot q$$

$$p = -0,2131 + 0,5449 q$$

$$A = \log a \quad a = 0,612$$

$$B = b \quad b = 0,545$$

Bentuk persamaan hasil transformasi adalah :

$$yt = a \cdot x^b$$

Sehingga diperoleh :

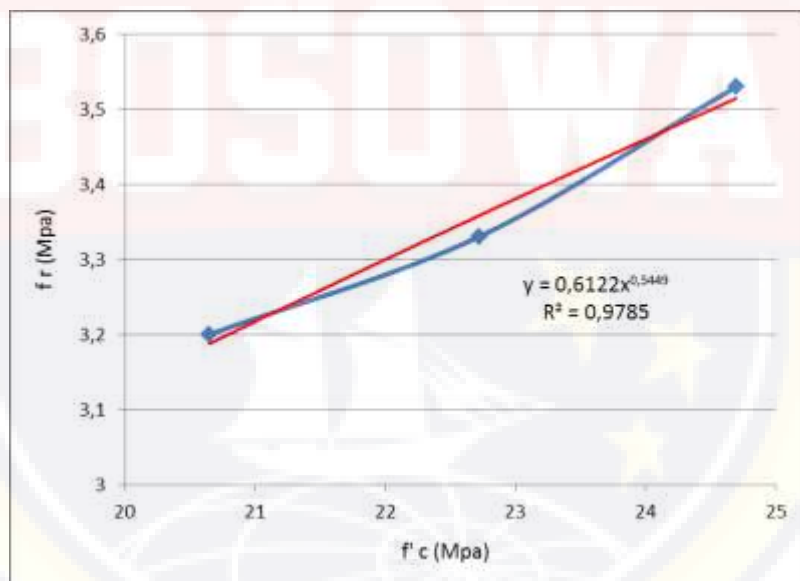
$$Fr = 0,612 \cdot f'c^{0,54}$$

$$Dt^2 = \Sigma (yi - \bar{y})^2 \qquad Dt^2 = \Sigma (yi - yt)^2$$

Koefisien kolerasi untuk transformasi log :

$$R^2 = \frac{Dt^2 - D^2}{Dt^2} = 0,9785$$

Gambar 4.6 Grafik Hubungan Kuat Tekan Dengan Kuat Lentur Beton variasi



Sumber : Hasil Pengujian

Dari gambar diperoleh persamaan hubungan antara kuat tekan dengan kuat lentur dengan nilai $R^2 = 0,9785$, $y = 0,612x^{0,54}$ dari persamaan tersebut menunjukkan hubungan kuat tekan dan kuat lentur dengan garis lurus menjadi hubungan yang baik.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Hasil penelitian diperoleh :

1. Dari hasil perancangan campuran beton normal $f'c$ 20 Mpa diperoleh komposisi campuran semen : $379,63 \text{ kg/m}^3$, batu pecah 1-2 : $998,70 \text{ kg/m}^3$, pasir : $680,75 \text{ kg/m}^3$, dan air : $215,92 \text{ kg/m}^3$.
2. Semakin banyak penggunaan semen putih pada campuran beton, maka semakin tinggi pula kuat tekan, kuat tarik belah dan kuat lentur betonnya.
3. Hubungan kuat tekan beton ($f'c$) dan kuat Tarik belah (fct) beton dengan substitusi semen putih didapat dengan persamaan $fct = 0,539\sqrt{f'c}$ dengan nilai $R^2 = 1$, $y = 0,017x^{1,61}$ dari persamaan tersebut menunjukkan hubungan kuat tekan dan kuat Tarik belah dengan garis lurus menjadi hubungan yang baik. Sedangkan ratio hubungan kuat tekan dengan kuat lentur substitusi semen putih diperoleh persamaan hubungan antara kuat tekan dengan kuat lentur dengan nilai $R^2 = 0,9875$, $y = 0,612x^{0,54}$ dari persamaan tersebut menunjukkan hubungan kuat tekan dan kuat lentur dengan garis lurus menjadi hubungan yang baik.

5.2 Saran

1. Dibutuhkan penelitian lebih lanjut pada penggunaan semen putih sebagai pengganti parsial semen.

2. Usahakan proses pemadatan dari setiap sampel dilakukan secara konsisten agar beton benar-benar padat dan merata, hal ini dapat dilakukan dengan ketelitian selama penelitian agar mendapatkan hasil yang lebih bagus.



DAFTAR PUSTAKA

- Anggi Suryani, S. H. (2018). Korelasi Kuat Lentur Beton Dengan Kuat Tekan Beton. *Volume 18 Nomor 2*, 43-54.
- Fanto Pardomuan Pane, H. T. (2015). Pengujian Kuat Tarik Lentur Beton Dengan Variasi Kuat Tekan Beton. *Jurnal Sipil Statik Vol.3 No.5* , 313-321.
- Geertruida Eveline Untu, E. J. (2015). Pengujian Kuat Tarik Belah Dengan Variasi Kuat Tekan Beton. *Jurnal Sipil Statik Vol.3 No.100*, 703-708.
- Ir. Tri Mulyono, M. (2004, 2005). Teknologi Beton. *ISBN : 979-763-054-54*, 1-325.
- Satyarno, I. (2004). Penggunaan Semen Putih Untuk Beton Styrofoam Ringan (Batafoam). *Seminar Nasional*, 38-45.
- Standar Nasional Indonesia. (2013). Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung. (SNI 2847:2013),. IC S 91.080.40.
- Standar Nasional Indonesia. (2014). Metode Uji Kekuatan Tarik Belah Spesimen Beton Silinder. *ASTM C496/C496M-04, IDT*, 17.
- Suhendra. (2017). Kajian Hubungan Kuat Lentur Dengan Kuat Tekan Beton. *Jurnal Civronlit Universitas Batanghari Vol.2 No.1 Tahun 2017*, 7.
- Wirabuana. (2020). Pengaruh Semen Putih Terhadap Kuat Tekan Beton. *Universitas Bosowa*.

L

A

M

P

I

R

A

N





LABAROTARIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

Rekapitulasi Hasil Pengujian Agregat Halus

No	karakteristik Agregat	Spesifikasi Interval	Hasil Pemeriksaan	Keterangan
1	Analisa Saringan	-	Lihat Lampiran	memenuhi
2	Kadar Lumpur	Maksimal 5%	3,64%	memenuhi
3	Kadar Air	3% - 5%	3,40%	memenuhi
4	Berat Isi			
	-Lepas	1,4 - 1,9 gram/cm ³	1,48 gram/cm ³	memenuhi
	-Padat		1,71 gram/cm ³	memenuhi
5	Absorsi	0,2% - 2%	1,12%	memenuhi
6	Berat Jenis Spesifik			
	-Berat Jenis Curah	1,6 - 3,2	2,45	memenuhi
	-Berat Jenis SSD	1,6 - 3,2	2,48	memenuhi
	-Berat Jenis Semu	1,6 - 3,2	2,52	memenuhi

Sumber : Hasil Pengujian

Diperiksa oleh :
Kepala Laboratorium Struktur
Dan Bahan Beton

Ir. Eka Yuniarto, ST. MT

Makassar, 23 Agustus 2021

Diuji oleh :
Mahasiswa

Ulfa Angriani



LABAROTARIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

Rekapitulasi Hasil Pengujian Agregat Kasar

No	karakteristik Agregat	Spesifikasi Interval	Hasil Pemeriksaan	Keterangan
1	Analisa Saringan	-	Lihat Lampiran	memenuhi
2	Kadar Lumpur	Maksimal 1%	0,93%	memenuhi
3	Kadar Air	0,5% - 2%	0,81%	memenuhi
4	Berat Isi			
	-Lepas	1,6 - 1,9 gram/cm ³	1,63 gram/cm ³	memenuhi
	-Padat		1,75 gram/cm ³	memenuhi
5	Absorsi	0,2% - 4%	2,59%	memenuhi
6	Berat Jenis Spesifik			
	-Berat Jenis Curah	1,6 - 3,2	2,56	memenuhi
	-Berat Jenis SSD	1,6 - 3,2	2,63	memenuhi
	-Berat Jenis Semu	1,6 - 3,2	2,74	memenuhi

Sumber : Hasil Pengujian

Makassar, 23 Agustus 2021

Diperiksa oleh :
Kepala Laboratorium Struktur
Dan Bahan Beton

Diuji oleh :
Mahasiswa

Ir. Eka Yuniarto, ST. MT

Ulfa Angriani



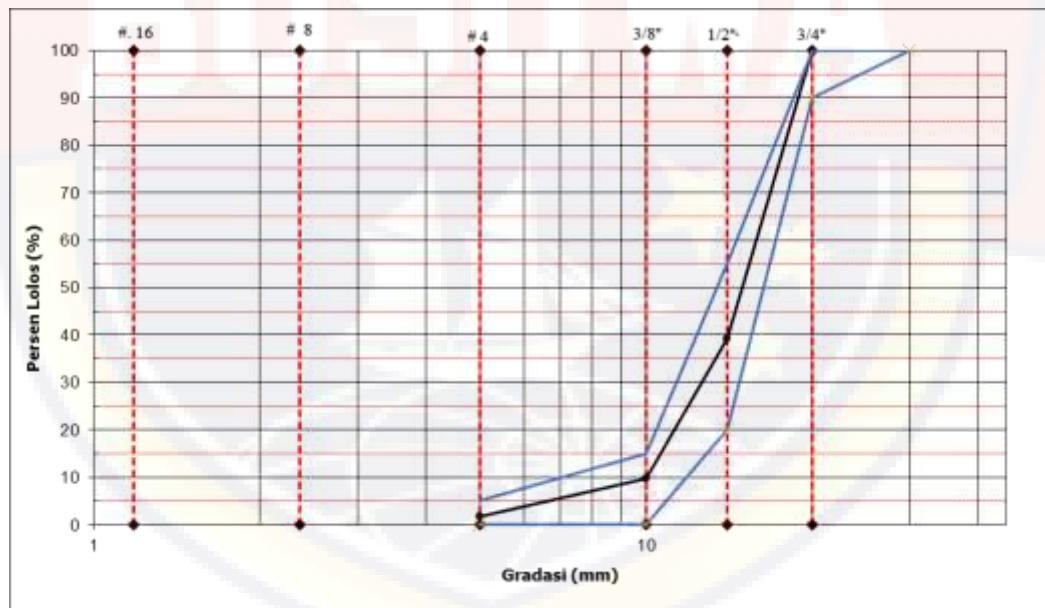
LABAROTARIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR

Material : Batu pecah maks 20 mm
 Tanggal : 14 Juli 2021
 Sumber : Bili-bili

Nama : Ulfa Angriani
 Pembimbing :
 1. Dr. Ir. H. Syahrul Sariman, MT
 2. Ir. Eka Yuniarto, ST. MT

Saringan No	Total :	2500.3		Total :	2500		Rata-rata	SNI 2847 thn 2013
	Sampel	1		Sampel	2		%	
	Kumulatif Tertahan	% Tertahan	% Lolos	Kumulatif Tertahan	% Tertahan	% Lolos	Lolos	
3/4"	0	0	100	0	0	100	100	90-100
1/2"	1580.20	63.20	36.80	1462.50	58.50	41.50	39.15	20-55
3/8"	2269.70	90.78	9.22	2249.50	89.98	10.02	9.62	0-15
No. 4	2449.90	97.98	2.02	2462.70	98.51	1.49	1.75	0-5
No. 8	2475.30	99.00	1.00	2472.10	98.88	1.12	1.06	-
No. 16	2478.90	99.14	0.86	2475.40	99.02	0.98	0.92	-
No. 30	2480.80	99.22	0.78	2479.90	99.20	0.80	0.79	-
No. 50	2483.50	99.33	0.67	2485.40	99.42	0.58	0.63	-
No. 100	2490.20	99.60	0.40	2491.20	99.65	0.35	0.38	-
No. 200	2498.70	99.94	0.06	2497.90	99.92	0.08	0.07	-
Pan	2500	100	0	2500.00	100	0	0	-





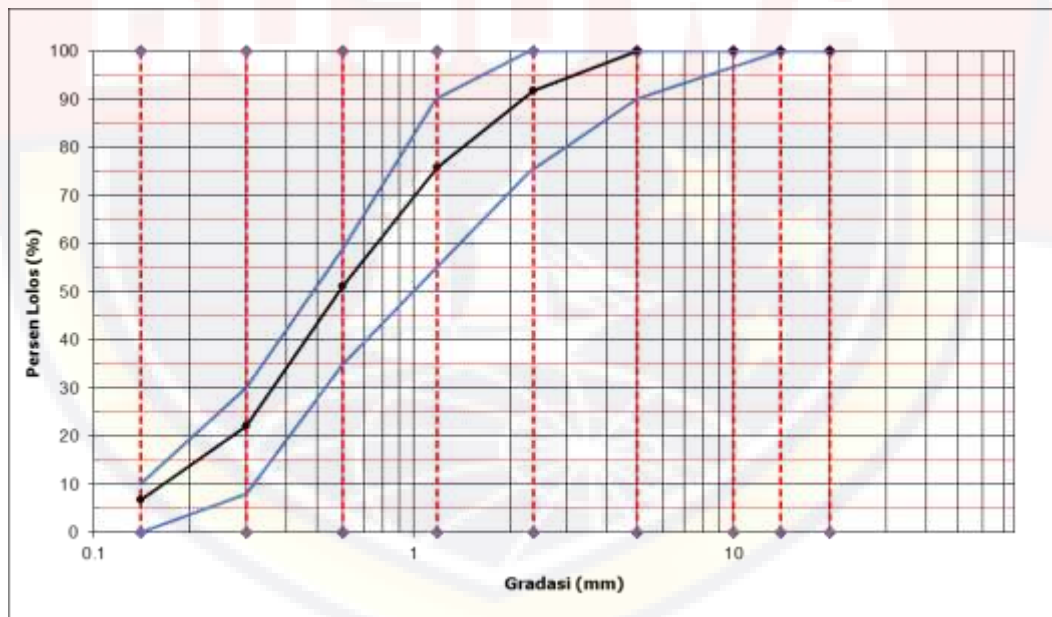
LABAROTARIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

ANALISA SARINGAN AGREGAT HALUS

Material : Pasir
 Tanggal : 14 Juli 2021
 Sumber : Bili-bili

Nama : Ulfa Angriani
 Pembimbing :
 1. Dr. Ir. H. Syahrul Sariman, MT
 2. Ir. Eka Yuniarto, ST. MT

Saringan No	Total :	1500		Total :	1500		Rata-rata	SNI 2834 tahun 2000
	Sampel	1		Sampel	2		%	
	Kumulatif Tertahan	% Tertahan	% Lolos	Kumulatif Tertahan	% Tertahan	% Lolos	Lolos	
3/4"	0	0	100	0	0	100	100	-
1/2"	0	0	100	0	0	100	100	-
3/8"	0	0	100	0	0	100	100	-
No. 4	0.0	0	100	0.00	0	100	100	90-100
No. 8	115.20	7.68	92.32	130.80	8.72	91.28	91.80	75-100
No. 16'	336.40	22.43	77.57	388.40	25.89	74.11	75.84	55-90
No. 30	715.80	47.72	52.28	753.40	50.23	49.77	51.03	35-59
No. 50	1145.10	76.34	23.66	1191.70	79.45	20.55	22.11	8-30
No. 100	1389.50	92.63	7.37	1409.60	93.97	6.03	6.70	0-10
No. 200	1484.50	98.97	1.03	1496.10	99.74	0.26	0.65	-
Pan	1500	100	0	1500	100	0	0	-





LABAROTARIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

**PEMERIKSAAN BERAT ISI AGREGAT HALUS
(SNI 1973 : 2008)**

Material : Pasir
Tanggal : 14 Juli 2021
Sumber : Bili-bili

Nama : Ulfa Angriani
Pembimbing :
1. Dr. Ir. H. Syahrul Sariman, MT
2. Ir. Eka Yuniarto, ST. MT

Lepas

Nomor Benda Uji	I	II
Berat Container (A) (gr)	7496	7565
Berat Container + Agregat (B) (gr)	11865	11963
Berat Agregat (C) = (B) - (A) (gr)	4369	4120
Volume Container (D) (cm ³)	2825.02	2914.16
Berat Isi Agregat = C/D (gr/cm ³)	1.55	1.41
Berat Isi Rata-rata Agregat (gr/cm ³)	1.48	

Padat

Nomor Benda Uji	I	II
Berat Container (A) (gr)	7496	7565
Berat Container + Agregat (B) (gr)	12415	12480
Berat Agregat (C) = (B) - (A) (gr)	4919	4915
Volume Container (D) (cm ³)	2825.07	2914.16
Berat Isi Agregat = C/D (gr/cm ³)	1.74	1.69
Berat Isi Rata-rata Agregat (gr/cm ³)	1.71	



LABAROTARIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

**PEMERIKSAAN BERAT JENIS AGREGAT HALUS
(SNI 1970 : 2008)**

Material : pasir
Tanggal : 14 Juli 2021
Sumber : Bili-bili

Nama : Ulfa Angriani
Pembimbing :
1. Dr. Ir. H. Syahrul Sariman, MT
2. Ir. Eka Yuniarto, ST. MT

	A	B	Rata - rata
Berat benda uji kering - permukaan jenuh (SSD) _____ 500	500	500	500
Berat benda uji kering oven _____ B_k	493.3	495.6	494.5
Berat Piknometer diisi air (25°C) _____ B	667.9	675.8	671.9
Berat piknometer + benda uji (SSD) + air(25°C) _____ B_t	976.9	962.4	969.7

	A	B	Rata - rata
Berat jenis (Bulk) $\frac{B_k}{(B + 500 - B_t)}$	2.58	2.32	2.45
Berat jenis kering - permukaan jenuh $\frac{500}{(B + 500 - B_t)}$	2.62	2.34	2.48
Berat jenis semu (Apparent) $\frac{B_k}{(B + B_k - B_t)}$	2.68	2.37	2.52
Penyerapan (Absorption) $\frac{(500 - B_k)}{B_k} \times 100\%$	1.36	0.89	1.12



LABAROTARIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

**PEMERIKSAAN KADAR LUMPUR
AGREGAT HALUS**

Material : pasir
Tanggal : 14 Juli 2021
Sumber : Bili-bili

Nama : Ulfa Angriani
Pembimbing :
1. Dr. Ir. H. Syahrul Sariman, MT
2. Ir. Eka Yuniarto, ST. MT

Material	Volume (ml)	
	I	II
Pasir (V1)	450	450
Lumpur (V2)	19	16
Volume Total (VT) = (V1+V2)	469	466
Kadar Lumpur (V2/VT*100)	4,05	3,43
Kadar Lumpur Rata-Rata (%)	3,74	

BOSOWA



LABAROTARIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

**PEMERIKSAAN KADAR AIR AGREGAT KASAR
(SNI 1965 : 2008)**

Material : Batu pecah maks 20 mm Nama : Ulfa Angriani
Tanggal : 14 Juli 2021 Pembimbing :
Sumber : Bili-bili 1. Dr. Ir. H. Syahrul Sariman, MT
2. Ir. Eka Yuniarto, ST. MT

			I	II
Berat benda uji	gram	A	1000	1000
Berat benda uji kering oven	gram	B	990.2	993.6
Berat Air	gram	$C = (A - B)$	9.8	6.4
Kadar Air	%	$(C/B) \cdot 100$	0.99	0.64
Kadar Air Rata- rata	%		0.81	



LABAROTARIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

**PEMERIKSAAN KADAR AIR AGREGAT HALUS
(SNI 1965 : 2008)**

Material : pasir
Tanggal : 14 Juli 2021
Sumber : Bili-bili

Nama : Ulfa Angriani
Pembimbing :
1. Dr. Ir. H. Syahrul Sariman, MT
2. Ir. Eka Yuniarto, ST. MT

			I	II
Berat benda uji	gram	A	500	500
Berat benda uji kering oven	gram	B	481.8	484.9
Berat Air	gram	$C = (A - B)$	18.2	15.1
Kadar Air	%	$(C/B)*100$	3.78	3.02
Kadar Air Rata- rata		%	3.40	



LABAROTARIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

**RANCANGAN CAMPURAN BETON
(MIX DESIGN)**

Tanggal : 14 Juli 2021

Nama : Ulfa Angriani

Pembimbing :

1. Dr. Ir. H. Syahrul Sariman, MT
2. Ir. Eka Yuniarto, ST. MT

Data :

Slump	=	7 ± 2	cm
Kuat tekan yang disyaratkan F'c (Silindr)	=	20,0	Mpa
Deviasi Standar (Sr)	=	-	
Nilai Tambah (Margin)	=	7	Mpa
Kekuatan rata-rata yang ditargetkan F'cr	=	27	Mpa
Faktor Air Semen Bebas (Fas)	=	0,54	(Grafik)
Faktor Air Semen Maksimum	=	0,6	(Tabel)
Kadar Air Bebas	=	205	kg/m ³
Kadar Semen Maksimum	=	379,63	kg/m ³
Kadar Semen Minimum	=	325	(Tabel)
Berat Isi Beton	=	2275	(Grafik)
Berat Agregat Gabungan	=	1690,37	kg/m ³
Berat Agregat Halus	=	676,15	kg/m ³
Berat Agregat Kasar	=	1014,22	kg/m ³
Berat Jenis Gabungan	=	2,57	kg/m ³



LABAROTARIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

a. Kuat tekan yang disyaratkan

Kuat tekan yang di syaratkan (silinder) : 20 Mpa

b. Menentukan devisiasi standar

Berdasarkan nilai kuat tekan yang di syaratkan yaitu (silinder) maka :

Devisiasi standar (S_r) : 0

c. Menghitung nilai tambah (margin)

Tabel 5.3.22 SNI 2847- 2013

Kekuatan tekan diisyaratkan, Mpa	Kekuatan tekan rata-rata perlu, Mpa
$f'c < 21$	$f_{cr} = f'c + 7,0$
$21 \leq f'c \leq 35$	$f_{cr} = f'c + 8,3$
$f'c > 35$	$f_{cr} = 1,10 f'c + 5,0$

M : 7 karena dibawah 21 Mpa

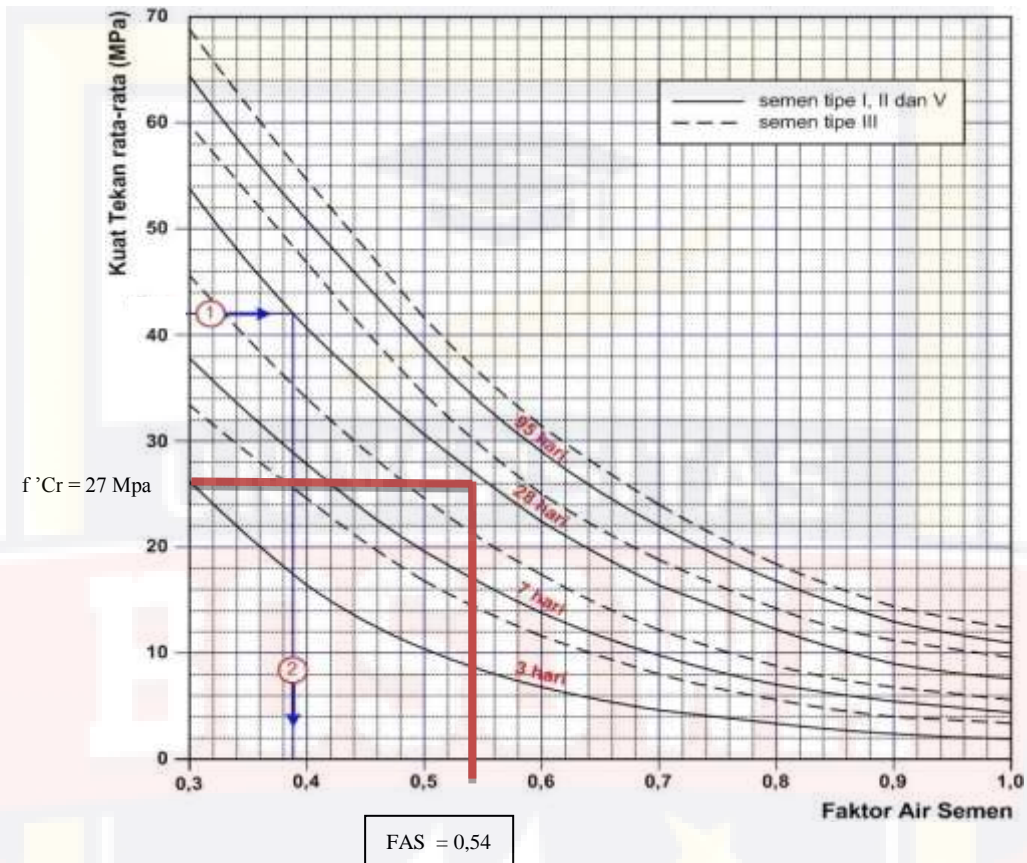
d. Menghitung kuat takan rata-rata

$$f_{Cr} : f'c + M$$

$$f_{Cr} : 20 + 7 = 27 \text{ Mpa}$$

e. Penetapan factor air semen

Besar factor air semen (FAS) diambil dari grafik



- Berdasarkan nilai kuat tekan rata-rata maka nilai (f'_{Cr}) = 0.54
(berdasarkan grafik korelasi FAS dan f'_{Cr})



f. Penetapan kadar air bebas

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

Berdasarkan nilai slump cm dan f maksimum agregat 20 mm, maka diperoleh :

- Kadar bebas air alami (Wf) : 195 kg/m³ beton
- Kadar air bebas batu pecah (Wc) : 225 kg/m³ beton
- Kadar air bebas = (2/3 x Wf) + (1/3 x Wc)
= (2/3 x 195) + (1/3 x 225)
= 205 kg/m³ beton

g. Penetapan kadar semen

- kadar semen maksimum :

$$\frac{\text{Kadar air bebas (Wf)}}{\text{Faktor air semen (fas)}} = \frac{205}{0,54} = 379,63 \text{ kg/m}^3$$



h. Berat jenis kering agregat

Berat jenis gabungan

$$= a \cdot B_j. \text{ Spesifik SSD pasir} + b \cdot B_j. \text{ Spesifik SSD kerikil 1-2}$$

$$= 0,40 \times 2,48 + 0,60 \times 2,63$$

$$= 2,6$$

i. Berat volume beton segar

Berdasarkan nilai B_j . Gabungan dan kadar air bebas (garfik) :

$$\text{Berat volume beton segar} = 2275 \text{ kg/m}^3$$

j. Berat total agregat

Rumus berat total agregat :

Berat volume beton segar – Kadar air bebas – kadar semen max.

$$\text{- Berat total agregat} = 2275 - 205 - 379,63$$

$$= 1690,37 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{- Berat pasir} = 40 \% \times 1690,37$$

$$= 676,15 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{- Berat keriki 1-2} = 60\% \times 1690,37$$

$$= 1014,22 \text{ kg/m}^3$$

- Sebelum koreksi

$$\text{Air (} W_a \text{)} = 205,00 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Semen (} W_s \text{)} = 379,63 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Pasir (} B_{SSDp} \text{)} = 676,15 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Kerikil 1-2 (} B_{SSDk} \text{)} = 1014,22 \text{ kg/m}^3$$



$$\text{Jumlah} = 2275,00 \text{ kg/m}^3$$

k. Koreksi campuran beton untuk pelaksanaan

- Koreksi air :

$$\begin{aligned} & \text{Jumlah air} - (\text{kadar air pasir} - \text{absorsi pasir}) \times \text{jumlah pasir}/100 - \\ & (\text{kadar air kerikil 1-2} - \text{absorsi kerikil 1-2}) \times \text{jumlah kerikil}/100 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Koreksi air} &= 205 - (3,40 - 1,12) \times (676,15 / 100) - (0,81 - 2,59) \\ & \quad \times (1014,22 / 100) \\ &= 205 - 15,42 - (-18,05) \\ &= 207,64 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

- Koreksi pasir :

$$\begin{aligned} & \text{Jumlah pasir} + (\text{kadar air pasir} - \text{absorsi pasir}) \times \text{jumlah pasir} \\ & /100 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Koreksi pasir} &= 676,15 + (3,40 - 1,12) \times (676,15 / 100) \\ &= 691,56 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

- Koreksi kerikil :

$$\begin{aligned} & \text{Jumlah kerikil} - (\text{kadar air kerikil 1-2} - \text{absorsi kerikil 1-2}) \times \text{jumlah} \\ & \text{kerikil} / 100 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Koreksi kerikil} &= 1014,22 + (0,81 - 2,59) \times (1014,22 / 100) \\ &= 996,17 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$



LABAROTARIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

- sesudah koreksi :

$$\text{Air (W}_a) = 207,64 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Semen (W}_s) = 379,63 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Pasir (B}_{SSDp}) = 691,56 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Kerikil 1-2(B}_{SSDk}) = 996,17 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Jumlah} = 2275,00 \text{ kg/m}^3$$

i. Volume silinder

Diketahui :

$$\text{diameter silinder} = 15 \text{ cm} \Rightarrow 0,15 \text{ m}$$

$$\text{tinggi silinder} = 30 \text{ cm} \Rightarrow 0,30 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{volume silinder} &= \frac{1}{4} \pi \times D^2 \times t \\ &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,15^2 \times 0,30 \\ &= 0,00530 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

BAHAN BETON	BERAT/M ³ BETON (kg)	VOLUME BENDA UJI	BERAT UTK 1 SAMPEL (kg)
Air	207.64	0.0053	1.10
Semen	379.63		2.01
Pasir	691.56		3.66
Bp Maks 20	996.17		5.28



LABAROTARIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

**KUAT TEKAN BETON (SILINDER)
20 MPA**

Tanggal : 11 Agustus 2021

Nama : Ulfa Angriani

Pembimbing :

1. Dr. Ir. H. Syahrul Sariman, MT.
2. Ir. Eka Yuniarto, ST. MT

No Benda Uji	Tanggal Pembuatan	Perbandingan Campuran	Slump (cm)	Berat (kg)	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	Luas	Umur (hari)	Beban	Kekuatan Tekan (N / mm ²)	Target benda uji Silinder (28 hari)
		Semen : Pasir : Keikil					Penampang (cm ²)		Maksimum (KN)		
I	14 Juli 2021	1:1,80,2,65	8	12,110	15	30	176.786	28	350	19.8	20 Mpa
II	14 Juli 2021	1:1,80,2,65	8	12,260	15	30	176.786	28	390	22.1	
III	14 Juli 2021	1:1,80,2,65	8	12,240	15	30	176.786	28	380	21.5	
IV	14 Juli 2021	1:1,80,2,65	8	12,020	15	30	176.786	28	340	19.2	
V	14 Juli 2021	1:1,80,2,65	8	12,165	15	30	176.786	28	370	20.9	
VI	14 Juli 2021	1:1,80,2,65	8	12,140	15	30	176.786	28	360	20.4	
VII	14 Juli 2021	1:1,80,2,65	8	12,130	15	30	176.786	28	355	20.1	
VIII	14 Juli 2021	1:1,80,2,65	8	12,085	15	30	176.786	28	345	19.5	
IX	14 Juli 2021	1:1,80,2,65	8	12,040	15	30	176.786	28	340	19.2	
X	14 Juli 2021	1:1,80,2,65	8	12,340	15	30	176.786	28	405	22.9	
XI	14 Juli 2021	1:1,80,2,65	8	12,165	15	30	176.786	28	370	20.9	
XII	14 Juli 2021	1:1,80,2,65	8	12,070	15	30	176.786	28	350	19.8	
XIII	14 Juli 2021	1:1,80,2,65	8	12,220	15	30	176.786	28	370	20.9	
XIV	14 Juli 2021	1:1,80,2,65	8	12,050	15	30	176.786	28	350	19.8	
XV	14 Juli 2021	1:1,80,2,65	8	12,320	15	30	176.786	28	395	22.3	
XVI	14 Juli 2021	1:1,80,2,65	8	12,170	15	30	176.786	28	375	21.2	
XVII	14 Juli 2021	1:1,80,2,65	8	12,150	15	30	176.786	28	365	20.6	
XVIII	14 Juli 2021	1:1,80,2,65	8	12,085	15	30	176.786	28	345	19.5	
XIX	14 Juli 2021	1:1,80,2,65	8	12,165	15	30	176.786	28	370	20.9	
XX	14 Juli 2021	1:1,80,2,65	8	12,110	15	30	176.786	28	355	20.1	
								Jumlah	7280	411.8	
								Rata - Rata	364	20.59	



LABAROTARIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

Standar Deviasi

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (f_{ci} - f_{cm})^2}{n - 1}}$$

S = 1,009

Kekuatan Tekan Rata Rata

fc = fcr' + 1,34 Sr

fc = fcr' + 2,33 Sr

Persamaan I

fc = fcr' + 1,34 x Sr

= fcr' - 1,34 x 1,009

= 20,59 - 1,352

= 19,24 Mpa

Persamaan II

fcr' = fc + 2,33 x Sr - 3,5

fc = fcr' - 2,33 x 1,009 + 3,5

= 20,59 - 2,35 + 3,5

= 21,74 Mpa

Keterangan

- Gunakan nilai terbesar

Faktotr Modifikasi untuk 16 Sampel = 1.08

fc = 21,74 / 1,08 ≥ fc Rencana = 20 Mpa

fc = 20,13 Mpa

Diperiksa oleh :
 Kepala Laboratorium Struktur Dan Bahan Beton

Ir. Eka Yuniarto, ST. MT

Makassar, 23 Agustus 2021

Diuji oleh :
 Mahasiswa

Ulfa Angriani



LABAROTARIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

**KUAT TARIK BELAH (SILINDER)
20 MPA**

Tanggal : 11 Agustus 2021

Nama : Ufa Angriani

Pembimbing :

1. Dr. Ir. H. Syahrul Sariman, MT.
2. Ir. Eka Yuniarto, ST. MT

No Benda Uji	Tanggal Pembuatan	Perbandingan Campuran	Slump	Berat	Diameter	Tinggi	Umur	Beban Maksimum	Kuat Tarik Belah	Target benda Uji Silinder (28 hari)
		Semen : Pasir : Kerikil	(cm)	(kg)	(cm)	(cm)	(hari)	(KN)	(Mpa)	
I	14 Juli 2021	1:1,80:2,65	8	12,145	15	30	28	155	2.19	10% dari kuat tekan rencana
II	14 Juli 2021	1:1,80:2,65	8	12,070	15	30	28	135	1.91	
III	14 Juli 2021	1:1,80:2,65	8	12,345	15	30	28	160	2.26	
							Jumlah	450	6.36	
							Rata-rata		2.12	



LABAROTARIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

$f_{ct} = \frac{2P}{\pi LD}$		
$T1 = \frac{2(155 \times 1000)}{3,14 \times 300 \times 150}$	$T2 = \frac{2(135 \times 1000)}{3,14 \times 300 \times 150}$	$T3 = \frac{2(160 \times 1000)}{3,14 \times 300 \times 150}$
$= \frac{2(155000)}{141300}$	$= \frac{2(135000)}{141300}$	$= \frac{2(160000)}{141300}$
$= 2,19 \text{ Mpa}$	$= 1,91 \text{ MPa}$	$= 2,26 \text{ MPa}$

Diperiksa oleh :
Kepala Laboratorium Struktur Dan Bahan Beton

Ir. Eka Yuniarto, ST. MT

Makassar, 23 Agustus 2021

Diuji oleh :
Mahasiswa

Ulfa Angriani



LABAROTARIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

KUAT LENTUR (SILINDER)
20 MPA

Tanggal : 11 Agustus 2021

Nama : Ulfa Angriani

Pembimbing :

1. Dr. Ir. H. Syahrul Sariman, MT.
2. Ir. Eka Yuniarto, ST. MT

No Benda Uji	Tanggal	Perbandingan	Slump (cm)	Berat (kg)	Ukuran Benda Uji			Umur (hari)	Beban	Kuat Lentur (Mpa)
	Pembuatan	Campuran			b	d	L		Maksimum	
		Semen : Pasir : Keikil			(mm)	(mm)	(mm)		(KN)	
I	14/7/2021	1:1,80:2,65	8	29,70	150	150	450	28 hari	23	3,07

$$R = \frac{P L}{b d^2}$$
$$= \frac{23000 \times 450}{150 \times 150^2} = 3,07 \text{ Mpa}$$

Diperiksa oleh :
Kepala Laboratorium Struktur Dan Bahan Beton

Ir. Eka Yuniarto, ST. MT

Makassar, 23 Agustus 2021

Diuji oleh :
Mahasiswa

Ulfa Angriani



LABAROTARIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

**KUAT TEKAN BETON VARIASI (SILINDER)
20 MPA**

Tanggal : 11 Agustus 2021

Nama : Ulfa Angriani

Pembimbing :

1. Dr. Ir. H. Syahrul Sariman, MT.
2. Ir. Eka Yuniarto, ST. MT

No Benda Uji	White Cement	Semen PCC	Slump	Diameter	Tinggi	Berat Sampel	Luas Penampang	Umur	Beban Maksimum	Kuat Tekan	Kekuatan Tekan Rata - rata	Target Mpa	Keterangan	
	%	%	cm	cm	cm	gram	cm ²	Hari	KN	Mpa	Mpa			
1	10%	90%	7.5	15	30	11,350	176.786	28	355	20.1	20.65	≥	20	Memenuhi
2			7.5	15	30	11,735	176.786	28	380	21.5				
3			7.5	15	30	11,360	176.786	28	360	20.4				
1	20%	80%	7.5	15	30	11,630	176.786	28	415	23.5	22.72	≥	20	Memenuhi
2			7.5	15	30	11,440	176.786	28	400	22.6				
3			7.5	15	30	11,410	176.786	28	390	22.1				
1	30%	70%	7.5	15	30	11,480	176.786	28	440	24.9	24.70	≥	20	Memenuhi
2			7.5	15	30	11,490	176.786	28	450	25.5				
3			7.5	15	30	11,350	176.786	28	420	23.8				

Makassar, 23 Agustus 2021

Diperiksa oleh :
Kepala Laboratorium Struktur Dan Bahan Beton

Ir. Eka Yuniarto, ST. MT

Diuji oleh :
Mahasiswa

Ulfa Angriani



LABAROTARIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

**KUAT TARIK BELAH VARIASI (SILINDER)
20 MPA**

Tanggal : 11 Agustus 2021

Nama : Ulfa Angriani

Pembimbing :

1. Dr. Ir. H. Syahrul Sariman, MT.
2. Ir. Eka Yuniarto, ST. MT

No Benda Uji	White Cement	Semen PCC	Slump	Diameter	Tinggi	Berat Sampel	Luas Penampang	Umur	Beban Maksimum	Kuat Tekan	Kekuatan Tekan Rata - rata
	%	%	cm	cm	cm	gram	cm ²	Hari	KN	Mpa	Mpa
1	10%	90%	7.5	15	30	11,675	176.786	28	170	2.41	2.19
2			7.5	15	30	11,360	176.786	28	150	2.12	
3			7.5	15	30	11,345	176.786	28	145	2.05	
1	20%	80%	7.5	15	30	11,430	176.786	28	180	2.55	2.57
2			7.5	15	30	11,355	176.786	28	175	2.48	
3			7.5	15	30	11,625	176.786	28	190	2.69	
1	30%	70%	7.5	15	30	11,545	176.786	28	220	3.11	2.92
2			7.5	15	30	11,355	176.786	28	205	2.90	
3			7.5	15	30	11,345	176.786	28	195	2.76	

Makassar, 23 Agustus 2021

Diperiksa oleh :
Kepala Laboratorium Struktur Dan Bahan Beton

Ir. Eka Yuniarto, ST. MT

Diuji oleh :
Mahasiswa

Ulfa Angriani



LABAROTARIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

**KUAT LENTUR VARIASI (SILINDER)
20 MPA**

Tanggal : 11 Agustus 2021

Nama : Ulfa Angriani

Pembimbing :

1. Dr. Ir. H. Syahrul Sariman, MT.
2. Ir. Eka Yuniarto, ST. MT

No Benda Uji	White Cement %	Semen PCC %	Slump cm	Berat Sampel gram	Ukuran Benda Uji			Umur (Hari)	Beban Maksimu (KN)	Kuat Lentur (N/mm ²)
					b (mm)	d (mm)	L (mm)			
1	10%	90%	7.5	30,300	150	150	450	28	24	3.20
2	20%	80%	7.5	30,300	150	150	450	28	25	3.33
3	30%	70%	7.5	29,200	150	150	450	28	26.5	3.53

Diperiksa oleh :
Kepala Laboratorium Struktur Dan Bahan Beton

Ir. Eka Yuniarto, ST. MT

Makassar, 23 Agustus 2021

Diuji oleh :
Mahasiswa

Ulfa Angriani

**D
O
K
U
M
E
N
T
A
S
I**



Dokumentasi



















BOSOWA





LABAROTARIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

