

TUGAS AKHIR

**Penggunaan Kadar Sika Grout Sebagai Subtitusi Parsial
Semen Terhadap Kuat Tekan, Kuat Tarik Belah Dan Kuat
Lentur Beton**



Disusun Oleh :

ALIEF ABDAN SYAKUR

4517041119

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 11 Februari 2022, Perihal Pengangkatan Panitia dan Tim Penguji Tugas Akhir, maka pada :

Hari / Tanggal : Rabu, 16 Februari 2022

N a m a : **Alief Abdan Syakur**

No.Stambuk : **45 17 041 119**

Fakultas / Jurusan : Teknik / Teknik Sipil

Judul Tugas Akhir : **“Penggunaan Kadar Sika Grout Sebagai Subtitusi Parsial Semen Terhadap Kuat Tekan, Kuat Tarik Belah Dan Kuat Lentur Beton”**

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 : **Dr. Ir. Hj. Hijriah, ST. MT** (.....)

Anggota : **Ir. Arman Setiawan, ST. MT** (.....)

: **Ir. Eka Yuniarto, ST. MT** (.....)

Makassar, Februari 2022

Mengetahui :

Dekan Fakultas Teknik
Univ. Bosowa Makassar

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



UNIVERSITAS
BOSOWA

FAKULTAS TEKNIK

Jalan Urip Sumoharjo Km. 4 Gd. 2 Lt 6
Makassar – Sulawesi Selatan 90231
Telp. 0411 452 901 – 452 789 ext. 116
Faks. 0411 424 568
<http://www.universitasbosowa.ac.id>

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
PROGRAM STUDI TEKNIK

LEMBAR PENGAJUAN UJIAN TUTUP
TUGAS AKHIR

Judul : **“Penggunaan Kadar Sika Grout Sebagai Subtitusi Parsial
Semen Terhadap Kuat Tekan, Kuat Tarik Belah Dan Kuat
Lentur Beton “**

Disusun dan diajukan oleh :

N a m a : **Alief Abdan Syakur**

No.Stambuk : **45 17 041 119**

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 : **Dr. Ir. Hj. Hijriah, 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.00-010565-02

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN DAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : **Alief Abdan Syakur**

Nomor Stambuk : **45 17 041 119**

Program Studi : **Teknik Sipil**

Judul Tugas Akhir : **"Penggunaan Kadar Sika Grout Sebagai Subtitusi Parsial Semen Terhadap Kuat Tekan, Kuat Tarik Belah, Dan Kuat Lentur Beton"**

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

pernyataan

METERAI
TEMPEL
3FAAJX69609029

(Alief/Abdan Syakur)

45 17 041 119

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah yang telah memberikan kesehatan dan kelancaran dalam penulisan tugas akhir ini yang berjudul **“PENGGUNAAN KADAR SIKAGROUT SEBAGAI SUBSTITUSI PARSIAL SEMEN TERHADAP KUAT TEKAN, KUAT TARIK BELAH DAN KUAT LENTUR BETON”**. Tugas akhir ini disusun berdasarkan hasil penelitian dan pengujian yang dilakukan di laboratorium Beton Universitas Bosowa Makassar.

Tugas Akhir ini merupakan suatu syarat akademik yang harus ditempu guna kelulusan studi Sarjana Strata Satu di Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar.

Dan penulisan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan-bantuan pihak lain dalam membentri arahan dan bimbingan, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penyusunan Tugas Akhir. Untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada:

1. Allah Subhanahu Wa Ta'ala yang telah memberi petunjuk dan pertolongan.
2. Kedua Orang Tua dan saudara-saudara tercinta yang telah memberikan dukungan moral dan materi serta pengorbanan dan doa yang selalu mengiringi tiap langkah penulis hingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

3. Bapak Dr. Ir. H. Syahrul Sariman, MT. sebagai pembimbing I yang sudah meluangkan waktunya untuk membimbing dan mengarahkan penulis sehingga terselesainya penyusunan Tugas Akhir ini.
4. Ibu Dr. Ir. Hj. Hijriah, ST., MT. sebagai pembimbing II yang sudah meluangkan waktunya untuk membimbing dan mengarahkan penulis sehingga terselesainya penyusunan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Dekan, Para Wakil Dekan dan Staf Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar.
6. Bapak Dr. Ir. Andi Rumpang Yusuf, M.T. sebagai Ketua Jurusan Sipil beserta staf dan dosen pada Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Bosowa Makassar.
7. Teman-teman Angkatan 2016 Teknik Sipil Universitas Bosowa Makassar yang telah berjuang bersama, saling menyemangati, dan menghibur dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
8. Teman – teman anak kosan cangko, edang squad serta anak costumer service. Yang selalu memberikan saya motivasi sehingga saya bisa berada di titik ini. Teruntuk reski azis supu (cancu) yang telah memberikan saya tempat tinggal selama beberapa bulan terakhir ini.
9. Terutama kepada diri sendiri yang telah berjuang dan bertahan melewati berbagai tantangan dan rintangan.
10. Serta Pihak-pihak lain yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu yang telah memberikan sedikit atau banyak andil dan doa kepada saya dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini.

Menyadari akan segala kekurangan dan keterbatasan penulis sebagai manusia biasa, maka penulis dengan tangan terbuka menerima segala saran dan kritik yang membangun guna penyempurnaan tugas akhir ini.

Akhirnya, semoga penulisan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun rekan-rekan mahasiswa lainnya dimasa yang akan datang dan semoga segala bantuan dari semua pihak bernilai Ibadah disisi Allah Subhanahu Wa Ta'ala, *Aamiin*.

Makassar, Januari 2022



Alief Abdan Syakur

Penggunaan Kadar Sika Grout Sebagai Subtitusi Parsial Semen Terhadap Kuat Tekan, Kuat Tarik Belah, Dan Kuat Lentur Beton

Oleh : Alief Abdan Syakur ¹⁾, Syahrul Sariman²⁾, Hijriah³⁾

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar

Email : aliefabdansyakur1998@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan kuat tekan beton dan kuat tarik belah serta hubungan kuat tekan beton dengan kuat lentur dengan variasi sika grout. Sika grout yang di substitusi ke semen dengan jumlah yang berbeda – beda. Metode penelitian ini yaitu dengan membandingkan beton normal kuat tekan kuat tarik belah serta kuat lentur dengan beton variasi sika grout. Penambahan sika grout sebagai pengganti semen sebesar 10%, 20% dan 30% dari berat semen. Dari hasil penelitian kuat tekan, kuat tarik belah dan kuat lentur yang sudah dilakukan bahwa beton yang menggunakan sika grout 10% mengalami peningkatan terhadap kuat tekan, kuat tarik, dan kuat lentur beton normal sebesar 5,3%, 1,07% dan 0,93%. Dan pada beton dengan penambahan sika grout sebanyak 20% dan 30% mengalami penurunan terhadap kuat tekan, kuat tarik, serta kuat lentur, namun tidak melewati nilai kuat tekan, kuat tarik serta kuat lentur normal.

Kata Kunci : Sika Grout, Kuat Tekan Beton, Kuat Tarik Belah Beton, Kuat Lentur Beton.

ABSTRACT

This study aims to analyze the relationship between the compressive strength of concrete and split tensile strength and the relationship between the compressive strength of concrete and its flexural strength with variations in grout. Sika grout is substituted for cement with different amounts. The method of this research is to compare normal concrete, compressive strength, split tensile strength and compressive strength with concrete with variations of Sika grout. The addition of sika grout as a cement substitute was 10%, 20% and 30% of the cement weight. From the results of the research on compressive strength, split tensile strength and flexural strength that has been done that concrete using 10% Sika grout has an increase in the compressive strength, tensile strength, and flexural strength of normal concrete by 5.3%, 1.07% and 0.93%. . And in concrete with the addition of 20% and 30% sika grout, the compressive strength, tensile strength, and flexural strength decreased, but did not exceed the normal compressive strength, tensile strength and flexural strength values.

Keywords : Sika Grout, Concrete Compressive Strength, Concrete Splitting Tensile Strength, Concrete Flexural Strength.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGAJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
SURAT PERNYATAAN.....	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR NOTASI.....	xvii
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	4
1.4 POKOK BAHASAN DAN BATASAN MASALAH	I - 4
1.4.1 Pokok Bahasan.....	I - 4
1.4.2 Batasan Masalah	I - 5
1.5 SISTEMATIKA PENULISAN	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 - 5
2.1.3 Umur Beton.....	II - 8
2.2 KELEBIHAN DAN KEKURANGAN BETON	II - 8
2.2.1 Kelebihan.....	II - 9
2.2.2 Kekurangan	II - 9
2.3 BAHAN CAMPURAN BETON	II - 10
2.3.1 Air	II - 10
2.3.2 Semen Portland	II - 11
2.3.3 Agregat	II - 14
(a) Agregat halus	II - 15
(b) Agregat kasar.....	II - 16
2.4 MATERIAL TAMBAHAN	I - 18
2.4.1 Sika Grout.....	II - 18
2.4.2 Kegunaan Sika Grout.....	II - 19
2.4.3 Keuntungan Sika Grout.....	II - 19
2.4.4 Komposisi Sika Grout	II - 20

2.5 PENGUJIAN KARAKTERISTIK AGREGAT	II - 20
2.5.1 Kadar Air.....	II - 20
2.5.2 Kadar Lumpur	II - 21
2.5.3 Berat Isi.....	II - 21
2.5.4 Berat Jenis Dan Penyerapan Untuk Agregat Kasar	II - 22
2.5.5 Analisa Saringan.....	II - 23
2.5.6 Uji Slump	II - 24
2.6 UJI KUAT TEKAN BETON	II - 26
2.7 UJI KUAT TARIK BELAH	II - 29
2.8 UJI KUAT LENTUR BETON	II - 31
2.9 FAKTOR - FAKTOR YANG MEMPENGARUHI KEKUATAN TEKAN BETON.....	II - 35
2.10 PENELITIAN TERDAHULU	II - 35
2.10.1 Penelitian Asrullah Universitas Paelmbang (2018)	II - 35
2.10.2 Penelitian A. Rudi Hermawan, Eka SM (2013)	II - 36

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 BAGAN ALUR PENELITIAN.....	I - 1
3.2 TAHAPAN PENELITIAN.....	III - 3
3.3 UMUM	III - 4
3.4 DATA DAN SUMBER DATA	III - 4

3.5 VARIABEL PENELITIAN	III - 5
3.6 NOTASI DAN JUMLAH SAMPEL.....	III - 5
3.7 METODE ANALISIS	III - 6
3.7.1 Pengaruh Sika Grout Terhadap Kuat Tekan, Kuat Tarik, Dan Kuat Lentur Beton	III - 6
3.7.2 Hubungan Kuat Tekan Dengan Kuat Tarik Serta Hubungan Kuat Tekan Dengan 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 - 3
4.1.3 Mix Desain	IV - 3
4.1.4 Pengujian Slump Test.....	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 Hasil Kuat Tekan Beton Variasi.....	IV - 8
4.1.9 Hasil Kuat Tarik Belah Beton Variasi	IV - 8
4.1.10 Hasil Kuat Kuat Lentur Beton Variasi	IV - 9
4.2 PEMBAHASAN	IV - 9
4.2.1 Pengaruh Sika Grout Terhadap Kuat Tekan Beton Normal	IV - 9

4.2.2 Pengaruh Sika Grout Terhadap Kuat Tarik Beton Normal	IV - 10
4.2.3 Pengaruh Sika Grout Terhadap Kuat Lentur Beton Normal	
.....	IV-11
4.3 HUBUNGAN KUAT TEKAN DENGAN KUAT TARIK BELAH SERTA HUBUNGAN KUAT TEKAN DENGAN KUAT LENTUR BETON VARIASI	IV - 12
4.3.1 Hubungan Kuat Tekan Dengan Kuat Tarik Belah Beton Variasi	
.....	IV - 12
4.3.2 Hubungan Kuat Tekan Dengan Kuat Lentur Beton Variasi	15
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 KESIMPULAN	V - 1
5.2 SARAN	V - 1
DAFTAR PUSTAKA	xix
LAMPIRAN	
1. Data Hasil Laboratorium	
2. Foto Dokumentasi	

DAFTAR TABEL

2.1 Beberapa Jenis Beton Menurut Kuat Tekannya	II - 6
2.2 Jenis Beton Menurut Berat Jenisnya	II - 7
2.3 Spesifikasi Semen Portland Komposit (PCC).....	II - 13
2.7 Karakteristik Agregat Halus	II - 16
2.8 Spesifikasi Karakteristik Agregat Kasar (Batu Pecah)	II - 17
2.9 Gradasi Standar Agregat Kasar.....	II - 21
3.1 Variasi Benda Uji Kuat Tekan, Kuat Tarik, Kuat Lentur Beton.....	III - 5
4.1 Rekapitulasi Hasil Pengujian Agregat Halus	IV - 1
4.2 Rekapitulasi Hasil Pengujian Agregat Kasar	IV - 2
4.3 Komposisi Kebutuhan Bahan Campuran Beton Normal.....	IV - 3
4.4 Komposisi Kebutuhan Bahan Campuran Beton Normal Dan Variasi	IV - 4
4.5 Nilai Slump	IV - 4
4.6 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Normal	IV - 5
4.7 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton Normal	IV - 6
4.8 Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton Normal	IV - 7
4.9 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Variasi	IV - 8

4.10 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton Variasi.....	IV - 8
4.11 Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton Variasi.....	IV - 9
4.12 Persentase Peningkatan Kuat Tekan Beton Normal Dengan Beton Variasi	IV - 10
4.13 Persentase Peningkatan Kuat Tarik Belah Beton Normal Dengan Beton Variasi	IV - 11
4.14 Persentase Peningkatan Kuat Lentur Beton Normal Dengan Beton Variasi	IV - 12
4.15 Hubungan Kuat Tekan Dengan Kuat Tarik Belah Beton Variasi	V-14
4.16 Hubungan Kuat Tekan Dengan Kuat Tarik Belah Beton Variasi.....	IV-15

DAFTAR GAMBAR

2.1 Semen sika grout	II - 3
4.1 Gradasi penggabungan agregat.....	V-3
4.2 Perbandingan kuat tekan beton normal terhadap substitusi sika grout	IV-9
4.3 Perbandingan kuat tarik belah normal terhadap substitusi sika grout	IV - 10
4.4 Perbandingan kuat Lentur beton normal terhadap substitusi sika grout	IV - 11
4.5 Grafik hubungan kuat tekan dengan kuat tarik belah	IV - 15
4.6 Grafik hubungan kuat lentur dengan kuat tarik belah.....	IV - 16

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

m^3 = Meter Kubik

mm^2 = Milimeter Persegi

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan dunia konstruksi di Indonesia saat ini begitu pesat. Sebagai bukti nyata, semakin banyaknya proyek pembangunan-pembangunan infrastruktur maupun pembangunan gedung yang ada di Indonesia. Dalam proses pembangunannya, beton merupakan material yang sangat sering digunakan sebagai bahan utama bangunan, hal ini dikarenakan sifat-sifat yang dimiliki beton. Beton merupakan material yang mudah dibentuk dan dicetak sesuai dengan kebutuhan struktur beton bangunan dan mampu menahan beban tekan dengan sangat baik, memiliki umur yang relatif lama, mampu bertahan pada temperature yang tinggi, serta biaya pemeliharannya yang rendah. Beton juga memiliki kuat tekan, kuat tarik belah dan kuat lentur 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.

Pada proses produksi industri semen sebagian besar menggunakan bahan bakar fosil yang menimbulkan dampak gas rumah kaca yang menjadi salah satu faktor penyebab pemanasan global (*Global Warming*). Dengan mempertimbangkan hal tersebut, maka banyak penelitian-penelitian yang dilakukan untuk berinovasi dengan tujuan mengurangi kebutuhan semen namun tidak mengurangi kualitas mutu betonnya itu sendiri.

Sika Concrete Refair Mortar berfungsi sebagai komponen semen grouting untuk memperbaiki beton yang keropos dan juga untuk pengisi celah atau lubang – lubang seperti pada kolom baja, angkur baut dan sebagainya. Adapun keunggulannya adalah siap pakai dan mudah diaplikasikan, tidak susut, mudah mengalir, kekentalan bisa di atur sesuai konsumsi air dan kekuatan mekanis tinggi.

Berdasarkan uraian diatas, maka perlu dilakukan penelitian dengan uji laboratorium tentang :

“PENGUNAAN KADAR SIKAGROUT SEBAGAI SUBSTITUSI PARSIAL SEMEN TERHADAP KUAT TEKAN, KUAT TARIK BELAH, DAN KUAT LENTUR BETON”

1.2 Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana memperoleh beton normal dengan kuat tekan F'_c 20 Mpa
2. Bagaimana pengaruh penggunaan sika grout sebagai substitusi parsial semen terhadap kuat tekan, kuat lentur dan kuat tarik belah beton?
3. Bagaimana hubungan kuat tekan dengan kuat tarik, serta hubungan kuat tekan dengan kuat lentur beton ?

1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian

1.3.1 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah :

1. Memperoleh komposisi campuran beton $F'_c = 20$ Mpa
2. Memperoleh pengaruh penggunaan sika grout sebagai substitusi parsial semen terhadap kuat tekan beton , kuat lentur dan kuat tarik belah beton
3. Memperoleh hubungan kuat tekan dengan kuat tarik, serta hubungan kuat tekan dengan kuat lentur beton

1.3.2 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penulisan ini :

- a. Sebagai salah satu ilmu pengetahuan dan menambah wawasan khususnya pada bahan campuran beton terutama penambahan Sika Grout 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.
- b. 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 yang menggunakan Sika Grout.
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 Sika Grout dan semen PCC.
2. Mutu beton rencana ($f'c$) = 20 MPa. .
3. Tidak melakukan pengujian waktu ikat dan berat jenis semen.
4. Material Pasir dan Batu Pecah yang di gunakan di ambil dari tombongi.

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, kuat lentur beton yang telah dilakukan di laboratorium, yang di sajikan 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 dari keseluruhan penelitian yang telah dilakukan dan saran yang dapat diberikan untuk memperbaiki hasil dari penelitian pengaruh semen grouting sebagai pengganti parsial semen terhadap kuat tekan, kuat tarik, kuat lentur beton.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum

2.1.1 Definisi Beton

Beton atau *concrete* berasal dari bahasa latin "*concretus*" yang berarti tumbuh bersama" suatu pengertian yang menggambarkan "penyatuan partikel-partikel lepas menjadi suatu massa yang utuh". Pengertian beton sendiri adalah merupakan campuran yang homogen antara semen, air dan agregat. Karakteristik beton adalah mempunyai tegangan hancur tekan yang tinggi serta tegangan hancur tarik yang rendah. Menurut SNI 2847:2013, beton didefinisikan sebagai campuran dari bahan penyusunnya yang terdiri dari bahan hidrolik (portland cement), agregat kasar, agregat halus, dan air dengan atau tanpa menggunakan bahan tambah (admixture atau additive). Seiring dengan penambahan umur, beton akan semakin mengeras dan akan mencapai kekuatan rencana ($f'c$) pada usia 28 hari. Beton memiliki daya kuat tekan yang baik oleh karena itu beton banyak dipakai atau dipergunakan untuk pemilihan jenis struktur terutama struktur bangunan, jembatan dan jalan. Sampai saat ini beton masih menjadi pilihan utama dalam pembuatan struktur. Selain karena kemudahan dalam mendapatkan material penyusunnya, hal itu juga disebabkan oleh penggunaan tenaga yang cukup besar sehingga dapat mengurangi masalah penyediaan lapangan kerja. Hal yang menjadi

pertimbangan pada proses produksinya berupa kekuatan tekan yang tinggi dan kemudahan pengerjaannya, serta kelangsungan proses pengadaan beton. Pada umumnya, beton mengandung rongga udara sekitar 1% - 2%, pasta semen (semen dan air) sekitar 25% - 40%, dan agregat (agregat halus dan agregat kasar) sekitar 60% - 75%. Untuk mendapatkan kekuatan yang baik, sifat dan karakteristik dari masing-masing bahan penyusun tersebut perlu dipelajari. Sifat beton yang meliputi : mudah diaduk, di salurkan, di cor, di padatkan dan diselesaikan, tanpa menimbulkan pemisahan bahan susunan adukan dan mutu beton yang disyaratkan oleh konstruksi tetap dipenuhi.

Sebagian besar bahan pembuat beton adalah bahan lokal (kecuali semen atau bahan tambah kimia), sehingga sangat menguntungkan secara ekonomi. Namun pembuatan beton akan menjadi mahal jika perencanaan tidak memahami karakteristik bahan – bahan penyusun beton yang harus disesuaikan dengan perilaku struktur yang akan dibuat. Pengaplikasian material beton untuk konstruksi jalan raya khususnya perkerasan kaku (*rigid pavement*) telah banyak dilakukan. Beton dari yang dihasilkan tersebut harus memenuhi kekuatan sesuai yang ditentukan dalam perencanaan. Sifat-sifat dan karakteristik material penyusun beton akan mempengaruhi kinerja dari beton yang dibuat. Kinerja beton ini harus disesuaikan dengan kategori bangunan yang dibuat, yang harus memenuhi kriteria konstruksi, kekuatan tekan dan keawetan.atau durabilitas. Beton yang baik yaitu setiap butir agregat seluruhnya terbungkus dengan mortar. Demikian halnya

dengan ruang antar agregat, harus terisi oleh mortar. Jadi kualitas dari mortar pada adukan beton tersebut akan mempengaruhi mutu dari beton tersebut. Semen merupakan unsur penting dalam adukan beton, meskipun jumlahnya hanya 7-15% dari suatu campuran adukan beton. Beton dengan campuran semen yang sedikit (sampai 7%) disebut beton kurus (lean concrete), sedangkan beton dengan campuran semen yang banyak disebut beton gemuk (rich concrete).

Secara umum beton dibedakan kedalam 2 kelompok, yaitu :

1. Beton berdasarkan kelas dan mutu beton.

Kelas dan mutu beton ini, di bedakan menjadi 3, dapat dilihat dalam tabel 2.1 berikut ini :

Tabel 2.1 Kelas dan Mutu Beton

Jenis Beton	f_c' (MPa)	Uraian
Mutu tinggi	$f_c' \geq 45$	Umumnya digunakan untuk beton pratekan seperti tiang pancang beton pratekan, gelagar beton pratekan, pelat beton pratekan, diafragma pratekan, dan sejenisnya.
Mutu sedang	$20 \leq f_c' < 45$	Umumnya digunakan untuk beton bertulang seperti pelat lantai jembatan, gelagar beton bertulang, diafragma non pratekan, kerib beton pracetak, gorong-gorong beton bertulang, bangunan bawah jembatan, perkerasan beton semen.
Mutu rendah	$15 \leq f_c' < 20$	Umumnya digunakan untuk struktur beton tanpa tulangan seperti beton siklop, dan trotoar
	$f_c' < 15$	Digunakan sebagai lantai kerja, penimbunan kembali dengan beton.

Sumber : Spesifikasi umum 2018

2. 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/m^3 2400 kg/m^3 dengan kuat tekan sekitar 15 MPa 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/m^3 . 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 caramemberikan 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 menurut Sugiyanto dan Sebayang (2005) dan Tjokrodimuljo (2007) antara lain:

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 2.2. 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 2.3. 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 pastanya. Dalam perhitungan struktur boleh diambil modulus beton sebagai berikut:

$$E = 4700 \sqrt{f'c} ; \text{ untuk beton normal}$$

dengan:

E = Modulus elastisitas beton, MPa

$f'c$ = 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

Kuat tekan beton akan bertambah dengan naiknya umur beton. Kuat beton akan naik secara cepat (linier) sampai umur 28 hari, tetapi setelah itu kenaikannya akan kecil. kuat tekan beton pada kasus-kasus tertentu terus akan bertambah sampai beberapa tahun dimuka. Biasanya kuat 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.

2.3 Bahan Campuran Beton

2.3.1 Air

Air merupakan salah satu bahan yang paling penting dalam pembuatan beton karena menentukan mutu dalam campuran beton. Fungsi air pada campuran beton adalah untuk membantu reaksi kima semen portland dan sebagai bahan pelicin antara semen dengan agregat agar mudah dikerjakan. Air diperlukan pada adukan beton karena berpengaruh pada sifat pengerjaan beton (*workability*).

Air yang diperlukan untuk bereaksi dengan semen hanya sekitar 25%30%dari berat semen, namun dalam kenyataannya jika nilai faktor air semen kurangdari 0,35 maka adukan beton akan sulit dikerjakan. Akan tetapi jumlah air untukpelicin pada adukan beton tidak boleh terlalu banyak karena dapat mempengaruhibeton setelah mengeras yaitu beton akan menjadi porous sehingga kekuatannyaakan rendah(Tjokrodimuljo, 2007).

Air untuk campuran beton minimal yang memenuhi persyaratan air minum, akan tetapi bukan berarti air untuk campuran beton harus memenuhistanandar air minum. Penggunaan air sebagai bahan campuran beton sebaiknya memenuhi syarat sebagai berikut(Tjokrodimuljo, 2007):

1. air harus bersih,
2. tidak mengandung lumpur, minyak dan benda melayang lainnya lebih dari 2gram/liter,

3. tidak mengandung garam-garam yang dapat larut dan dapat merusak beton, asam, zat organik lebih dari 15 gram/liter, 4. tidak mengandung klorida atau $Cl^- > 0,5$ gram/liter,
4. tidak mengandung senyawa sulfat > 1 gram/liter.

2.3.2 Semen Portland

Berdasarkan SNI 2049:2004, semen portland adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak semen portland terutama yang terdiri dari kalsium silikat yang bersifat hidrolis dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat dan boleh ditambah dengan bahan tambahan lain. Semen berfungsi sebagai bahan perekat untuk menyatukan bahan agregat kasar dan agregat halus menjadi satu massa yang kompak dan padat dengan proses hidrasi.

Menurut SNI 15-7064-2004, 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, pemasangan 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.

a. Jenis dan penggunaan

- 1 Jenis I yaitu semen portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis-jenis lain.
- 2 Jenis II yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat atau kalor hidrasi sedang.
- 3 Jenis III semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah pengikatan terjadi.
- 4 Jenis IV yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan kalor hidrasi rendah.
- 5 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 2.4.

Tabel 2.4 Spesifikasi Semen Portland Komposit (PCC)

Jenis Pengujian	Satuan	SNI 15-7064 - 2004	Semen Tonasa (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: PT. Semen Tonasa)

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 :

- a) *Portland Pozzolan Cement* (PPC)
- b) *Portland Blast Furnace Slag Cement*

c) Semen *Masonry*

d) *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

Agregat adalah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai campuran mortar atau beton. Agregat ini kira-kira menempati sebanyak 70% dari volume mortar atau beton. Walau hanya bahan pengisi, akan tetapi agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat betonnya, sehingga pemilihan agregat merupakan suatu bagian penting dalam pembuatan beton (Tjokrodinuljo, 2007).

Untuk mendapatkan beton yang baik diperlukan agregat berkualitas baik pula. Agregat yang baik harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

1. butirnya tajam dan keras,
2. kekal, tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca,
3. tidak mengandung lumpur lebih dari 5% untuk agregat halus dan 1% untuk agregat kasar,
4. tidak mengandung zat organik dan zat reaktif terhadap alkali.

Dari jenis, agregat dibedakan menjadi dua yaitu agregat alami dan agregat buatan (pecahan). Pada penelitian yang dilaksanakan digunakan dua agregat yaitu agregat halus dan kasar.

a. Agregat Halus

Agregat Halus merupakan bahan pengisi diantara agregat kasar sehingga menjadikan ikatan lebih kuat yang mempunyai B_j 1400 kg/m.

Agregat halus yang baik tidak mengandung lumpur lebih besar 5 % dari berat, tidak mengandung bahan organis lebih banyak, terdiri dari butiran yang tajam dan keras, dan bervariasi.

Berdasarkan SNI 03-6820-2002, agregat halus adalah agregat besar butir maksimum 4,76 mm berasal dari alam atau hasil alam, sedangkan agregat halus olahan adalah agregat halus yang dihasilkan dari pecahan dan pemisahan butiran dengan cara penyaringan atau cara lainnya dari batuan atau terak tanur tinggi.

Berdasarkan ASTM C33 agregat halus umumnya berupa pasir dengan partikel butir lebih kecil dari 5 mm atau lolos saringan No.4 dan tertahan pada saringan No.200.

Spesifikasi karakteristik agregat halus (pasir) dapat dilihat pada tabel 2.5

Tabel 2.5 spesifikasi 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)

Agregat halus adalah pasir alam sebagai hasil disintegrasi alami batuan atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir sebesar 5mm.

b. Agregat Kasar

Menurut SNI 1970-2008, agregat kasar adalah kerikil sebagai hasil disintegrasi alami dari batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir antara 4,75 mm (No.4) sampai 40 mm (No. 1½ inci).

Berdasarkan ASTM C33 Agregat kasar terdiri dari kerikil atau batu pecah dengan partikel butir lebih besar dari 5 mm atau antara 9,5 mm dan 37,5 mm.

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.

Spesifikasi karakteristik agregat kasar (Batu Pecah) dapat dilihat pada tabel 2.6.

Tabel 2.6. Tabel Spesifikasi 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)

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 Sika Grout

Sika merupakan salah satu produsen bahan bangunan dan produk kimia bangunan yang sudah mendunia. Produknya ada ribuan jenis, salah satunya adalah SikaGrout 215 yang sangat terkenal sebagai semen Grouting.

Grouting merupakan proses pengisian rongga untuk perbaikan beton maupun untuk perbaikan kondruksi tanah dan bangunan. Grouting juga bisa digunakan untuk proses pemasangan ankur atau dudukan mesin agar kokoh dan tidak bergeser. Semen Grouting mempunyai banyak fungsi vital oleh karena itu diperlukan bahan yang berkualitas sebagai penyusunnya.

Semen sika grout adalah semen grouting yang mempunyai karakteristik tidak menyusut, khusus dikembangkan untuk struktur lingkungan kelautan dan perbaikan beton.



Gambar 2.1 Semen Sika Grout

Jenis semen sika grout yang digunakan dalam penelitian ini adalah Sika Concrete Refair Mortar. Sika concrete refair mortar berfungsi sebagai

komponen semen grouting untuk memperbaiki beton yang keropos dan juga untuk pengisi celah atau lubang – lubang seperti pada kolom baja, angkur baut dan sebagainya. Adapun keunggulannya adalah siap pakai dan mudah diaplikasikan, tidak susut, mudah mengalir, kekentalan bisa diatur sesuai konsumsi air dan kekuatan mekanis tinggi.

2.4.2 Kegunaan Sika Grout

- a) Pemasangan Angkur.
- b) Pondasi Mesin / Alas Plat.
- c) Sebagai Dudukan Bearing Pad Jembatan.
- d) Beton Pracetak.
- e) Aplikasi Dry Pack.
- f) Pengisian Rongga, Celah dan penghentian sementara.
- g) Perbaikan Beton dengan Metode Grouting.
- h) Struktur Kelautan.
- i) Juga di rekomendasikan untuk perbaikan Struktur bawah tanah dan Grouting di area pasang surut.
- j) Aplikasi Perbaikan pada, Jembatan Dermaga, Tiang beton, Dinding pelabuhan, Tiang penyangga jetty.

2.4.3 Keuntungan Sika Grout

- a) Mudah penggunaannya, hanya menambahkan air
- b) Karakteristik mudah mengalir
- c) Konsistensi dapat diatur
- d) Kekuatan awal sangat cepat

- e) Tahan terhadap benturan dan getaran
- f) Tahan terhadap penyusutan
- g) Kekuatan tekan tinggi

2.4.4 Komposisi Sika Grout

- a. Komponen berbahaya nama kimia Quartz (SiO_2)
- b. Cement, portland,
- c. Chemicals Fumes
- d. Silica

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 :

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

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 :

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

Dengan :

V_L : Volume Lumpur (ml)

V_T : 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 (gr)

B : Berat benda uji di dalam air (gr)

C : Berat benda uji kering oven (gr)

- b. Berat jenis jenuh 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:

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

Dengan :

A : Berat benda uji (gr)

B : Berat benda uji di dalam 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 di dalam air (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 (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 :

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

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.

Nilai slump beton, Perolehan hasil angka pada slump dihasilkan melalui hasil uji dengan mengisi beton segar pada sebuah kerucut yang dikenal krucut abrams. Setelah itu kerucut ini ditarik menuju ke atas sehingga beton yang ada di dalamnya bergerak turun. Besaran penurunan inilah yang disebut nilai slump. Apabila nilainya semakin besar maka beton segar menjadi makin encer. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi hasil besaran nilai slump. Beberapa diantaranya meliputi, ukuran butiran agregat yang digunakan, kuantitas air dan tidak adanya pengaruh air ke semen. Apabila jumlah air yang digunakan semakin besar maka nilai slump

menjadi makin besar. Hal ini berbanding lurus. Selain itu, rongga udara pada beton menjadi keras semakin besar. Tidak hanya, hal ini juga mempengaruhi nilai koefisien pada permeabilitas juga semakin tinggi.

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.

Jenis - jenis Slump :

a. Near-zero Slump

Near-zero slump merupakan campuran beton yang sangat kering dengan komposisi air yang sangat sedikit. Dalam hal ini slump yang terjadi sangat sedikit dan tinggi. Slump jenis ini sangat mudah menyerap air. Dengan menambah sedikit agregat dan air pada campuran air maka akan menambah tingkat konsistensi beton.

b. Normal Slump

Normal Slump merupakan jenis slump yang paling stabil karena semua campuran partikel penyusunnya paling seimbang. Slump jenis ini merupakan slump yang dianjurkan karena daya serapnya kecil namun tidak terlalu encer sehingga kestabilan beton dapat terjamin.

c. Shear Slump

Shear Slump merupakan jenis *slump* yang komposisi airnya terlalu banyak sehingga kestabilan beton tidak dapat terjamin.

d. Collapse slump

Slump ini merupakan jenis *slump* yang sangat buruk karena komposisi airnya sangat banyak dan jauh melebihi dari komposisi agregat penyusunnya sehingga tingkat konsistensinya sangat rendah.

2.6 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.

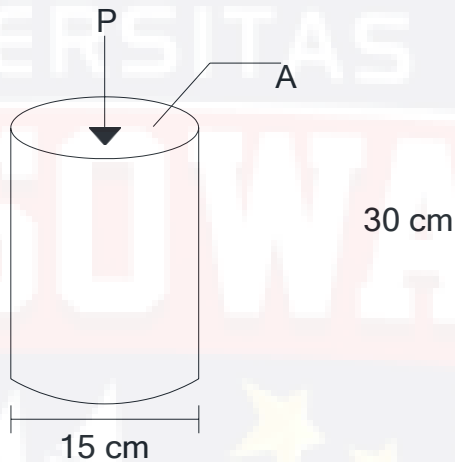
Rumus - rumus yang digunakan untuk menghitung kekuatan tekan beton adalah :

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

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 :

$$f_{cr} = \frac{\sum f_c}{N} (\text{Mpa}) \dots \dots \dots (10)$$

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 dpat 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.

2.7 Uji Kuat Tarik Belah

Metode pengujian ini mencangkup 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 garis belah digunakan untuk mengevaluasi ketahanan geser dari komponen struktur yang terbuat dari beton yang menggunakan agrerat ringan.

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

Langkah-langkah pegujian kuat garis 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.

Dalam SI ditentukan hubungan kuat tarik dengan kuat tekannya (f_c) adalah $0,5 \sqrt{f_c} - 0,6 \sqrt{f_c}$. Menurut perkiraan kasar, nilai kuat tarik berkisar antara 9 % - 15 % dari kuat tekannya. Nilai pastinya sulit diukur (Mulyono,2004).

Kecilnya nilai kuat tarik yang dihasilkan oleh beton yang menjadi kelemahan terbesar dari beton. Sehingga untuk menaikkan kuat tarik belah pada beton dapat dilakukan dengan menambahkan tulangan agar beton dapat mampu menahan gaya tarik.

Pengujian kuat tarik belah menggunakan benda uji yang berbentuk silinder yang berukuran diameter 15cm dan tinggi 30 cm diletakan secara

mendatar di atas meja penguji tekan. Kemudian benda uji diberi beban dari atas merata sepanjang benda uji. Apabila benda uji sudah tidak dapat menahan beban lagi, maka benda uji akan terbelah menjadi dua.

Rumus yang digunakan untuk perhitungan kuat garis 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)

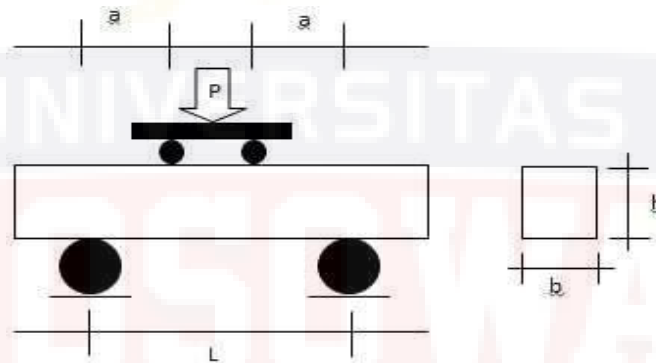
π = Phi

2.8 Uji Kuat Lentur Beton

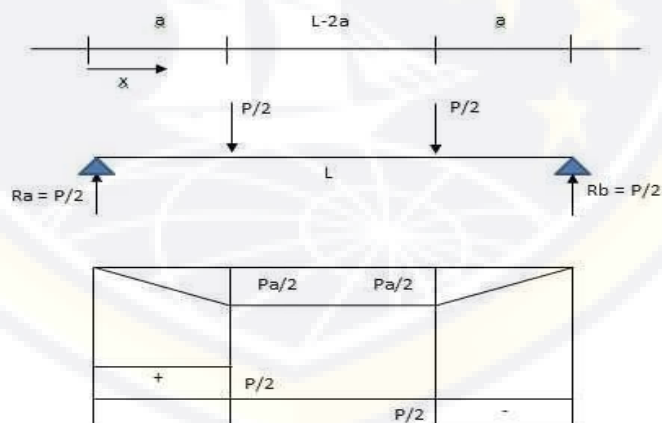
Kuat tarik lentur adalah kemampuan balok beton yang diletakkan pada dua perletakan untuk menahan gaya dengan arah tegak lurus sumbu benda uji, yang diberikan padanya, sampai benda uji patah yang dinyatakan dalam Mega Pascal (MPa) gaya tiap satuan luas (SNI 03-4431-1997).

Sebuah balok yang diberi beban akan mengalami deformasi, dan oleh sebab itu timbul momen-momen lentur sebagai perlawanan dari material yang membentuk balok tersebut terhadap beban luar. Tegangan yang timbul selama mengalami deformasi tidak boleh melebihi tegangan lentur

ijin untuk bahan dari beton itu. Momen eksternal harus ditahan oleh bahan dari beton, dan harga maksimum yang dapat dicapai sebelum balok mengalami keruntuhan atau patah sama dengan momen penahan internal dari balok. Sistem pembebanan pada pengujian tarik lentur, yaitu benda uji dibebani sedemikian rupa sehingga hanya akan mengalami keruntuhan akibat lentur murni seperti Gambar 2.2 dan 2.3



Gambar 2.2 pengujian kuat tarik lentur



Gambar 2.3 diagram moment (m) dan gaya lintang (q)

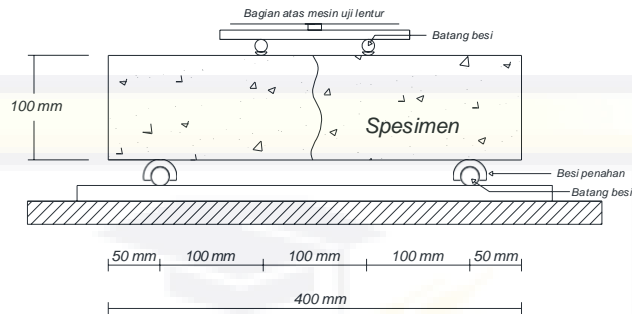
Kuat lentur beton adalah kuat beton dalam keadaan lentur. Pengujian kuat lentur penting dilakukan untuk menentukan retak dan lendutan yang terjadi pada balok. Sebuah balok yang diberi beban akan mengalami deformasi, dan oleh sebab itu timbul momen-momen lentur sebagai perlawanan dari material yang membentuk balok tersebut terhadap beban luar. Tegangan yang timbul selama mengalami deformasi tidak boleh melebihi tegangan lentur ijin untuk bahan dari beton itu.

Uji lentur balok beton yang dilakukan pada umur beton 28 hari, pengujian kuat lentur benda uji balok 10 cm x 10 cm x 40 cm menggunakan alat *Flexural Testing Machine* kapasitas 50 kN dengan pembebanan 1/3 bentang (*three point loading*) yang mengacu pada standar ASTM C.78 – 02.

Langkah-langkah pengujiannya adalah :

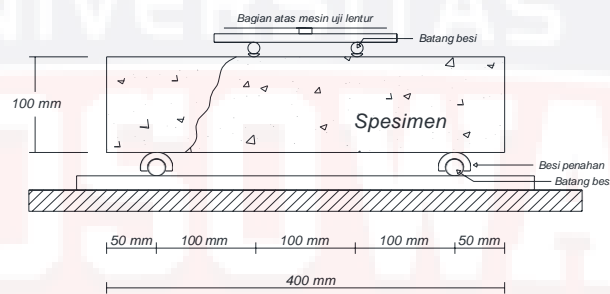
- a. Balok untuk uji lentur diangkat dari rendaman, kemudian dianginkan atau dilap hingga kering permukaan.
- b. Balok untuk uji lentur diukur, dan diberi garis pada kedua tepinya sebesar 15 cm sebagai titik tumpuan.
- c. Pengujian lentur dengan menggunakan mesin uji lentur balok beton.
- d. Meletakkan sample balok beton ke dalam alat penguji, lalu menghidupkan mesin dan secara perlahan alat menekan sample balok beton.
- e. Mencatat hasil uji lentur balok beton untuk tiap sampelnya.
- f. Menghitung lentur balok beton (*Modulus of Rupture*) dengan rumus:

Jika keruntuhan yang terjadi di bagian tengah bentang.



$$f_r = \frac{P.L}{b.h^2} \dots\dots\dots (16)$$

Jika keruntuhan yang terjadi di bagian luar bentang.



$$f_r = \frac{3P.a}{b.h^2} \dots\dots\dots (17)$$

Dimana :

f_r = Kuat lentur (MPa)

P = Beban pada waktu lentur (kN)

a = Jarak dari perletakan ke gaya (mm)

b = Lebar penampang balok (mm)

h = tinggi penampang balok (mm)

2.9 Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Kekuatan Tekan Beton

ada empat bagian utama yang mempengaruhi mutu dari kekuatan beton tersebut, yaitu :

- Proporsi bahan-bahan penyusunnya
- Metode perancangan
- Perawatan
- Keadaan pada saat pengecoran dilaksanakan, yang terutama dipengaruhi oleh lingkungan setempat

2.10 Penelitian Terdahulu

2.10.1 Penelitian Asrullah Universitas Palembang (2018)

Kuat Tekan Beton Dengan Menggunakan Sika Concrete Refair Mortar Sebagai Pengganti Semen Pada Campuran Beton K 300

Sika Concrete Refair Mortar berfungsi sebagai komponen semen grouting untuk memperbaiki beton yang keropos dan juga untuk pengisi celah atau lubang-lubang seperti pada kolom baja, angkur baut dan sebagainya. Dalam penelitian ini peneliti mencoba menggunakan *Sika Concrete Refair Mortar* sebagai pengganti semen dalam beton dengan berbagai variasi campuran dari kebutuhan berat semen yang ditinjau dari kuat tekan beton. Metode rancangan campuran beton digunakan adalah SNI 03-2834-2000, sedangkan dalam pengujian kuat tekan digunakan metode SNI 03-1974-1990. Mutu beton yang digunakan adalah K 300 dengan benda uji kubus berukuran 15x15x15 cm. Penambahan *Sika Concrete Refair Mortar* sebagai pengganti semen sebesar 5%, 10%, 15% dan 20% dari

berat semen. Uji kuat tekan dilakukan pada umur beton 7,14,21 dan 28 hari. Dari hasil pengujian maka dapat disimpulkan bahwa kuat beton beton tanpa penambahan *Sika Concrete Refair Mortar* utama sebesar 302,50 kg/cm², sedangkan kuat tekan terbesar dari penambahan *Sika Concrete Refair Mortar* terjadi pada penambahan *Sika Concrete Refair Mortar* 5% dengan nilai kuat tekan 311,89 kg/cm².

2.10.2 Penelitian A. Rudi Hermawan, Eka SM (2013)

Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Campuran Agregat Dan Sika Grout 215

Pada penelitian ini telah dilakukan pengujian dengan percampuran antara bahan grouting nonshrinkage (tidak susut) produk sika grout 215 dengan coarse aggregate (agregat kasar). Percampuran tersebut dilakukan dengan prosentase agregat kasar 50%,40% dan 30% berat sika grout 215. Hasil dari test kuat tekan adalah sebagai berikut:

- a) Kuat tekan umur beton 7 hari dengan campuran 50% berat agregat terhadap berat sika grout 215 adalah 329,5 kg/cm²,
- b) Kuat tekan umur beton 7 hari dengan campuran 40% berat agregat terhadap berat sika grout 215 adalah 372,8 kg/cm²,
- c) Kuat tekan umur beton 7 hari dengan campuran 30% berat agregat terhadap berat sika grout 215 adalah 376,7 kg/cm²,
- d) Kuat tekan umur beton 28 hari dengan campuran 50% berat agregat terhadap berat sika grout 215 adalah 359,7 kg/cm²,

- e) Kuat tekan umur beton 28 hari dengan campuran 40% berat agregat terhadap berat sika grout 215 adalah 408,2 kg/cm²,
- f) Kuat tekan umur beton 28 hari dengan campuran 30% berat agregat terhadap berat sika grout 215 adalah 482,2 kg/cm².



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Bagan Alur Penelitian

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





Gambar 3.1. Diagram alur penelitian

3.2 Tahapan Penelitian

1. Kajian Pustaka
2. Persiapan alat dan bahan material
 - a. Agregat Kasar (Batu pecah 1-2)
 - b. Agregat Halus (Pasir)
 - c. Semen
 - d. Sika Grout
3. 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)
4. 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*)

3.3 Umum

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

3.4 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.

3.5 Variabel Penelitian

Sebagaimana judul penelitian ini adalah Pengaruh Kadar Sika Grout Sebagai Pengganti Parsial Semen Terhadap Kuat Tekan, Kuat Tarik Belah dan Kuat Lentur Beton. Maka variabel yang digunakan adalah :

- a. Variabel yang terikat dalam penelitian ini yaitu agregat kasar, dan agregat halus.
- b. Variable bebas dalam penelitian ini yaitu sika grout dan semen.

3.6 Notasi dan Jumlah Sampel

Tabel 3.1 Variasi Benda Uji Kuat Tekan, Kuat Tarik Belah, Dan Kuat Lentur Beton

No	Uraian	Notasi	Semen	Semen	Jumlah Sampel
			Pcc	Sika Grout	
1	Kuat Tekan Normal	CN	100%	0%	20
2	Kuat Tarik Normal	TN	100%	0%	3
3	Kuat Lentur Normal	LN	100%	0%	1
4	Uji Kuat Tekan	CS 10	90%	10%	3
		CS 20	80%	20%	3
		CS 30	70%	30%	3
5	Uji Kuat Tarik Belah	TS 10	90%	10%	3
		TS 20	80%	20%	3
		TS 30	70%	30%	3
6	Uji Kuat Lentur	LS 10	90%	10%	1
		LS 20	80%	20%	1
		LS 30	70%	30%	1
Jumlah					45

Simbol :

BN: Beton Normal

TS : Kuat Tarik Sika

CS : Kuat Tekan Sika

LS : Kuat Lentur Sika

3.7 Metode Analisis

3.7.1 Pengaruh Sika Grout Terhadap Kuat Tekan, Kuat Tarik, Dan Kuat Lentur Beton

- Sika Grout dapat meningkatkan kuat tekan, kuat tarik, dan kuat lentur beton pada presentase tertentu.
- Sika Grout mempunyai peranan penting dalam menciptakan kekuatan lentur dan geser karna dapat meningkatkan daya ikat beton.

3.7.2 Hubungan Kuat Tekan Dengan Kuat Tarik Serta Hubungan Kuat Tekan Dengan Kuat Lentur Beton

1. Dalam SI ditentukan hubungan kuat tarik dengan kuat tekannya (f'_c) adalah $0,5 \sqrt{f'_c} - 0,6 \sqrt{f'_c}$. Menurut perkiraan kasar, nilai kuat tarik berkisar antara 9 % - 15 % dari kuat tekannya. Nilai pastinya sulit diukur (Mulyono,2004).
- Rumus Hubungan Kuat Tekan Dengan Kuat Tarik Belah

$$F_{ct} = a \sqrt{f'_c}$$

koefisien a pada hubungan f'_c dan f_{ct} dapat ditentukan dengan membuat *curve fitting* dengan menggunakan metode *lesst squares approximation*.

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

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

2. Rumus Hubungan Kuat Tekan Dengan Kuat Lentur Beton

Peraturan SNI 03-2847-2002 menetapkan nilai modulus keruntuhan

lentur untuk beton normal (tanpa tulangan) yaitu :

$$f'r = 0,7 \sqrt{f'c}$$

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 Tabel 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	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

Tabel. 4.2 Rekapitulasi Hasil Pengujian Agregat Kasar

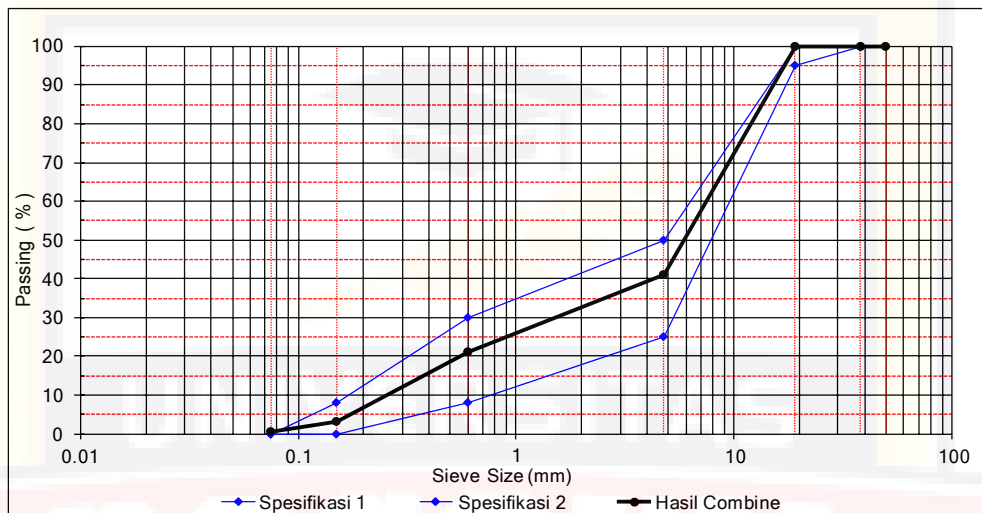
No	Karakteristik Agregat	Spesifikasi Interval	Hasil Pemeriksaan	Keterangan
1	Analisa Saringan	-	Lihat Lampiran	Memenuhi
2	Kadar Lumpur	Maksimal 1 %	0,93%	Memenuhi
3	Kadar Air	0,5 % - 2 %	0,81%	Memenuhi
4	Berat Isi			
	- Lepas	1,6 - 1,9 gram/cm ³	1,63 gram/cm ³	Memenuhi
	- padat		1,75 gram/cm ³	Memenuhi
5	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

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 berdasarkan pengujian karakteristik agregat yang dapat dilihat pada Gambar 4.1 :



Gambar 4.1 Gambar 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 sedangkan beton variasi dilakukan sesuai variasi yang telah ditentukan.

Tabel 4.3 Komposisi Kebutuhan Bahan Campuraan Beton Normal Per 3 Silinder

BAHAN BETON	BERAT/M ³ BETON (kg)	VOLUME BENDA UJI	BERAT UTK 1 SAMPEL (kg)	BERAT UTK 3 SAMPEL (Kg)
Air	207,64	0,0053	1,10	3,30
Semen	379,63	0,0053	2,01	6,04
Pasir	691,56	0,0053	3,67	11,00
Bp Maks 20	996,17	0,0053	5,28	15,84

Sumber : Hasil Mix Design

Tabel 4.4 Komposisi Kebutuhan Bahan Campuran Beton Variasi per 1 Silinder

No	Uraian	Notasi	Pasir	Bp 1-2	Air	Pcc	Sg
			Kg	Kg	L	Kg	Kg
2	Uji Kuat Tekan	CS 10	3,67	5,28	1,10	1,81	0,20
		CS 20	3,67	5,28	1,10	1,61	0,40
		CS 30	3,67	5,28	1,10	1,41	0,60
3	Uji Kuat Tarik Belah	TS 10	3,67	5,28	1,10	1,81	0,20
		TS 20	3,67	5,28	1,10	1,61	0,40
		TS 30	3,67	5,28	1,10	1,41	0,60
4	Uji Kuat Lentur	LS 10	9,34	13,45	2,80	4,62	0,51
		LS 20	9,34	13,45	2,80	4,10	1,03
		LS 30	9,34	13,45	2,80	3,59	1,54

Sumber : Hasil Mix Design

4.1.4 Pengujian Slump Test

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. Berdasarkan nilai slump yang diperoleh maka tingkat workability dikategorikan baik atau mudah dikerjakan.

Tabel 4.5 Nilai Slump

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

Sumber : Hasil Pengujian

4.1.5 Tabel Hasil Uji Kuat Tekan Beton Normal

Tabel 4.6 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Normal

No Benda Uji	Diameter	Tinggi	Luas	Umur	Beban	Kekuatan Tekan
	(cm)	(cm)	Penampang (cm ²)	(Hari)	Maksimum (KN)	(N/mm ²)
1	15	30	176,786	28	350	19,80
2	15	30	176,786	28	390	22,06
3	15	30	176,786	28	380	21,49
4	15	30	176,786	28	340	19,23
5	15	30	176,786	28	370	20,93
6	15	30	176,786	28	360	20,36
7	15	30	176,786	28	355	20,08
8	15	30	176,786	28	345	19,52
9	15	30	176,786	28	340	19,23
10	15	30	176,786	28	405	22,91
11	15	30	176,786	28	370	20,93
12	15	30	176,786	28	350	19,80
13	15	30	176,786	28	370	20,93
14	15	30	176,786	28	350	19,80
15	15	30	176,786	28	395	22,34
16	15	30	176,786	28	375	21,21
17	15	30	176,786	28	365	20,65
18	15	30	176,786	28	345	19,52
19	15	30	176,786	28	370	20,93
20	15	30	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'c)						21,74

Sumber : Hasil Pengujian

Untuk menghitung kekuatan tekan beton rata - rata

$$f'_{cr} = \frac{\sum f^f_c}{N} \text{ (Mpa)} = \frac{411,8}{20} \text{ (Mpa)} = 20,59 \text{ Mpa}$$

Untuk menghitung standar deviasi

$$S_r = \sqrt{\frac{\sum (f^f_c - f'_{cr})^2}{n-1}} = 1.009$$

Untuk menghitung kuat tekan karakteristik

$$f'_{cr} = f^f_c + 1.34 S_r$$

Persamaan I

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

$$f'_c = 20.59 - 1.34 (1.009)$$

$$= 19,24 \text{ Mpa}$$

$$f'_{cr} = f'_c + 2.33 (1.009) - 3.5 \quad \text{Persamaan II}$$

$$f'_c = f'_{cr} - 2.33 (1.009) + 3.5$$

$$= 20.59 - 2.35 + 3.5$$

$$= 21.74 \text{ Mpa}$$

Gunakan nilai terbesar

Faktor modifikasi untuk 20 sampel adalah 1.08

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

Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada umur 28 hari dengan menggunakan silinder berukuran 15 cm x 30 cm sebanyak 20 buah seperti yang tercantum dalam tabel 4.6. Pengujian kuat tekan mengacu pada s (Persyaratan Beton Struktur untuk Bangunan Gedung).

4.1.6 Hasil Kuat Tarik Belah Beton Normal

Tabel 4.7 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah

No Benda Uji	Diameter	Tinggi	Luas	Umur	Beban	Kekuatan Tarik Belah
	(cm)	(cm)	Penampangan (cm ²)	(Hari)	Maksimum (KN)	(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

$$f_{ct} = \frac{2P}{\pi L D}$$

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

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

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

$$= \frac{2(135000)}{141300} = 1,91 \text{ Mpa}$$

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

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

4.1.7 Hasil Kuat Lentur Beton Normal

Tabel 4.8 Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton Normal

No Benda Uji	Ukuran Benda Uji			Umur (Hari)	Beban Maksimum (KN)	Kekuatan Lentur (N/mm ²)
	b (mm)	d (mm)	L (mm)			
1	150	150	450	28	23	3,07

Sumber : Hasil Pengujian

Kuat Lentur (Modulus Of Repture) :

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

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

$$= \frac{10350000}{3375000} = 3,07 \text{ Mpa}$$

4.1.8 Hasil Kuat Tekan Beton variasi

Tabel 4.9 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Variasi

NO BENDA UJI	NOTASI	SIKA GROUT	SEMEN PCC	LUAS PENAMPANG	BEBAN MAKSIMUM	KEKUATAN TEKAN	KEKUATAN TEKAN RATA-RATA
		%	%	cm ²	KN	Mpa	
1	CN	0	100%	176,768	364	20,59	20,59
1	CS 10	10%	90%	176,768	470	26,6	25,9
2				176,768	460	26,0	
3				176,768	445	25,2	
1	CS 20	20%	80%	176,768	395	22,3	22,3
2				176,768	380	21,5	
3				176,768	405	22,9	
1	CS 30	30%	70%	176,768	375	21,2	20,8
2				176,768	365	20,6	
3				176,768	365	20,6	

Sumber : Hasil Pengujian

4.1.9 Hasil Kuat Tarik Belah Beton Variasi

Tabel 4.10 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton Variasi

NO BENDA UJI	NOTASI	SIKA GROUT	SEMEN PCC	LUAS PENAMPANG	BEBAN MAKSIMUM	KUAT TARIK BELAH	KEKUATAN TEKAN RATA-RATA
		%	%	cm ²	KN	Mpa	
1	TN	0	100%	176,768	150	2,12	2,12
1	TS 10	10%	90%	176,768	223	3,16	3,19
2				176,768	239	3,38	
3				176,768	215	3,04	
1	TS 20	20%	80%	176,768	210	2,97	2,78
2				176,768	195	2,76	
3				176,768	185	2,62	
1	TS 30	30%	70%	176,768	155	2,19	2,15
2				176,768	160	2,26	
3				176,768	140	1,98	

Sumber: Hasil Pengujian

4.1.10 Hasil Kuat Lentur Beton Variasi

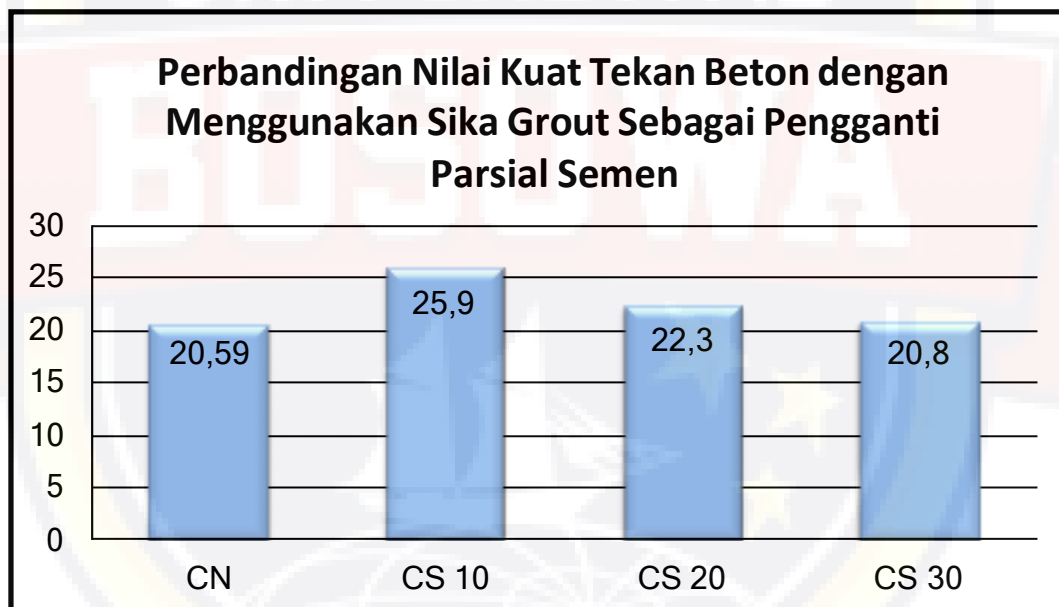
Tabel 4.11 Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton Variasi

No Benda Uji	NOTASI	SIKA GROUT %	SEMEN PCC %	Ukuran Benda Uji			Umur (Hari)	Beban Maksimum (KN)	Kekuatan Lentur (N/mm ²)
				b	d	L			
				(mm)	(mm)	(mm)			
1	LN	0	100%	150	150	450	28	23	3,07
2	LS 10	10%	90%	150	150	450	28	30	4
3	LS 20	20%	80%	150	150	450	28	27	3,6
4	LS 30	30%	70%	150	150	450	28	24,5	3,2

Sumber: Hasil Pengujian

4.2 Pembahasan

4.2.1 Pengaruh Sika Grout Terhadap Kuat Tekan Beton Normal



Gambar.4.2 Perbandingan Kuat Tekan Beton Normal Terhadap Substitusi Sika Grout.

Pada Gambar 4.2 diperoleh nilai kuat tekan beton dari substitusi Sika Grout terhadap semen dengan variasi, 10%,20%, dan 30% berturut-turut, sebesar 25,9 Mpa, 22,3 Mpa, dan 20,8 Mpa.

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

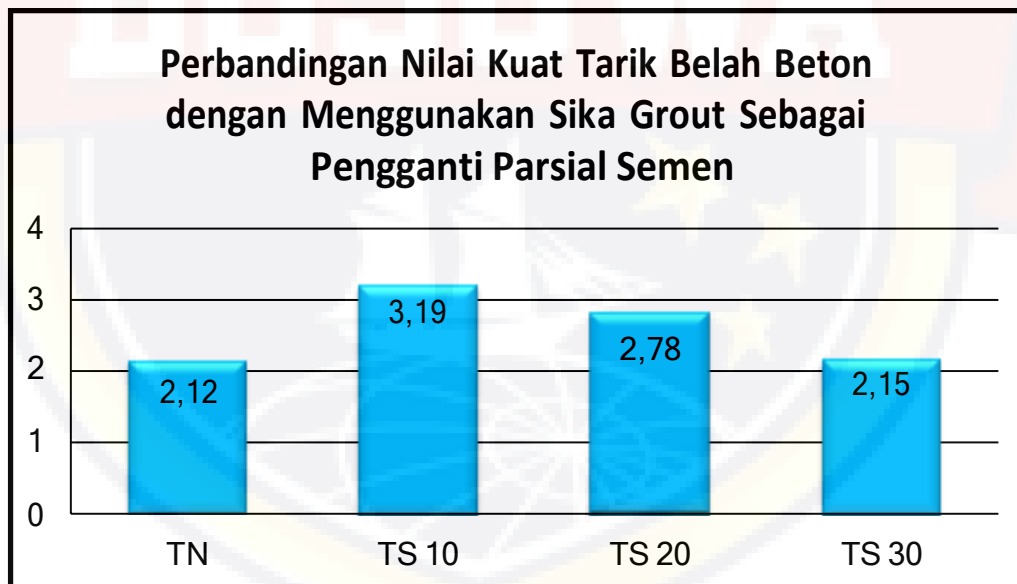
Tabel 4.12 Presentase Peningkatan Kuat Tekan Beton Normal Dengan Beton Variasi.

PERSENTASE SELISIH KENAIKAN BETON NORMAL DENGAN BETON VARIASI			
No	Notasi	Hasil Kuat Tekan	Selisih%
1	CN	20,59	5,31
2	CS10%	25,9	
3	CN	20,59	1,71
4	CS 20%	22,3	
5	CN	20,59	0,24
6	CS 30%	20,8	

Sumber: Hasil Pengujian

Nilai kuat tekan rata – rata untuk benda uji yang menggunakan semen grouting sebagai substitusi parsial yang paling optimum pada penelitian ini diperoleh pada Beton Variasi 10%.

4.2.2 Pengaruh Sika Grout Terhadap Kuat Tarik Beton Normal



Gambar.4.3 Perbandingan Kuat Tarik Belah Normal Terhadap Substitusi Sika Grout.

Pada Gambar 4.3 diperoleh nilai kuat tarik belah beton dari substitusi Sika Grout terhadap semen dengan variasi 10%, 20%, dan 30% berturut-turut 3,19 Mpa, 2,78 Mpa, dan 2,15 Mpa.

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

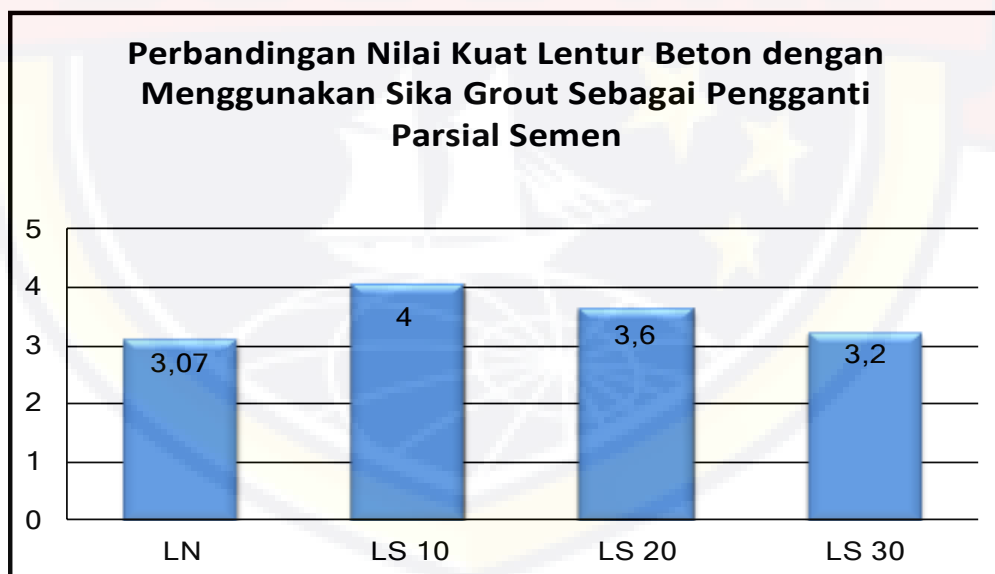
Tabel 4.13 Presentase Peningkatan Kuat Tarik Belah Beton Normal Dengan Beton Variasi

PERSENTASE SELISIH KENAIKAN BETON NORMAL DENGAN BETON VARIASI			
No	Notasi	Hasil Kuat Tekan	Selisih%
1	TN	2,12	1,07
2	TS 10%	3,19	
3	TN	2,12	0,66
4	TS 20%	2,78	
5	TN	2,12	0,03
6	TS 30%	2,15	

Sumber: Hasil Pengujian

Nilai kuat Tarik belah rata – rata untuk benda uji yang menggunakan semen grouting sebagai substitusi parsial yang paling optimum pada penelitian ini diperoleh pada Beton Variasi 10%.

4.2.3 Pengaruh Sika Grout Terhadap Kuat lentur Beton Normal



Gambar.4.4 Perbandingan Kuat Lentur Beton Normal Terhadap Substitusi Sika Grout.

Pada Gambar 4.4 diperoleh nilai kuat lentur beton dari substitusi Sika Grout terhadap semen dengan variasi 10%,20%, dan 30% berturut-turut 4 Mpa, 3,6 Mpa, dan 3,2 Mpa.

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

Tabel 4.14 Presentase Peningkatan Kuat Lentur Beton Normal Dengan Beton Variasi

PERSENTASE SELISIH KENAIKAN BETON NORMAL DENGAN BETON VARIASI			
No	Notasi	Hasil Kuat Tekan	Selisih%
1	LN	3,07	0,93
2	LS 10%	4	
3	LN	3,07	0,73
4	LS 20%	3,6	
5	LN	3,07	0,13
6	LS 30%	3,2	

Sumber: Hasil Pengujian

Nilai kuat lentur rata – rata untuk benda uji yang menggunakan semen grouting sebagai substitusi parsial yang paling optimum pada penelitian ini diperoleh pada Beton Variasi10%.

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 di hitung 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

No	X_i	Y_i
1	0	0
2	25,9	3,19
3	22,3	2,78
4	20,8	2,15

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

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

$$(a0 - 0 \cdot \sqrt{0}) + (a25,9 - 3,19 \cdot \sqrt{25,9}) + (a22,3 - 2,78 \cdot \sqrt{22,3}) + (a20,8 - 2,15 \cdot \sqrt{20,8}) \text{ Mpa} = 0$$

$$(69a - 39,15) \text{ Mpa} = 0$$

$$a = 0,567 \text{ Mpa}$$

Persamaan f'_c dan f_{ct} beton variasi sika grout :

$$F_{ct} = a \sqrt{f'_c} \quad \rightarrow \quad F_{ct} = 0,567 \sqrt{f'_c}$$

f'_c	f_{ct}
25,9	2,89
22,3	2,68
20,8	2,59

Sumber : Hasil Pengujian

Pendekatan dilakukan dengan Analisa Regresi Menggunakan Transformasi Logaritma.

Table 4.15 Analisa Regresi Menggunakan Transformasi Logaritma

Transformasi log						
No	Xi	Yi	log xi=qi	log yi=pi	qi.pi	qi ²
1	25,9	2,89	1,413	0,461	0,651	1,997
2	22,3	2,68	1,348	0,428	0,577	1,818
3	20,8	2,59	1,318	0,413	0,545	1,737
3	69,00	8,16	4,08	1,30	1,77	5,55

Sumber : Hasil Pengujian

$$q = (\sum \log xi / n) = 1,360$$

$$p = (\sum \log yi / n) = 0,434$$

$$y = (\sum yi / n) = 2,720$$

$$B = \frac{n \cdot \sum qi \cdot pi - \sum qi \cdot \sum pi}{n \cdot \sum qi^2 - (\sum qi)^2} = \frac{0,00711}{0,01421} = 0,500$$

$$A = p - B \cdot q = -0,2465$$

Persamaan Transformasinya adalah :

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

$$p = -0,2465 + 0,5005 q$$

$$A = \log a \quad a = 0,567$$

$$B = b \quad b = 0,500$$

Bentuk persamaan transformasinya adalah :

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

Sehingga diperoleh :

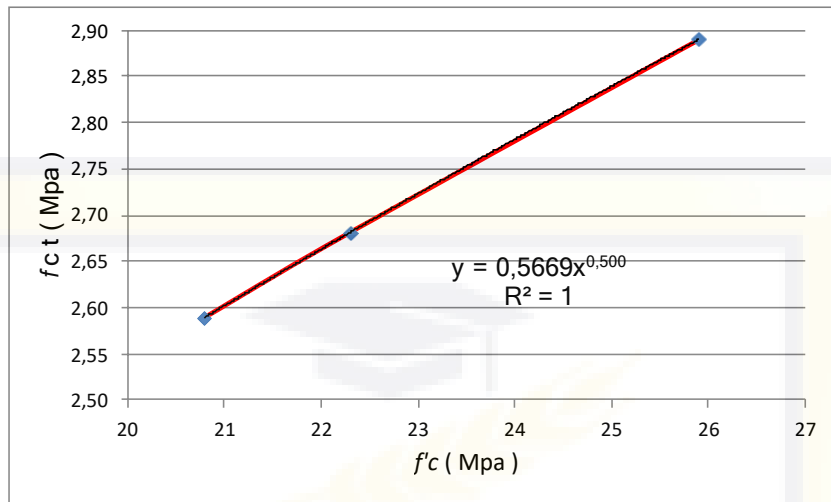
$$F_{ct} = 0,567 \cdot f'c^{0,50}$$

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

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

Koefisien kolerasi untuk transformasi log :

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



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

Dari gambar diperoleh persamaan hubungan kuat tekan dengan kuat tarik belah dengan nilai $R^2 = 1$ dimana $Y = 0,5669x^{0,500}$ dari persamaan tersebut menunjukkan hubungan kuat tarik dengan kuat tekan 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 :

$$f'r = 0,7 \sqrt{f'c}$$

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)	$\sqrt{f'c}$ (Mpa)	$f'r$
25,9	4	5,1	3,57
22,3	3,6	4,72	3,30
20,8	3,2	4,56	3,19

Sumber : Hasil Pengujian

Pendekatan dilakukan dengan Analisa Regresi Menggunakan Transformasi Logaritma.

Transformasi log						
No	Xi	Yi	log xi=q _i	log yi=p _i	q _i .p _i	q _i ²
1	25,9	3,57	1,413	0,553	0,781	1,997
2	22,3	3,3	1,348	0,519	0,699	1,818
3	20,8	3,19	1,318	0,504	0,664	1,737
3	69,00	10,06	4,08	1,57	2,14	5,55

$$q = (\sum \log xi / n) = 1,360$$

$$p = (\sum \log yi / n) = 0,525$$

$$y = (\sum yi / n) = 3,353$$

$$B = \frac{n \cdot \sum q_i \cdot p_i - \sum q_i \cdot \sum p_i}{n \cdot \sum q_i^2 - (\sum q_i)^2} = \frac{0,00732}{0,01421} = 0,515$$

$$A = p - B \cdot q = -0,1756$$

Persamaan Transformasinya adalah :

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

$$p = -0,1756 + 0,5152 q$$

$$A = \log a \quad a = 0,7$$

$$B = b \quad b = 0,515$$

Bentuk persamaan transformasinya adalah :

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

Sehingga diperoleh :

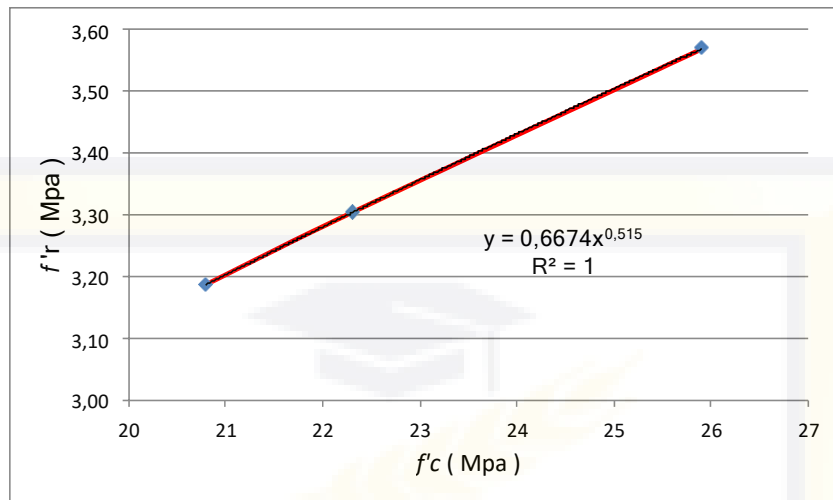
$$f'r = 0,7 \cdot f'c^{0,515}$$

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

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

Koefisien kolerasi untuk transformasi log :

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



Gambar 4.6 Grafik Hubungan Kuat Tekan Dengan Kuat Lentur Beton Variasi.

Dari gambar diperoleh persamaan hubungan kuat tekan dengan kuat tarik belah dengan nilai $R^2 = 1$ dimana $Y = 6,674x^{0,515}$ dari persamaan tersebut menunjukkan hubungan kuat tarik dengan kuat tekan baik.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat di ambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Komposisi campuran beton normal dengan kuat tekan $f'_c = 20$ Mpa, diperoleh dengan campuran air = $207,64 \text{ Kg/m}^3$, semen = 379.63 Kg/m^3 , pasir = $691,56 \text{ Kg/m}^3$, dan Bp Maks. 20 = 996.17 Kg/m^3
2. Dari hasil pengujian, nilai kuat tekan, kuat tarik, dan kuat lentur yang paling optimum adalah beton variasi 10% dengan nilai kuat tekan 25,9 Mpa, kuat tarik 3,19Mpa, dan kuat lentur 4Mpa.
3. a. Hubungan kuat lentur dengan kuat tekan diperoleh persamaan $f_{ct} = 0,567 \sqrt{f'_c}$
b. Hubungan kuat lentur dengan kuat tekan diperoleh persamaan $f_r = 0,7 \sqrt{f'_c}$

5.2 Saran

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diberikan saran saran sebagai berikut:

1. Usahakan proses pemadatan dari setiap sampelnya dilakukan secara konsisten agar beton benar-benar padat dan semua pori

terisi secara merata hal ini dapat dilakukan dengan ketelitian selama penelitian agar mendapatkan hasil yang lebih bagus.

2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang pengaruh Sika Grout dalam campuran beton terhadap jumlah semen yang berbeda-beda.



DAFTAR PUSTAKA

A.Rudi Hermawan 2014, Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Campuran Agregat Dan Sikagrout 215.

Andre Dwika Dewa M, Ir. Fathi Basewed, MT. Pengaruh Variasi Penambahan SikaGrout 215 (new) Terhadap Kuat Tekan Dan Serapan Air Beton Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari <http://etd.repository.ugm.ac.id/>.

Asrullah 2018, Kajian Kuat Lentur Beton Dengan Menggunakan Sika *Concrete Refair Mortar* Sebagai Pengganti Semen Pada Campuran Beton K 300

Asrullah, Universitas Palembang kuat tekan deangan menggunakan sika concrete refair mortar sebagai pengganti semen

Dipohusodo dalam Mulyati dan Arman, 2014 *struktur beton bertulang*

[https://idn.sika.com/in/group/tentang-%20kami/katalog-sika-](https://idn.sika.com/in/group/tentang-%20kami/katalog-sika-%20indonesia.html#sthash.tvwDocHj.dpuf)

[%20indonesia.html#sthash.tvwDocHj.dpuf](https://idn.sika.com/in/group/tentang-%20kami/katalog-sika-%20indonesia.html#sthash.tvwDocHj.dpuf).

<https://khedanta.wordpress.com/2012/06/11/> bahan-tamba-untuk-

campuran-beton.

Mulyono (2004) *Tinjauan Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Beton*

Nadia, Putri Utami (2020) *Studi Eksperimental Kekuatan Lekat*

Semen Grouting Terhadap Balok Beton Bertulang Akibat

Lentur. Diploma thesis, Universitas Andalas.

SNI 03-2491-2002 *Pengujian kuat tarik belah beton*

SNI 03-2847-2002 *Studi Perbandingan Kekuatan Lentur Balok Prategang
di Daerah Risiko Gempa*

SNI 15-7064-2004 *semen portland komposit*

SNI 1969 – 2008 *Berat Jenis*

SNI 1971 – 2011 *Kadar Air*

SNI 1973 – 2008 *Berat isi*

SNI 1974 – 2011 *Pengujian kuat tekan beton*

SNI 2049:2004 *Semen Portland*

SNI 2847:2013 *perancangan struktur beton bertulang*

SNI 3423 – 2008 *Analisa Saringan*

SNI 8321 - 2016 *spesifikasi agregat beton*

Sugiyanto dan Sebayang (2005) teknologi bahan, bandar lampung.

Universitas lampung

Tjokrodimuljo, K. 2007. Teknologi Beton

Tjokrodimuljo, K. 2010. Teknologi Beton. Biro Penerbit Keluarga

Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.



LABAROTARIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

L

A

M

P

I

R

A

N

Hasil Data Laboratorium



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

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

Diperiksa oleh :
Kepala Laboratorium Struktur Dan Bahan Beton


Ir. Eka Yuniarto, ST. MT

Makassar, 23 agustus 2021
Diuji oleh :
Mahasiswa


Alief Abdan Syakur



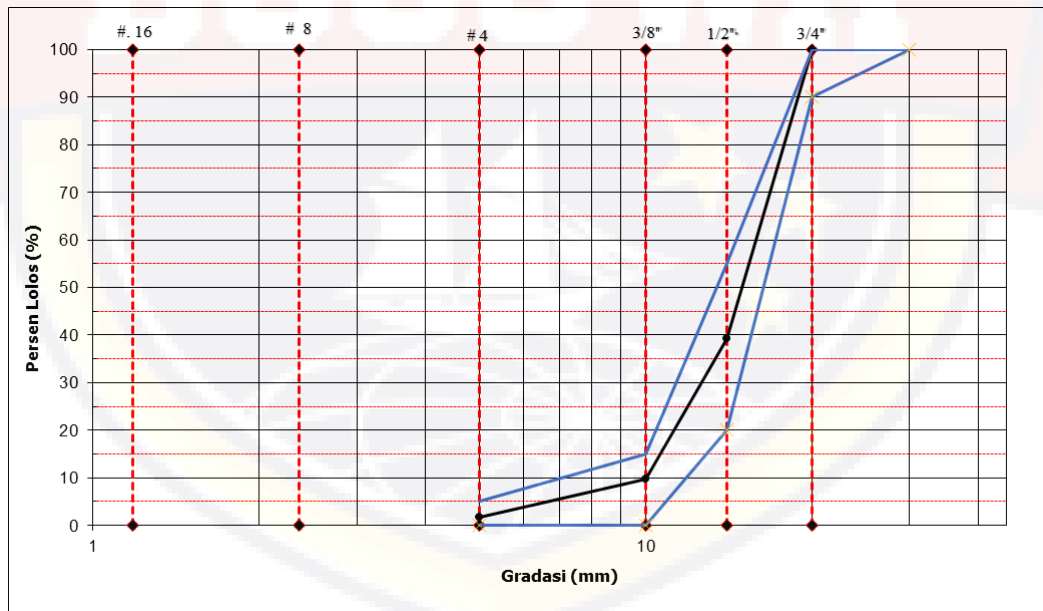
LABAROTARIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR

Material : Batu pecah maks 20 mm
 Tanggal : 1 Mei 2021
 Sumber : Bili-bili

Nama : Alief Abdan Syakur
 Pembimbing :
 1. Dr. Ir. H. Syahrul Sariman, MT
 2. Dr. Ir. Hj. Hijriah, 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

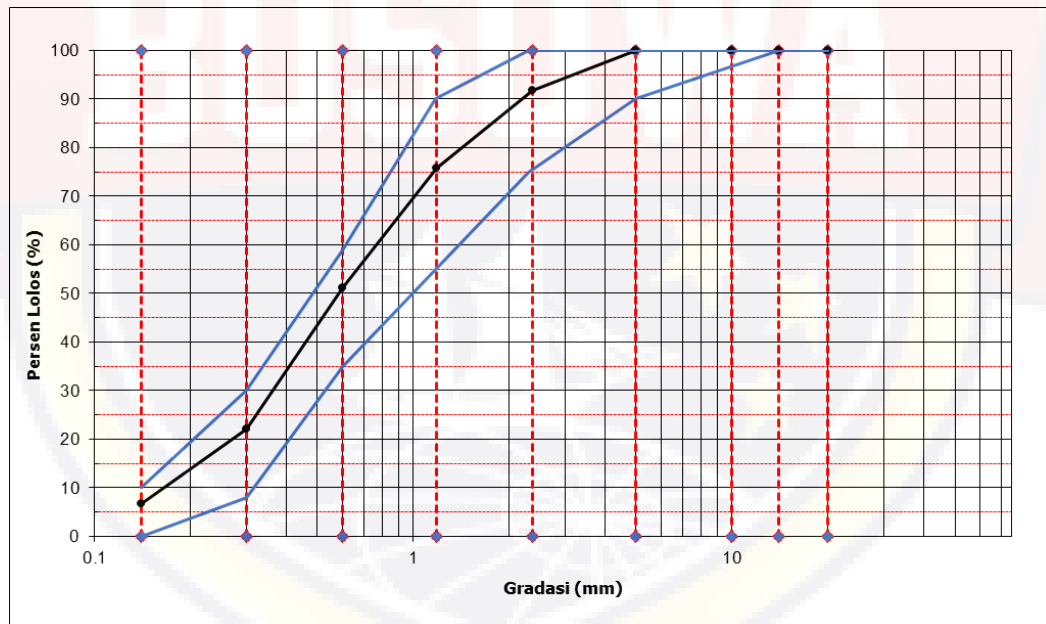
UNIVERSITAS BOSOWA

ANALISA SARINGAN AGREGAT HALUS

Material : Batu pecah maks 20 mm
 Tanggal : 1 Mei 2021
 Sumber : Bili-bili

Nama : Alief Abdan Syakur
 Pembimbing :
 1. Dr. Ir. H. Syahrul Sariman, MT
 2. Dr. Ir. Hj. Hijriah, 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 KASAR
(SNI 1973 : 2008)**

Material : Batu pecah maks 20 mm
Tanggal : 1 Mei 2021
Sumber : Bili-bili

Nama : Alief Abdan Syakur
Pembimbing :
1. Dr. Ir. H. Syahrul Sariman, MT
2. Dr. Ir. Hj. Hijriah, ST. MT

Lepas

Nomor Benda Uji	I	II
Berat Container (A) (gr)	7290	7065
Berat Container + Agregat (B) (gr)	11890	12115
Berat Agregat (C) = (B) - (A) (gr)	4600	5050
Volume Container (D) (cm ³)	3018.34	2900.15
Berat Isi Agregat = C/D (gr/cm ³)	1.52	1.57
Berat Isi Rata-rata Agregat (gr/cm ³)	1.63	

Padat

Nomor Benda Uji	I	II
Berat Container (A) (gr)	7290	7065
Berat Container + Agregat (B) (gr)	12255	12450
Berat Agregat (C) = (B) - (A) (gr)	4965	5385
Volume Container (D) (cm ³)	3018.34	2900.15
Berat Isi Agregat = C/D (gr/cm ³)	1,64	1.86
Berat Isi Rata-rata Agregat (gr/cm ³)	1.75	



LABAROTARIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

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

Material : Pasir
Tanggal : 1 Mei 2021
Sumber : Bili-bili

Nama : Alief Abdan Syakur
Pembimbing :
1. Dr. Ir. H. Syahrul Sariman, MT
2. Dr. Ir. Hj. Hijriah, 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 KASAR
(SNI 1969 : 2008)**

Material : Batu pecah maks 20 mm Nama : Alief Abdan Syakur
Tanggal : 1 Mei 2021 Pembimbing :
Sumber : Bili-bili 1. Dr. Ir. H. Syahrul Sariman, MT
2. Dr. Ir. Hj. Hijriah, ST. MT

	A	B	Rata - rata
Berat benda uji kering oven	2399,6	2421,5	2410,55
Berat benda uji jenuh - permukaan kering	2451,2	2482,9	2467,05
Berat benda uji didalam air	1410,3	1265,5	1337,9

	A	B	Rata - rata
Berat jenis (Bulk)	2,31	1,99	2,15
Berat jenis jenuh - permukaan kering	2,35	2,04	2,20
Berat jenis semu (Apparent)	2,43	2,09	2,26
Penyerapan (Absorption)	2,15	2,54	2,34



LABAROTARIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

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

Material : pasir
Tanggal : 1 Mei 2021
Sumber : Bili-bili

Nama : Alief Abdan Syakur
Pembimbing :
1. Dr. Ir. H. Syahrul Sariman, MT
2. Dr. Ir. Hj. Hijriah, ST. MT

	A	B	Rata - rata
Berat benda uji jenuh - permukaan kering (SSD) _____ 500	500	500	500
Berat benda uji kering oven _____	493,3	495,6	494,5
Berat Piknometer diisi air (25°C) _____	667,9	675,8	671,9
Berat piknometer + benda uji (SSD) + air(25°C) _____	976,9	962,4	969,7

	A	B	Rata - rata
Berat jenis (Bulk)	2,58	2,32	2,45
Berat jenis jenuh - permukaan kering	2,62	2,34	2,48
Berat jenis semu (Apparent)	2,68	2,37	2,52
Penyerapan (Absorption)	1,36	0,89	1,12



LABAROTARIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

**PEMERIKSAAN KADAR LUMPUR
AGREGAT KASAR**

Material : Batu pecah maks 20 mm Nama : Alief Abdan Syakur
Tanggal : 1 Mei 2021 Pembimbing :
Sumber : Bili-bili 1. Dr. Ir. H. Syahrul Sariman, MT
2. Dr. Ir. Hj. Hijriah, ST. MT

NoTest			I	II
Berat Agregat (semula)	gram	A	1000	1000
Berat Agregat Kering Oven (sesudah di cuci)	gram	B	992,6	988,8
Berat Lumpur	gram	$C = (A - B)$	7,4	11,2
Jumlah Bahan Lolos Saringan No. 200	%	$C/A * 100$	0,74	1,12
Rata-Rata Jumlah Bahan Lolos Saringan No.200	%			0,93

UNIVERSITAS

BOSOWA





LABAROTARIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

**PEMERIKSAAN KADAR LUMPUR
AGREGAT HALUS**

Material : pasir
Tanggal : 1 Mei 2021
Sumber : Bili-bili

Nama : Alief Abdan Syakur
Pembimbing :
1. Dr. Ir. H. Syahrul Sariman, MT
2. Dr. Ir. Hj. Hijriah, ST. MT

NoTest	Volume (ml)	
	I	II
Pasir (V1)	450	450
Lumpur (V2)	18	16
Volume Total VT = (V1+V2)	468	466
Kadar Lumpur V2 / VT *100	3,85	3,43
Kada Lumpur Rata - Rata (%)	3,64	



LABAROTARIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

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

Material : Batu pecah maks 20 mm
Tanggal : 1 Mei 2021
Sumber : Bili-bili

Nama : Alief Abdan Syakur
Pembimbing :
1. Dr. Ir. H. Syahrul Sariman, MT
2. Dr. Ir. Hj. Hijriah, 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	

BOSOWA





LABAROTARIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

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

Material : pasir
Tanggal : 1 Mei 2021
Sumber : Bili-bili

Nama : Alief Abdan Syakur
Pembimbing :
1. Dr. Ir. H. Syahrul Sariman, MT
2. Dr. Ir. Hj. Hijriah, 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	%	$(C/B) \cdot 100$	3.78	3.02
Kadar Air Rata- rata	%		3.40	

RANCANGAN CAMPURAN BETON (MIX DESIGN)

Tanggal : 4 Mei 2021

Nama : Alief Abdan Syakur

Pembimbing :

1. Dr. Ir. H. Syahrul Sariman, MT.

2. Dr. Ir. Hj. Hijriah, ST. MT

Data :

Slump	=	7 ± 2	cm
Kuat tekan yang disyaratkan F'c (Silinder)	=	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	=	2,49	kg/m ³

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 (Sr) : 0

c. Menghitung nilai tambah (margin)

Tabel 5.3.22 SNI 2847- 2013

Kekuatan tekan disyaratkan, MPa	Kekuatan tekan rata-rata perlu, MPa
$f'_c < 21$	$f'_{cr} = f'_c + 7,0$
$21 \leq f'_c \leq 35$	$f'_{cr} = f'_c + 8,3$
$f'_c > 35$	$f'_{cr} = 1,10f'_c + 5,0$

M : 7 karena dibawah 21 Mpa

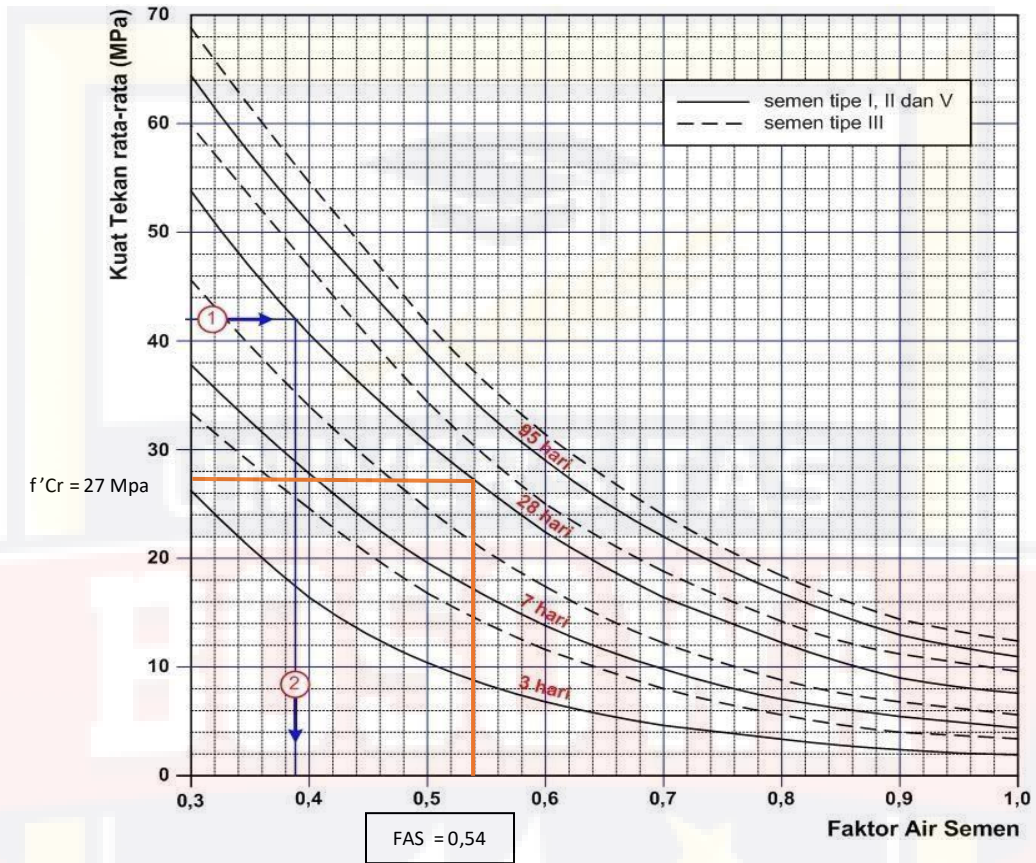
d. Menghitung kuat takan rata-rata

$$f_{cr} : f_c + M$$

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

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

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

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

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

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

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

k. Koreksi campuran beton untuk pelaksanaan

- Koreksi air :

Jumlah air - (kadar air pasir - absorsi pasir) x jumlah pasir/100 - (kadar air kerikil 1-2 - absorsi kerikil 1-2) x jumlah kerikil/100

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

$$= 205 - 15,42 - (- 18,05)$$

$$= 207,64 \text{ kg/m}^3$$

- Koreksi pasir :

Jumlah pasir + (kadar air pasir - absorsi pasir) x jumlah pasir / 100

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

- Koreksi kerikil :

Jumlah kerikil - (kadar air kerikil 1-2 - absorsi kerikil 1-2) x jumlah kerikil / 100

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

- sesudah koreksi :

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

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

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

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

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

i. Volume silinder

Diketahui :

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

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

$$\text{volume silinder} = 1/4 \pi \times D^2 \times t$$

$$= 1/4 \times 3,14 \times 0,15^2 \times 0,30$$

$$= 0,00530 \text{ m}^3 \times 1,2$$

$$= 0,00636 \text{ m}^3$$

BAHAN BETON	BERAT/M ³ BETON (kg)	VOLUME BENDA UJI	BERAT UTK 1 SAMPEL (kg)	BERAT UTK 3 SAMPEL (Kg)
Air	207,64	0,00636	1,32	3,96
Semen	379,63	0,00636	2,41	7,24
Pasir	691,56	0,00636	4,40	13,19
Bp Maks 20	996,17	0,00636	6,34	19,01

j. Volume Balok

Diketahui :

$$\text{panjang silinder} = 60 \text{ cm} \Rightarrow 0,60 \text{ m}$$

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

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

$$\text{volume silinder} = P \times L \times T$$

$$= 0,60 \times 0,15 \times 0,15$$

$$= 0,0135 \text{ m}^3 \times 1,2$$

$$= 0,0162 \text{ m}^3$$

BAHAN BETON	BERAT/M ³ BETON (kg)	VOLUME BENDA UJI	BERAT UTK 1 SAMPEL (kg)
Air	207,64	0,0162	3,36
Semen	379,63	0,0162	6,15
Pasir	691,56	0,0162	11,20
Bp Maks 20	996,17	0,0162	16,14



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

Jln. Urip Sumoharjo Km. 4 – Telp. (0411) 452901 – 342789 fax.(0411)424568

KUAT TEKAN BETON (SILINDER)

20 MPA

Tanggal : 11 Agustus 2021

Nama : Alief Abdan Syakur

Pembimbing :

1. Dr. Ir. H. Syahrul Sariman, MT.
2. Dr. Ir. Hj. Hijriah, ST. MT

No Benda Uji	Tanggal Pembuatan	Perbandingan Campuran Semen : Pasir : Keikil	Slump (cm)	Berat (kg)	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	Luas Penampang (cm ²)	Umur (hari)	Beban Maksimum	Kekuatan Tekan	Target benda uji Silinder (28 hari)
									(KN)	(N / mm ²)	
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	

Standar Deviasi

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

$$S = \frac{1,009}{1,009}$$

Kekuatan Tekan Rata Rata

$$f_c = f_{cr}' + 1,34 \quad S$$

$$f_c = f_{cr}' + 2,33 \quad S$$

Persamaan I

$$f_c = f_{cr}' + 1,34 \quad x \quad S$$

$$= 20,59 - 1,34 \quad x \quad 1,009$$

$$= 20,6 - 1,352$$

$$= 19,24 \text{ Mpa}$$

Persamaan II

$$f_c = f_{cr}' + 2,3 \quad x \quad S$$

$$= 20,6 - 2,3 \quad x \quad 1,009$$

$$= 21,74 \text{ Mpa}$$

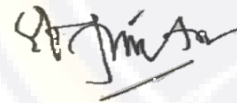
Keterangan

- Gunakan nilai terbesar

Faktor Modifikasi untuk 16 Sampel = 1.08

$$f_c = \frac{21,74}{1,08} = 20,13 \text{ Mpa} \geq f_c \text{ Rencana} = 20 \text{ Mpa}$$

Diperiksa oleh
Kepala Laboratorium Struktur Dan Bahan Beton



Ir. Eka Yuniarto ST, MT

Makassar, 23 Agustus 2021

Diuji oleh
Mahasiswa



Alief Abdan Syakur

KUAT TARIK BELAH (SILINDER)

20 MPA

Tanggal : 11 Agustus 2021

Nama : Alief Abdan Syakur

Pembimbing :

1. Dr. Ir. H. Syahrul Sariman, MT.
2. Dr. Ir. Hj. Hijriah, ST. MT

No Benda Uji	Tanggal	Perbandingan	Slump	Berat	Diameter	Tinggi	Umur	Beban	Kuat Tarik Belah
	Pembuatan	Campuran						Maksimum	
		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
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	6,37
							Rata-rata		2,12

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

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

$$= \frac{2(155000)}{141300}$$

$$= 2,19 \text{ Mpa}$$

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

$$= \frac{2(135000)}{141300}$$

$$= 1,91 \text{ MPa}$$

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

$$= \frac{2(160000)}{141300}$$

$$= 2,26 \text{ MPa}$$

Diperiksa oleh
Kepala Laboratorium Struktur Dan Bahan Beton



Ir. Eka Yuniarto ST, MT

Makassar, 23 Agustus 2021

Diuji oleh
Mahasiswa



Alief Abdan Syakur

KUAT LENTUR (SILINDER)

20 MPA

Tanggal : 11 Agustus 2021

Nama : Alief Abdan Syakur

Pembimbing :

1. Dr. Ir. H. Syahrul Sariman, MT.
2. Dr. Ir. Hj. Hijriah, ST. MT

No Benda Uji	Tanggal	Perbandingan	Slump (cm)	Berat (kg)	Ukuran Benda Uji			Umur (hari)	Beban	Kuat Lentur (Mpa)
	Pembuatan	Campuran			b (mm)	d (mm)	L (mm)		Maksimum (KN)	
I	14/7/2021	Semen : Pasir : Keikil 1:1,77:2,63	8	29,70	150	150	450	28 hari	23	3,07

Kuat Lentur (modulus of repture) :

$$\begin{aligned} R &= \frac{P L}{b d^2} \\ &= \frac{23000}{150} \times \frac{450}{150^2} \\ &= \frac{10350000}{3375000} \\ &= 3,07 \text{ Mpa} \end{aligned}$$



LABAROTARIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

Hasil Nilai Kuat Tekan Variasi

NO BENDA UJI	SIKA GROUT %	SEMEN PCC %	BERAT SAMPEL gram	LUAS PENAMPANG cm ²	BEBAN MAKSIMUM KN	KEKUATAN TEKAN Mpa	KEKUATAN TEKAN RATA-RATA
1	10%	90%	12,120	176,768	470	26,6	25,9
2			11,935	176,768	460	26,0	
3			11,875	176,768	445	25,2	
1	20%	80%	12,080	176,768	395	22,3	22,3
2			12,035	176,768	380	21,5	
3			12,155	176,768	405	22,9	
1	30%	70%	12,030	176,768	375	21,2	20,8
2			11,945	176,768	365	20,6	
3			11,945	176,768	365	20,6	

Makassar, 23 Agustus 2021

Diperiksa oleh

Diuji oleh

Kepala Laboratorium Struktur Dan Bahan Beton

Mahasiswa

Ir. Eka Yuniarto ST, MT

Alief Abdan Syakur



LABAROTARIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

Hasil Nilai kuat Tarik Belah

NO BENDA UJI	SIKA GROUT	SEMEN PCC	BERAT SAMPEL	LUAS PENAMPANG	BEBAN MAKSIMUM	KUAT TARIK	KEKUATAN TEKAN RATA-RATA
	%	%	gram	cm ²	KN	Mpa	
1	10%	90%	12,065	176,768	223	3,16	3,19
2			12,165	176,768	239	3,38	
3			11,875	176,768	215	3,04	
1	20%	80%	12,000	176,768	210	2,97	2,78
2			11,985	176,768	195	2,76	
3			11,940	176,768	185	2,62	
1	30%	70%	11,985	176,768	155	2,19	2,15
2			12,030	176,768	160	2,26	
3			11,930	176,768	140	1,98	

Hasil Nilai Kuat Lentur

No Benda Uji	SIKA GROUT	SEMEN PCC	BERAT SAMPEL	Ukuran Benda Uji			Umur	Beban Maksimum (KN)	Kekuatan Lentur (N/mm ²)
				b	d	L			
				(mm)	(mm)	(mm)			
1	10%	90%	31,150	150	150	450	28	30	4
2	20%	80%	31,150	150	150	450	28	27	3,6
3	30%	70%	30,600	150	150	450	28	24,5	3,2

Makassar, 23 Agustus 2021

Diperiksa oleh

Kepala Laboratorium Struktur Dan Bahan Beton

Ir. Eka Yuniarto ST, MT

Diuji oleh

Mahasiswa

Alief Abdan Syakur

L

A

M

P

I

R

A

N

DOKUMENTASI PENELITIAN





Bahan Sika Grout



Proses Penyaringan Agregat Kasar Menggunakan Saringan $\frac{3}{4}$



Proses Penyaringan Agregat Halus



Pengujian Berat Jenis Agregat Kasar



Pengujian Berat Jenis Agregat Halus



Penimbangan Agregat Halus Untuk Pengujian Kadar Air



Pengujian Analisa Saringan



Proses Pembuatan Campuran Beton



Proses Perendaman Beton Selama 28 Hari



Proses Penimbangan Sampel Yang Telah Direndam Selama 28 Hari



Proses Pengujian Kuat Tekan Beton



Beton Setelah Di uji Kuat Tekan



Proses Pengujian Kuat Tarik Belah



Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah



Proses Pengujian Kuat Lentur



Hasil Pengujian Kuat Lentur