

## **TUGAS AKHIR**

**“PENGUNAAN SILIKA FUME UNTUK REDUKSI SEMEN DENGAN LIMBAH  
GRANIT SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT KASAR TERHADAP KUAT  
TEKAN DAN KUAT TARIK BETON”**



**OLEH:**

**RINA ASWANTI**

**45 18 041 001**

**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL**

**JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR**

**2023**



**HALAMAN PENGESAHAN**  
**TUGAS AKHIR**

Berdasarkan surat keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar No. A. 174/FT/UNIBOS/III/2023, Tanggal 14 Februari 2023, perihal Pengangkatan Panitia dan Tim Penguji Tugas Akhir, maka pada:

Hari/Tanggal : Jum'at / 17 Februari 2023

Tugas Akhir Mahasiswa :

Nama : **RINA ASWANTI**

No.Stambuk : **45 18 041 001**

Judul Tugas Akhir : **"PENGUNAAN SILIKA FUME UNTUK REDUKSI SEMEN DENGAN LIMBAH GRANIT SEBAGAI PENGANTI AGREGAT KASAR TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK 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.

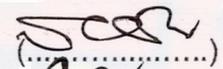
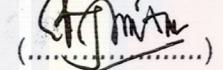
**Tim Penguji Tugas Akhir**

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

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

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

**Ir. Hj. Savitri Prasandi Mulyani, ST. MT**

()  
()  
()  
()

Makassar, 17 Februari 2023

Mengetahui :

Dekan Fakultas Teknik  
Univ. Bosowa Makassar



**Dr. H. Nasrullah, ST. MT. IAI**  
NIDN. 09 080773 01

Ketua Program Studi /Jurusan Sipil  
Univ. Bosowa Makassar



**Dr. Ir. A. Rumpang Yusuf, MT**  
NIDN. 00 010565 02



UNIVERSITAS  
BOSOWA

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

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.universitashosowa.ac.id>

LEMBAR PENGAJUAN UJIAN TUTUP

Judul : “Penggunaan Slika Fume untuk Reduksi Semen dengan Limbah Granit sebagai Pengganti Agregat Kasar terhadap Kuat Tekan dan Kuat Tarik Beton”

Disusun dan diajukan oleh:

Nama : RINA ASWANTI

STB : 45 18 041 001

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 :

Mengetahui,

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

Pembimbing 2 : Ir. Eka Yuniarto, ST, MT

Dekan Fakultas Teknik  
Universitas Bosowa Makassar

Ketua Program Studi Teknik Sipil  
FT. Universitas Bosowa

**(Dr. H. Nasrullah, ST, MT, IAI)**

NIDN 0001056502

**(Dr. Ir. Andi Rumpang MT.)**

NIDN 0001056502

# SURAT PERNYATAAN

## KEASLIAN DAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : **RINA ASWANTI**

Stambuk : **45 18 041 001**

Program Studi : **Teknik Sipil**

Judul : **PENGGUNAAN SILIKA FUME UNTUK REDUKSI SEMEN DENGAN LIMBAH GRANIT SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT KASAR TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK 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, mengalihmediakan/mengalihformatkan, mengelola dalam bentuk data base, mendistribusikan, dan menampilkan untuk kepentingan akademik.
3. Bersedia dan menjamin untuk menanggung secara pribadi tanpa melibatkan Pihak Jurusan 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, ..... 2023



**Rina Aswanti**

## ABSTRAK

Beton merupakan suatu campuran yang terdiri dari campuran semen, pasir, kerikil, dan air. Untuk mendapatkan mutu yang baik dalam pengerjaannya ditambahkan bahan tambah, limbah, ataupun bahan lainnya dengan nilai perbandingan tertentu. Dalam hal ini, penggunaan limbah granit sebagai bahan pengganti agregat kasar yang mudah ditemukan dan penggunaan silika fume yang bertujuan untuk meningkatkan kuat tekan beton. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh limbah granit dan silika fume, serta hubungan kuat tekan dan kuat tarik beton dengan variasi tersebut. Persentase limbah granit dan silika fume bervariasi, mulai dari limbah granit 5%-10% dan silika fume 0%, 7,5%, 15%, 22,5%, dan 30%. Pengujian beton dilakukan setelah beton berumur 28 hari. Kuat tekan yang direncanakan 25 Mpa. Dari hasil penelitian diperoleh kuat tekan beton normal rata-rata sebesar 27,69 Mpa dan kuat tarik beton normal rata-rata sebesar 3,14 Mpa. Pada penambahan limbah granit presentase 5% - 10% dan silika fume 0% memperoleh kuat tekan rata-rata sebesar 27,74 Mpa dan 27,65 Mpa, serta kuat tarik rata-rata sebesar 3,18 Mpa dan 3,16 Mpa. Persentase limbah granit 10% dan silika fume 7,5%, 15%, 22,5%, dan 30% diperoleh kuat tekan rata-rata masing-masing sebesar 26,42 Mpa, 26,33 Mpa, 25,10 Mpa, dan 25,01 Mpa serta kuat tarik rata-rata masing-masing sebesar 2,71 Mpa, 2,64 Mpa, 2,50 Mpa, dan 2,41 Mpa.

## KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur penulis panjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa atas berkat dan karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan susunan tugas akhir ini. Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat akademis untuk mencapai derajat Sarjana Teknik pada Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar. Tugas akhir ini berjudul “PENGUNAAN SILIKA FUME UNTUK REDUKSI SEMEN DENGAN LIMBAH GRANIT SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT KASAR TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK BETON”

Walaupun jauh dari kata sempurna penulis sepenuhnya sadar akan keterbatasan penulisan ini, banyaknya hambatan dan kendala yang penulis hadapi, namun berkat tekad dan kerja keras serta dorongan dari beberapa pihak akhirnya penulis dapat menyelesaikan walaupun dalam bentuk yang sederhana. Untuk itu, segala kerendahan hati, penulis mengucapkan terima kasih khususnya kepada :

1. Allah Yang Maha Esa yang telah menyertai penulis dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
2. Orang tua, kakak, dan adik saya yang telah memberikan dukungan mental dan finansial yang tidak terhitung nilai dan jumlahnya, sehingga tugas akhir ini dapat rampung seperti ini.
3. Bapak Dr. Ir. H. Shahrul Sariman MT. selaku pembimbing I, saya ucapkan terimakasih sebesar-besarnya karena sudah meluangkan

waktunya untuk membimbing dan mengarahkan saya sehingga penyusunan tugas akhir ini selesai.

4. Bapak Ir. Eka Yuniarto, ST, MT. selaku pembimbing II, saya ucapkan terimakasih sebesar-besarnya karena sudah meluangkan waktunya untuk membimbing dan mengarahkan saya sehingga penyusunan tugas akhir ini selesai.
5. Bapak Dekan, Para Wakil Dekan dan Staf Fakultas Teknik Universitas Bosowa.
6. Bapak Dr. Ir. A. Rumpang Yusuf., M.T sebagai Ketua Jurusan Sipil beserta staf dan dosen pada Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Bosowa.
7. Suamiku, Fathur Fahrezy Fattah, yang telah mendukung dan membantu dalam memberi semangat dan support.
8. Senior-senior yang telah banyak membantu dalam proses penelitian.
9. Teman-teman Angkatan 2018 Teknik Sipil Universitas Bosowa terimakasih telah membagi suka dan duka dengan penulis selama perkuliahan.
10. Keluarga besar KKN Kalimporo; Bapak dan Ibu Desa Kalimporo, teman-teman seataap di Desa Kalimporo yang telah banyak membantu.
11. Serta semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu yang telah membantu dan memberikan dukungan selama penyusunan Tugas Akhir ini.

Sebagai manusia biasa yang tak pernah luput dari kesalahan dan kehilafan, penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Untuk itu kritik dan saran yang sifatnya membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan tugas akhir ini. Besar harapan penulis jika tugas akhir ini bermanfaat untuk kita semua. Amin.

Makassar, 2023

Rina Aswanti



UNIVERSITAS  
**BOSOWA**

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN SAMPUL .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PENGAJUAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>SURAT PERNYATAAN KEASLIAN .....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xvi</b>
<b>DAFTAR NOTASI .....</b>	<b>xviii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>I-1</b>
1.1 Latar Belakang .....	I-1
1.2 Rumusan Masalah.....	I-2
1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	I-3
1.3.1 Tujuan Penelitian .....	I-3
1.3.2 Manfaat Penelitian .....	I-3
1.4 Pokok Bahasan dan Batasan Masalah .....	I-4
1.4.1 Pokok Bahasan.....	I-4
1.4.2 Batasan Masalah .....	I-4
1.5 Sistematika Penulisan .....	I-5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>II-1</b>
2.1 Beton.....	II-1

2.1.1	Pengertian Beton .....	II-2
2.1.2	Sifat-sifat Beton .....	II-2
2.1.3	Keunggulan Beton .....	II-9
2.1.4	Kelebihan dan Kelemahan Beton .....	II-11
2.2	Bahan-bahan Penyusun Beton.....	II-12
2.2.1	Semen Portland .....	II-12
2.2.2	Agregat .....	II-18
2.2.3	Air .....	II-25
2.3	Bahan Tambah Penyusun Beton .....	II-27
2.3.1	Batu Granit.....	II-27
2.3.2	Silika Fume .....	II-29
2.4	Pengujian Karakteristik Agregat .....	II-32
2.4.1	Kadar Air .....	II-32
2.4.2	Kadar Lumpur .....	II-32
2.4.3	Berat Isi.....	II-33
2.4.4	Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar .....	II-34
2.4.5	Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus .....	II-35
2.4.6	Analisa Saringan.....	II-36
2.4.7	Perencana Campuran (Mix Design).....	II-39
2.4.8	Uji Slump .....	II-50
2.4.9	Kuat Tekan Beton .....	II-51
2.4.10	Kuat Tarik Beton .....	II-52
2.5	Penelitian Terdahulu.....	II-53

3.1 BAB III ANALISIS DATA.....	III-1
3.2 Bagan Alur.....	III-1
3.3 Waktu dan Tempat Penelitian .....	III-2
3.4 Data dan Sumber Data.....	III-2
3.5 Variabel Penelitian.....	III-2
3.6 Tahapan Penelitian.....	III-3
3.7 Notasi dan Jumlah Sampel.....	III-4
3.8 Metode Analisis .....	III-5
3.8.1 Analisis Spesifikasi Karakteristik Agregat .....	III-5
3.8.2 Pengaruh Limbah Batu Granit sebagai Substitusi Agregat Kasar terhadap Kuat Tekan dan Kuat Tarik Beton .....	III-5
3.8.3 Pengaruh Variasi Silica Fume terhadap Kuat Tekan dan Kuat Tarik Beton.....	III-5
<b>BAB IV TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>IV-1</b>
4.1 Hasil Pengujian.....	IV-1
4.1.1 Karakteristik Agregat.....	IV-1
4.1.2 Gradasi Gabungan Agregat .....	IV-2
4.1.3 Mix Design .....	IV-3
4.1.4 Pengujian Slump Test.....	IV-4
4.1.5 Hasil Kuat Tekan Beton Normal.....	IV-5
4.1.6 Hasil Kuat Tarik Beton Normal.....	IV-7
4.1.7 Hasil Kuat Tekan Beton Variasi .....	IV-8
4.1.8 Hasil Kuat Tarik Beton Variasi .....	IV-9

4.2 Pembahasan .....	IV-11
4.2.1 Pengaruh Limbah Granit sebagai Substitusi Agregat Kasar terhadap Kuat Tekan Beton .....	IV-12
4.2.2 Pengaruh Limbah Granit sebagai Substitusi Agregat Kasar terhadap Kuat Tarik Beton .....	IV-12
4.2.3 Pengaruh Variasi Silika Fume terhadap Kuat tekan Beton	IV-14
4.2.4 Pengaruh variasi Silika Fume terhadap Kuat Tarik Beton	IV-16
4.2.5 Hubungan Kuat Tekan dengan Kuat Tarik Beton Variasi ..	IV-17
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>V-1</b>
5.1 Kesimpulan.....	V-1
5.2 Saran.....	V-2
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN PENELITIAN</b>	

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kelas dan Mutu Beton.....	II-11
Tabel 2.2 Presentase Lolos Agregat pada Ayakan .....	II-14
Tabel 2.3 Spesifikasi Karakteristik Agregat Halus.....	II-15
Tabel 2.4 Batas-batas Gradasi dari Agregat Kasar.....	II-17
Tabel 2.5 Spesifikasi Karakteristik Agregat Kasar .....	II-18
Tabel 2.6 Ukuran Gradasi Agregat .....	II-32
Tabel 2.7 Faktor Perkalian Deviasi Standar.....	II-34
Tabel 2.8 Nilai Margin .....	II-34
Tabel 2.9 Kekuatan Rata-rata .....	II-35
Tabel 2.10 Perkiraan Kuat Tekan Beton .....	II-36
Tabel 2.11 Tipe Agregat dan Perkiraan Kadar Air Bebas .....	II-36
Tabel 2.12 Persyaratan nilai FAS Maksimum .....	II-39
Tabel 2.13 Ketentuan Beton yang berhubungan dengan air tanah yang mengandung sulfat .....	II-40
Tabel 2.14 Hubungan Tingkat Workabilitas, Nilai Slump dan Tingkat Kepadatan Adukan .....	II-45
Tabel 3.1 Variasi Benda Uji Kuat Tekan dan Kuat Tarik.....	III-4
Tabel 4.1 Rekapitulasi Hasil Pengujian Agregat Halus .....	IV-1

Tabel 4.2 Rekapitulasi Hasil Pengujian Agregat Kasar.....	IV-2
Tabel 4.3 Komposisi Kebutuhan Bahan Campuran Beton Normal Per-Silinder.....	IV-4
Tabel 4.4 Komposisi Kebutuhan Bahan Campuran Beton Normal Per 6 Silinder.....	IV-4
Tabel 4.5 Nilai Slump.....	IV-5
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Normal.....	IV-5
Tabel 4.7 Hasil Pengujian Kuat Tarik Beton Normal.....	IV-8
Tabel 4.8 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Variasi.....	IV-8
Tabel 4.9 Hasil Pengujian Kuat Tarik Beton Variasi.....	IV-10
Tabel 4.10 Persentase Selisih Kuat Tekan Beton Normal dengan Beton Variasi.....	IV-12
Tabel 4.11 Persentase Selisih Kuat Tarik Beton Normal dengan Beton Variasi.....	IV-14
Tabel 4.12 Persentase Selisih Kuat Tekan Beton Normal dengan Beton Variasi Limbah Granit dan Silika Fume.....	IV-15
Tabel 4.13 Persentase Selisih Kuat Tekan Beton Normal dengan Beton Variasi Limbah Granit dan Silika Fume.....	IV-17
Tabel 4.14 Data Xi dan Yi dengan Metode Curve Fitting.....	IV-18
Tabel 4.15 Data Xi dan Yi dengan Metode Regresi.....	IV-21

Tabel 4.16 Data  $X_i$  dan  $Y_i$  dengan Metode Curve Fitting dan Metode

Regresi ..... IV-22



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Semen Portland Composite (PCC) .....	II-11
Gambar 2.2 Agregat Halus .....	II-13
Gambar 2.3 Batu Pecah .....	II-16
Gambar 2.4 Batu Pecahan Granit.....	II-22
Gambar 2.5 Silika Fume .....	II-23
Grafik 2.6 Analisa Saringan Agregat Kasar .....	II-31
Grafik 2.7 Analisa Saringan Agregat Halus.....	II-31
Grafik 2.8 Hubungan Antara Kuat Tekan Dan Faktor Air Semen .....	II-38
Grafik 2.9 Hubungan Kadar Air, Berat Jenis Gabungan, Berat Beton...	II-42
Gambar 4.1 Gambar Gradasi Penggabungan Agregat.....	IV-3
Gambar 4.2 Perbandingan Kuat Tekan Beton Normal dan Limbah Granit .....	IV-11
Gambar 4.3 Perbandingan Kuat Tarik Beton Normal dan Limbah Granit .....	IV-13
Gambar 4.4 Perbandingan Kuat Tekan Beton Normal dengan Variasi ...	IV-15
Gambar 4.5 Perbandingan Kuat Tarik Beton Normal dengan Variasi Silika Limbah Granit dan Silika Fume .....	IV-16

Grafik 4.6 Grafik Hubungan Kuat Tekan dan Kuat Tarik Beton Variasi dengan Metode Curve Fitting ..... IV-19

Grafik 4.7 Grafik Hubungan Kuat Tekan dan Kuat Tarik Beton Variasi dengan Metode Regresi ..... IV-21

Grafik 4.8 Penggabungan Nilai  $f_r$  antara Pendekatan Metode Curve Fitting dan Metode Regresi..... IV-22



## DAFTAR NOTASI

$f'_c$  = Kuat tekan beton, Mpa

$W$  = Kadar Air (%)

$V$  = Volume wadah (Liter,  $\text{cm}^3$ )

$A$  = 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)

$d$  = Diameter benda uji silinder (mm)

$L$  = Panjang benda uji silinder (mm)

$\Pi$  = Konstanta (phi)

Mm = Micrometer

PCC = Portland Composite Cement

WC = White Cement

Mpa = Mega Pascal

N = Newton

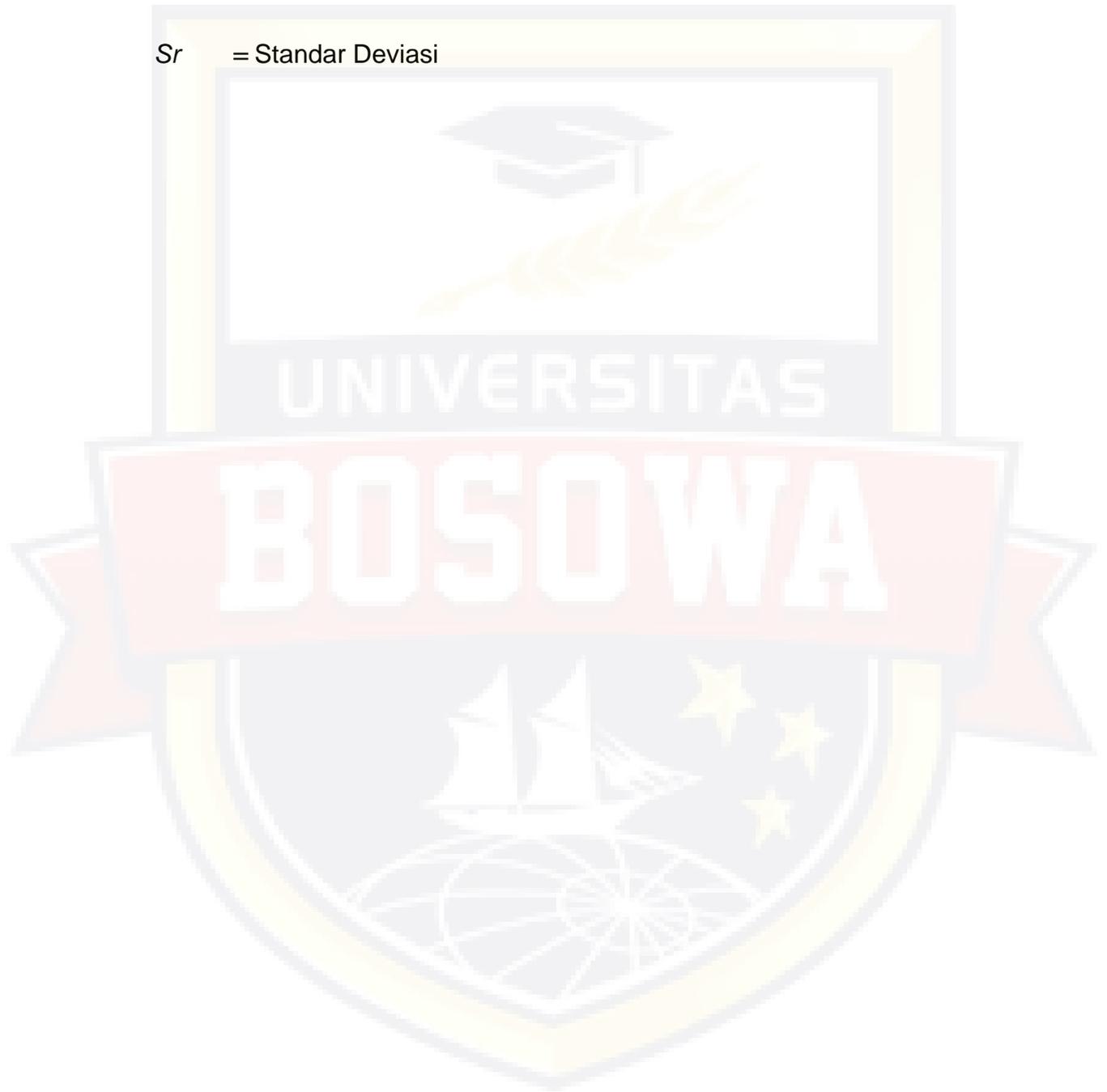
SNI = Standar Nasional Indonesia

ESDM = Energi dan Sumber Daya Mineral

ASTM = American Society for Testing and Material

SSD = Saturated Surface Dry

Sr = Standar Deviasi



## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Semakin modernnya dunia, ide-ide dalam perkembangan di dunia konstruksi pun semakin menciptakan inovasi-inovasi yang dapat mengembangkan dan menghasilkan suatu ciptaan yang dapat membantu kebutuhan manusia khususnya dalam bidang konstruksi. Dengan didukung pemanfaatan limbah-limbah yang jarang dimanfaatkan kembali, maka sebagian orang mulai mengembangkan penemuan dengan menambah material yang tidak terpakai atau limbah dengan metode menggantikan material yang tidak terpakai tersebut. Pengoptimalan material untuk menjadi sebuah karya yang dapat layak pakai berguna untuk kebutuhan masyarakat.

Dalam upaya memenuhi kebutuhan masyarakat maka dari itu perlu pengembangan suatu bahan dan komponen yang dapat layak pakai dengan mutu standar yang berlaku sehingga cukup ekonomis dalam pengurangan biaya. Salah satu kebutuhan sarana dan prasarana akan bangunan yang diperlukan masyarakat pada saat ini kebutuhan akan beton. Sebab tingkat kebutuhan penggunaan beton di masyarakat sebagai struktur bangunan sangat tinggi. Dalam penelitian berinovasi yang dilakukan adalah dengan menggunakan limbah pecahan granit untuk pengganti substitusi parsial agregat kasar. Hal ini dilakukan karena banyaknya limbah granit di

industri granit, gedung-gedung, dan rumah yang dalam proses pengerjaannya menggunakan granit.

Selain itu, penggunaan silika fume untuk reduksi semen dilakukan guna meningkatkan kemampuan kerja beton. Telah kita ketahui bahwa silika fume telah banyak digunakan dalam percobaan penelitian-penelitian sebelumnya.

Berdasarkan uraian diatas maka timbul gagasan untuk mengadakan penelitian dengan uji laboratorium yang berjudul:

**“PENGUNAAN SILIKA FUME UNTUK REDUKSI SEMEN DENGAN  
LIMBAH GRANIT SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT KASAR  
TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK BETON”**

**1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian diatas maka dapat dirumuskan masalah yang akan diteliti yaitu:

1. Bagaimana memperoleh komposisi campuran beton normal  $f'c = 25$  Mpa?
2. Bagaimaiana pengaruh limbah granit sebagai substitusi agregat kasar terhadap kuat tekan dan kuat tarik beton?
3. Bagaimana pengaruh penggunaan silika fume untuk reduksi semen terhadap kuat tekan dan kuat tarik beton?
4. Bagaimana hubungan kuat tekan dan kuat tarik beton yang menggunakan limbah granit dengan variasi silika fume?

### **1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian**

#### **1.3.1 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan penelitian adalah sebagai berikut:

1. Memperoleh komposisi campuran beton normal  $f'c = 25$  Mpa.
2. Memperoleh pengaruh limbah granit sebagai substitusi agregat kasar terhadap kuat tekan dan kuat tarik beton.
3. Memperoleh pengaruh penggunaan silika fume untuk reduksi semen terhadap kuat tekan dan kuat tarik beton.
4. Memperoleh hubungan kuat tekan dan kuat tarik beton yang menggunakan limbah granit dengan variasi silika fume.

#### **1.3.2 Manfaat penelitian**

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Sebagai salah satu penambah wawasan khususnya pada bahan tambah campuran beton terutama penggunaan silika fume untuk reduksi semen.
2. Memanfaatkan limbah granit sebagai bahan tambah campuran beton.
3. Mengurangi penggunaan semen yang berdampak pada penurunan emisi CO<sub>2</sub>.
4. Dengan penelitian ini diharapkan bahan campuran tersebut dapat dijadikan bahan campuran komponen beton yang mempunyai kekuatan tinggi dan berkualitas baik.

5. Sebagai pijakan dan referensi pada penelitian-penelitian selanjutnya yang berhubungan dengan beton.

#### **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 normal.
3. Penelitian ini membandingkan kuat tekan dan kuat tarik beton dengan penggunaan silika fume untuk reduksi semen dengan bahan tambah limbah granit sebagai agregat kasar dengan sebesar 5% dan 10%. Dan penggunaan silika fume sebanyak 0%, 7,5%, 15%, 22,5%, 30%.

##### **1.4.2 Batasan Masalah**

Penelitian ini perlu adanya suatu batasan masalah supaya pembahasan tidak meluas kemana-mana. Adapun batasan masalah dalam penelitian ini antara lain :

1. Kuat tekan beton yang direncanakan  $F'c$  25 Mpa.
2. Tidak melakukan pengujian karakteristik terhadap limbah granit.
3. Tidak dilakukan pengujian keausan agregat.
4. Tidak dilakukan pengujian waktu ikat dan berat jenis semen.
5. Asal material yang digunakan sebagai berikut.
  - Pasir bersumber dari sungai Bili-bili.
  - Batu Pecah (1-2) bersumber dari sungai Bili-bili.

- Limbah granit bersumber dari pabrik Warehouse PT. Niro Ceramic Sales Indonesia.
- Silika fume didapat dari toko bangunan terdekat ataupun toko online.

## **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 studi, sebagai dasar mengkaji permasalahan yang ada dan menyiapkan landasan teori.

### **BAB III METODE PENELITIAN**

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

### **BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN**

Bab ini membahas tentang hasil pengujian material serta pengujian kuat tekan dan kuat tarik yang dilakukan di laboratorium yang disajikan dalam bentuk tabel-tabel dan

grafik, kemudian dari hasil tersebut dilakukan analisa dan pembahasan.

## **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini merupakan penutup yang memberikan kesimpulan dan saran-saran yang diharapkan sesuai tujuan dan manfaat penulisan.

UNIVERSITAS

**BOSOWA**

## BAB II

### KAJIAN PUSTAKA

#### 2.1 Beton

##### 2.1.1 Pengertian Beton

Beton merupakan suatu bahan komposit (campuran) dari beberapa material yang bahan utamanya terdiri dari campuran antara semen, agregat halus, agregat kasar, air dan atau bahan tambah lain dengan perbandingan tertentu. Karena beton merupakan komposit, maka kualitas beton sangat tergantung dari kualitas masing-masing material pembentuk. (Kardiyono Tjokrodimulyo, 2007).

Berdasarkan SNI 2847:2013 definisi beton adalah campuran antara semen portland atau semen hidrolik yang lain, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk massa padat. Seiring dengan penambahan umur, beton akan semakin mengeras dan akan mencapai kekuatan rencana ( $f'c$ ) pada usia 28 hari.

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.

Sebagian besar bahan pembuat beton adalah bahan lokal (kecuali semen atau bahan tambah kimia), sehingga sangat menguntungkan sehingga secara ekonomis. Namun pembuatan beton akan menjadi mahal jika perencanaan tidak memahami karakteristik bahan-bahan penyusun beton yang harus disesuaikan dengan perilaku struktur yang akan dibuat. Agar dihasilkan kuat desak beton yang sesuai dengan rencana diperlukan mix design beton untuk menentukan jumlah masing-masing bahan susun yang dibutuhkan. Disamping itu, adukan beton harus diusahakan dalam kondisi yang benar-benar homogen dengan kelecakan tertentu agar tidak terjadi segregasi. Selain perbandingan bahan susunnya, kekuatan beton ditentukan oleh padat tidaknya campuran bahan penyusun beton tersebut. Semakin kecil rongga yang dihasilkan dalam campuran beton, maka semakin tinggi kuat desak yang dihasilkan.

### **2.1.2 Sifat-Sifat Beton**

Beberapa sifat umum yang penting diketahui pada beton adalah sebagai berikut:

#### **a. Kemudahan Pengerjaan (Workability)**

Sifat workability merupakan ukuran dari tingkat kemudahan mengaduk bahan-bahan secara bersama, sampai menghasilkan adukan yang bersifat sedemikian rupa sehingga adukan mudah untuk diangkut, dituang, dicetak dan dipadatkan menurut tujuan pekerjaan tanpa terjadi perubahan yang menimbulkan kesukaran dan menurunkan mutu beton.

Kemampuan dikerjakan dapat diukur dari kekentalan dengan menggunakan alat slump (slump test) yang berbentuk kerucut terpancung.

Pengambilan nilai slump tergantung dari jenis pengerjaan beton.

b. Sifat Ketahanan Beton (Durability)

Untuk mendapatkan sifat ketahanan dari beton maka hal-hal yang perlu diperhatikan adalah :

1. Pengaruh cuaca dan pembekuan pada umum dingin, serta pengembangan dan penyusutan yang diakibatkan oleh basah dan kering atau panas dan dingin yang silih berganti.
2. Ketahanan terhadap zat kimia, pengaruh ini bersifat kimiawi yang diakibatkan oleh bahan-bahan seperti air laut, rawa-rawa dan air limbah, zat-zat kimia limbah industri, bangunan air kotor kota dan sebagainya yang dapat merusak keawetan beton. Ketahanan terhadap erosi, pengaruh erosi yang dapat mengakibatkan terjadinya lubang-lubang, gugus karena adanya gesekan benda yang terbawa air.

c. Sifat Kedap Air

Beton mempunyai kecenderungan mengandung rongga-rongga yang diakibatkan oleh adanya gelembung udara pada saat pengecoran. Rongga udara ini akan membentuk saluran-saluran kapiler mengakibatkan air dapat merusak dari luar kedalam atau tembus ke beton. Jika saluran-saluran kapiler itu tidak tertutup kembali, sifat beton tersebut tidak kedap

air. Jadi untuk membuat beton yang kedap air, beton harus dibuat sepadat mungkin dan perbandingan air semen harus direduksi seminimal mungkin untuk keperluan hidrasi semen.

Hal-hal yang mempengaruhi sifat kedap airnya beton adalah sebagai berikut:

1. Perbandingan air dan semen dalam campuran beton (mutu dan porositas).
2. Kepadatan (hasil pemadatan/penggetaran dengan vibrator).
3. Selalu cukup air pada saat curing (4 minggu), umur beton bertambah.

Kedap air turun.

4. Gradasi agregat (memenuhi spesifikasi).
- d. Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton adalah kemampuan beton untuk menerima atau menahan beban sampai pada batas kehancuran. Pengujian kuat tekan beton dapat dilakukan dengan cara pembuatan benda uji kubus maupun silinder yang kemudian ditekan dengan menggunakan mesin Press Srenght.

Faktor-faktor yang mempengaruhi kuat tekan beton, yaitu :

1. Jenis semen dan kualitasnya.
2. Jenis dan kondisi agregat.
3. Tingkat perawatan.
4. Pengaruh suhu.

## 5. Umur beton.

### e. Rangkak

Merupakan perubahan bentuk akibat pembebanan yang terus bertambah atau kalau beban ditiadakan akan berubah sebagian. Apabila beton dibebani tekanan secara tetap akan mengalami perpendekan, yaitu:

1. Perpendekan yang dapat kembali semula. Perpendekan ini erat hubungannya dengan kekenyalan.
2. Perpendekan yang terus bertambah atau kalau beban dibebaskan, akan berubah sebagian, perpendekan ini disebabkan oleh penurunan pori-pori dalam. Aliran dari pasta semen, pergerakan kristal dalam agregat dan terjadinya tekanan air dari gelombang semen karena adanya tekanan.

### f. Penyusutan

Penyusutan yang terjadi pada beton jika mengalami kekeringan pada waktu proses pengerasan. Penyusutan pada beton terjadi :

1. Penyusutan awal beton ketika masih dalam keadaan cair/plastis akibat reduksi dari volume air dengan semen mencapai 1% dari volume absolute semen kering.
2. Penyusutan kering berlanjutan dan beton ketika mengeras dan menjadi kering.

#### g. Sifat Panas beton

Menurut Tjokrodimuljo (2000) mengatakan bahwa beton pada dasarnya tidak diharapkan mampu menahan panas sampai diatas 250°C. akibat panas, beton akan mengalami retak, terkelupas (spalling), dan kehilangan kekuatan. Kehilangan kekuatan terjadi karena perubahan komposisi kimia secara bertahap pada pasta semennya. Sehingga terjadi yang hidrasi semen oleh air, terutama pada beton yang tebal, panas terkonsentrasi dalam beton. Untuk menghindari panas yang berlebihan, maka diusahakan :

1. Penggunaan semen minimum dengan memenuhi persyaratan (kekuatan tetap terpenuhi).
2. Penggunaan semen tipe V akan mengurangi panas hidrasi.

#### h. Berat Beton

Berat beton terutama dipengaruhi oleh jenis agregat yang digunakan. Untuk beton bendungan yang memakai manfaat berat maka berat beton ini sangat penting. Untuk itu dipakai agregat yang menghasilkan isi beton yang besar.

#### **2.1.4 Keunggulan Beton**

Dengan pemakaian yang telah banyak digunakan, beton mempunyai banyak keunggulan dibanding material lain:

1. Ketersediaan (availability) material dasar.

Khususnya material dasar yaitu agregat dan air disediakan oleh alam yang sangat melimpah dimanapun khususnya di lokasi setempat. Meskipun material seperti semen di produksi oleh pabrik, tetapi persediaannya juga sangat banyak apalagi daerah setempat dapat memproduksi sendiri dalam negeri. Dengan demikian, biaya pembuatannya relatif lebih terjangkau karna persediaan bahan-bahan bisa didapat di dalam negeri.

2. Kemudahan dalam penggunaan (versatility).

Dengan ketersediaan bahan-bahan tersebut, dalam penggunaannya juga beton sangat mudah. Beton bisa digunakan dalam berbagai struktur manapun, mulai dari bendungan, pondasi, jalan, landasan bandar udara, pipa dll.

3. Kemampuan dalam beradaptasi (adaptability).

Dari segi penggunaan beton yang sangat banyak dipilih untuk berbagai konstruksi, produktivitas beton juga bisa disesuaikan dengan keinginan kita. Mulai dari segi cetakan dan ukuran apapun ataupun dengan berbagai cara yang disesuaikan dengan situasi dan kondisi sekitar. Cara sederhananya pun tidak memerlukan ahli khusus dalam pemasangan (kecuali beberapa pengawas yang sudah mempelajari teknologi beton).

#### 4. Ketahanan pemeliharaan yang minimal

Pemeliharaan betonpun bisa dibilang tidak memerlukan perlakuan khusus disbanding baja. Karena beton lebih tahan karat, sehingga tidak perlu dicat seperti struktur baja dan lebih tahan terhadap bahaya kebakaran.

#### 2.1.5 Kelebihan dan Kelemahan beton

Kelebihan dan kelemahan beton dapat disimpulkan secara umum sebagai berikut .

##### **Kelebihan beton**

1. Beton mampu menahan gaya tekan dengan baik, serta mempunyai sifat tahan terhadap korosi dan pembusukan oleh kondisi lingkungan.
2. Beton segar dapat dengan mudah dicetak sesuai dengan keinginan.
3. Beton segar dapat disemprotkan pada permukaan beton lama yang retak maupun dapat diisikan ke dalam retakan beton dalam proses perbaikan.
4. Beton segar dapat dipompakan sehingga memungkinkan untuk dituang pada tempat-tempat yang posisinya sulit.
5. Beton tahan aus dan tahan bakar, sehingga perawatannya lebih murah.

## **Kekurangan beton**

1. Beton dianggap tidak mampu menahan gaya tarik, sehingga mudah retak, oleh karena itu perlu diberikan baja tulangan sebagai penahan gaya teriknya.
2. Beton keras menyusut dan mengembang bila terjadi perubahan suhu, sehingga perlu dibuat dilatasi untuk mengatasi retakan-retakan akibat terjadinya perubahan suhu.
3. Untuk mendapatkan beton kedap air secara sempurna, harus dilakukan dengan pengerjaan yang teliti.
4. Beton bersifat getas (tidak daktil) sehingga harus dihitung dan diteliti secara seksama agar setelah dikompositkan dengan baja tulangan menjadi bersifat daktil, terutama pada struktur tahan gempa.

## **2.2 Bahan-Bahan Penyusun Beton**

### **2.2.1 Semen Portland**

Semen Portland adalah bahan konstruksi yang paling banyak digunakan dalam pekerjaan beton. Menurut ASTM C-150 1985, semen Portland didefinisikan sebagai semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara klinker (bahan ini terutama terdiri dari silikat kalsium yang bersifat hidrolis) yang umumnya satu atau lebih bentuk kalsium sulfat dengan bahan tambahan yang digiling bersama-sama dengan bahan utamanya.

Selain semen Portland, 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 Mosony
  - 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. (Sumber : <http://en.wikipedia.org>)



Gambar 2.1 Semen Portland Composite (PCC)

Adapun dampak Positif dan Negatif dalam industri semen, antara lain :

a. Dampak Positif

1. Menghasilkan devisa atau pendapatan Negara.
2. Menciptakan lapangan kerja bagi masyarakat.
3. Berkembangnya ekonomi masyarakat.
4. Sarana dan prasana makin lengkap.

b. Dampak Negatif

Salah satu dampak negatif dari penggunaan semen adalah pencemaran lingkungan. Terutama pencemaran udara. Limbah terbesar dari industri semen adalah debu dan partikel, yang termaksud limbah gas dan b3. Gas dihasilkan dari industri semen adalah gas karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ). Karbondioksida dapat menyebabkan emisi gas rumah kaca atau pemanasan global.

Adapun dampak negatif lainnya dari penggunaan semen. Antar lain :

1. Menyebabkan iritasi pada kulit
2. Alergi
3. Iritasi pada mata
4. Gangguan pernafasan

### **2.2.2 Agregat Halus (Pasir)**

Agregat merupakan buti-butir batu pecah, kerikil, pasir atau mineral lain, baik yang berasal dari alam maupun buatan yang berbentuk mineral padat berupa ukuran besar maupun kecil (fragmen-fragmen) yang berfungsi sebagai bahan campuran atau pengisi dari suatu beton (Silvia Sukirman 2003). Sedangkan menurut Tjokodimulyo (2007), 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. Adapun agregat umumnya digolongkan menjadi 3 kelompok menurut Tjokodimulyo (1992), yaitu:

1. Batu, untuk besar butiran lebih dari 40mm.
2. Kerikil, untuk besar butiran antara 5mm sampai 40mm.
3. Pasir, untuk butiran antara 0,15mm sampai 5mm.

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

### **Agregat Halus**

Agregat halus adalah semua butiran lolos saringan 4,75 mm. Agregat halus untuk beton dapat berupa pasir alami, hasil pecahan dari batuan secara alami, atau berupa pasir buatan yang dihasilkan oleh mesin pemecah batu yang biasa disebut abu batu. Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5%, serta tidak mengandung zat-zat organik yang dapat merusak beton.



Gambar 2.2 Agregat Halus

Kegunaannya adalah untuk mengisi ruangan antara butir agregat kasar.

Ada beberapa pengertian agregat halus antara lain, yaitu :

- Agregat halus adalah butiran halus yang memiliki kehalusan 2 mm – 5 mm.

- Menurut SNI 02-6820-2002, agregat halus adalah agregat dengan besar butiran maksimum 4,75 mm.
- Menurut Nevil (1997), agregat halus merupakan agregat yang besarnya tidak lebih dari 5 mm, sehingga pasir dapat berupa pasir alam atau berupa pasir dari pemecahan batu.

Persyaratan agregat halus secara umum menurut SNI-03-6821-2002 adalah sebagai berikut :

1. Agregat halus terdiri dari butir-butir tajam dan keras
2. Butir-butir halus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur karena faktor cuaca. Sifat kekal agregat halus dapat diuji dengan larutan jenuh garam. Jika dipakai natrium sulfat maksimum bagian yang hancur adalah 10% berat.
3. Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% (terhadap berat kering), jika kadar lumpurnya melebihi 5% maka pasir harus di cuci.

Agregat halus harus mempunyai susunan besar butiran dalam batas-batas berikut.

Tabel 2.2 Persentase Lolos Agregat pada ayakan

<b>Ukuran Lubang Ayakan (mm)</b>	<b>Persen Lolos Kumulatif</b>
9,60	100
4,80	95 – 100

Ukuran Lubang Ayakan (mm)	Persen Lolos Kumulatif
2,40	80 – 100
1,20	50 – 85
0,60	25 – 60
0,30	10 – 30
0,15	2 – 10

Spesifikasi karakteristik agregat halus (pasir) dapat dilihat pada tabel 2.3.

Tabel 2.3 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 <sup>3</sup>	SNI 1973 – 2008
Kadar Air	3% - 5%	SNI 1971 – 2011
Kadar Lumpur	≤ 5 %	SNI ASTM C117 : 2017

Sumber : SNI (Standar Nasional Indonesia)

### Agregat Kasar

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 sesuai yang diinginkan dengan cara meledakan, memecah, menyaring dan seterusnya. Agregat disebut agregat kasar apabila ukurannya sudah melebihi  $\frac{1}{4}$  in (6 mm).



Gambar 2.3 Batu Pecah

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

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

Menurut PUBI 1982, agregat kasar untuk beton harus memenuhi hal-hal sebagai berikut:

1. Agregat kasar harus bersifat kekal, berbutir kasar dan keras serta tidak berpori. Untuk pengujian kekerasan ditentukan dengan bejana Rudellof atau menggunakan mesin Los Angelos, dengan ketentuan sebagai berikut :

- a) Bejana Rudellof = butir agregat kasar yang hancur dan melewati ayakan 2 mm, tidak lebih dari 32 % berat total.
- b) Mesin Los Angelos = butir agregat kasar yang hancur tidak lebih dari 50 % berat yang diuji.
2. Agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1 % berat pengujian (dari berat kering), apabila melebihi 1 % agregat harus dicuci sebelum dicampur menjadi beton.
  3. Bagian butir agregat kasar yang panjang dan pipih tidak melebihi 20 % berat pengujian, terutama untuk beton mutu tinggi.
  4. Agregat kasar tidak boleh mengandung zat-zat yang dapat merusak beton, seperti reaktif alkali.
  5. Agregat kasar harus terdiri dari butir-butir yang beraneka ragam besarnya dan tidak melewati saringan 4,75 mm.

Tabel 2.4 Batas-batas gradasi dari agregat kasar sesuai SK-SNI-T-15-1990-03

Lubang Ayakan (mm)	Presentase Berat Butir Lewat Ayakan	
	40 mm	20 mm
40	95 – 100	100
20	30 – 70	95 – 100
10	10 – 35	25 – 55
4,8	0 – 5	0 – 10

Spesifikasi karakteristik agregat kasar (batu pecah) dapat dilihat pada tabel 2.5.

Tabel 2.5 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 % - 2 %	SNI 1969 – 2008
Berat Isi	1,4 – 1,9 gr/cm <sup>3</sup>	SNI 1973 – 2008
Kadar Air	3% - 5%	SNI 1971 – 2011
Kadar Lumpur	≤ 5 %	SNI ASTM C117: 2017

Sumber : SNI (Standar Nasional Indonesia)

Sifat agregat kasar mempengaruhi kekuatan akhir beton keras dan daya tahannya terhadap disintegrasi beton, cuaca, dan efek-efek perusak lainnya. Agregat kasar mineral ini harus bersih dari bahan-bahan organik.

### 2.2.3 Air

Tak kalah pentingnya juga dengan bahan material lainnya, air juga sangat penting dalam konstruksi beton. Fungsi air disini merupakan salah satu faktor penting dalam pembuatan beton, dimana air sebagai bahan pencampuran, pengaduk, dan pemicu reaksi hidrasi antara semen dan agregat, yang akan menjadi pasta pengikat agregat. Reaksi hidrasi yaitu suatu proses kimia antara senyawa semen dengan molekul air membentuk

hidrat atau produk hidrasi sehingga campuran menjadi mengeras. Jumlah air yang berlebihan akan menurunkan kekuatan beton dan akan terjadi *bleeding*. Namun air yang terlalu sedikit akan menyebabkan proses hidrasi yang tidak merata. Pada umumnya air yang dapat diminum digunakan sebagai campuran beton.

Syarat penggunaan air untuk campuran beton adalah sebagai berikut (Kardiyono Tjokrodimuljo, 1992):

1. Tidak mengandung lumpur (benda melayang lainnya) > 2 gram/liter,
2. Tidak mengandung garam-garam yang dapat merusak beton (asam, zat organik, dsb) > 15 gram/liter,
3. Tidak mengandung klorida (Cl) > 0,5 gram/liter,
4. Tidak mengandung senyawa sulfat > 1 gram/liter.

Jenis-jenis air untuk campuran beton antara lain:

1. Air hujan, air hujan menyerap gas dan udara pada saat jatuh ke bumi. Biasanya air hujan mengandung unsur oksigen, nitrogen dan karbondioksida.
2. Air permukaan, terdiri dari air sungai, air danau, air genangan, dan air reservoir. Air sungai atau danau dapat digunakan sebagai air pencampuran beton asal tidak tercemar limbah industri. Sedangkan air rawa atau genangan yang mengandung zat-zat alkali tidak dapat digunakan.

3. Air tanah, biasanya mengandung unsur kation dan anion. Selain itu juga kadang-kadang terdapat unsur CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S dan NH<sub>3</sub>.
4. Air laut, air laut mengandung 30.000 – 36.000mg/liter gram (3 %-3,6 %) dapat digunakan sebagai air campuran beton tidak bertulang. Air laut yang mengandung garam diatas 3% tidak boleh digunakan untuk campuran beton. Untuk beton pra tekan, air laut tidak diperbolehkan karena akan mempercepat korosi pada tulangnya.

Air yang diperlukan untuk campuran beton dipengaruhi oleh:

- a. Ukuran agregat maksimum, diameter membesar maka kebutuhan air menurun, begitu juga jumlah mortar yang digunakan lebih sedikit.
- b. Bentuk butir, bentuk butir yang bulat akan menyebabkan kebutuhan air menurun misalkan untuk batu pecah perlu lebih banyak air.
- c. Gradasi agregat, gradasi yang baik akan menyebabkan kebutuhan air menurun untuk kelecakan yang sama.
- d. Kotoran dalam agregat, makin banyak silt, tanah liat dan lumpur maka akan meningkatkan kebutuhan air meningkat.
- e. Jumlah agregat halus (dibandingkan agregat kasar) jika agregat halus lebih sedikit, maka kebutuhan air akan menurun.

## **2.3 Bahan Tambah Penyusun Beton**

### **2.3.1 Batu Granit**

Batu granit adalah batuan beku yang berasal dari perut bumi (muntahan magma) yang terdiri dari elemen kuarsa dan feldspar,

sedangkan mineral lainnya dalam jumlah kecil seperti *biotit*, *muskovit*, *hornblende*, dan *piroksen* (ESDM, 2015). Dalam bidang industri, pemanfaatan batuan granit banyak dipakai dalam pembuatan keramik (G. Bayrak, 2013) dan bahan baku pembuatan batu hias, lantai maupun ornament dinding. Penyebaran batu granit di Indonesia cukup luas, terutama di daerah Indonesia bagian barat (Buku Ensiklopedia pelajar dan umum).

Kata “granit” sendiri berasal dari bahasa latin *granum*, berarti butiran. Hal ini dikarenakan adanya butiran mineral gelap yang terlihat di permukaan batuan. Batuan ini terbentuk dari kristalisasi magma yang lambat di bawah permukaan bumi. Batuan ini umumnya berukuran masif, keras dan tangguh.

Granit dengan karakteristik memiliki butiran kasar dan mempunyai kepadatan yang lebih keras dari marmer. Kepadatan tersebut memungkinkan granit untuk tahan terhadap erosi dan abrasi, maupun menahan beban yang berat, menjadikan beton lebih kedap dan awet, serta tahan terhadap pelapukan batuan. Inovasi dari limbah pecahan granit ini adalah untuk memanfaatkan limbah pecahan granit sebagai substituent parsial kerikil sehingga memberi nilai tambah terhadap limbah pecahan granit tersebut. Kelebihan penggunaannya adalah selain mendapat kuat tekan yang besar juga dapat memanfaatkan limbah untuk mengurangi penggunaan bahan segar serta lebih ekonomis.

Yang dimaksud dengan limbah granit disini adalah granit yang tidak dapat digunakan sebagaimana mestinya akibat ketidaksempurnaan dan tidak sesuai dengan standar, granit yang mengalami kerusakan sehingga menjadi barang sortiran, limbah pecahan granit sering terjadi karena kerusakan ataupun bongkaran bangunan lama dan lain-lain.



Gambar 2.4 Pecahan Granit

Dalam penelitian ini menggunakan pecahan granit yang didapat dari pabrik Warehouse PT. Niro Ceramic Sales Indonesia. Berikut beberapa informasi tentang PT. Niro Ceramic Sales Indonesia:

Jenis produk	: Ubin Keramik
Merk dan Tipe	: Niro Granite Porcelain Tile
Spesifikasi	: Bla; GHR03 MP, Hardrock, Matt, 60 cm x 60 cm
Standard	: SNI ISO 13006:2010
Nilai TKDN	: 62,83%

### 2.3.2 Silika Fume

Menurut standar "Specification for Silica Fume for Use in Hydraulic Cement Concrete and Mortar" (ASTM.C.1240,1995: 637-642), silika fume adalah material pozzolan yang halus, dimana komposisi silika lebih banyak dihasilkan dari tanur tinggi atau sisa produksi silikon atau alloy besi silikon (dikenal sebagai gabungan antara microsilica dengan silika fume). Penggunaan silika fume dalam campuran beton digunakan untuk menghasilkan beton dengan kekuatan yang tinggi.

Dikarenakan sifat fisik dan sifat kimianya ini, silika fume memiliki 2 pengaruh pada campuran beton yaitu sebagai filler dan bahan pozzoland yang bereaksi secara kimia. Silika fume memiliki ukuran butiran yang sangat halus bahkan ukurannya 100 kali lebih kecil ( $0,1 - 0,2 \mu\text{m}$ ) jika dibandingkan dengan butiran semen.

Silika fume mempunyai peranan penting terhadap pengaruh sifat kimia dan mekanik beton. Dilihat dari sifat kimianya, secara geometris silika fume mengisi rongga-rongga diantara bahan semen, dan mengakibatkan diameter pori mengecil serta total volume pori juga berkurang. Sedangkan dari sifat mekaniknya, silika fume memiliki reaksi yang bersifat pozzolan (bahan yang mempunyai kandungan senyawa silika/silika dioksida dan alumina) yang bereaksi terhadap batu kapur yang dilepas semen. Hasil reaksi keduanya menghasilkan kalsium silikat hidrat (CSH) sebagaimana yang dihasilkan hidrasi semen yang memberikan kekuatan pada beton

kerasnya. Reaksi tersebut tersebar merata pada seluruh tempat di dalam beton termasuk pada ruang-ruang kosong pada lapisan agregat-pasta semen, sehingga menambah kekuatan lekatan antara agregat dan pasta semen.

Dalam penelitian ini menggunakan silika fume yang diproduksi dari PT. Sika Indonesia Head Office. Berikut informasi produk dibawah ini:

Komposisi : Campuran bahan reaktif laten

Kemasan : 20 kg, 1000 bulk

Penampilan / Warna : Bubuk / Abu-abu

Umur simpan : Umur simpan 36 bulan dari tanggal produksi jika disimpan dengan benar di tempat yang tidak rusak kemasan tua, belum dibuka, asli disegel.

Kondisi penyimpanan : Penyimpanan di lingkungan yang kering, tidak sensitive terhadap embun beku.

Kepadatan : ~0,65 kg/L

Kandungan Ion Klorida Total: <0.3 M-%



Gambar 2.5 Silika Fume

Adapun sifat-sifat silika fume terbagi menjadi sifat fisik dan sifat kimia, sebagai berikut.

a. Sifat Fisik Silika Fume

- 1) Warna, bervariasi mulai dari abu-abu sampai abu-abu gelap.
- 2) Spesifik gravity: 2,0-2,5
- 3) Bulk density: 250-300 kg/m<sup>3</sup>.
- 4) Ukuran: 0,1-1,0 mikron (1/100 ukuran partikel semen).

b. Sifat Kimia Silika Fume

Silika fume merupakan material yang bersifat pozzollonic. Dalam penggunaannya, silika fume berfungsi sebagai pengganti sebagian dari jumlah semen dalam campuran beton, yaitu sebanyak 5%-15% dari total berat semen. Kandungan SiO<sub>2</sub> dalam silika fume mencapai 90%. SiO<sub>2</sub> akan bereaksi dengan kapur bebas yang dilepaskan semen pada saat proses pembentukan senyawa kalsium silikat hidrat (CSH) yang berpengaruh dalam proses pengerasan semen.

Dalam penggunaan silika fume, mempunyai beberapa keuntungan dan kelebihan, diantaranya ditinjau pada saat proses pengikatan dan ditinjau pada saat beton dalam kondisi keras. Ditinjau pada saat proses pengikatan yaitu:

- Memudahkan pekerjaan (*workability*)
- Mengurangi perembesan air dan beton (*bleeding*)
- Memberikan waktu pengikatan (*setting time*)

Selain itu dapat ditinjau pada saat beton dalam kondisi keras yaitu :

- Meningkatkan kuat lentur
- Memperkecil susut dan rangkak
- Meningkatkan ketahanan terhadap sulfat dan lingkungan agresife
- Meningkatkan keawetan (*durability*) beton

Menurut Neville, penggunaan silika fume dengan jumlah yang rendah (dibawah 5% dari berat semen) tidak menghasilkan kekuatan yang lebih tinggi dari beton karena jumlah silika fume tidak akan mencukupi untuk menutupi permukaan seluruh partikel dari agregat kasar, namun penggunaan silika fume yang menguntungkan juga terbatas tidak lebih dari 10% dari berat semen yang digunakan. Hal ini disebabkan oleh penggunaan silika fume yang berlebih tidak akan dapat menutupi permukaan agregat.

## 2.4 Pengujian Karakteristik Agregat

### 2.4.1 Kadar Air

Kadar air agregat adalah besarnya perbandingan antara berat air yang dikandung agregat dengan agregat dalam keadaan kering, dinyatakan dalam persen. Kadar air yang dikandung agregat dapat mempengaruhi kuat tekan beton atau dengan kata lain faktor air semen (fas) dapat mempengaruhi kuat tekan beton.

Dalam perhitungan menentukan kadar air suatu agregat adalah sebagai berikut.

$$\text{Kadar Air} = \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Kering}}{\text{Berat Kering}} \times 100 \% \dots \dots \dots (2.1)$$

### 2.4.2 Kadar Lumpur

Kandungan lumpur agregat halus kurang dari 5 % merupakan ketentuan dalam peraturan bagi penggunaan agregat halus atau pasir untuk pembuatan sebuah beton. Jika kadar lumpur yang dapat lebih dari presentase yang telah ditetapkan oleh “Peraturan Beton Bertulang Indonesia. 1971”, agregat halus (pasir) dapat merusak kuat tekan beton.

Lumpur tidak diizinkan dalam jumlah banyak, ada kecenderungan meningkatkan pemakaian air dalam campuran beton , jika ada bahan-bahan itu tidak dapat menyatu dengan semen sehingga menghalangi penggabungan antara semen dan agregat serta mengurangi kekuatan tekan beton.

$$\text{Kadar lumpur} = \frac{(A-B)}{A} \times 100\% \dots \dots \dots (2.2)$$

Dimana: A = Berat Sebelum dicuci (gr)

B = Berat Akhir (gr)

### 2.4.3 Berat Isi

Berat isi agregat adalah perbandingan antara berat dan volume, berat nilainya tergantung dari bagaimana padatnya kita mengisinya, bentuk butir dan susunan butirnya. Jadi meskipun berat jenis suatu benda sama namun tidaklah mutlak berat benda itu sama.

Berdasarkan SNI 1970-2008, klasifikasi berat isi agregat adalah:

- a. Agregat berat memiliki berat isi > 2400 gr/cm<sup>3</sup>.
- b. Agregat normal memiliki berat isi antara 300 — 1800 gr/cm<sup>3</sup>.
- c. Agregat ringan mempunyai berat isi 1100 gr/cm<sup>3</sup> atau kurang dari berat isi tersebut.

Adapun perhitungan dalam menentukan berat isi pada suatu agregat adalah sebagai berikut.

$$\text{Berat Isi} = \frac{B - A}{V} \text{ gram / cm}^3 \dots \dots \dots (2.3)$$

Dimana:

B = Berat container + Benda Uji (gram)

A = Berat Container (gram)

V = Volume Container (cm<sup>3</sup>)

#### 2.4.4 Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

Dalam penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui berat jenis (bulk), berat jenis kering-permukaan jenuh (saturated surface dry = SSD), berat jenis semu (Apparent) dari agregat kasar.

Adapun dalam perhitungan untuk mengetahui berat jenis dan penyerapan agregat kasar adalah sebagai berikut.

- a. Berat jenis (bulk Specific gravity )

$$\frac{B_k}{B_j - B_a} \dots\dots\dots(2.4)$$

- b. Berat jenis kering – permukaan jenuh

$$\frac{B_k}{B_j - B_a} \dots\dots\dots(2.5)$$

- c. Berat jenis semu (apparent Specific gravity)

$$\frac{B_k}{B_k - B_a} \dots\dots\dots(2.6)$$

- d. Penyerapan

$$\frac{B_j - B_k}{B_k} \times 100\% \dots\dots\dots(2.7)$$

Dimana :

B<sub>k</sub> = Berat benda uji kering oven, (gram)

B<sub>j</sub> = Berat benda uji kering – permukaan jenuh, (gram)

B<sub>a</sub> = Berat benda uji kering – permukaan jenuh didalam air,  
(gram)

#### 2.4.5 Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

Penelitian ini dimaksudkan untuk menentukan berat jeni (bulk), berat jenis kering-permukaan jenuh (saturated surface dry = SSD), berat jenis semu (Apparent) dan penyerapan dari agregat halus.

Adapun dalam perhitungannya sebagai berikut.

a. Berat jenis (bulk specific gravity)

$$\frac{B_k}{(B+500-B_t)} \dots\dots\dots(2.8)$$

b. Berat Jenis kering-permukaan jenuh

(Saturated surface dry)

$$\frac{500}{(B + 500 - B_t)} \dots\dots\dots(2.9)$$

c. Berat jenis semu (apparent specific gravity)

$$\frac{B_k}{(B + B_k - B_t)} \dots\dots\dots(2.10)$$

d. Penyerapan

$$\frac{(500 - B_k)}{B_k} \times 100 \% \dots\dots\dots(2.11)$$

Dimana:

B<sub>k</sub> = Berat benda uji kering oven (gram)

B = Berat piknometer berisi air (gram)

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

500 = Berat benda uji dalam keadaan kering – permukaan  
jenuh (gram)

#### 2.4.6 Analisa Saringan

Adapun tujuan dari analisa saringan yaitu :

1. Untuk mendapatkan beton yang mudah dikerjakan ( diaduk, dialirkan, dan didapatkan) yang mempunyai tingkat workability yang tinggi.
2. Untuk mendapatkan harga beton yang ekonomis, kekuatan tinggi.
3. Untuk mendapatkan baton yang betul – betul padat.
4. Untuk mendapatkan batas gradasi dari agregat.
5. Untuk mendapatkan komposisi campuran ( gabungan ) analisa agregat kasar dan agregat halus dalam bentuk ideal.

Adapun perhitungannya adalah sebagai berikut.

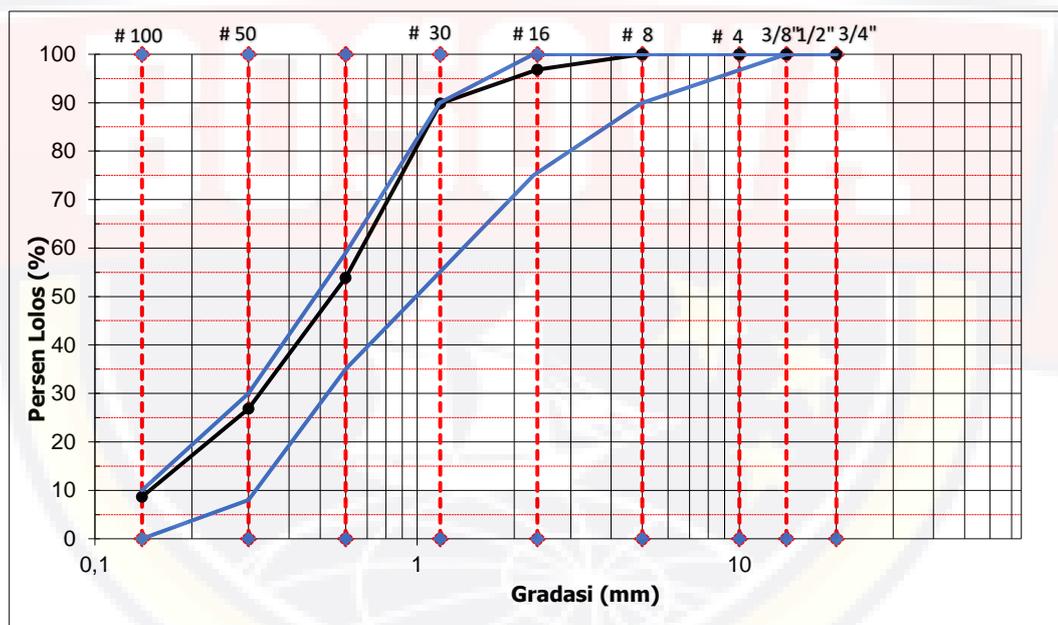
1. Hitung persen tertahan dari masing-masing ayakan baik agregat kasar dan agregat halus. Yakni berat tertahan di bagi berat total lalu dikalikan 100 %.

$$\% \text{ tertahan} = \frac{\text{berat tertahan}}{\text{berat total}} \times 100\% \dots\dots\dots(2.12)$$

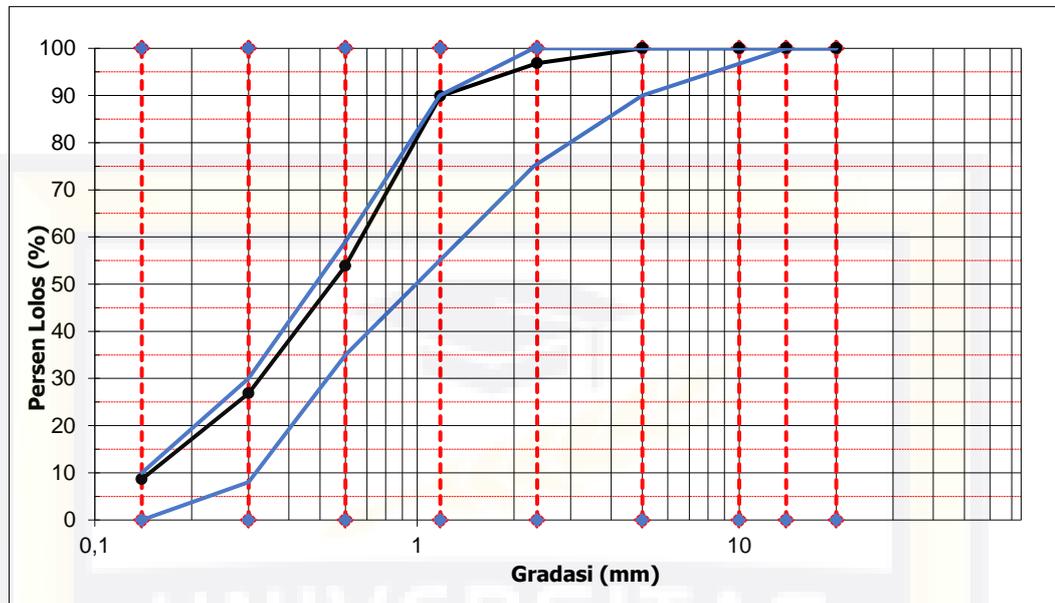
2. Hitung persen lolos dari masing-masing ayakan ( 100 % dikurang % tertahan ).

$$\% \text{ lolos} = 100 - \% \text{ tertahan} \dots\dots\dots(2.13)$$

3. Perkirakan komposisi campuran, misalkan 42% untuk agregat halus dan 58% untuk batu pecah. Kalikan dengan berat lolos pada setiap saringan baik agregat kasar dan agregat halus lalu jumlahkan.
4. Plotkan hasil hitungan kedalam grafik combined agregat grading ASTM C-33.
5. Jika grafik tidak melewati batas spesifikasi, maka komposisi agregat sudah sesuai.
6. Jika melewati batas spesifikasi, ubah komposisi campurannya hingga sesuai.



Grafik 2.6 Analisa Saringan Agregat Kasar



Grafik 2.7 Analisa Saringan Agregat Halus

Tabel 2.6 Ukuran Gradasi Agregat

Ukuran Ayakan		Gradasi Agregat (kumulatif lolos saringan ) (%)			
Millimeter	inch	Kasar	Sedang	Halus	Filler
19	3/4"	100	100	100	100
12,5	1/2"	89,3	100	100	100
9,5	3/8"	33,5	93,5	100	100
4,75	No.4	3	15,9	96,4	100
2,36	No.8	2,5	4,6	55,7	100
1,18	No.16	2,5	4,3	35	100
0,6	No.30	2,4	4,1	26,8	100
0,3	No.50	2,4	3,9	19,7	100
0,15	No.100	2,3	3,5	13,9	100
0,075	No.200	2,2	3,1	10,6	98

#### 2.4.7 Perencana Campuran (Mix Design)

Perencanaan campuran beton (mix design) menggunakan metode DOE (Departement of Environment) berasal dari Inggris (The British Mix

Design Method), tercantum dalam Design of Normal Concrete Mixes telah menggantikan Road Note No.4 sejak tahun 1975. Di Indonesia DOE digunakan sebagai standar perencanaan Dinas Pekerjaan Umum dan dimuat dalam buku standar SNI 3847 – 2013. Metode ini digunakan karena merupakan metode yang paling sederhana dengan menghasilkan hasil yang akurat.

Langkah-langkah pembuatan rencana campuran beton normal dilakukan sebagai berikut.

A. Penetapan Kuat Tekan Beton yang Diisyaratkan ( $f'c$ )

Penentuan kuat tekan ini diisyaratkan  $f'c$  pada umur tertentu.

B. Penetapan Nilai Deviasi Standar ( $s$ )

Deviasi standar ditetapkan berdasarkan tingkat mutu pengendalian pelaksanaan pencampuran betonnya. Semakin baik mutu pelaksanaannya maka semakin kecil nilai deviasi standar. Jika jumlah data hasil pengujian kurang dari 30 benda uji sehingga dilaksanakan koreksi terhadap nilai standar deviasi dengan suatu faktor perkalian.

$$Sr = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} \dots\dots\dots(2.14)$$

Dimana:

Sr = Deviasi standar

$x_i$  = Kuat tekan beton yang didapat dari masing-masing benda uji

$\bar{x}$  = Kuat tekan beton rata-rata menurut rumus

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

Tabel 2.7 Faktor perkalian deviasi standar

Jumlah Pengujian	Faktor modifikasi untuk nilai deviasi standar benda uji
Kurang dari 15	Tabel 2.14
15	1,16
20	1,08
25	1,03
30 atau lebih	1

Sumber: SNI – 2847 – 2013

C. Perhitungan Nilai Tambah (Margin)

$$M = 1,64 \times s_r \dots\dots\dots(2.15)$$

Dengan:

M adalah nilai tambah

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

S r adalah deviasi standar rencana

Tabel 2.8 Nilai margin jika data tidak tersedia untuk menetapkan nilai deviasi standar

Persyaratan Kuat Tekan $f_c'$ Mpa	Margin (m), Mpa
Kurang dari 21 Mpa	7,0
21 s/d 35	8,3
Lebih dari 35	10,0

Sumber : SNI – 2847 – 2013

#### D. Menetapkan Kuat Tekan Rata-rata Rencana

Menghitung kuat tekan beton rata-rata yang ditargetkan  $f'_{cr}$ , dengan

rumus :

$$f'_{cr} = f'_c + M \dots\dots\dots(2.16)$$

$$f'_{cr} = f'_c + 1,64 S_r \dots\dots\dots(2.17)$$

Jika pelaksanaan tidak mempunyai catatan atau pengalaman hasil pengujian beton pada sebelumnya yang memenuhi persyaratan tersebut, maka kekuatan rata-rata perlu  $f'_{cr}$  harus ditetapkan dari tabel 2.8 berikut ini.

Tabel 2.9 Kekuatan rata-rata perlu jika data tidak tersedia untuk menetapkan nilai deviasi standar

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

Sumber: SNI – 2847- 2013

#### E. Menetapkan Jenis Semen yang digunakan dalam campuran

Jenis atau tipe semen yang dipakai harus dinyatakan dalam design campuran beton. Umumnya semen tipe I dan tipe III yang banyak dipakai yaitu semen cepat mengeras (pengikat awal rendah).

Hubungan tipe semen, kuat tekan, umur beton, dan jenis agregat dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 2.10 Perkiraan Kuat Tekan Beton pada FAS 0.50

Tipe semen	Jenis Agregat Kasar	Kuat tekan pada umur (hari) kg/cm <sup>3</sup>			
		3	7	28	91
Semen Portland tipe II	Alami Batu Pecah	200	280	400	480
		300	320	450	540
Semen Portland tipe II	Alami Batu Pecah	250	340	460	530
		300	400	530	600

Sumber: Buku Panduan Laboratorium Struktur dan Bahan Universitas 45 Makassar

F. Menetapkan Jenis Agregat Halus dan Agregat Kasar

Penetapan jenis agregat yang akan digunakan apakah menggunakan pasir alam dan kerikil alam, atau pasir alam dan batu pecah, karena hal ini mempengaruhi kekuatan dan kadar air bebas sebagaimana diperlihatkan pada tabel 2.11 berikut ini.

Tabel 2.11 Tipe Agregat dan Perkiraan Kadar Air Bebas

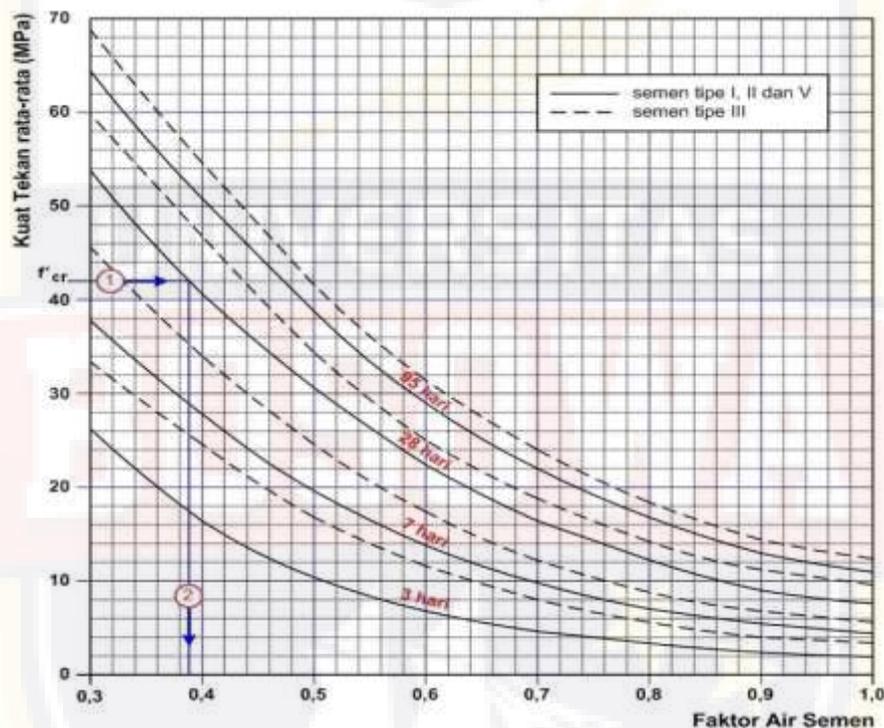
Slump (mm)		0-100	10-30	30-60	60-80
Ukuran besar butir agregat maksimum	Jenis agregat	---	---	---	---
10	Batu tak dipecahkan	150	180	205	225
	Batu pecah	180	205	230	250
20	Batu tak dipecahkan	135	160	180	195
	Batu pecah	170	190	210	225
40	Batu tak dipecahkan	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205

Catatan: Koreksi suhu udara: Untuk suhu di atas 25 °c, setiap kenaikan 5 °c harus ditambah air 5 liter per m<sup>2</sup> adukan beton.

Sumber: Buku Panduan Laboratorium Struktur dan Bahan Universitas 45 Makassar

## G. Menetapkan Faktor Air Semen

- a. Menetapkan FAS berdasarkan jenis semen yang dipakai dan kuat tekan rata-rata silinder/kubus dengan umur rencana.
- b. Menetapkan berdasarkan jenis semen dan agregat yang digunakan dan kuat tekan rata-rata pada umur yang direncanakan.



Sumber : Rancang Campuran Beton SNI 03 – 2834 - 2000

Grafik 2.8 Hubungan antara kuat tekan dan faktor air semen  
(benda uji silinder diameter 15 cm dan tinggi 30 cm)

- c. Menetapkan faktor air semen maksimum

Jika nilai FAS maksimum lebih rendah dari nilai FAS sebelumnya, maka nilai yang diambil adalah FAS maksimum. Penetapan nilai FAS maksimum dapat dilihat pada tabel 2.12 berikut ini.

Tabel 2.12 Persyaratan nilai FAS maksimum untuk berbagai  
pembetonan di lingkungan khusus

Lokasi	Jumlah Semen Minimum per m <sup>3</sup> beton (Kg)	Nilai Faktor Air Semen Maksimum
Beton di dalam ruang bangunan :	275	0,60
a. Keadaan keliling non-korosif	275	0,60
b. Keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	325	0,52
Beton diluar ruangan bangunan :	325	0,60
a. Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	275	0,60
b. Terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	325	0,55
Beton masuk kedalam tanah :		
a. Mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti		
b. Mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah		
Beton yang kontinu berhubungan :		
a. Air tawar		
b. Air laut		

Sumber : Rancang Campuran Beton SNI 03 – 2834 – 2000

Tabel 2.13 Ketentuan untuk beton yang berhubungan dengan air tanah yang mengandung sulfat

Kadar gangguan sulfat	Konsentrasi Sulfat Sebagai SO <sub>3</sub>			Tipe semen	Kandungan semen minimum ukuran nominal agregat maksimum (Kg/M <sup>3</sup> )			Factor air semen
	Dalam tanah		Sulfat (SO <sub>3</sub> ) Dalam air Tanah g/l		40 mm	20 mm	10 mm	
Total SO <sub>3</sub> (%)	SO <sub>3</sub> dalam campuran Air : Tanah = 2: 1 g/l							
1	Kurang dari 0,2	Kurang dari 1,0	Kurang dari 0,3	Tipe I dengan atau tanpa Pozolan (15-40%)	80	300	350	0,50
2	0,2-0,5	1,0-1,9	0,3-1,2	Tipe I dengan atau tanpa Pozolan (15-40%)	290	330	350	0,50
				Tipe I Pozolan (15-40%) atau Semen Portland Pozolan	270	310	360	0,55
				Tipe II atau Tipe V	250	290	340	0,55
3	0,5-1	1,9-3,1	1,2-2,5	Tipe I Pozolan (15-40%) atau Semen Portland Pozolan	340	380	430	0,45
				Tipe II atau Tipe V	290	330	380	0,50
4	1,0-2,0	3,1-5,6	2,5-5,0	Tipe II atau Tipe V	330	370	420	0,45
5	Lebih dari 2,0	Lebih dari 5,6	Lebih dari 5,0	Tipe II atau Tipe V Lapisan pelindung	330	370	420	0,45

Dari nilai faktor air semen berdasarkan kuat tekan rata-rata dan faktor air semen lingkungan diatas, lalu diambil faktor air semen yang terkecil untuk dipakai pada perhitungan selanjutnya (fas kecil > aman dan fas besar).

d. Penetapan Kadar Air Bebas

Penetapan besar kadar air bebas (air yang diluar air jenuh) ditetapkan berdasarkan nilai slump yang dipilih, ukuran maksimum agregat, dan tipe agregat.

e. Penetapan Nilai Slump

Untuk menetapkan nilai slump memerlukan pengalaman pelaksanaan beton, tetapi untuk ancang-ancang slump dapat dijadikan patokan seperti pada tabel penetapan nilai slump tergantung dari :

- a) Cara pengangkutan (belt conveyer, pompa manual, gerobak, dan lain-lain).
- b) Cara pengecoran atau penuangan pada acuan.
- c) Cara pemadatan atau penggetaran (alat getar/ triller, hand vibrator).
- d) Jenis atau tujuan struktur

f. Penetapan Kadar Semen ( $\text{kg/m}^3$ ) beton.

Penetapan kadar semen perlu per  $\text{m}^3$  beton ( $\text{kg/m}^3$ ) digunakan rumus sebagai berikut.

$$\text{Kadar Semen} = \frac{\text{Kadar air bebas}}{\text{Faktor air semen}} \dots\dots\dots 2.19)$$

g. Penetapan Perkiraan Berat Jenis Spesifik Gabungan

Perkiraan berat jenis gabungan agregat kasar dan agregat halus dapat dihitung berdasarkan rumus berikut :

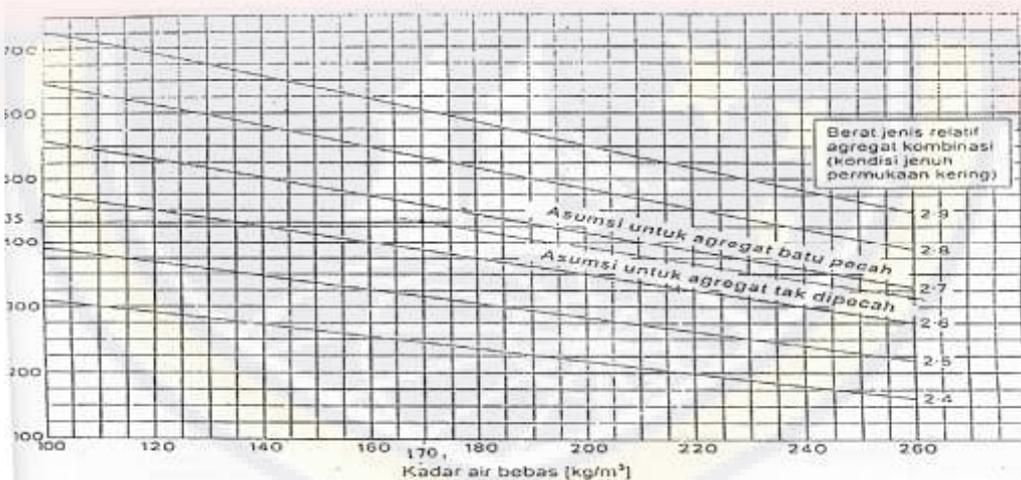
$$B_{js} \text{ gabungan} = a\% \times B_j \text{ Spesifik Pasir} + b\% \times B_j \text{ Spesifik Kerikil} \dots(2.20)$$

Dimana :  $a\%$  = persentase penggabungan agregat halus terbaik

$b\%$  = persentase penggabungan agregat kasar terbaik

h. Penentuan Berat Volume Beton Segar (Basah)

Untuk memperkirakan berat volume basah beton digunakan gambar dibawah ini yaitu grafik hubungan antara berat volume basah dan beton, kadar air bebas, dan berat jenis gabungan SSD yang dinyatakan dalam bentuk grafik berikut.



Sumber : Rancang Campuran Beton SNI 03 – 2834 - 2000

Grafik 2.9 Hubungan kadar air, berat jenis gabungan dan berat beton.

i. Penetapan Proporsi Agregat

$$\text{Berat agregat halus } A = a\% \times (D - W_s - W_a) \dots\dots\dots(2.21)$$

$$\text{Berat agregat kasar } B = b\% \times (D - W_s - W_a) \dots\dots\dots(2.22)$$

Dimana :  $a\%$  = Persentase penggabungan agregat halus

$b\%$  = Persentase penggabungan agregat kasar

$D$  = Berat volume beton basah ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )

$W_s$  = Kadar semen ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ) beton

$W_a$  = Kadar air bebas ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ) beton

j. Hasil Rancangan Campuran Beton Teoritis (bahan kondisi SSD)

Campuran beton teoritis adalah porsi campuran dimana agregat masih dalam kondisi SSD (masih sulit untuk pelaksanaan di Lapangan) yaitu:

Air =  $W_a$  ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ) beton

Semen =  $W_s$  ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ) beton

Pasir =  $A$  ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ) beton

Kerikil =  $B$  ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ) beton

Berat komponen beton teoritis adalah berat kondisi SSD (agregat kondisi jenuh air / kering permukaan jenuh), jadi masih perlu diperbaiki (dikoreksi) terhadap kondisi agregat lapangan saat mau dilaksanakan pengecoran.

k. Koreksi Campuran beton

Untuk penyusunan takaran berat agregat sesuai kondisinya pada saat akan dicampur, maka perlu dikoreksi agar pengembalian agregat untuk dicampur dapat langsung diambil. Dimaksudkan koreksi tersebut

adalah koreksi terhadap kadar air sesaat agregat (kondisi agregat tidak selamanya SSD seperti pada hasil campuran teoritis).

Adapun perhitungannya sebagai berikut.

- Koreksi air = (jumlah air – ( kadar air pasir – absorsi pasir ) x ( jumlah pasir/100) – (kadar air kerikil 1-2) x (jumlah kerikil 1-2/100) .....(2.23)

- Koreksi pasir = jumlah pasir + (kadar air pasir – absorsi pasir) x (jumlah pasir / 100) .....(2.24)

- Koreksi batu pecah 1-2 = jumlah batu pecah 1-2 + ( kadar air batu pecah 1-2) x (jumlah batuh pecah 1-2 / 100) .....(2.25)

#### 2.4.8 Uji Slump

Uji slump ini dilakukan untuk tes kemerosotan beton, yang sudah dicampur seperti pasir, kerikil, dan air. Pengujian ini dilakukan apabila beton masih segar, guna untuk memeriksa pas atau tidaknya jumlah air yang telah ditambahkan pada campuran. Kemerosotan itu sendiri adalah pengukuran untuk kualitas yang dihasilkan beton, test slump ini merupakan pengujian atau pengukuran langsung yang dilakukan untuk mengetahui kekakuan beton.

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 *workability* nya. Kekakuan dalam suatu campuran beton menunjukkan

berapa banyak air yang digunakan. Untuk itu uji slump menunjukkan apakah campuran beton kekurangan, kelebihan, atau cukup air.

Tabel 2.14 Hubungan tingkat workabilitas, nilai slump dan tingkat kepadatan adukan

Tingkat Workabilitas	Nilai Slump	Faktor Kepadatan
Sangat Rendah	0	0,8 – 0,87
Rendah sampai sedang	0 – 50	0,87 – 0,93
Sedang sampai tinggi	50 – 100	0,93 – 0,95
Tinggi	100 – 175	> 0,95

#### 2.4.9 Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton mengidentifikasikan mutu dari sebuah struktur. Semakin tinggi tingkat kekuatan struktur yang dikehendaki, semakin tinggi mutu beton yang dihasilkan. Kekuatan tekan beton adalah perbandingan beton terhadap luas penampang beton. Kuat tekan silinder beton dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut (Tjokrodinuljo, 2007).

$$f'c = \frac{P_{mak}}{A} \dots\dots\dots(2.26)$$

Dimana :  $f'c$  = Kuat tekan (MPa)

$P_{maks}$  = Beban tekan maksimum (N)

A = Luas permukaan benda uji tertekan (mm<sup>2</sup>)

#### 2.4.10 Kuat Tarik Beton

Menurut SNI 2491-2014 Kekuatan Tarik belah pada umumnya lebih besar dari kekuatan Tarik langsung dan lebih rendah dari kekuatan lentur (modulus of rupture). Kekuatan Tarik belah digunakan dalam mendesain elemen struktur beton untuk mengevaluasi ketahanan geser beton dan untuk menentukan panjang penyaluran dari tulangan.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa semakin kecil dimensi benda uji semakin besar nilai kuat tarik belah beton. Untuk benda uji terkecil yaitu silinder 7,5/15 cm hasil kuat tariknya mengalami penurunan sehingga tidak sesuai dengan teori size effect. Hal ini dipengaruhi oleh perbandingan rasio diameter benda uji dan diameter maksimum agregat dan juga oleh arah pembebanan terhadap arah pengecoran. Kekuatan beton sangat dipengaruhi oleh perbandingan penampang dengan ukuran maksimum agregat. semakin kecil rasio ukuran penampang terhadap ukuran maksimum agregat maka semakin kecil pula nilai kekuatan beton yang dihasilkan.

Adapun perhitungannya adalah sebagai berikut.

$$f'_{ct} = 2P/(\pi.d.L) \dots\dots\dots(2.27)$$

dengan :

$f_{ct}$  = Kuat Tarik Belah Beton, MPa

P = besar beban belah, N

L = Panjang, mm

d = Diameter, mm

#### 2.4.11 Hubungan antara Kuat Tekan dan Kuat Tarik Beton

Kuat tarik beton 8% - 15% dari kuat tekan beton. Kuat tekan tarik adalah suatu sifat yang penting yang mempengaruhi perambatan dan ukuran retak di dalam struktur. Pada umumnya nilai kuat tekan dan tarik beton tidak berbanding lurus, setiap usaha perbaikan mutu kekuatan tekan hanya disertai peningkatan kecil nilai kuat tariknya.

Pada hubungan kuat tekan dan kuat tarik beton untuk mendapatkan nilai koefisien a dengan pendekatan metode curve fitting dan metode regresi. Berikut persamaan  $f_c$  dan  $f_{ct}$  pada beton variasi.

$$F_{ct} = a \sqrt{f_c}$$

#### 2.5 Penelitian Terdahulu

Penelitian terhadap kuat tekan dan kuat tarik mengenai judul saya telah banyak dilakukan oleh peneliti yang dilakukan sebelumnya. Ada beberapa referensi yang dapat membantu dalam pengerjaan penelitian ini.

1. Surya Hadi (2020) melakukan penelitian dengan judul "**PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH GRANIT TERHADAP KUAT TEKAN BETON**". Pada penelitian ini dilakukan pengujian dengan metode destruktif. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kuat tekan beton

dengan memanfaatkan limbah granit dan batu alam sebagai bahan pembuatan beton. Pada penelitian ini digunakan 12 (dua belas) buah benda uji berbentuk silinder dengan ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm, dengan persentase penambahan limbah granit sebesar 0%, 8%, 10% dan 12%. Pengujian dilakukan setelah beton berumur 28 hari sesuai dengan ASTM C496-90, kemudian benda uji silinder diuji dengan beban tekan menggunakan alat CTM (Compression Testing Mechine). Kuat tekan yang direncanakan adalah sebesar 25 MPa. Dari hasil penelitian diperoleh kuat tekan beton normal sebesar 26.09 MPa. Pada penambahan limbah granit dengan persentase 8 %, 10 % dan 12 % diperoleh kuat tekan masing–masing sebesar 24.58 MPa, 22.69 MPa dan 21.28 MPa. Penambahan limbah granit pada beton normal ternyata mengurangi kuat tekan beton. Semakin tinggi persentase penambahan limbah granit, kuat tekan beton semakin menurun. Pada penelitian ini disimpulkan bahwa kuat tekan beton normal lebih tinggi dibandingkan dengan beton dengan penambahan limbah granit.

2. Wahyu Hudha Prasetya Dkk (2019) melakukan penelitian dengan judul **“INOVASI HIGH EARLY STRENGTH CONCRETE DENGAN PEMANFAATAN LIMBAH BATU GRANIT, CANGKANG KERANG, DAN FLY ASH”**. Pemanfaatan limbah yang tidak sesuai dan diubah menjadi material pengganti yang sesuai diharapkan dapat menghasilkan beton yang berkualitas dan berkonsep ramah

lingkungan, karena dengan pemanfaatan limbah yang tidak terpakai diharapkan dapat mengurangi jumlah limbah yang ada di sekitar wilayah Surakarta. Dengan menggunakan pecahan granit, cangkang dan fly ash, kuat tekan yang ditargetkan pada umur 1 hari adalah 22 MPa dan 28 hari adalah 47 MPa. Metode mix design yang digunakan adalah metode SNI (Standar Nasional Indonesia). Mix design dalam pembuatan beton ramah lingkungan mengacu pada penggunaan limbah batu pecah granit sebagai substituen parsial agregat kasar, penggunaan limbah cangkang kerang sebesar 7,5% dari total berat semen, dan penggunaan fly ash sebesar 25% dari total berat semen. Dengan FAS sebesar 0,3%, dan penggunaan admixture berupa Superplasticizer sebesar 0,6% untuk mempercepat pencapaian kualitas pada awal minggu pertama. Mix design dalam pembuatan beton ramah lingkungan mengacu pada penggunaan limbah batu pecah granit sebagai substituen parsial agregat kasar, penggunaan limbah cangkang kerang sebesar 7,5% dari total berat semen, dan penggunaan fly ash sebesar 25% dari total berat semen. Dengan FAS sebesar 0,3%, dan penggunaan admixture berupa Superplasticizer sebesar 0,6% untuk mempercepat pencapaian kualitas pada awal minggu pertama. Mix design dalam pembuatan beton ramah lingkungan mengacu pada penggunaan limbah batu pecah granit sebagai substituen parsial agregat kasar, penggunaan limbah cangkang kerang sebesar 7,5% dari total berat

semen, dan penggunaan fly ash sebesar 25%. dari total berat semen. Dengan FAS sebesar 0,3%, dan penggunaan admixture berupa Superplasticizer sebesar 0,6% untuk mempercepat pencapaian kualitas pada awal minggu pertama.

3. Wahyu Satrio Wicaksono Dkk (2018) melakukan penelitian dengan judul **“PENGARUH KADAR SILICA FUME TERHADAP KUAT TEKAN PADA HIGH STRENGTH SELF COMPACTING CONCRETE (HSSCC) BENDA UJI SILINDER D 7,5 CM X 15 CM USIA 14 DAN 28 HARI”**. Penambahan silica fume yang memiliki butiran lebih halus jika dibandingkan dengan semen bertujuan untuk meningkatkan kuat tekan, sedangkan superplasticizer jenis BASF tipe 8851 digunakan untuk memberikan kinerja yang baik pada beton. Nilai w/b pada penelitian kali ini dijaga konstan sebesar 0,3, kadar superplasticizer adalah 0,8%, dan variasi kadar silica fume sebesar 0%, 8%, 9%, 10% dan 11%. Pengujian beton segar dilakukan dengan 3 metode, yaitu flow table test, l-box test, dan vfunnel test. Dari hasil pengujian tersebut, silica fume dengan kadar 8% memberikan hasil terbaik yang mana memenuhi seluruh persyaratan dari masing-masing metode. Semakin tinggi kadar silica fume maka kinerja beton semakin berkurang. Hal ini terjadi karena sifat silica fume yang menyerap air. Pengujian beton keras dilakukan pada umur 14 hari dan 28 hari. Sementara hasil analisis data menunjukkan bahwa kuat tekan optimum terjadi pada kadar silica

fume sebesar 10,21%, sedangkan hasil penelitian menunjukkan bahwa kuat tekan optimum pada umur 28 hari terjadi pada penambahan silica fume sebesar 9% yang memiliki kuat tekan sebesar 67,65 MPa. Sementara dari hasil analisis data menunjukkan bahwa kuat tekan optimum terjadi pada kadar silica fume sebesar 9,37%.

4. Partogi H. Simatupang (2017) melakukan penelitian dengan judul **“PENGARUH PENAMBAHAN SILICA FUME TERHADAP KUAT TEKAN REACTIVE POWDER CONCRETE”**. Reactive powder concrete merupakan campuran yang meniadakan agregat kasar. Dalam penelitian ini komposisi dari silica fume adalah 0%, 9%, 18%, 27%, 36% dan 45% dari masa semen. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui kuat tekan reactive powder concrete akibat penambahan komposisi silica fume dan mengetahui presentase optimal silica fume terhadap kuat tekan beton. Benda uji yang digunakan adalah berbentuk silinder dengan ukuran 5 cm x 10 cm. Setiap variasi terdapat 5 benda uji, sehingga total pengujian adalah 30 benda uji. Dan umur rencana 14 hari. Hasil percobaan I kuat tekan rerata untuk semua variasi yang dihasilkan < 40 MPa, maka dilakukan percobaan II yaitu dengan ditambahkan volume dari superplasticitersebanyak 2 kali data awal. Terdapat 2 benda uji setiap variasi sehingga total keseluruhan adalah 12 benda uji. Hasil percobaan II kuat tekan rerata untuk variasi 0% = 42,02 MPa, 9% = 43,29 MPa, 18% = 45,83 MPa, 27% = 48,38 MPa,

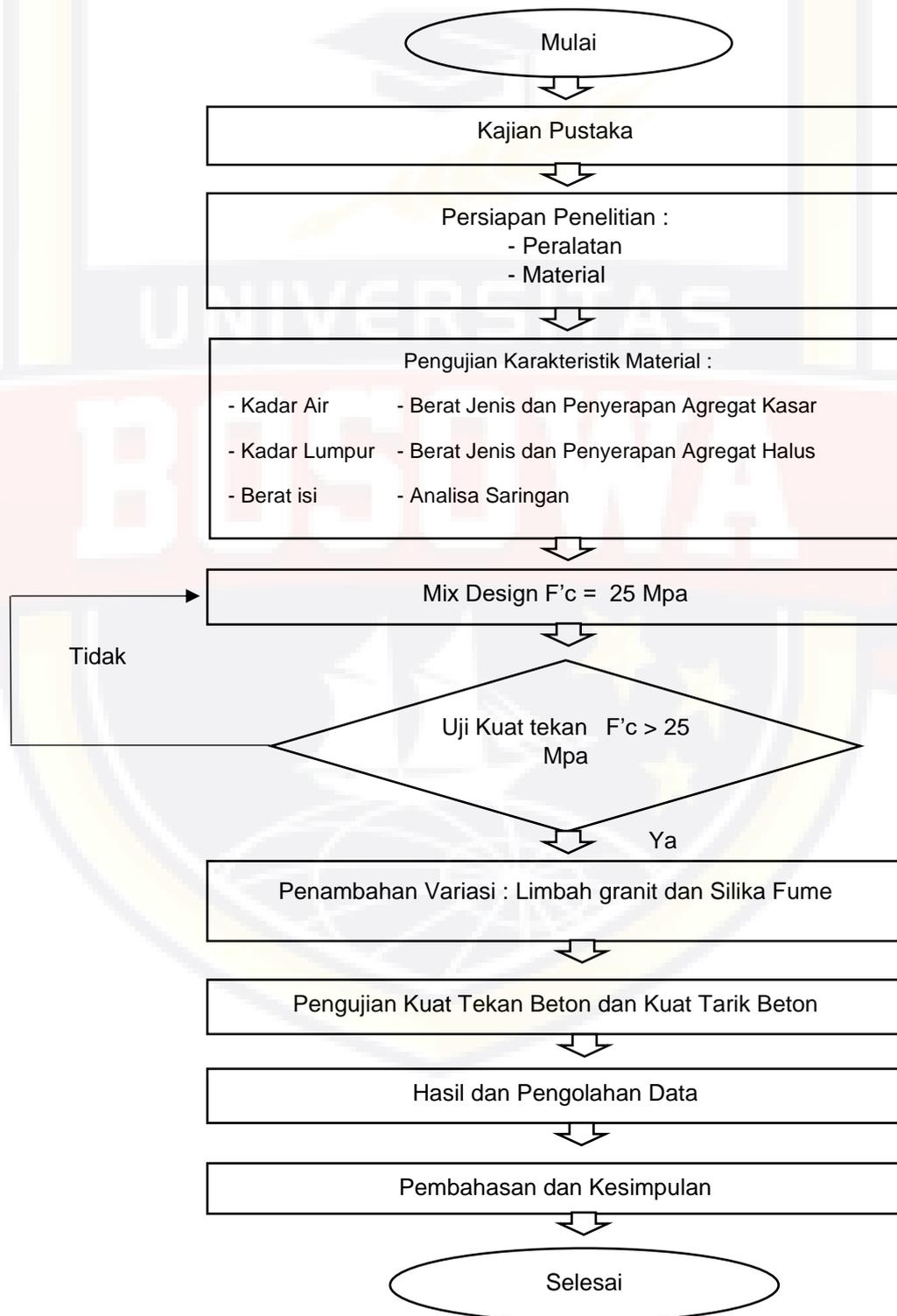
36% = 43,29 MPa dan 45% = 42,02 MPa. Presentase optimal silica fume adalah 26,28.



## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Bagan Alur



### **3.2 Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Struktur dan Bahan, Jurusan Teknik Sipil Universitas Bosowa. Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimen di laboratorium berupa pengujian kuat tekan dan kuat tarik beton.

### **3.3 Data dan Sumber Data**

Data primer dalam penelitian ini adalah data yang diperoleh langsung dari pengujian di laboratorium teknik sipil Universitas Bosowa Makassar. Data sekunder dari penelitian ini diperoleh dari jurnal-jurnal penelitian terdahulu yang berkaitan dengan judul skripsi.

### **3.4 Variabel Penelitian**

#### **1. Variasi Terikat**

Variabel terikat ini merupakan variabel yang tergantung pada variabel lainnya. Pada penelitian ini, variabel terikat meliputi : semen dan agregat kasar.

#### **2. Variabel Bebas**

Variabel Bebas merupakan variabel yang sifatnya tidak terikat atau dapat diubah sesuai perencanaan. Variabel bebas pada penelitian ini meliputi : limbah granit dan silika fume.

### 3. Variabel Tetap

Variabel tetap merupakan variabel yang dijaga konstan atau tidak berubah. Variabel tetap dalam penelitian ini meliputi : agregat halus dan air.

#### 3.5 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. Limbah Granit
  - e. Silika Fume
3. Pengujian Material
  - a. Analisa saringan (SNI ASTM C136-2012)
  - 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
5. Pengujian Slump Beton (SNI 1972 - 2008)
6. Perawatan Beton (Perendaman) selama 28 hari

7. Pengujian Kuat Tekan dan Kuat Tarik Beton f'c 20 Mpa (SNI 1974 - 2011)

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

a. Beton Variasi

9. Pengujian Slump Beton (SNI 1972 - 2008)

10. Perawatan Beton (Perendaman) selama 28 hari

11. Pengujian Kuat Tekan Beton f'c 25 Mpa (SNI 1974 - 2011)

12. Pengujian Kuat Tarik Beton

### 3.6 Notasi dan Jumlah Sampel

Tabel 3.1 Variasi Benda Uji Kuat Tekan dan Kuat Tarik

No	Notasi Sampel	Semen	Silika fume	Agregat Halus	Agregat Kasar	Limbah Granit	Air	Jumlah Sampel	
								Kuat Tekan	Kuat Tarik
1	Beton Normal	100%	0%	100%b	100%	0%	100%	20	3
1	BG 5% SF 0%				95%	5%		3	3
2	BG 10% SF 0%	3	3						
3	BG 10% SF 7,5%	92,50%	7,5%		3	3			
4	BG 10% SF 15%	85,00%	15%		90%	10%		3	3
5	BG 10% SF 22,5%	77,50%	23%		3	3			
6	BG 10% SF 30%	70%	30%	3	3				

Sumber: Hasil Analisa

## **3.7 Metode Analisis**

### **3.7.1 Analisis Spesifikasi Karakteristik Agregat**

Pada tahap persiapan ini meliputi kegiatan mengumpulkan alat dan bahan yang diperlukan. Bahan-bahan yang diperlukan antara lain: semen, agregat halus, agregat kasar, limbah granit, silika fume dan air. Air yang digunakan harus air bersih.

### **3.7.2 Pengaruh Limbah Granit sebagai Substitusi Agregat Kasar terhadap Kuat Tekan dan Kuat Tarik Beton**

- Nilai kuat tekan dan kuat tarik beton terhadap limbah granit.

### **3.7.3 Pengaruh Variasi Silika Fume terhadap Kuat Tekan dan Kuat Tarik Beton**

Di sisi lain, dari penelitian ini pula akan diketahui sejauh mana pengaruh variasi silika fume dari substitusi semen dalam naik turunnya nilai kuat tekan beton.

### **3.7.4 Hubungan Kuat Tekan dan Kuat Tarik Beton**

- Nilai hubungan kuat tekan dan kuat tarik terhadap beton penggunaan limbah granit dan silika fume.

## 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	-	Lampiran	Memenuhi
2	Kadar Lumpur	Maksimal 5%	4,37%	Memenuhi
3	Kadar Air	3% - 5%	3,69%	Memenuhi
4	Berat Isi			
	- Lepas	1,4 - 1,9 gram/cm <sup>3</sup>	1,4 gram/cm <sup>3</sup>	Memenuhi
	- Padat		1,52 gram/cm <sup>3</sup>	Memenuhi
5	Absorpsi	0,2 % - 2%	1,86%	Memenuhi
6	Berat Jenis Spesifikasi			
	- Berat Jenis Curah	1,6 - 3,2	2,27	Memenuhi
	- Berat Jenis SSD	1,6 - 3,2	2,32	Memenuhi
	- Berat Jenis Semu	1,6 - 3,2	2,38	Memenuhi

Sumber : Hasil Pengujian

Tabel 4.2 Rekapitulasi Hasil Pengujian Agregat Kasar

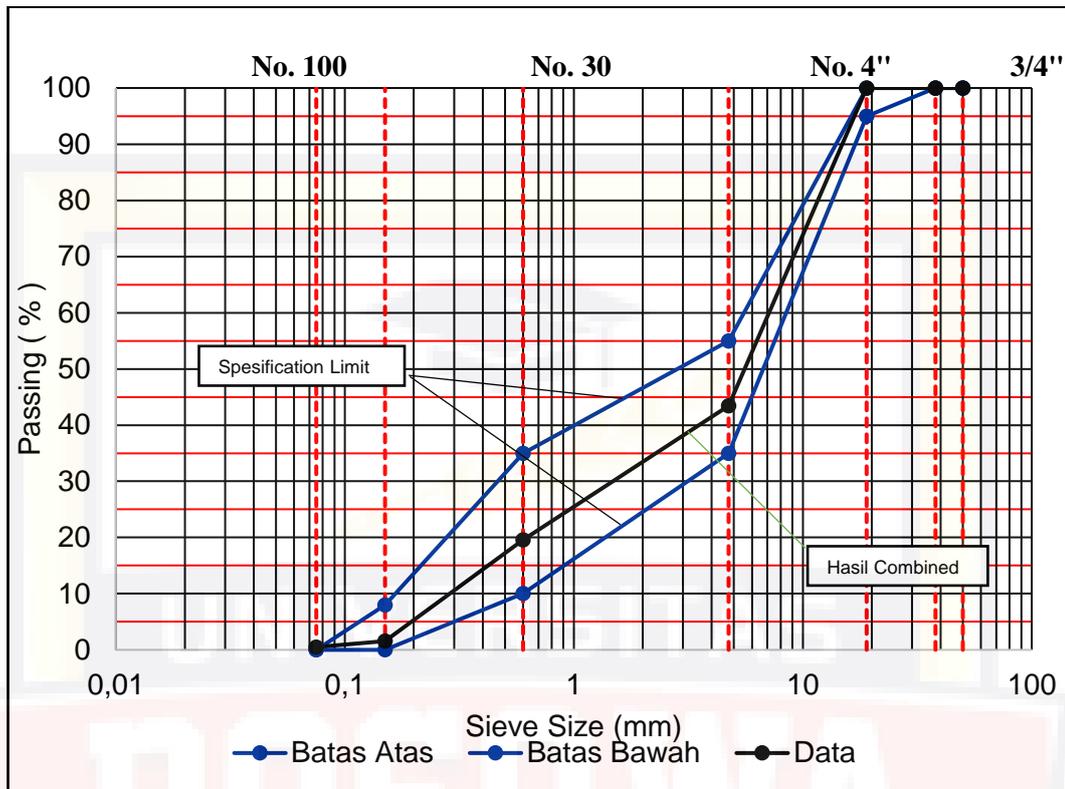
No	Karakteristik Agregat	Spesifikasi Interval	Hasil Pemeriksaan	Keterangan
1	Analisa Saringan	-	Lampiran	Memenuhi
2	Kadar Lumpur	Maksimal 1%	0,87%	Memenuhi
3	Kadar Air	0,5 % - 2 %	1,34%	Memenuhi
4	Berat Isi			
	- Lepas	1,4 - 1,9 gram/cm <sup>3</sup>	1,63 gram/cm <sup>3</sup>	Memenuhi
	- Padat		1,76 gram/cm <sup>3</sup>	Memenuhi
5	Absorpsi	0,2 % - 4%	2,56%	Memenuhi
6	Berat Jenis Spesifikasi			
	- Berat Jenis Curah	1,6 - 3,2	2,63	Memenuhi
	- Berat Jenis SSD	1,6 - 3,2	2,69	Memenuhi
	- Berat Jenis Semu	1,6 - 3,2	2,82	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 Sungai Bili-bili, 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 campuran beton normal per silinder

BAHAN BETON	BERAT/M <sup>3</sup> BETON (kg)	VOLUME BENDA UJI	BERAT UTK 1 SAMPEL (kg)
Air	205,00	0,0053	1,09
Semen	436,17	0,0053	2,31
Pasir	683,82	0,0053	3,62
Bp Maks 20	995,01	0,0053	5,27

Sumber : Hasil Mix Design

Tabel 4.4 Komposisi kebutuhan bahan campuran beton variasi per 6 silinder

No	Notasi Sampel	Semen (kg)	Silika Fume	Agregat Kasar (kg)	Limbah Granit (kg)	Agregat Halus (kg)	Air (L)
1	BG 5% SF 0%	13,38	0	30,05	1,58	21,74	6,52
2	BG 10% SF 0%	13,38	0	28,47	3,16	21,74	6,52
3	BG 10% SF 7,5%	12,83	1,04	28,47	3,16	21,74	6,52
4	BG 10% SF 15%	11,79	2,08	28,47	3,16	21,74	6,52
5	BG 10% SF 22,5%	10,75	3,12	28,47	3,16	21,74	6,52
6	BG 10% SF 30%	9,71	4,16	28,47	3,16	21,74	6,52

Sumber: Hasil Mix Design

#### 4.1.4 Pengujian Slump Test

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

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

Tabel 4.5 Nilai Slump

No	Notasi	Nilai Slump
1	BN	8,5
2	BG 5% SF 0%	8,5
3	BG 10% SF 0%	8,5
4	BG 10% SF 7,5%	8,5
5	BG 10% SF 15%	8,5
6	BG 10% SF 22,5%	8,5
7	BG 10% SF 30%	8,5

Sumber: Hasil Pengujian

#### 4.1.5 Hasil Kuat Tekan Beton Normal

Tabel 4.6 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Normal

NO BENDA UJI	DIAMETER	TINGGI	LUAS PENAMPANG	UMUR	BEBAN MAKSIMUM	KEKUATAN TEKAN
	( cm )	cm	( cm <sup>2</sup> )	( hari )	( KN )	N/mm <sup>2</sup>
1	15	30	176,625	28	435	27,18
2	15	30	176,625	28	555	30,01
3	15	30	176,625	28	470	27,46
4	15	30	176,625	28	490	27,74
5	15	30	176,625	28	475	26,89
6	15	30	176,625	28	450	28,31
7	15	30	176,625	28	490	27,74
8	15	30	176,625	28	470	27,46
9	15	30	176,625	28	400	27,18
10	15	30	176,625	28	430	24,91
11	15	30	176,625	28	450	26,61
12	15	30	176,625	28	480	27,46
13	15	30	176,625	28	475	26,89

NO BENDA UJI	DIAMETER ( cm )	TINGGI cm	LUAS PENAMPANG ( cm <sup>2</sup> )	UMUR ( hari )	BEBAN MAKSIMUM (KN)	KEKUATAN TEKAN N/mm <sup>2</sup>
14	15	30	176,625	28	395	24,63
15	15	30	176,625	28	580	32,84
16	15	30	176,625	28	475	26,89
17	15	30	176,625	28	510	28,87
18	15	30	176,625	28	500	28,31
19	15	30	176,625	28	490	28,03
20	15	30	176,625	28	445	26,89
<b>Jumlah</b>						<b>552,30</b>
<b>Kuat Tekan Rata - rata (F'cr)</b>						<b>27,62</b>
<b>Standar Deviasi (Sr)</b>						<b>1,71</b>
<b>Kuat Tekan Karakteristik (F'c)</b>						<b>27,69</b>

Sumber: Hasil Pengujian

Untuk menghitung kekuatan tekan beton rata-rata

$$f'_{cr} = \frac{\sum f'c}{N} \text{ (Mpa)} = \frac{552,30}{20} \text{ (Mpa)} = 27,62 \text{ Mpa}$$

Untuk menghitung standar deviasi

$$S_r = \frac{\sum (f'c - f'_{cr})^2}{n-1} = 1,71$$

Untuk menghitung kuat tekan karakteristik

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

$$f'c = f'_{cr} + 1.34 S_r$$

$$f'c = 27,62 + 1,34 (1,71) = 29,91 \text{ Mpa}$$

Persamaan I

$$f'_{cr} = f'c - 2,33 S_r + 3,5$$

$$f'c = f'_{cr} + 2,33 S_r - 3,5$$

$$f'_{cr} = 27,62 + 2,3 (1,71) - 3,5 = 28,10 \text{ Mpa}$$

Persamaan II

Gunakan nilai terbesar

Faktor modifikasi untuk 20 sampel adalah 1,08

$$f_c = \frac{29,10}{1,08} = 27,69 \text{ Mpa}$$

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 SNI 2847 2013 (Persyaratan Beton Struktur untuk Bangunan Gedung).

#### 4.1.6 Hasil Kuat Tarik Belah Beton Normal

Uji kuat tarik belah beton bertujuan untuk mengetahui berapa gaya tarik maksimal yang diberikan kepada beton dalam satuan KN. Setelah mencapai umur rencana perawatan benda uji 28 hari, maka setiap benda uji dilakukan uji tarik belah di Laboratorium. Berikut merupakan hasil perhitungan dari kuat tarik belah dari beton normal. Untuk menghitung besarnya nilai kuat tarik dapat menggunakan rumus sebagai berikut.

Diketahui : Beban Uji Maksimum (P) = 250 KN = 250.000 N

Panjang Benda Uji (L) = 30 cm = 300 mm

Diameter Benda Uji (D) = 15 cm = 150 mm

$$\text{Penyelesaian : } T = \frac{2P}{\pi \cdot d \cdot L}$$

$$T = \frac{2 \times 250.000}{\pi \times 250.000 \times 150} = 3,539 \text{ Mpa}$$

Tabel 4.7 Hasil Pengujian Kuat Tarik Beton Normal

NO BENDA UJI	DIAMETER	TINGGI	LUAS PENAMPANG	UMUR	BEBAN MAKSIMUM	KEKUATAN TARIK
	( cm )	cm	( cm <sup>2</sup> )	( hari )	(KN)	N/mm <sup>2</sup>
1	15	30	176,625	28	220	3,11
2	15	30	176,625	28	230	3,26
3	15	30	176,625	28	215	3,04
<b>Jumlah</b>						<b>9,41</b>
<b>Kuat Tekan Rata - rata (F'cr)</b>						<b>3,14</b>

Sumber: Hasil Pengujian

#### 4.1.7 Hasil Kuat Tekan Beton Variasi

Tabel 4.8 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Variasi

Simbol	No Benda Uji	Limbah Granit	Silika Fume	Slump	Berat Sampel	Luas Penampang	Beban Maksimum	Kuat Tekan
		%	%	(cm)	(gram)	(cm <sup>2</sup> )	(KN)	(Mpa)
BG 5% SF 0%	1	5%	0%	8,5	12555	176,625	500	28,31
	2			8,5	12665	176,625	485	27,46
	3			8,5	12522	176,625	485	27,46
	Rata - Rata							490
BG 10% SF 0%	1	10%	0%	8,5	12595	176,625	490	27,74
	2			8,5	12750	176,625	485	27,46
	3			8,5	12644	176,625	490	27,74
	Rata - Rata							488
BG 10% SF 7,5%	1	10%	7,5%	8,5	12230	176,625	475	26,89
	2			8,5	12452	176,625	485	27,46
	3			8,5	12442	176,625	440	24,91
	Rata - Rata							467
BG 10% SF 15%	1	10%	15%	8,5	12260	176,625	480	27,18
	2			8,5	12060	176,625	465	26,33
	3			8,5	12310	176,625	450	25,48
	Rata - Rata							465
BG 10% SF 22,5%	1	10%	22,5%	8,5	11875	176,625	450	25,48
	2			8,5	11830	176,625	445	25,19
	3			8,5	11856	176,625	435	24,63
	Rata - Rata							443
BG 10% SF 30%	1	10%	30%	8,5	11740	176,625	450	25,48
	2			8,5	11832	176,625	440	24,91
	3			8,5	11740	176,625	435	24,63
	Rata - Rata							442

Sumber: Hasil Pengujian

#### 4.1.8 Hasil Kuat Tarik Beton Variasi

Uji kuat tarik belah beton bertujuan untuk mengetahui berapa gaya tarik maksimal yang diberikan kepada beton dalam satuan KN. Setelah mencapai umur rencana perawatan benda uji 28 hari, maka setiap benda uji dibagi berdasarkan variasi limbah granit dan silika fume yang digunakan, kemudian dilakukan uji tarik belah di Laboratorium. Berikut merupakan hasil perhitungan dari kuat tarik belah dari variasi limbah granit dan silika fume dengan 5% - 10% batu granit dan 0% - 30% silika fume Untuk menghitung besarnya nilai kuat tarik dapat menggunakan rumus sebagai berikut:.

Diketahui : Beban Uji Maksimum (P) = 250 KN = 250.000 N

Panjang Benda Uji (L) = 30 cm = 300 mm

Diameter Benda Uji (D) = 15 cm = 150 mm

Penyelesaian :  $T = \frac{2P}{\pi \cdot d \cdot L}$

$$T = \frac{2 \times 250.000}{\pi \times 250.000 \times 150} = 3,539 \text{ Mpa}$$

Tabel 4.9 Hasil Pengujian Kuat Tarik Beton Variasi

Simbol	No Benda Uji	Limbah Granit	Silika Fume	Slump	Berat Sampel	Luas Penampang	Beban Maksimum	Kuat Tarik
		%	%	(cm)	(gram)	(cm <sup>2</sup> )	(KN)	(Mpa)
BG 5% SF 0%	1	5%	0%	8,5	12810	176,625	250	3,54
	2			8,5	12740	176,625	220	3,11
	3			8,5	12485	176,625	205	2,90
	Rata - Rata							225
BG 10% SF 0%	1	10%	0%	8,5	12834	176,625	220	3,11
	2			8,5	12766	176,625	225	3,18
	3			8,5	12740	176,625	225	3,18
	Rata - Rata							223
BG 10% SF 7,5%	1	10%	7,5%	8,5	12487	176,625	200	2,83
	2			8,5	12405	176,625	205	2,90
	3			8,5	12250	176,625	170	2,41
	Rata - Rata							192
BG 10% SF 15%	1	10%	15%	8,5	12425	176,625	180	2,55
	2			8,5	12254	176,625	190	2,69
	3			8,5	12145	176,625	190	2,69
	Rata - Rata							187
BG 10% SF 22,5%	1	10%	22,5%	8,5	11830	176,625	180	2,55
	2			8,5	11844	176,625	175	2,48
	3			8,5	11953	176,625	175	2,48
	Rata - Rata							177
BG 10% SF 30%	1	10%	30%	8,5	11690	176,625	160	2,26
	2			8,5	11761	176,625	175	2,48
	3			8,5	11785	176,625	175	2,48
	Rata - Rata							170

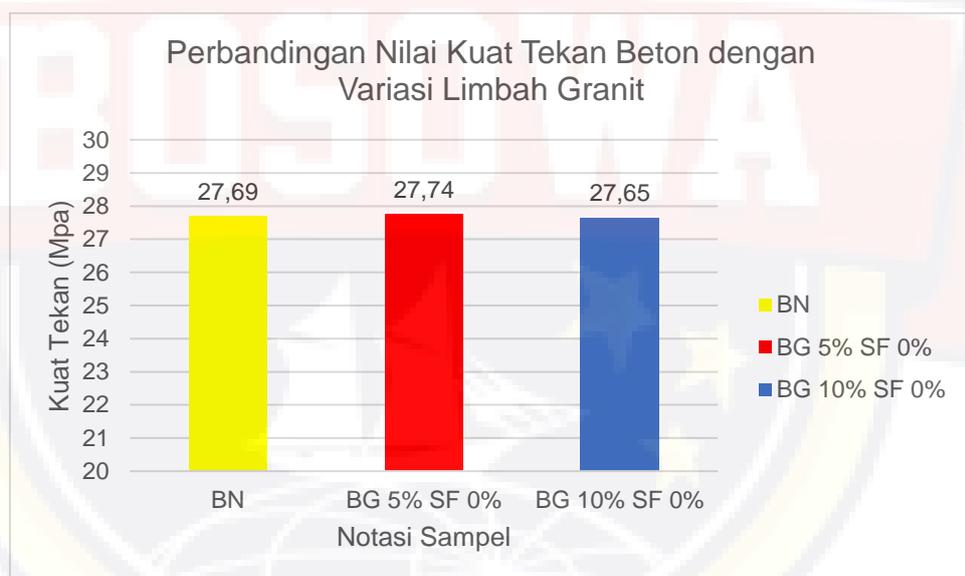
Sumber: Hasil Pengujian

## 4.2 Pembahasan

### 4.2.1 Pengaruh Limbah Granit sebagai Substitusi Agregat Kasar terhadap Kuat Tekan Beton

Pada penelitian ini limbah batu granit menjadi material substitusi terhadap agregat kasar dengan persentase yang berbeda-beda yakni sebanyak 5% dan 10%.

Berdasarkan gambar 4.2 dibawah ini menunjukkan diagram perbandingan kuat tekan beton normal terhadap substitusi limbah granit sebagai berikut.



Gambar 4.2 Perbandingan Kuat Tekan Beton Normal dan Limbah Granit

Dari gambar 4.2 dapat dijelaskan bahwa nilai kuat tekan rata-rata dari substitusi limbah granit terhadap agregat kasar dengan jumlah 5% dan 10% yakni berturut-turut 27,74 Mpa dan 27,65 Mpa dimana kuat tekan rata-rata beton normal yang direncanakan yaitu sebesar 27,69 Mpa.

Adapun perbandingan persentase kenaikan kuat tekan beton normal dengan beton variasi, yakni:

Tabel 4.10 Persentase Selisih Kuat Tekan Beton Normal dengan Beton Variasi

No	Notasi	Hasil Kuat Tekan	Selisih	Peningkatan/Penurunan (%)	Keterangan
1	BN	27,69	0,05	0,19	kuat tekan naik
2	BG 5% SF 0%	27,74			
3	BN	27,69	-0,04	-0,15	kuat tekan turun
4	BG 10% SF 0%	27,65			

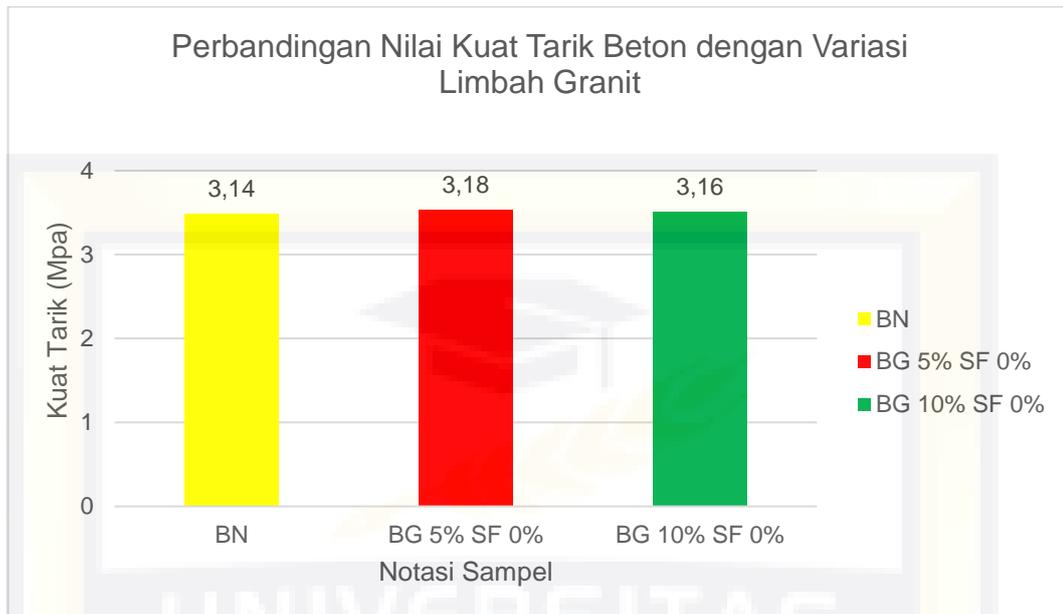
Sumber: Hasil Pengujian

Pada persentase selisih kuat tekan beton normal dengan beton variasi mengalami peningkatan dengan menggunakan limbah granit sebagai substitusi agregat kasar yang paling optimum pada penelitian ini diperoleh pada variasi BG 5% SF 0%.

#### 4.2.2 Pengaruh Limbah Granit sebagai Substitusi Agregat Kasar terhadap Kuat Tarik Beton

Adapun penelitian ini, digunakan limbah granit menjadi material substitusi terhadap agregat kasar dengan persentase yang berbeda-beda yakni sebanyak 5% dan 10%.

Berikut gambar 4.3 dibawah ini menunjukkan diagram perbandingan kuat tarik beton normal terhadap substitusi limbah granit sebagai berikut.



Gambar 4.3 Perbandingan Kuat Tarik Beton Normal dan Limbah Batu Granit

Berdasarkan gambar 4.3 diatas dapat disimpulkan bahwa beton variasi limbah granit mengalami penurunan kuat tarik belah beton. Dimana semakin tinggi variasi limbah granit maka semakin menurun kuat tarik belah beton yang dihasilkan. Nilai kuat tarik belah beton rata-rata untuk beton normal yaitu 3,14 Mpa, sedangkan kuat tarik belah beton pada variasi BG 5% SF 0% dan BG 10% SF 0%, berturut-turut sebesar 3,18 Mpa dan 3,16 Mpa. Adapun perbandingan persentase kuat tarik belah antara beton normal dengan beton variasi yakni sebagai berikut.

Tabel 4.11 Persentase Selisih Kuat Tarik Beton Normal dengan Beton Variasi

No	Notasi	Hasil Kuat Tekan	Selisih	Peningkatan/Penurunan (%)	Keterangan
1	BN	3,14	0,05	1,50	kuat tekan naik
2	BG 5% SF 0%	3,18			
3	BN	3,14	0,02	0,75	kuat tekan naik
4	BG 10% SF 0%	3,16			

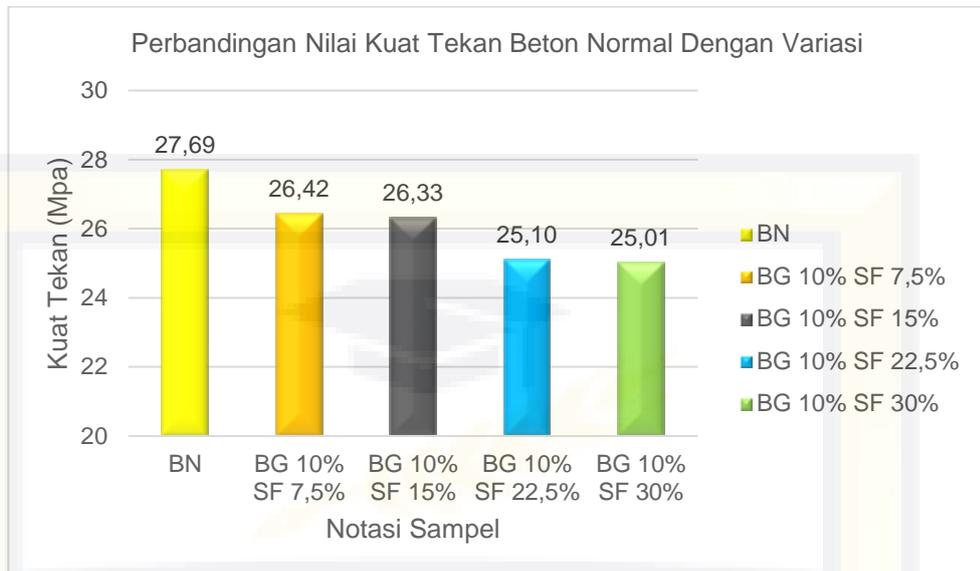
Sumber: Hasil Pengujian

Nilai kuat tarik belah rata-rata untuk benda uji yang menggunakan limbah granit sebagai substitusi agregat kasar yang paling optimum pada penelitian ini diperoleh pada variasi BG 5% SF 0%. Pada persentase diatas menunjukkan peningkatan pada variasi tersebut.

#### 4.2.3 Pengaruh Variasi Silika Fume terhadap Kuat Tekan Beton

Pada variasi ini menggunakan bahan tambah silika fume dengan jumlah yang berbeda dengan mengikutsertakan limbah granit sebagai substitusi agregat kasar dengan jumlah sebanyak 10%. Dengan jumlah silika fume sebanyak 7,5%, 15%, 22,5%, dan 30%.

Berdasarkan gambar 4.4 dibawah ini, dapat digambarkan diagram perbandingan kuat tekan beton normal terhadap penambahan silika fume dan limbah granit sebagai berikut.



Gambar 4.4 Perbandingan Kuat Tekan Beton Normal dengan Variasi Limbah Granit dan Silika Fume

Dari gambar 4.3 diatas, dapat dijelaskan bahwa nilai kuat tekan rata-rata dari substitusi limbah granit dan reduksi semen menghasilkan berturut-turut 26,42 Mpa, 26,33 Mpa, 25,10 Mpa, dan 25,01 Mpa. Dengan kuat tekan rata-rata beton normal 27,69 Mpa.

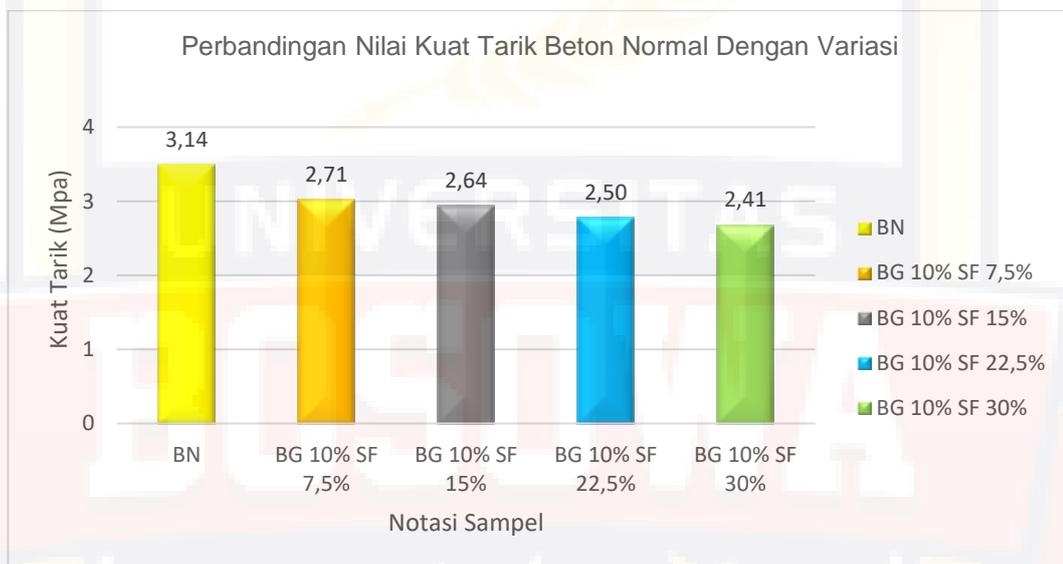
Tabel 4.12 Persentase Selisih Kuat Tekan Beton Normal dengan Beton Variasi Limbah Granit dan Silika Fume

No	Notasi	Hasil Kuat Tekan	Selisih	Peningkatan/Penurunan (%)	Keterangan
1	BN	27,69	-1,27	-4,58	kuat tekan turun
2	BG 10% SF 7,5%	26,42			
3	BN	27,69	-1,36	-4,92	kuat tekan turun
4	BG 10% SF 15%	26,33			
5	BN	27,69	-2,59	-9,35	kuat tekan turun
6	BG 10% SF 22,5%	25,10			
7	BN	27,69	-2,68	-9,70	kuat tekan turun
8	BG 10% SF 30%	25,01			

Sumber: Hasil Pengujian

#### 4.2.4 Pengaruh Variasi Silika Fume terhadap Kuat Tarik Beton

Penelitian berikut ini bertujuan menganalisis pengaruh variasi silika fume dengan tetap menggunakan limbah granit sebanyak 10% sebagai substitusi agregat kasar. Berikut diagram perbandingan beton normal terhadap variasi silika fume.



Gambar 4.5 Perbandingan Kuat Tarik Beton Normal dengan Variasi Limbah Granit dan Silika Fume

Dari gambar 4.4 diatas, dapat dijelaskan bahwa nilai kuat tekan rata-rata dari substitusi limbah granit dan reduksi semen menghasilkan berturut-turut 2,71 Mpa, 2,64 Mpa, 2,50 Mpa, dan 2,41 Mpa. Dengan kuat tarik rata-rata beton normal 3,14 Mpa.

Tabel 4.13 Persentase Selisih Kuat Tarik Beton Normal dengan Beton Variasi Limbah Granit dan Silika Fume

No	Notasi	Hasil Kuat Tekan	Selisih (%)	Peningkatan/Penurunan (%)	Keterangan
1	BN	3,14	-0,42	-13,53	kuat tekan turun
2	BG 10% SF 7,5%	2,71			
3	BN	3,14	-0,50	-15,79	kuat tekan turun
4	BG 10% SF 15%	2,64			
5	BN	3,14	-0,64	-20,30	kuat tekan turun
6	BG 10% SF 22,5%	2,50			
7	BN	3,14	-0,73	-23,31	kuat tekan turun
8	BG 10% SF 30%	2,41			

Sumber: Hasil Pengujian

Pada persentase diatas menunjukkan penurunan terhadap kuat tarik beton normal dengan beton variasi limbah granit dan silika fume. Pengaruh pada variasi ini mengalami sedikit perbedaan hasil kuat tarik.

#### 4.2.5 Hubungan Kuat Tekan dengan Kuat Tarik Beton Variasi

Hubungan kuat tekan dan kuat tarik beton untuk mendapatkan nilai koefisien a dengan pendekatan sebagai berikut.

- Metode Curve Fitting

Korelasi antar kuat tekan dan kuat tarik belah menggunakan metode curve fitting dengan persamaan berikut:

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

Dimana :

$X_i$  = Kuat Tekan Beton sampe ke-i

Yi = Kuat Tarik sampe ke-i

A = Faktor Kolerasi antara Kuat Tekan dan Kuat Tarik

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

$$(aX_1 - Y_1\sqrt{X_1}) + (aX_2 - Y_2\sqrt{X_2}) + (aX_3 - Y_3\sqrt{X_3}) + (aX_4 - Y_4\sqrt{X_4}) +$$

$$(aX_5 - Y_5\sqrt{X_5}) = 0$$

$$(a27,65 - 3,16\sqrt{27,65}) + (a26,42 - 2,71\sqrt{26,42}) + (a26,33 - 2,64\sqrt{26,33})$$

$$+ (a25,10 - 2,50\sqrt{25,10}) + (a25,01 - 2,41\sqrt{25,01}) = 0$$

$$a130,50 / 342,821 \text{ Mpa} = 0$$

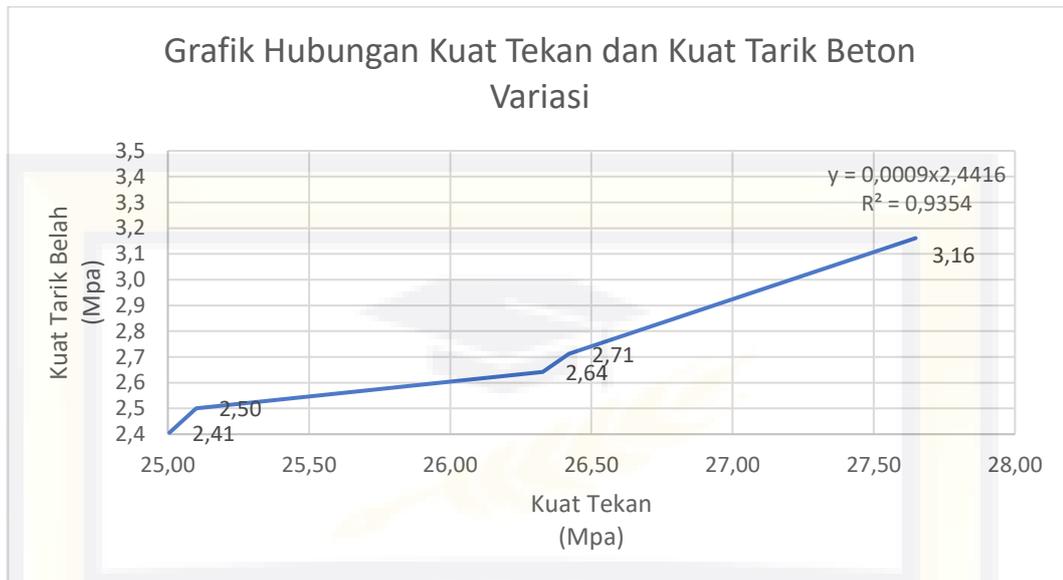
$$a = 0,380 \text{ Mpa}$$

Persamaan f'c dan fct beton variasi limbah granit dan silika fume:

$$Fct = a \sqrt{f'c} \rightarrow Fct = 0,380 \sqrt{f'c}$$

Tabel 4.14 Data Xi dan Yi dengan Metode Curve Fitting

No	Xi	Yi	Fct
1	27,65	3,16	2,00
2	26,42	2,71	1,96
3	26,33	2,64	1,95
4	25,1	2,5	1,91
5	25,05	2,41	1,90



Gambar 4.6 Grafik Hubungan Kuat Tekan dan Kuat Tarik Beton Variasi dengan Metode Curve Fitting

$R^2$  = Koefisien Korelasi

= 0,9354 → Hubungan yang kuat antara kuat tekan terhadap kuat tarik

- Metode Regresi

Korelasi antar kuat tekan dan kuat tarik belah dapat dihitung dengan persamaan menggunakan metode regresi sebagai berikut.

$$F_{ct} = 0,0009 x^{2,4416}$$

$$F_c = 0,0009 f_c^{2,4416}$$

$$F_{ct} = a \sqrt{f_c}$$

$$a f_c^{0,5} = 0,0009 f_c^{2,4416}$$

$$a = \frac{0,0009 f_c^{2,4416}}{f_c^{0,5}}$$

$$= 0,0009 f_c^{2,4416 - 0,5}$$

$$= 0,0009 f_c^{(2,4416 - 0,5)}$$

$$a = 0,0009 f_c^{1,9416}$$

$$a_1 = 0,0009 (27,65)^{1,9416} = 0,5668$$

$$a_2 = 0,0009 (26,42)^{1,9416} = 0,5189$$

$$a_3 = 0,0009 (26,33)^{1,9416} = 0,5155$$

$$a_4 = 0,0009 (25,10)^{1,9416} = 0,4697$$

$$a_5 = 0,0009 (25,01)^{1,9416} = 0,4665$$

$$a_{rata-rata} = 0,5075$$

Bentuk persamaan hubungan kuat tekan terhadap kuat tarik dengan pendekatan persamaan regresi diperoleh sebagai berikut.

$$F_{ct} = 0,5075 \sqrt{f'_c}$$

Tabel 4.15 Data Xi dan Yi dengan Metode Regresi

No	Xi	Yi	Fct
1	27,65	3,16	2,98
2	26,42	2,71	2,66
3	26,33	2,64	2,64
4	25,10	2,50	2,35
5	25,01	2,41	2,33

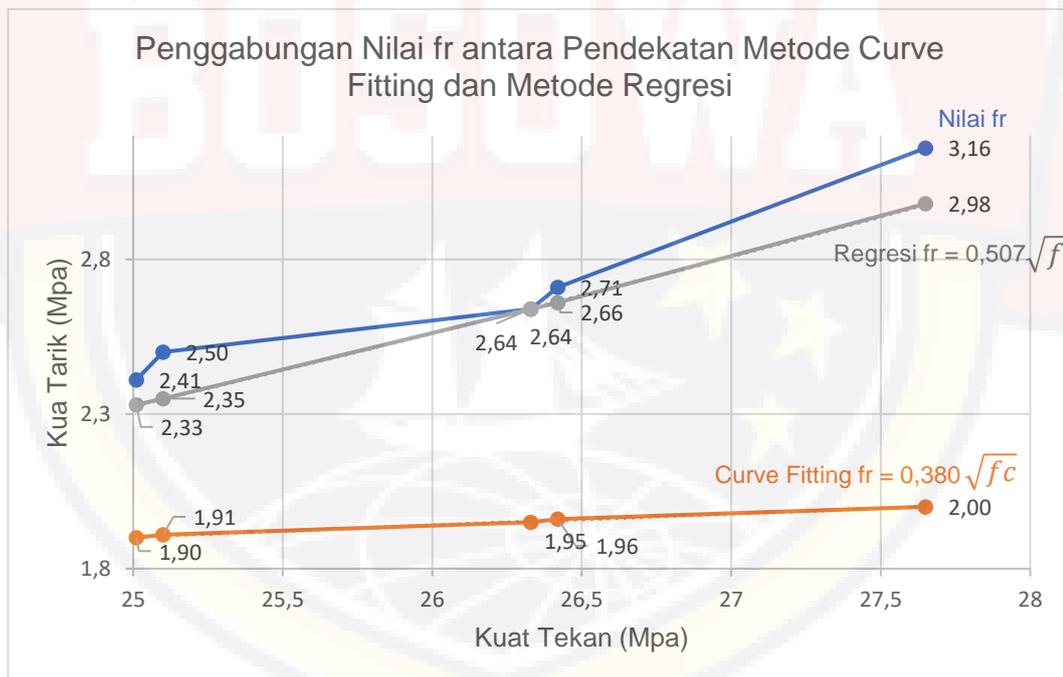


Gambar 4.7 Grafik Hubungan Kuat Tekan dan Kuat Tarik Beton Variasi dengan Metode Regresi

- Penggabungan Nilai Koefisien a dengan Pendekatan Curve Fitting dan Regresi

Tabel 4.16 Data Xi dan Yi dengan Metode Curve Fitting dan Metode Regresi

No	f'c	Fr	Curve fitting	Regresi
1	27,65	3,16	2,00	2,98
2	26,42	2,71	1,96	2,66
3	26,33	2,64	1,95	2,64
4	25,10	2,50	1,91	2,35
5	25,01	2,41	1,90	2,33



Gambar 4.8 Penggabungan Niai fr antara Pendekatan Metode Curve Fitting dan Metode Regresi

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil pengujian untuk memperoleh kuat tekan komposisi campuran beton normal  $f'_c = 25$  Mpa per  $m^3$  adalah air sebanyak 205,00 kg, semen sebanyak 436,17 kg, pasir sebanyak 683,82 kg, dan batu pecah ukuran maksimum 20 mm sebanyak 995,01 kg.
2. Pengaruh penggunaan limbah granit sebesar 5% dan 10% pada kuat tekan dan tarik beton mengalami peningkatan yang tidak signifikan. Namun pada keadaan tersebut masih sesuai dengan nilai kuat yang direncanakan sebesar 25 Mpa.
3. Penggunaan silika fume sebagai bahan reduksi terhadap semen sebesar 7,5% hingga 30% mengalami penurunan nilai kuat tekan dan kuat tarik beton dalam skala kecil. Semakin tinggi silika fume maka semakin menurun nilai kuat tekan dan kuat tarik beton.
4. Pada beton variasi, grafik hubungan kuat tekan dan kuat tarik dengan pendekatan metode curve fitting dan metode regresi. Pada metode curve fitting memperoleh  $f_{ct} = 0,380 \sqrt{f'_c}$ , dengan  $R^2 = 0,9354$  menunjukkan hubungan yang kuat antara kuat tekan terhadap kuat tarik. Dan metode regresi memperoleh  $f_{ct} =$

$0,5075\sqrt{f'c}$ . Hal ini menunjukkan metode yang paling mendekati nilai  $f_r$  adalah dengan metode regresi.

## 5.2 Saran

Setelah melakukan penelitian dengan menggunakan bahan tambah limbah granit, saran-saran yang dapat diberikan sebagai berikut:

1. Dalam penelitian ini, limbah granit sebagai agregat kasar tidak mengikuti spesifikasi persentase ukuran agregat dalam analisa saringan agregat kasar, sehingga dalam penelitian selanjutnya perlu dilakukan analisa saringan terhadap limbah granit mengikuti spesifikasi analisa saringan agregat kasar.
2. Untuk penggunaan limbah granit diatas 5% dengan silika fume sebagai bahan tambah bukan sebagai bahan pengganti semen.

## DAFTAR PUSTAKA

ASTM C 150, 2012. Standard Specification for Portland Cement, Annual Books of ASTM Standards, USA: Association of Standard Testing Materials.

ASTM C 1602, 2006. Standard Specification for Mixing Water Used in the Production of Hydraulic Cement Concrete, Annual Books of ASTM Standards. USA: Association of Standard Testing Materials.

ASTM C 29, 2016. Standard Test Method of Bulk Density ("Unit Weight") and Voids in Aggregate, Annual Books of ASTM Standards. USA: Association of Standard Testing Materials.

ASTM C 39, 2020. Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens, Annual Books of ASTM Standards. USA: Association of Standard Testing Materials.

ASTM C 40, 2011. Standard Test Method for Organic Impurities in Fine Agregate for Concrete, Annual Books of ASTM Standards. USA: Association of Standard Testing Materials.

Bayrak, G., & Yilmaz, S. (2014). Bahan keramik kaca berbahan dasar granit. *Acta Phys. Pol. A*, 125(2), 623- 625.

Beton, Aplikasi, and Kinerja Tinggi. *Semen Portland Di Indonesia*.

CUBE, TIM. "SILICA FUME, SEBAGAI BAHAN TAMBAH CAMPURAN BETON." *Ums.ac.id*, 15 Dec. 2019, [cube.ums.ac.id/2019/12/silica-fume-sebagai-bahan-tambah.html](http://cube.ums.ac.id/2019/12/silica-fume-sebagai-bahan-tambah.html). Accessed 17 Apr. 2022.

HADI, SURYA. "PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH GRANIT TERHADAP KUAT TEKAN BETON." *GANEC SWARA*, vol. 14, no. 1, 2020, pp. 476–480, [journal.unmasmataram.ac.id/index.php/GARA/article/view/123/117](http://journal.unmasmataram.ac.id/index.php/GARA/article/view/123/117). Accessed 17 Apr. 2022.

Mulyono, T., "Teknologi Beton", Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta, Jakarta. 2003

Neville, A. M. 1997. *Properties of Concrete*, Longman, and Final Ed., London.

Rahmadiyanto, Candra; Samekto, Muryati., "Teknologi Beton", Penerbit Kanisius, Jakarta. 2001.

Simatupang, H. Partogi., 2017. Pengaruh Penambahan Silica Fume Terhadap Kuat Tekan Reactive Powder Concrete.

SNI 03-2834-2000, *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*.

SNI 03-6821-2002, *Spesifikasi Agregat Ringan untuk Batu Cetak Beton Pasangan Dindingl*.

Susilo, Dwi Afif. 2012. Efek Penggantian Sebagian Semen Dengan Silica Fume Terhadap Berat Jenis Dan Kuat Tekan Beton Ringan.

Tjokrodimuljo, K., 2003, *Teknologi Bahan Konstruksi*, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.

Tjokrodimuljo, K. (2007). Teknologi beton. Biro Penerbit Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik UGM, Yogyakarta.

Tjokrodimuljo, K., 1995. Bahan Bangunan, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.

Wahyu Hudha Prasetya. "INOVASI HIGH EARLY STRENGTH CONCRETE DENGAN PEMANFAATAN LIMBAH BATU GRANIT, CANGKANG KERANG DAN FLY ASH." *Jurnal Proyek Teknik Sipil*, vol. 2, no. 2, 27Nov. 2019, pp. 31–41, [ejournal2.undip.ac.id/index.php/potensi/article/view/6398](http://ejournal2.undip.ac.id/index.php/potensi/article/view/6398), 10.14710/potensi.2019.6398. Accessed 17 Apr. 2022.

Wicaksono, Wahyu Satrio, et al. "PENGARUH KADAR SILICA FUME TERHADAP KUAT TEKAN PADA HIGH STRENGTH SELF COMPACTING CONCRETE (HSSCC) BENDA UJI SILINDER D 7,5 CM X 15 CM USIA 14 DAN 28 HARI." *Matriks Teknik Sipil*, vol. 6, no. 4, 11 Dec. 2018, [jurnal.uns.ac.id/matriks/article/view/36537](http://jurnal.uns.ac.id/matriks/article/view/36537), 10.20961/mateksi.v6i4.36537. Accessed 17 Apr. 2022.

L

A

M

P

**BOSOWA**

R

A

N

**PENELITIAN**





Proses Memasukkan Agregat ke dalam Mold untuk Pengujian Berat Isi



Proses Penimbangan Mold untuk Pengujian Berat Isi



Pengujian Analisa Saringan



Proses Penimbangan setelah Proses Analisa Saringan



Pencucian Agregat untuk Pengujian Berat Jenis



Proses Memasukkan benda uji ke dalam Pikhnometer



Proses Penyiapan Silinder untuk Pencampuran Beton



Proses Penimbangan Agregat untuk Pembuatan Campuran Beton



Proses Pelepasan Silinder untuk Proses Perendaman 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 Beton



Beton setelah di uji Kuat Tarik



Limbah Granit sebagai Pengganti Agregat Kasar



Silika Fume untuk Reduksi Semen



**LABORATORIUM BAHAN & STRUKTUR BETON**  
**JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS BOSOWA**

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

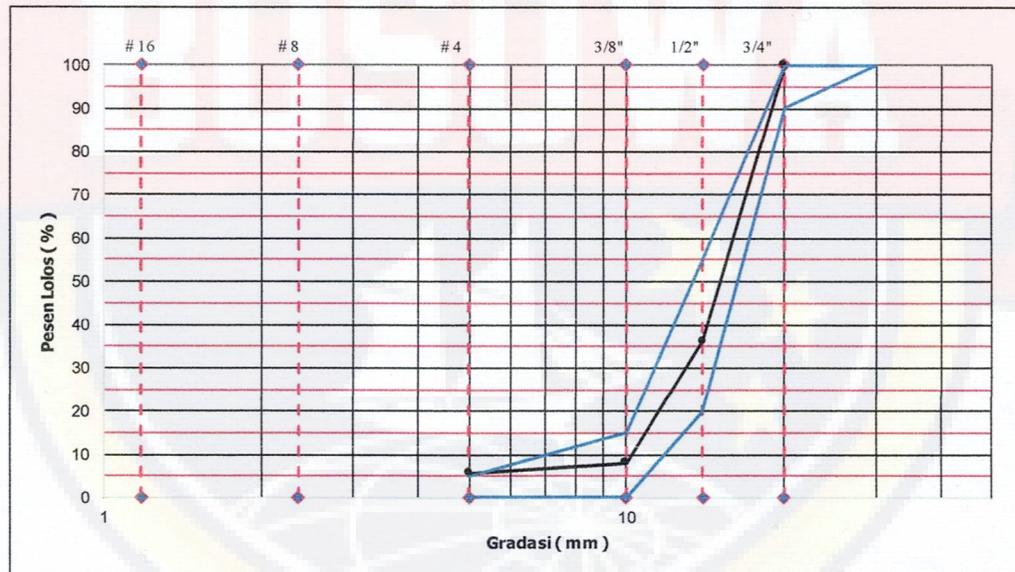
**ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR**

Material : Batu Pecah Maksimum 20 mm  
Tanggal : 23-26 September 2022  
Sumber : Bili-bili

Nama : Rina Aswanti  
Pembimbing :

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

Saringan No	Total :	2500		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	0	100	0	0	100	100	90-100
1/2"	1580,00	63,20	36,80	1612,50	64,50	35,50	36,15	20-55
3/8"	2320,00	92,80	7,20	2274,40	90,98	9,02	8,11	0-15
No. 4	2330,00	93,20	6,80	2385,70	95,43	4,57	5,69	0-5
No. 8	2458,00	98,32	1,68	2406,20	96,25	3,75	2,72	-
No. 16	2480,40	99,22	0,78	2451,70	98,07	1,93	1,36	-
No. 30	2486,20	99,45	0,55	2459,40	98,38	1,62	1,09	-
No. 50	2488,00	99,52	0,48	2463,80	98,55	1,45	0,96	-
No. 100	2491,00	99,64	0,36	2473,20	98,93	1,07	0,72	-
No. 200	2496,00	99,84	0,16	2477,30	99,09	0,91	0,53	-
Pan	2499,80	100,00	0,00	2496,20	100,00	0,00	0,00	-



Makassar, September 2022

Diperiksa Oleh

Kepala Laboratorium Struktur dan Bahan

Ir. Eka Yuniarto, ST. MT

Diuji Oleh

Mahasiswa

Rina Aswanti



**LABORATORIUM BAHAN & STRUKTUR BETON**  
**JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS BOSOWA**

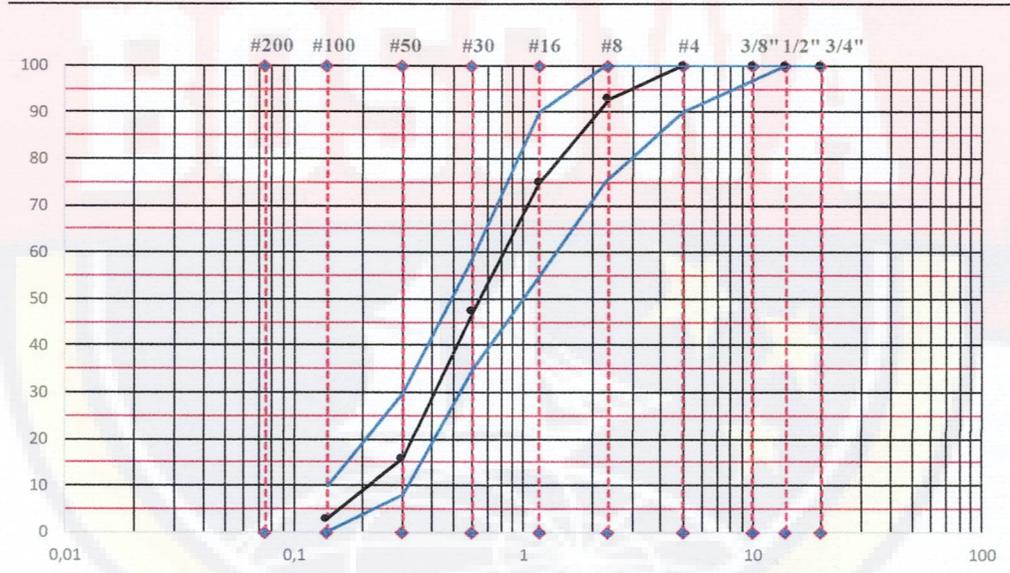
Jln. Urip Sumoharjo Km. 4 – Telp. ( 0411 ) 452901 – 342789

**ANALISA SARINGAN AGREGAT HALUS**

Material : Pasir  
 Tanggal : 23-26 September 2022  
 Sumber : Bili-bili

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

Saringan No	Total : 1500			Total : 1500			Rata-rata % Lolos	SNI 2834 tahun 2013
	Sampel Kumulatif Tertahan	1		Sampel Kumulatif Tertahan	2			
		% Tertahan	% Lolos		% Tertahan	% 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	100	0,00	0	100	100	90-100
No. 8	85,80	5,72	94,28	126,90	8,46	91,54	92,91	75-100
No. 16"	341,80	22,79	77,21	411,20	27,41	72,59	74,90	55-90
No. 30	795,40	53,03	46,97	785,80	52,39	47,61	47,29	35-59
No. 50	1260,50	84,03	15,97	1264,70	84,31	15,69	15,83	8-30
No. 100	1459,40	97,29	2,71	1454,50	96,97	3,03	2,87	0-10
No. 200	1494,10	99,61	0,39	1492,70	99,51	0,49	0,44	-
Pan	1491,90	99,46	0,00	1496,10	99,74	0,00	0,00	-



Makassar, September 2022

Diperiksa Oleh

Kepala Laboratorium Struktur dan Bahan

Ir. Eka Yuniarto, ST. MT

Diuji Oleh

Mahasiswa

Rina Aswanti





LABORATORIUM BAHAN & STRUKTUR BETON  
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS BOSOWA

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

PEMERIKSAAN BERAT ISI AGREGAT HALUS  
( PB - 0203 - 76 / SNI 1973 : 2008 )

Material : Pasir Nama : Rina Aswanti  
Tanggal : 23-26 September 2022 Pembimbing :  
Sumber : Bili-bili 1. Dr. Ir. H. Syahrul Sariman, MT  
2. Ir. Eka Yuniarto, ST. MT

Lepas

Nomor Benda Uji		I	II
Berat Container (A)	(gr)	7496	7565
Berat Container + Agregat (B)	(gr)	11757	11779
Berat Agregat ( C ) = (B) - (A)	(gr)	4261	4214
Volume Container (D)	(cm <sup>3</sup> )	3023,00	3015,00
Berat Isi Agregat = $\frac{(C)}{(D)}$	(gr/cm <sup>3</sup> )	1,410	1,398
Berat Isi Rata-rata Agregat		1,404	

Padat

Nomor Benda Uji		I	II
Berat Container (A)	(gr)	7496	7565
Berat Container + Agregat (B)	(gr)	12010	12238
Berat Agregat ( C ) = (B) - (A)	(gr)	4514	4673
Volume Container (D)	(cm <sup>3</sup> )	3023,00	3015,00
Berat Isi Agregat = $\frac{(C)}{(D)}$	(gr/cm <sup>3</sup> )	1,493	1,550
Berat Isi Rata-rata Agregat		1,522	

Makassar, September 2022

Diperiksa Oleh

Kepala Laboratorium Struktur dan Bahan

Ir. Eka Yuniarto, ST. MT

Diuji Oleh

Mahasiswa

Rina Aswanti



**LABORATORIUM BAHAN & STRUKTUR BETON**  
**JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS BOSOWA**

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

**PEMERIKSAAN BERAT JENIS AGREGAT KASAR**  
**( SNI 1969 : 2008 )**

Material : Batu Pecah Maksimum 20 mm  
Tanggal : 23-26 September 2022  
Sumber : Bili-bili

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

		A	B	Rata-Rata
Berat Benda Uji Kering Oven	$B_k$	2435,20	2436,50	2435,85
Berat Benda Uji Kering - Permukaan Jenuh	$B_j$	2498,50	2498,00	2498,25
Berat Benda Uji dalam Air	$B_a$	1571,20	1571,20	1571,20

		A	B	Rata-Rata
Berat Jenis ( Bulk )	$\frac{B_k}{B_j - B_a}$	2,63	2,63	2,63
Berat Jenis Kering - Permukaan Jenuh	$\frac{B_j}{B_j - B_a}$	2,69	2,70	2,69
Berat Jenis Semu ( Apparent )	$\frac{B_k}{B_k - B_a}$	2,82	2,82	2,82
Penyerapan ( Absorption )	$\frac{B_j - B_k}{B_k} \times 100\%$	2,60	2,52	2,56

Makassar, September 2022

Diperiksa Oleh

Kepala Laboratorium Struktur dan Bahan

Ir. Eka Yuniarto, ST. MT

Diuji Oleh

Mahasiswa

Rina Aswanti



**LABORATORIUM BAHAN & STRUKTUR BETON**  
**JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS BOSOWA**

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

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

Material : Pasir  
Tanggal : 23-26 September 2022  
Sumber : Bili-bili  
Nama : Rina Aswanti  
Pembimbing :  
1. Dr. Ir. H. Syahrul Sariman, MT  
2. Ir. Eka Yuniarto, ST. MT

	A	B	Rata - rata
Berat benda uji kering - permukaan jenuh	500,00	500,00	500,00
Berat benda uji kering oven $B_k$	491,10	490,60	490,85
Berat Piknometer diisi air (25°C) $B$	685,50	686,10	685,80
Berat piknometer + benda uji (SSD) $B_t$	970,60	969,40	970,00

	A	B	Rata - rata
Berat jenis ( Bulk ) $\frac{B_k}{(B + 500 - B_t)}$	2,29	2,26	2,27
Berat jenis kering - permukaan jenuh $\frac{500}{(B + 500 - B_t)}$	2,33	2,31	2,32
Berat jenis semu ( Apparent ) $\frac{B_k}{(B + B_k - B_t)}$	2,38	2,37	2,38
Penyerapan ( Absorption ) $\frac{(500 - B_k)}{B_k} \times 100\%$	1,81	1,92	1,86

Makassar, September 2022

Diperiksa Oleh

Kepala Laboratorium Struktur dan Bahan

Ir. Eka Yuniarto. ST. MT

Diuji Oleh

Mahasiswa

Rina Aswanti



**LABORATORIUM BAHAN & STRUKTUR BETON**  
**JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS BOSOWA**

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

**PEMERIKSAAN KADAR LUMPUR AGREGAT KASAR**

Material : Batu Pecah Maksimum 20 mm  
Tanggal : 23-26 September 2022  
Sumber : Bili-bili

Nama : Rina Aswanti  
Pembimbing :  
1. Dr. Ir. H. Syahrul Sariman, M  
2. Ir. Eka Yuniarto, MT

BP 1-2			I	II
Berat benda uji sebelum dicuci	gram	A	1000	1000
Berat benda uji setelah dicuci	gram	B	992,1	990,5
Berat Lumpur	gram	$C = (A - B)$	7,9	9,5
Kadar Lumpur	%	$(C/A) * 100$	0,79	0,95
Kadar Lumpur Rata- rata		%	0,87	

Makassar, September 2022

Diperiksa Oleh  
Kepala Laboratorium Struktur dan Bahan

Ir. Eka Yuniarto

Diuji Oleh  
Mahasiswa

Rina Aswanti



**LABORATORIUM BAHAN & STRUKTUR BETON**  
**JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS BOSOWA**

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

**PEMERIKSAAN KADAR LUMPUR AGREGAT HALUS**

Material : Pasir  
Tanggal : 23-26 September 2022  
Sumber : Bili-bili

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

PASIR			I	II
Berat benda uji sebelum dicuci	gram	A	1000	1000
Berat benda uji setelah dicuci	gram	B	958,4	954,2
Berat Lumpur	gram	$C = (A - B)$	41,6	45,8
Kadar Lumpur	%	$(C/A) * 100$	4,16	4,58
Kadar Lumpur Rata- rata		%	4,37	

Makassar, September 2022

Diperiksa Oleh

Diuji Oleh

Kepala Laboratorium Struktur dan Bahan

Mahasiswa

Ir. Eka Yuniarto, ST. MT

Rina Aswanti



**LABORATORIUM BAHAN & STRUKTUR BETON**  
**JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS BOSOWA**

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

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

Material : Batu Pecah Maksimum 20 mm      Nama : Rina Aswanti  
Tanggal : 23-26 September 2022      Pembimbing :  
Sumber : Bili-bili      1. Dr. Ir. H. Syahrul Sariman, MT  
2. Ir. Eka Yuniarto, ST. MT

Batu pecah 1-2			I	II
Berat benda uji	gram	A	1500,6	1500,4
Berat benda uji kering oven	gram	B	1485,1	1476,3
Berat Air	gram	$C = (A - B)$	15,5	24,1
Kadar Air	%	$(C/B) * 100$	1,04	1,63
Kadar Air Rata-rata		%	1,34	

Makassar, September 2022

Diperiksa Oleh

Kepala Laboratorium Struktur dan Bahan

Ir. Eka Yuniarto, ST. MT

Diuji Oleh

Mahasiswa

Rina Aswanti



LABORATORIUM BAHAN & STRUKTUR BETON  
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS BOSOWA

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

PEMERIKSAAN KADAR AIR AGREGAT HALUS  
( SNI 1965 : 2008 )

Material : Pasir Nama : Rina Aswanti  
Tanggal : 23-26 September 2022 Pembimbing :  
Sumber : Bili-bili 1. Dr. Ir. H. Syahrul Sariman, MT  
2. Ir. Eka Yuniarto, ST. MT

Pasir			I	II
Berat benda uji	gram	A	500,5	500,4
Berat benda uji kering oven	gram	B	482,9	482,4
Berat Air	gram	$C = (A - B)$	17,6	18,0
Kadar Air	%	$(C/B) * 100$	3,64	3,73
Kadar Air Rata-rata		%	3,69	

Makassar, September 2022

Diperiksa Oleh

Kepala Laboratorium Struktur dan Bahan

Ir. Eka Yuniarto, ST. MT

Diuji Oleh

Mahasiswa

Rina Aswanti



**LABORATORIUM BAHAN & STRUKTUR BETON**  
**JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS BOSOWA**

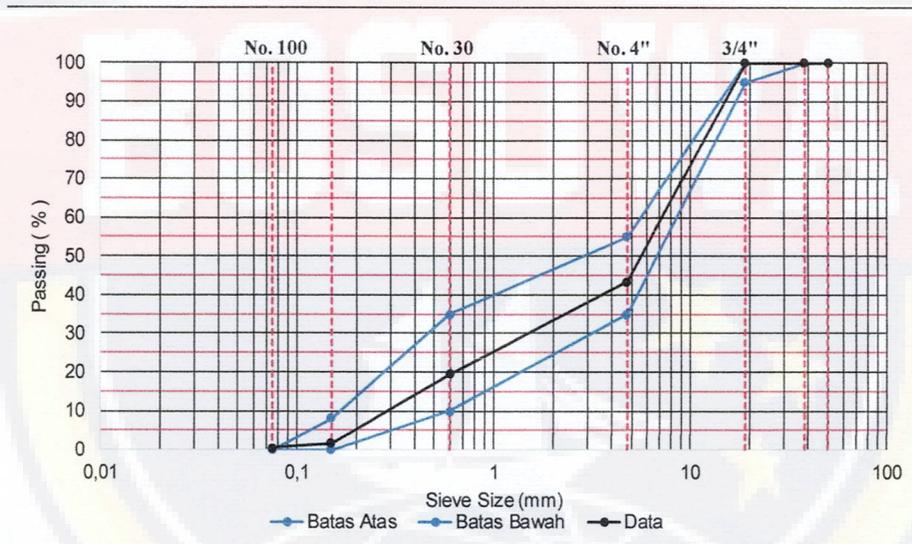
Jln. Urip Sumoharjo Km. 4 – Telp. ( 0411 ) 452901 – 342789

**COMBINED AGGREGATE GRADING**

Material : Batu Pecah Maksimam 20 mm & Pasir      Nama : Rina Aswanti  
 Tanggal : 23-26 September 2022      Pembimbing :  
 Sumber : Bili-bili      1. Dr. Ir. H. Syahrul Sariman, MT  
 2. Ir. Eka Yuniarto, ST. MT

ASTM SIEVE SIZE	AGGREGATE GRADING (AVARAGE)				COMBINED AGGREGATE GRADING BETON ( Maksimum Nominal 20 mm )									ASTM C-33	
	a	b	c	d	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX		
3/4	100,00	100			100										95-100
1/2	36,15	100			61,7										-
3/8	8,11	100			44,9										-
No. 4	5,69	100			43,4										35-55
No.8	2,72	92,91			38,8										-
No.16	1,36	74,90			30,8										-
No. 30	1,09	47,29			19,6										10-35
N0.50	0,96	15,83			6,91										-
No. 100	0,72	2,87			1,58										0-8
No. 200	0,53	0,44			0,5										-

AGGREGATE	a. BP maks 20 mm	60							
BLENDING RATIO	b. Pasir	40							



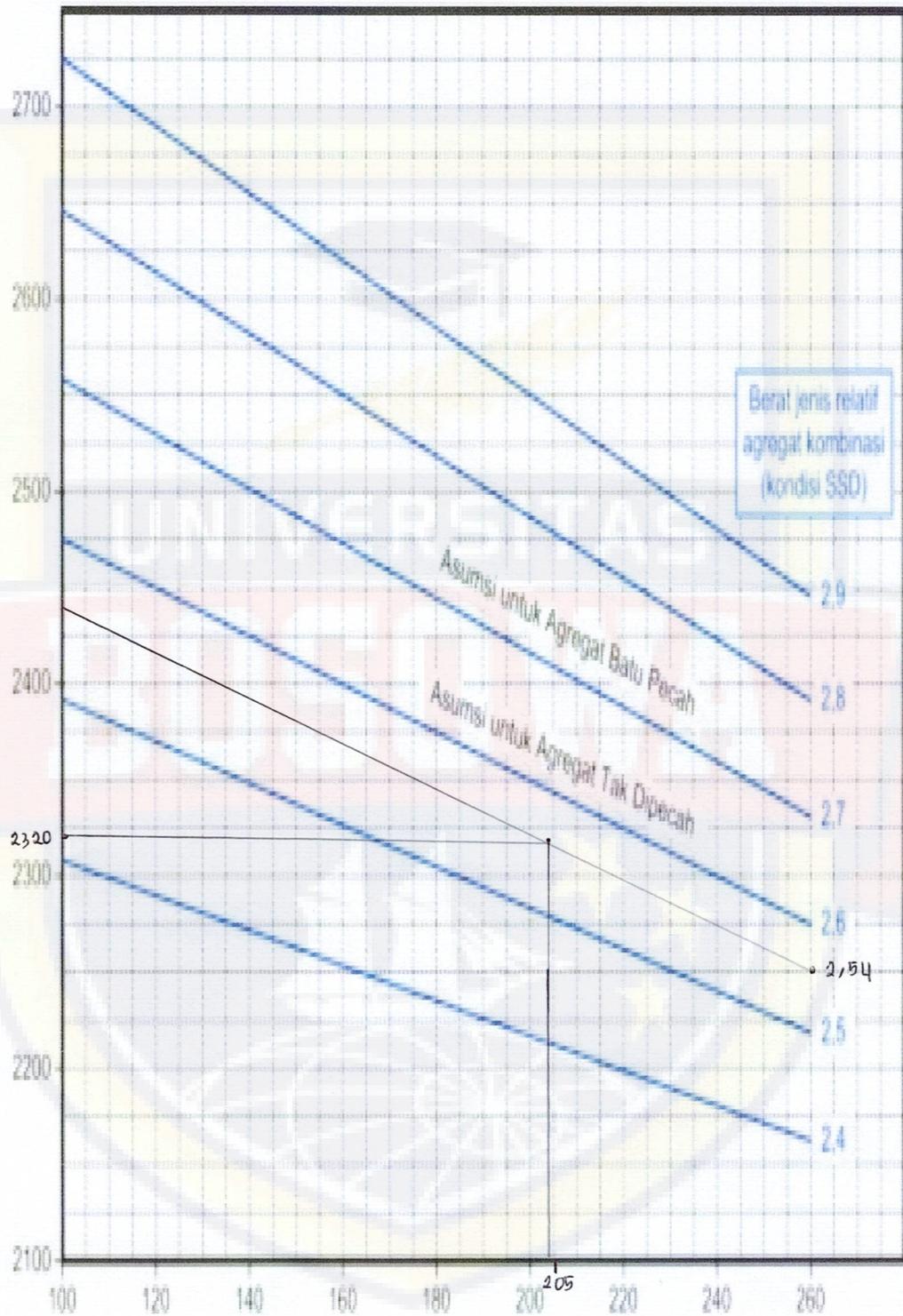
Makassar, September 2022

Diperiksa Oleh  
 Kepala Laboratorium Struktur dan Bahan

Diuji Oleh  
 Mahasiswa

*Eka Yuniarto*  
 Ir. Eka Yuniarto, ST. MT

*Rina Aswanti*  
 Rina Aswanti



Keterangan :

Berat Jenis : 2,54

Kadar Air bebas : 205

Kadar Air Bebas (kg/m<sup>3</sup>)



**LABORATORIUM BAHAN & STRUKTUR BETON**  
**JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS BOSOWA**

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

**Rekapitulasi Hasil Pengujian Agregat Kasar**

No	Karakteristik Agregat	Spesifikasi Interval	Hasil Pemeriksaan	Keterangan
1	Analisa Saringan	-	Lampiran	Memenuhi
2	Kadar Lumpur	Maksimal 1%	0,87%	Memenuhi
3	Kadar Air	0,5 % - 2 %	1,34%	Memenuhi
4	Berat Isi			
	- Lepas	1,4 - 1,9 gram/cm <sup>3</sup>	1,63 gram/cm <sup>3</sup>	Memenuhi
	- Padat		1,76 gram/cm <sup>3</sup>	Memenuhi
5	Absorpsi	0,2 % - 4%	2,56%	Memenuhi
6	Berat Jenis Spesifikasi			
	- Berat Jenis Curah	1,6 - 3,2	2,63	Memenuhi
	- Berat Jenis SSD	1,6 - 3,2	2,69	Memenuhi
	- Berat Jenis Semu	1,6 - 3,2	2,82	Memenuhi

**Rekapitulasi Hasil Pengujian Agregat Halus**

No	Karakteristik Agregat	Spesifikasi Interval	Hasil Pemeriksaan	Keterangan
1	Analisa Saringan	-	Lampiran	Memenuhi
2	Kadar Lumpur	Maksimal 5%	4,37%	Memenuhi
3	Kadar Air	3% - 5%	3,69%	Memenuhi
4	Berat Isi			
	- Lepas	1,4 - 1,9 gram/cm <sup>3</sup>	1,4 gram/cm <sup>3</sup>	Memenuhi
	- Padat		1,52 gram/cm <sup>3</sup>	Memenuhi
5	Absorpsi	0,2 % - 2%	1,86%	Memenuhi
6	Berat Jenis Spesifikasi			
	- Berat Jenis Curah	1,6 - 3,2	2,27	Memenuhi
	- Berat Jenis SSD	1,6 - 3,2	2,32	Memenuhi
	- Berat Jenis Semu	1,6 - 3,2	2,38	Memenuhi

Makassar, September 2022

Diperiksa Oleh

Kepala Laboratorium Struktur dan Bahan

Ir. Eka Yuniarto, ST. MT

Diuji Oleh

Mahasiswa

Rina Aswanti



**LABORATORIUM BAHAN & STRUKTUR BETON**  
**JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS BOSOWA**

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

---

---

**RANCANG CAMPURAN BETON**

**(CONCRETE MIX DESIGN)**

Material : Rancangan Campuran Beton (Mix Design) Normal

Tanggal : 22-26 September 2022

**Data:**

Slump	=	8±2	cm
Kuat tekan yang diisyaratkan	=	25	Mpa
Deviasi Standar (Sr)	=	-	
Nilai Tambah (Margin)	=	8,3	Mpa
Kekuatan rata-rata yang ditargetkan	=	33,3	Mpa
Faktor Air Semen Bebas	=	0,47	(Grafik)
Faktor Air Semen Maksimum	=	0,60	(Grafik)
Kadar Air Bebas	=	205	kg/m <sup>3</sup>
Kadar Semen Maksimum	=	436,17	kg/m <sup>3</sup>
Kadar Semen Minimum	=	325	(Tabel)
Berat Isi Beton	=	2320	(Grafik)
Berat Agregat Gabungan	=	1678,83	kg/m <sup>3</sup>
Berat Ageragat Halus	=	671,53	kg/m <sup>3</sup>
Berat Agregat Kasar	=	1007,30	kg/m <sup>3</sup>
Berat Jenis Gabungan	=	2,54	kg/m <sup>3</sup>



**LABORATORIUM BAHAN & STRUKTUR BETON**  
**JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS BOSOWA**

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

**a. Kuat tekan yang diisyaratkan**

Kuat tekan yang diisyaratkan (silinder) : 25 Mpa

**b. Menentukan deviasi standar**

Berdasarkan nilai kuat tekan yang diisyaratkan yaitu (silinder) maka

Deviasi standar ( $S_r$ ) : 0.

**c. Menghitung nilai tambah (margin)**

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

M : 8,3 karena dibawah 35 Mpa.

**d. Menghitung kuat tekan rata-rata**

$$f'_{cr} : f'_c + M$$

$$f'_{cr} : 25 + 8,3 = 33,3 \text{ Mpa.}$$

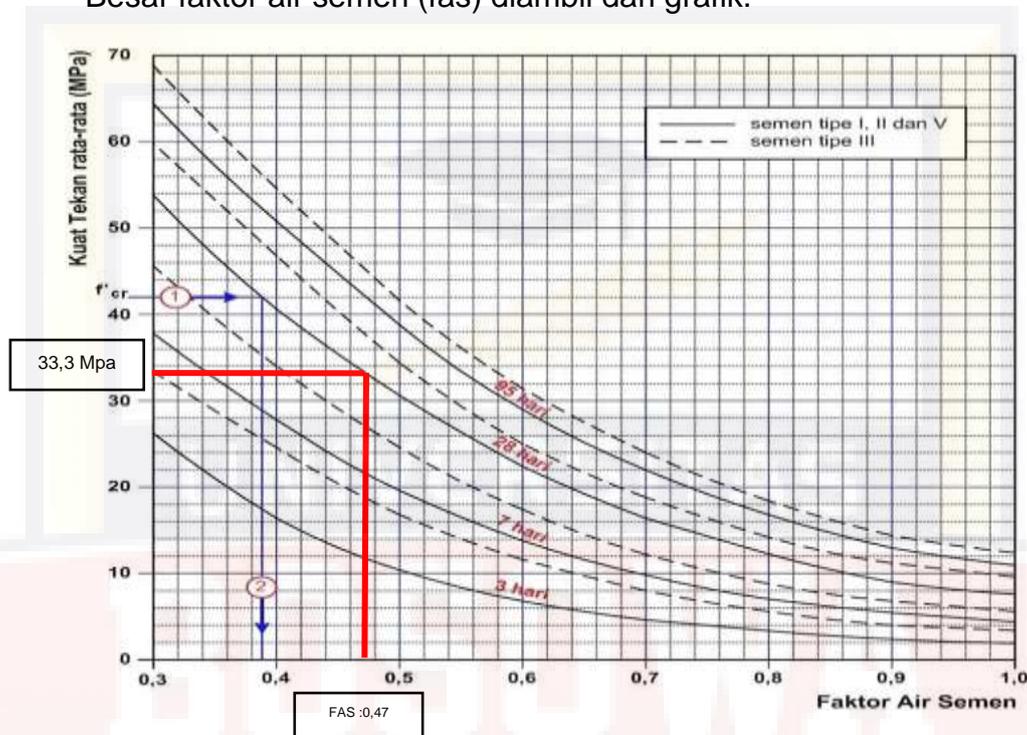


**LABORATORIUM BAHAN & STRUKTUR BETON**  
**JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS BOSOWA**

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

**e. Penetapan Faktor Air Semen**

Besar faktor air semen (fas) diambil dari grafik.



Berdasarkan kuat tekan rata-rata ( $f'_{cr}$ ) = 0,47.

**f. Penetapan kadar air bebas**

Perkiraan kadar air bebas ( $\text{Kg/m}^3$ ) yang dibutuhkan untuk  
 beberapa tingkat kemudahan pengerjaan adukan beton  
 ilmubeton.com

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

Catatan : Koreksi suhu udara :

Untuk suhu di atas 25 °C, setiap kenaikan 5 °C harus ditambah air 5 liter per m<sup>2</sup> adukan beton.



**LABORATORIUM BAHAN & STRUKTUR BETON**  
**JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS BOSOWA**

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

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

- Kadar air bebas alami (Wf) : 195 kg/m<sup>3</sup> beton

- Kadar air bebas batu pecah (Wc) : 225 kg/m<sup>3</sup>

$$\begin{aligned} \text{- Kadar air bebas} &= (2/3 \times Wf) + (1/3 \times Wc) \\ &= (2/3 \times 195) + (1/3 \times 225) \\ &= 205 \text{ kg/m}^3 \text{ beton} \end{aligned}$$

**g. Penetapan kadar semen**

- Kadar semen maksimum :

$$\begin{aligned} \frac{\text{Kadar air bebas (Wf)}}{\text{Faktor air semen (fas)}} &= \frac{205}{0,47} = 436,17 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

Kadar semen maksimum = 325 kg/m<sup>3</sup> beton (diperoleh dari tabel =>

Tidak Terlindungi dari Hujan dan Terik Matahari langsung).

Diambil yang terbesar dari kedua kadar semen tersebut, sehingga :

$$\text{Fas} = \frac{205}{325} = 0,63 > \text{dari fas maksimum} = 0,60$$

**h. Berat jenis gabungan agregat**

Bj. Gabungan

= a. Bj Spesifik SSD pasir + b. Bj. Spesifik SSD kerikil 1-2

$$= 0,40 \times 2,32 + 0,60 \times 2,69 = 2,54$$



**LABORATORIUM BAHAN & STRUKTUR BETON**  
**JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS BOSOWA**

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

**i. Berat volume beton segar**

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

Berat volume beton segar =  $2320 \text{ kg/m}^3$

**j. Berat total agregat**

Rumus berat total agregat :

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

- Berat total agregat =  $2320 - 205 - 436,17$

=  $1678,83 \text{ kg/m}^3$

- Berat pasir =  $40 \% \times 1678,83$

=  $671,53 \text{ kg/m}^3$

- Berat kerikil 1-2 =  $60 \% \times 1678,83$

=  $1007,30 \text{ kg/m}^3$

- Sebelum koreksi :

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

Semen ( $W_s$ ) =  $436,17 \text{ kg/m}^3$

Pasir ( $B_{SSDp}$ ) =  $671,53 \text{ kg/m}^3$

Kerikil 1-2 ( $B_{SSDp}$ ) =  $1007,30 \text{ kg/m}^3$

Jumlah =  $2320,00 \text{ kg/m}^3$



**LABORATORIUM BAHAN & STRUKTUR BETON**  
**JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS BOSOWA**

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

**k. Koreksi campuran beton untuk pelaksanaan**

- Koreksi Air

Jumlah air – ( kadar air pasir – absorpsi pasir ) x jumlah pasir/100

– (kadar air kerikil – absorpsi kerikil 1-2) x jumlah kerikil/100

Koreksi air = 205 – (369 – 1,86) x (671,53 / 100) – (1,34 –  
2,56)

x (1007,30 / 100)

= 205 – 12,29 – (-12,29)

= 205,00 kg/m<sup>3</sup>

- Koreksi Pasir

Jumlah pasir + (kadar air pasir – absorpsi pasir) x jumlah pasir/100

Koreksi pasir = 671,53 + (3,69 – 1,86) + (671,53 / 100)

= 683,82 kg/m<sup>3</sup>

- Koreksi Kerikil

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

Koreksi kerikil = 1007,30 + (1,34 – 2,56) x (1007,30 / 100)

= 995,01 kg/m<sup>3</sup>

- Sesudah koreksi :

Air (W<sub>a</sub>) = 205,00 kg/m<sup>3</sup>

Semen (W<sub>s</sub>) = 436,17 kg/m<sup>3</sup>

Pasir (B<sub>SSDP</sub>) = 683,82 kg/m<sup>3</sup>



**LABORATORIUM BAHAN & STRUKTUR BETON**  
**JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS BOSOWA**

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

$$\text{Kerikil 1-2 (B}_{SSDp}) = 995,01 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Jumlah} = 2320,00 \text{ kg/m}^3$$

**I. Volume silinder**

Dikrtahui :

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

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

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

**Perencanaan mix design adalah sebagai berikut :**

Perencanaan mix design adalah sebagai berikut :

BAHAN BETON	BERAT/M <sup>3</sup> (kg)	BETON	VOLUME BENDA UJI	BERAT UTK 1 SAMPEL (kg)
Air	205,00		0,0053	1,09
Semen	436,17		0,0053	2,31
Pasir	683,82		0,0053	3,62
Bp Maks 20	995,01		0,0053	5,27



**LABORATORIUM BAHAN & STRUKTUR BETON**  
**JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS BOSOWA**

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

No	Notasi Sampel	Semen (kg)	Silika Fume	Agregat Kasar (kg)	Limbah Granit (kg)	Agregat Halus (kg)	Air (L)
1	BG 5% SF 0%	13,38	0	30,05	1,58	21,74	6,52
2	BG 10% SF 0%	13,38	0	28,47	3,16	21,74	6,52
3	BG 10% SF 7,5%	12,83	1,04	28,47	3,16	21,74	6,52
4	BG 10% SF 15%	11,79	2,08	28,47	3,16	21,74	6,52
5	BG 10% SF 22,5%	10,75	3,12	28,47	3,16	21,74	6,52
6	BG 10% SF 30%	9,71	4,16	28,47	3,16	21,74	6,52

**BOSOWA**





**LABORATORIUM BAHAN & STRUKTUR BETON**  
**JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS BOSOWA**

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

**KUAT TEKAN BETON ( Silinder )**  
 ( SNI 2847 - 2013 )

Tanggal : 05 - 06 November 2021

Di Uji : Rina Aswanti  
 Diperiksa : Ir. Eka Yuniarto . MT

No Benda Uji	Tanggal Pembuatan	Perbandingan Campuran Semen : Pasir : Bp	Slump ( cm )	Berat		Diameter ( cm )	Tinggi ( cm )	Luas Penampang ( cm <sup>2</sup> )	Umur ( hari )	Beban Maksimum ( KN )	Kekuatan Tekan ( N / mm <sup>2</sup> )	Target benda uji Silinder ( 28 hari )	
				Sebelum Diredam ( Kg )	Setelah Diredam ( kg )								
1	02 okt 2022	1,7 : 2,5 : 3,8	8,5	12,480	12,536	15	30	176,625	28	480	27,2	25 Mpa	
2	02 okt 2022		8,5	12,200	12,270					530	30,0		
3	02 okt 2022		8,5	12,230	12,281					485	27,5		
4	02 okt 2022		8,5	12,456	12,548					490	27,7		
5	02 okt 2022		8,5	12,442	12,513					475	26,9		
6	02 okt 2022		8,9	12,430	12,505					500	28,3		
7	02 okt 2022		8,9	12,270	12,341					490	27,7		
8	02 okt 2022		8,9	12,520	12,610					485	27,5		
9	02 okt 2022		8,9	12,740	12,820					480	27,2		
10	02 okt 2022		8,9	12,309	12,360					440	24,9		
11	02 okt 2022		8,2	12,354	12,410					470	26,6		
12	02 okt 2022		8,2	12,367	12,457					485	27,5		
13	02 okt 2022		8,2	12,209	12,274					475	26,9		
14	02 okt 2022		8,2	12,220	12,293					435	24,6		
15	02 okt 2022		8,2	12,009	12,264					580	32,8		
16	02 okt 2022		8,4	12,390	12,468					475	26,9		
17	02 okt 2022		8,4	12,390	12,446					510	28,9		
18	02 okt 2022		8,4	12,142	12,192					500	28,3		
19	02 okt 2022		8,4	12,310	12,410					495	28,0		
20	02 okt 2022		8,4	12,325	12,450					475	26,9		
<b>Jumlah</b>											<b>9755</b>	<b>552,3</b>	
<b>Rata - Rata</b>											<b>488</b>	<b>27,62</b>	



**LABORATORIUM BAHAN & STRUKTUR BETON**  
**JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS BOSOWA**

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

Standar Deviasi

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

$$S = \frac{1,710}{1,710}$$

Kekuatan Tekan Rata Rata

$f_c$	=	$f_{c'}$	+	1,34	S		
$f_c$	=	$f_{c'}$	+	2,33	S		3,5

Persamaan I

$f_c$	=	$f_{c'}$	+	1,34	x	S	
	=	27,6	+	1,34	x		1,710
	=	27,6	+	2,291			
	=	29,9	Mpa				

Persamaan II

$f_c$	=	$f_{c'}$	+	2,3	x	S	3,5
	=	27,6	+	2,3	x		3,5
	=	28,1	Mpa				

Keterangan

-  
Gunakan nilai terbesar

Faktotr Modifikasi untuk 20 Sampel = 1,08

$f_c$	=	29,10	/	1,08	
$f_c$	=	28,10	Mpa	$\geq$	$f_c$ Rencana = 25 Mpa

Makassar, Desember 2022

Diperiksa Oleh

Kepala Laboratorium Struktur dan Bahan

Ir. Eka Yudianto, ST. MT

Diuji Oleh

Mahasiswa

Rina Aswanti



**LABORATORIUM BAHAN & STRUKTUR BETON**  
**JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS BOSOWA**

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

Tanggal : 1-2 Desember 2022

**KUAT TARIK BETON NORMAL ( SILINDER )**

Nama : Rina Aswanti

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

No Benda Uji	Tanggal Pembuatan	Perbandingan Campuran Semen : Pasir : Bp	Slump ( cm )	Berat		Diameter ( cm )	Tinggi ( cm )	Luas Penampang ( cm <sup>2</sup> )	Umur ( hari )	Beban Maksimum ( KN )	Kekuatan Tarik ( N / mm <sup>2</sup> )	Target benda uji Silinder ( 28 hari )	
				Sebelum Direndam (Kg)	Setelah Direndam ( kg )								
1	02 okt 2022	1,7 : 2,5 : 3,8	8,5	12.456	12.548	15	30	176,625	28	220	3,11	25	
2	02 okt 2022	1,7 : 2,5 : 3,8	8,5	12.442	12.513	15	30	176,625	28	230	3,26	25	
3	02 okt 2022	1,7 : 2,5 : 3,8	8,5	12.430	12.505	15	30	176,625	28	215	3,04	25	
Jumlah											665	9,4	
Rata - Rata											222	3,14	

Diperiksa Oleh

Kepala Laboratorium Struktur dan Bahan

Ir. Eka Yuniarto, ST. MT

Makassar, Desember 2022

Diuji Oleh

Mahasiswa

Rina Aswanti



**LABORATORIUM BAHAN & STRUKTUR BETON**  
**JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS BOSOWA**

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

**RANCANGAN CAMPURAN BETON VARIASI**

Tanggal : 2 – 4 November 2022

Nama : Rina Aswanti

Pembimbing :

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

No	Notasi Sampel	Semen (kg)	Silika Fume	Agregat Kasar (kg)	Limbah Granit (kg)	Agregat Halus (kg)	Air (L)
1	BG 5% SF 0%	13,38	0	30,05	1,58	21,74	6,52
2	BG 10% SF 0%	13,38	0	28,47	3,16	21,74	6,52
3	BG 10% SF 7,5%	12,83	1,04	28,47	3,16	21,74	6,52
4	BG 10% SF 15%	11,79	2,08	28,47	3,16	21,74	6,52
5	BG 10% SF 22,5%	10,75	3,12	28,47	3,16	21,74	6,52
6	BG 10% SF 30%	9,71	4,16	28,47	3,16	21,74	6,52

Makassar, Desember 2022

Diperiksa Oleh

Kepala Laboratorium Struktur dan Bahan

Ir. Eka Yuniarto, ST. MT

Diuji Oleh

Mahasiswa

Rina Aswanti



**LABORATORIUM BAHAN & STRUKTUR BETON**  
**JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS BOSOWA**

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

Tanggal : 1-2 Desember 2022  
Notasi Sampel: BG 5% SF 0%

**KUAT TEKAN BETON VARIASI ( SILINDER )**

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

No Benda Uji	Tanggal Pembuatan	Perbandingan Campuran	Slump (cm)	Berat		Diameter (cm)	Tinggi (cm)	Luas Penampang (cm <sup>2</sup> )	Umur (hari)	Beban Maksimum (KN)	Kekuatan Tekan (N/mm <sup>2</sup> )	Target benda uji Silinder (28 hari)		
				Sebelum Diredam (Kg)	Setelah Diredam (kg)									
1	02 okt 2022	1,7 : 2,5 : 3,8	8,5	12.504	12.555	15	30	176,625	28	500	28,31	25		
2	02 okt 2022	1,7 : 2,5 : 3,8	8,5	12.595	12.665	15	30	176,625	28	485	27,46	25		
3	02 okt 2022	1,7 : 2,5 : 3,8	8,5	12.460	12.522	15	30	176,625	28	485	27,46	25		
				Jumlah								1470	83,2	
				Rata - Rata								490	27,74	

Diperiksa Oleh

Kepala Laboratorium Struktur dan Bahan

Ir. Eka Yuniarto, ST. MT

Makassar, Desember 2022

Diuji Oleh

Mahasiswa

Rina Aswanti



**LABORATORIUM BAHAN & STRUKTUR BETON**  
**JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS BOSOWA**

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

Tanggal : 1-2 Desember 2022  
Notasi Sampel: BG 5% SF 0%

**KUAT TARIK BETON VARIASI (SILINDER)**

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

No Benda Uji	Tanggal Pembuatan	Perbandingan Campuran Semen : Pasir : Bp	Slump (cm)	Berat		Diameter (cm)	Tinggi (cm)	Luas Penampang (cm <sup>2</sup> )	Umur (hari)	Beban Maksimum (KN)	Kekuatan Tarik (N/mm <sup>2</sup> )	Target benda uji Silinder (28 hari)
				Sebelum Diredam (Kg)	Setelah Diredam (kg)							
1	02 okt 2022	1,7 : 2,5 : 3,8	8,5	12.760	12.810	15	30	176,625	28	250	3,54	25
2	02 okt 2022	1,7 : 2,5 : 3,8	8,5	12.704	12.740	15	30	176,625	28	220	3,11	25
3	02 okt 2022	1,7 : 2,5 : 3,8	8,5	12.450	12.485	15	30	176,625	28	205	2,90	25
				Jumlah						675	9,55	
				Rata - Rata						225	3,18	

Diperiksa Oleh

Kepala Laboratorium Struktur dan Bahan

Ir. Eka Yuniarto, ST. MT

Makassar, Desember 2022

Diuji Oleh

Mahasiswa

Rina Aswanti



**LABORATORIUM BAHAN & STRUKTUR BETON**  
**JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS BOSOWA**

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

Tanggal : 1-2 Desember 2022  
Notasi Sampel : BG 10% SF 0%

**KUAT TEKAN BETON VARIASI ( SILINDER )**

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

No Benda Uji	Tanggal Pembuatan	Perbandingan Campuran Semen : Pasir : Bp	Slump ( cm )	Berat		Diameter ( cm )	Tinggi ( cm )	Luas Penampang ( cm <sup>2</sup> )	Umur ( hari )	Beban Maksimum ( KN )	Kekuatan Tekan ( N / mm <sup>2</sup> )	Target benda uji Silinder ( 28 hari )
				Sebelum Direndam ( Kg )	Setelah Direndam ( kg )							
1	02 okt 2022	1,7 : 2,5 : 3,8	8,5	12.592	12.595	15	30	176,625	28	490	27,74	25
2	02 okt 2022	1,7 : 2,5 : 3,8	8,5	12.691	12.750	15	30	176,625	28	485	27,46	25
3	02 okt 2022	1,7 : 2,5 : 3,8	8,5	12.600	12.644	15	30	176,625	28	490	27,74	25
				Jumlah						1465	82,9	
				Rata - Rata						488	27,65	

Makassar, Desember 2022

Diuji Oleh

Mahasiswa

Rina Aswanti

Diperiksa Oleh

Kepala Laboratorium Struktur dan Bahan

Ir. Eka Yuniarto, ST. MT



**LABORATORIUM BAHAN & STRUKTUR BETON**  
**JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS BOSOWA**

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

**KUAT TARIK BETON VARIASI ( SILINDER )**

Tanggal : 1-2 Desember 2022  
Notasi Sampel : BG 10% SF 0%

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

No Benda Uji	Tanggal Pembuatan	Perbandingan Campuran Semen : Pasir : Bp	Slump ( cm )	Berat		Diameter ( cm )	Tinggi ( cm )	Luas Penampang ( cm <sup>2</sup> )	Umur ( hari )	Beban Maksimum ( KN )	Kekuatan Tarik ( N / mm <sup>2</sup> )	Target benda uji Silinder ( 28 hari )
				Sebelum Direndam (Kg)	Setelah Direndam ( kg )							
1	02 okt 2022	1,7 : 2,5 : 3,8	8,5	12.755	12.834	15	30	176,625	28	220	3,11	25
2	02 okt 2022	1,7 : 2,5 : 3,8	8,5	12.680	12.766	15	30	176,625	28	225	3,18	25
3	02 okt 2022	1,7 : 2,5 : 3,8	8,5	12.608	12.740	15	30	176,625	28	225	3,18	25
				<b>Jumlah</b>						<b>670</b>	<b>9,48</b>	
				<b>Rata - Rata</b>						<b>223</b>	<b>3,16</b>	

Diperiksa Oleh

Kepala Laboratorium Struktur dan Bahan

Ir. Eka Yuniarto, ST. MT

Makassar, Desember 2022

Diuji Oleh

Mahasiswa

Rina Aswanti



**LABORATORIUM BAHAN & STRUKTUR BETON**  
**JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS BOSOWA**

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

Tanggal : 1-2 Desember 2022  
Notasi Sampel : BG 10% SF 7,5%

**KUAT TEKAN BETON VARIASI ( SILINDER )**

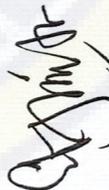
Nama : Rina Aswanti  
Pembimbing :  
1. Dr. Ir. H. Syahrul Sariman, MT  
2. Ir. Eka Yuniarto, ST. MT

No Benda Uji	Tanggal Pembuatan	Perbandingan Campuran Semen : Pasir : Bp	Slump ( cm )	Berat		Diameter ( cm )	Tinggi ( cm )	Luas Penampang ( cm <sup>2</sup> )	Umur ( hari )	Beban Maksimum ( KN )	Kekuatan Tekan ( N / mm <sup>2</sup> )	Target benda uji Silinder ( 28 hari )
				Sebelum Diredam (Kg)	Setelah Diredam (kg)							
1	02 okt 2022	1,7 : 2,5 : 3,8	8,5	12.150	12.230	15	30	176,625	28	475	26,89	25
2	02 okt 2022	1,7 : 2,5 : 3,8	8,5	12.385	12.452	15	30	176,625	28	485	27,46	25
3	02 okt 2022	1,7 : 2,5 : 3,8	8,5	12.377	12.442	15	30	176,625	28	440	24,91	25
				<b>Jumlah</b>						<b>1400</b>	<b>79,3</b>	
				<b>Rata - Rata</b>						<b>467</b>	<b>26,42</b>	

Makassar, Desember 2022

Diperiksa Oleh

Kepala Laboratorium Struktur dan Bahan

  
Ir. Eka Yuniarto, ST. MT

Diuji Oleh

Mahasiswa



Rina Aswanti



**LABORATORIUM BAHAN & STRUKTUR BETON**  
**JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS BOSOWA**

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

Tanggal : 1-2 Desember 2022  
Notasi Sampel : BG 10% SF 7,5%

**KUAT TARIK BETON VARIASI ( SILINDER )**

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

No Benda Uji	Tanggal Pembuatan	Perbandingan Campuran Semen : Pasir : Bp	Slump ( cm )	Berat		Diameter ( cm )	Tinggi ( cm )	Luas Penampang ( cm <sup>2</sup> )	Umur ( hari )	Beban Maksimum ( KN )	Kekuatan Tarik ( N / mm <sup>2</sup> )	Target benda uji Silinder ( 28 hari )
				Sebelum Diredam ( Kg )	Setelah Diredam ( kg )							
1	02 okt 2022	1,7 : 2,5 : 3,8	8,5	12.403	12.487	15	30	176,625	28	200	2,83	25
2	02 okt 2022	1,7 : 2,5 : 3,8	8,5	12.346	12.405	15	30	176,625	28	205	2,90	25
3	02 okt 2022	1,7 : 2,5 : 3,8	8,5	12.185	12.250	15	30	176,625	28	170	2,41	25
				Jumlah						575	8,14	
				Rata - Rata						192	2,71	

Makassar, Desember 2022

Diuji Oleh  
Mahasiswa

Rina Aswanti

Diperiksa Oleh

Kepala Laboratorium Struktur dan Bahan

Ir. Eka Yuniarto, ST. MT



**LABORATORIUM BAHAN & STRUKTUR BETON**  
**JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS BOSOWA**

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

Tanggal : 1-2 Desember 2022  
Notasi Sampel : BG 10% SF 15%

**KUAT TEKAN BETON VARIASI ( SILINDER )**

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

No Benda Uji	Tanggal Pembuatan	Perbandingan Campuran Semen : Pasir : Bp	Slump ( cm )	Berat		Diameter ( cm )	Tinggi ( cm )	Luas Penampang ( cm <sup>2</sup> )	Umur ( hari )	Beban Maksimum ( KN )	Kekuatan Tekan ( N / mm <sup>2</sup> )	Target benda uji Silinder ( 28 hari )	
				Sebelum Direndam ( Kg )	Setelah Direndam ( kg )								
1	02 okt 2022	1,7 : 2,5 : 3,8	8,5	12.170	12.260	15	30	176,625	28	480	27,18	25	
2	02 okt 2022	1,7 : 2,5 : 3,8	8,5	12.000	12.060	15	30	176,625	28	465	26,33	25	
3	02 okt 2022	1,7 : 2,5 : 3,8	8,5	12.245	12.310	15	30	176,625	28	450	25,48	25	
Jumlah											1395	79,0	
Rata - Rata											465	26,33	

Makassar, Desember 2022

Diuji Oleh

Mahasiswa

Rina Aswanti

Diperiksa Oleh

Kepala Laboratorium Struktur dan Bahan

Ir. Eka Yuniarto, ST. MT



**LABORATORIUM BAHAN & STRUKTUR BETON**  
**JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS BOSOWA**

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

Tanggal : 1-2 Desember 2022  
Notasi Sampel : BG 10% SF 15%

**KUAT TARIK BETON VARIASI ( SILINDER )**

Nama : Rina Aswanti

Pembimbing :

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

No Benda Uji	Tanggal Pembuatan	Perbandingan Campuran Semen : Pasir : Bp	Slump ( cm )	Berat		Diameter ( cm )	Tinggi ( cm )	Luas Penampang ( cm <sup>2</sup> )	Umur ( hari )	Beban Maksimum ( KN )	Kekuatan Tarik ( N / mm <sup>2</sup> )	Target benda uji Silinder ( 28 hari )	
				Sebelum Diredam (Kg)	Setelah Diredam ( kg )								
1	02 okt 2022	1,7 : 2,5 : 3,8	8,5	12.355	12.425	15	30	176,625	28	180	2,55	25	
2	02 okt 2022	1,7 : 2,5 : 3,8	8,5	12.175	12.254	15	30	176,625	28	190	2,69	25	
3	02 okt 2022	1,7 : 2,5 : 3,8	8,5	12.065	12.145	15	30	176,625	28	190	2,69	25	
<b>Jumlah</b>											<b>560</b>	<b>7,93</b>	
<b>Rata - Rata</b>											<b>187</b>	<b>2,64</b>	

Diperiksa Oleh

Kepala Laboratorium Struktur dan Bahan

Ir. Eka Yuniarto, ST. MT

Makassar, Desember 2022

Diuji Oleh

Mahasiswa

Rina Aswanti



**LABORATORIUM BAHAN & STRUKTUR BETON**  
**JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS BOSOWA**

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

Tanggal : 1-2 Desember 2022  
Notasi Sampel : BG 10% SF 22,5%

**KUAT TEKAN BETON VARIASI ( SILINDER )**

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

No Benda Uji	Tanggal Pembuatan	Perbandingan Campuran	Slump (cm)	Berat		Diameter (cm)	Tinggi (cm)	Luas Penampang (cm <sup>2</sup> )	Umur (hari)	Beban Maksimum (KN)	Kekuatan Tekan (N/mm <sup>2</sup> )	Target benda uji Silinder (28 hari)
				Sebelum Direndam (Kg)	Setelah Direndam (kg)							
1	02 okt 2022	Semen : Pasir : Bp 1,7 : 2,5 : 3,8	8,5	11.760	11.875	15	30	176,625	28	450	25,48	25
2	02 okt 2022	1,7 : 2,5 : 3,8	8,5	11.720	11.830	15	30	176,625	28	445	25,19	25
3	02 okt 2022	1,7 : 2,5 : 3,8	8,5	11.780	11.856	15	30	176,625	28	435	24,63	25
				Jumlah						1330	75,3	
				Rata - Rata						443	25,10	

Makassar, Desember 2022

Diperiksa Oleh  
Kepala Laboratorium Struktur dan Bahan

Ir. Eka Yuniarto, ST. MT

Diuji Oleh  
Mahasiswa

Rina Aswanti



**LABORATORIUM BAHAN & STRUKTUR BETON**  
**JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS BOSOWA**

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

Tanggal : 1-2 Desember 2022  
Notasi Sampel : BG 10% SF 22,5%

**KUAT TARIK BETON VARIASI ( SILINDER )**

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

No Benda Uji	Tanggal Pembuatan	Perbandingan Campuran	Slump ( cm )	Berat		Diameter ( cm )	Tinggi ( cm )	Luas Penampang ( cm <sup>2</sup> )	Umur ( hari )	Beban Maksimum ( KN )	Kekuatan Tarik ( N / mm <sup>2</sup> )	Target benda uji Silinder ( 28 hari )
				Sebelum Direndam (Kg)	Setelah Direndam ( kg )							
1	02 okt 2022	1,7 : 2,5 : 3,8	8,5	11.720	11.830	15	30	176,625	28	180	2,55	25
2	02 okt 2022	1,7 : 2,5 : 3,8	8,5	11.768	11.844	15	30	176,625	28	175	2,48	25
3	02 okt 2022	1,7 : 2,5 : 3,8	8,5	11.870	11.953	15	30	176,625	28	175	2,48	25
				Jumlah						530	7,50	
				Rata - Rata						177	2,50	

Makassar, Desember 2022

Diuji Oleh  
Mahasiswa

Rina Aswanti

Diperiksa Oleh

Kepala Laboratorium Struktur dan Bahan

Ir. Eka Yuniarto, ST. MT



**LABORATORIUM BAHAN & STRUKTUR BETON**  
**JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS BOSOWA**

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

Tanggal : 1-2 Desember 2022  
Notasi Sampel : BG 10% SF 30%

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

**KUAT TEKAN BETON VARIASI ( SILINDER )**

No Benda Uji	Tanggal Pembuatan	Perbandingan Campuran Semen : Pasir : Bp	Slump ( cm )	Berat		Diameter ( cm )	Tinggi ( cm )	Luas Penampang ( cm <sup>2</sup> )	Umur ( hari )	Beban Maksimum ( KN )	Kekuatan Tekan ( N / mm <sup>2</sup> )	Target benda uji Silinder ( 28 hari )		
				Sebelum Diredam ( Kg )	Setelah Diredam ( kg )									
1	02 okt 2022	1,7 : 2,5 : 3,8	8,5	11.680	11.740	15	30	176.625	28	450	25,48	25		
2	02 okt 2022	1,7 : 2,5 : 3,8	8,5	11.790	11.832	15	30	176.625	28	440	24,91	25		
3	02 okt 2022	1,7 : 2,5 : 3,8	8,5	11.680	11.740	15	30	176.625	28	435	24,63	25		
				Jumlah								1325	75,0	
				Rata - Rata								442	25,01	

Diperiksa Oleh

Kepala Laboratorium Struktur dan Bahan

Ir. Eka Yuniarto, ST. MT

Makassar, Desember 2022

Dituji Oleh

Mahasiswa

Rina Aswanti



**LABORATORIUM BAHAN & STRUKTUR BETON**  
**JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS BOSOWA**

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

Tanggal : 1-2 Desember 2022  
Notasi Sampel : BG 10% SF 30%

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

**KUAT TARIK BETON VARIASI ( SILINDER )**

No Benda Uji	Tanggal Pembuatan	Perbandingan Campuran Semen : Pasir : Bp	Slump ( cm )	Berat		Diameter ( cm )	Tinggi ( cm )	Luas Penampang ( cm <sup>2</sup> )	Umur ( hari )	Beban Maksimum ( KN )	Kekuatan Tarik ( N / mm <sup>2</sup> )	Target benda uji Silinder ( 28 hari )	
				Sebelum Direndam ( Kg )	Setelah Direndam ( kg )								
1	02 okt 2022	1,7 : 2,5 : 3,8	8,5	11.640	11.690	15	30	176,625	28	160	2,26	25	
2	02 okt 2022	1,7 : 2,5 : 3,8	8,5	11.730	11.761	15	30	176,625	28	175	2,48	25	
3	02 okt 2022	1,7 : 2,5 : 3,8	8,5	11.740	11.785	15	30	176,625	28	175	2,48	25	
Jumlah											510	7,22	
Rata - Rata											170	2,41	

Makassar, Desember 2022

Diuji Oleh  
Mahasiswa

Rina Aswanti

Diperiksa Oleh

Kepala Laboratorium Struktur dan Bahan

Ir. Eka Yuniarto, ST. MT