

## **TUGAS AKHIR**

# **ANALISIS KUAT TEKAN BETON MENGGUNAKAN IRON SLAG SEBAGAI AGREGAT HALUS DENGAN BAHAN TAMBAH ZAT ADDITIVE SUPERPLASTICIZER**

Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan

Mencapai Gelar S-1



Disusun Oleh :

**LA ODE ALHABNAS ZUMAR**

**45 12 041 008**

**JURUSAN SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR**

**2018**



UNIVERSITAS  
**BOSOWA**

**FAKULTAS TEKNIK**  
Jalan Urip Sumihardjo Km. 4 Gd. 2 Lt. 7  
Makassar – Sulawesi Selatan 90231  
Telp. 0411 452901- 452789 ext. 116  
Fax. 0411 424568  
<http://www.universitasbosowa.ac.id>

**DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

## LEMBAR PENGAJUAN UJIAN AKHIR

Tugas Akhir :

**"ANALISIS KUAT TEKAN BETON MENGGUNAKAN IRON SLAG SEBAGAI AGREGAT HALUS  
DENGAN BAHAN TAMBAH ZAT ADDITIVE SUPERPLASTICIZER"**

Disusun dan diajukan oleh :

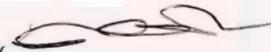
Nama Mahasiswa : **LA ODE ALHABNAS ZUMAR**

No. Stambuk : **45 12 041 008**

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

**Telah Disetujui Komisi Pembimbing**

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

()  
.....)

Pembimbing II : Hijriah, ST. MT.

()  
.....)

Mengetahui :



Dekan Fakultas Teknik

**Dr. Ridwan, ST., M.Si**  
NIDN : 09 101271 01

Ketua Program Studi Teknik Sipil

()  
**Nurhadijah Yuniarti, ST.MT**  
NIDN : 09 160682 01

**DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

**HALAMAN PENGESAHAN**

Berdasarkan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar, No 987/JS-FT/UNIBOS/VIII/2019 tanggal 22 bulan Agustus Tahun Dua Ribu Sembilan Belas, perihal Pembentukan Panitia dan Tim Penguji Tugas Akhir, maka :

Pada hari / tanggal : Selasa, 1 Oktober 2019

Nama : **LA ODE ALHABNAS ZUMAR**

No. Stambuk : **45 12 041 008**

Program Studi : **TEKNIK SIPIL**

Judul : **" ANALISIS KUAT TEKAN BETON  
MENGUNAKAN IRON SLAG SEBAGAI AGREGAT HALUS  
DENGAN BAHAN TAMBAH ZAT ADDITIVE SUPERPLASTICIZER "**

Dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Sarjana Fakultas Teknik Universitas Bosowa setelah dipertahankan di depan tim penguji Sarjana Strata satu (S1), untuk memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Sipil Fakultas Teknik dengan susunan sebagai berikut :

**Panitia Ujian Tugas Akhir**

Ketua : Ir. H. Syahrul Sariman, MT.

Sekretaris : Hijriah, ST, MT

Anggota :

1. Eka Yuniarto, ST, MT

2. Arman Setiawan, ST, MT

(.....)

(.....)

(.....)

(.....)

Mengetahui :

Dekan Fakultas Teknik



**Dr. Ridwan, ST., M.Si**  
NIDN : 09 101271 01

Ketua Program Studi Jurusan Sipil



**Nurhadijah Yunianti, ST. MT**  
NIDN : 09 1606 8201

## PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT. karena atas segala berkah dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul **“ANALISIS KUAT TEKAN BETON MENGGUNAKAN IRON SLAG SEBAGAI AGREGAT HALUS DENGAN BAHAN TAMBAH ZAT ADDITIVE SUPERPLASTICIZER”**.

Tugas akhir ini disusun berdasarkan hasil penelitian dan pengujian yang dilakukan di laboratorium Struktur dan Bahan Universitas Bosowa. Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk meraih gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa.

Dalam penulisan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan – bantuan pihak lain dalam memberi bantuan dan bimbingan, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penyusunan tugas akhir. Untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada :

1. Kedua orang tua, kakak – kakak serta adik yang telah memberikan dukungan moral dan materi yang tidak terhitung jumlahnya, sehingga tugas akhir ini dapat rampung seperti saat ini.
2. Bapak Ir. H. Syahrul Sariman, MT sebagai pembimbing I, dan Ibu Hijriah, ST.MT sebagai pembimbing II yang sudah meluangkan waktunya untuk membimbing dan mengarahkan saya sehingga terselesainya penyusunan tugas akhir ini.

3. Ibu Hijriah, ST.MT. selaku penasihat akademik penulis
4. Ibu Nur Hadijah Yunianti, ST.MT. sebagai Ketua Jurusan Sipil beserta staf dan dosen pada Fakultas Teknik jurusan sipil Universitas Bosowa.
5. Bapak Ir. Eka Yuniarto, MT. selaku kepala Laboratorium Struktur dan Bahan Universitas Bosowa.
6. Ibu Marlina Alwi, ST selaku instruktur laboratorium Struktur dan Bahan Jalan Universitas Bosowa yang sudah meluangkan waktunya untuk membimbing dan mengarahkan selama penelitian di laboratorium...
7. Teman terbaik Aisah, Amd. Keb. dan teman – teman angkatan 2012 serta sahabat – sahabat Asrama Muna - Makassar yang telah banyak memberi dorongan semangat hingga terselesainya tugas akhir ini.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa pada penulisan tugas akhir ini masih banyak terdapat kekurangan dan kesalahan, oleh sebab itu penulis mohon maaf dan mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak.

Akhirnya, semoga penulisan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun rekan-rekan mahasiswa lainnya dimasa yang akan datang dan semoga segala bantuan dari semua pihak bernilai ibadah disisi Allah SWT. Aamiin.

Makassar, 08 Oktober 2019



La Ode Alhabnas Zumar

## PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : **LA ODE ALHABNAS ZUMAR**  
Nomor Stambuk : **45 12 041 008**  
Judul Tugas Akhir : **ANALISIS KUAT TEKAN BETON  
MENGUNAKAN IRON SLAG SEBAGAI  
AGREGAT HALUS DENGAN BAHAN  
TAMBAH ZAT ADDITIVE  
SUPERPLASTICIZER.**

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa penulisan Skripsi ini berdasarkan hasil penelitian, pemikiran, dan pemaparan asli dari saya sendiri, baik untuk naskah laporan maupun kegiatan Programming yang tercantum sebagai bagian dari Skripsi ini. Jika terdapat karya orang lain, saya akan mencantumkan sumber yang jelas.

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini dan sanksi lain sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Bosowa.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa paksaan dari pihak manapun.

Makassar, 27 Juli 2020

Yang membuat pernyataan



**LA ODE ALHABNAS ZUMAR**  
**NIM. 45 12 041 008**

## ABSTRAK

### **ANALISIS KUAT TEKAN BETON MENGGUNAKAN IRON SLAG SEBAGAI AGREGAT HALUS DENGAN BAHAN TAMBAH ZAT ADDITIVE SUPERPLASTICIZER**

La Ode Alhabnas Zumar<sup>1)</sup>, Syahrul Sariman<sup>2)</sup>, Hijriah<sup>3)</sup>

#### Abstrak

Beton merupakan batuan yang dibuat dari campuran semen, air dan agregat, baik agregat halus (pasir) maupun agregat kasar (kerikil). Selain itu, terkadang dalam campuran beton juga diberi bahan tambah yang sangat bervariasi mulai dari bahan kimia tambahan, serat sampai bahan buangan non kimia pada perbandingan tertentu. Campuran tersebut apabila dituang ke dalam cetakan kemudian dibiarkan akan mengeras seperti batuan.

Pengerasan tersebut terjadi karena peristiwa reaksi kimia antara air dan semen sebagai perekat dengan agregat sebagai bahan pengisi, sehingga butiran-butiran agregat saling terikat dengan kuat dan terbentuklah masa yang kuat. Dari pengujian yang telah dilakukan pada silinder beton umur 28 hari, dengan menggunakan bahan tambah (iron slag) adalah Limbah industri dan teknologi merupakan masalah lingkungan sehingga dilakukan pengolahan yang mengurangi dampak pencemaran lingkungan.

PT. Barawaja adalah perusahaan industri yang memproduksi besi dan gas industri dimana perlu penanganan lebih serius terhadap limbah slag yang dihasilkan untuk ditangani dan dimanfaatkan dengan benar. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui sifat-sifat teknis campuran beton yang dibuat dari limbah slag industri baja dengan bahan tambah superplasticizer 1% meliputi kuat tekan, porositas dan laju perindian, mencari solusi untuk pengelolaan lingkungan yang ramah lingkungan serta kelayakan ekonomi pemanfaatan limbah slag sebagai campuran beton. Iron slag sebagai agregat halus campuran beton dengan komposisi 25%, 50%, 75% dan 100% pada campuran beton.

Maka penggunaan iron slag 25% dari agregat halus yang dibutuhkan, merupakan persentase yang optimum untuk tinjauan kuat tekan beton dengan nilai kenaikan sebesar 4,75% terhadap beton normal 20 Mpa. Sedangkan penggunaan iron slag 100% merupakan persentase minimum untuk tinjauan kuat tekan dengan nilai penurunan sebesar 57,55% dari beton normal 20Mpa.

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>LEMBAR PENGAJUAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	iii
<b>PRAKATA</b> .....	iv
<b>PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR</b> .....	vi
<b>ABSTRAK</b> .....	vii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	viii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiii
<b>DAFTAR NOTASI</b> .....	xv
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xvii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	I - 1
1.2 Rumusan Masalah.....	I - 3
1.3 Tujuan dan Manfaat.....	I - 4
1.4 Pokok Bahasan dan Batasan Masalah.....	I - 4

1.5 Sistematika Penulisan .....	I - 5
---------------------------------	-------

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

2.1 Beton .....	II - 6
2.1.1 Jenis – Jenis Beton .....	II - 9
2.1.2 Kelebihan dan Kekurangan Beton .....	II - 10
2.2 Limbah Padat ( Slag ) .....	II - 11
2.3 Admixture Kimia (Bahan Tambahan Kimia).....	II - 14
2.4 Mix Design .....	II - 19
2.5 Pengujian Kuat Tekan Beton .....	II - 20
2.6 Semen Portland ( PC ) .....	II - 22
2.6.1 Sifat Kimia Semen .....	II - 22
2.6.2 Sifat Fisik Semen Kehalusan Butir .....	II - 22
2.7 Agregat.....	II - 23
2.7.1 Berat Jenis Agregat .....	II - 24
2.7.2 Gradasi Agregat .....	II - 25
2.7.3 Kadar Air Agregat .....	II - 26
2.8 Nilai Slump .....	II - 29
2.9 Penelitian Terdahulu.....	II - 29

## **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

3.1 Bagan Alir Penelitian .....	III - 35
3.2 Waktu Dan Lokasi Penelitian.....	III -36
3.3 Prosedur Penelitian .....	III - 36

3.4 Variabel Penelitian.....	III - 38
3.5 Notasi Dan Jumlah Sampel .....	III - 39
3.6 Perencanaan Campuran ( Mix Design) .....	III – 39

## **BAB VI HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1 Hasil Pengujian.....	IV–49
4.1.1 Karakteristik Material.....	IV–49
4.1.2 Campuran Beton Normal.....	IV–52
4.1.3 Pengujian Kuat Tekan Beton Normal.....	IV–55
4.1.4 Campuran Beton Variasi Iron Slag dan Superplasticizer.....	IV–57
4.1.5. Pengujian Kuat Tekan.....	IV – 57
4.2 Pembahasan.....	IV – 58
4.2.1. Pengaruh Iron Slag dan Superplasticizer Terhadap Kuat Tekan Beton.....	IV–58
4.2.2. Perbandingan Kuat Tekan Beton Normal Dengan Kuat Tekan Variasi Optimum.....	IV – 60
4.2.3. Perbandingan Kuat Tekan Beton Normal Dengan Kuat Tekan Variasi Minimum.....	IV –61
4.2.4. Perbandingan Kuat Tekan Beton Normal Dengan Kuat Tekan Variasi Optimum dan Minimum.....	IV – 62

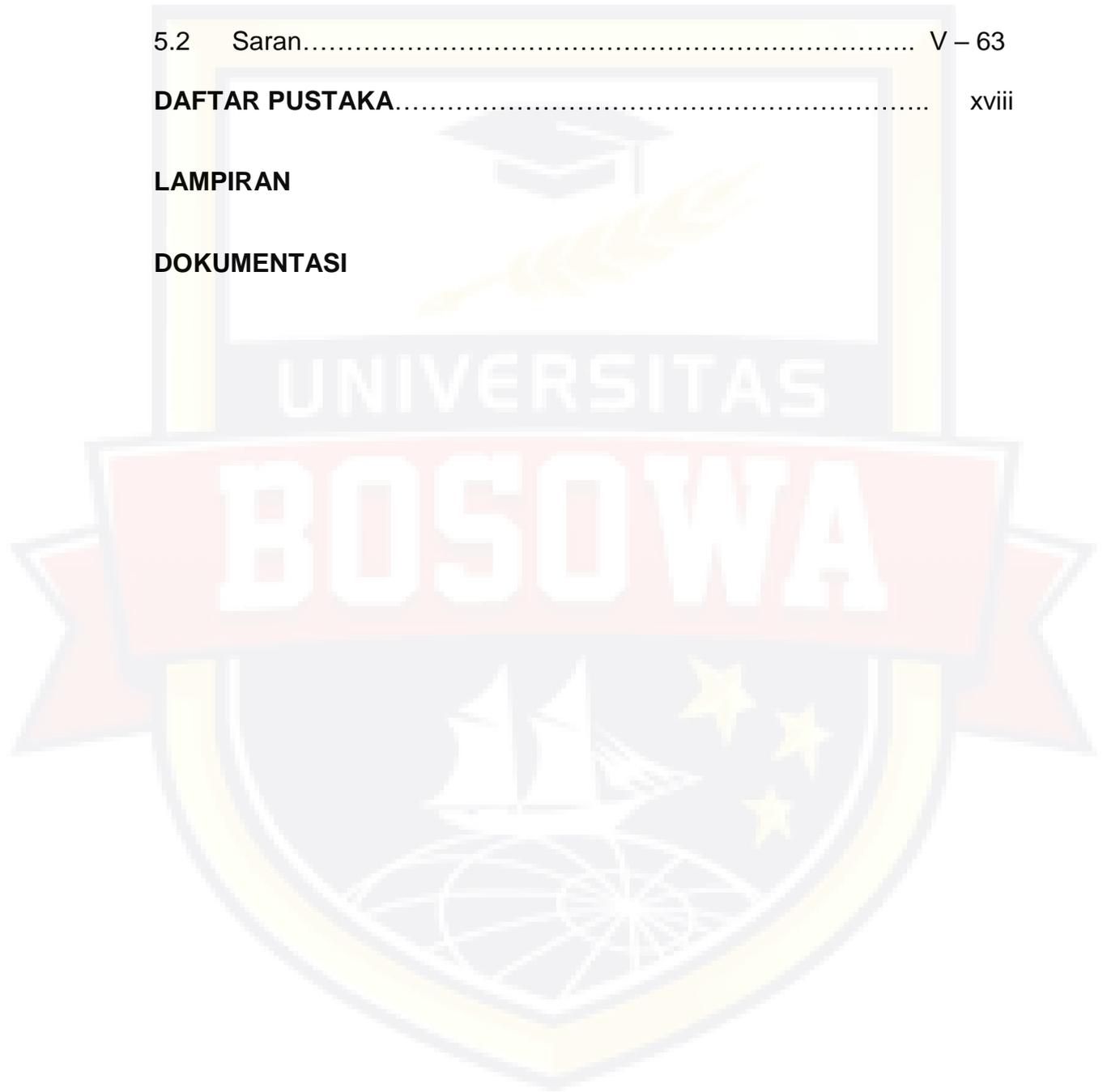
**BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1 Kesimpulan..... V – 63  
5.2 Saran..... V – 63

**DAFTAR PUSTAKA..... xviii**

**LAMPIRAN**

**DOKUMENTASI**



## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Grafik 3.1 Hubungan faktor air-semen dan kuat tekan rata-rata .....	III-9
Grafik 4.1. Analisa saringan agregat halus (Pasir) .....	IV-2
Grafik 4.2. Analisa saringan agregat kasar (batu pecah 1-2) .....	IV-3
Grafik 4.3. Kuat tekan beton variasi rata-rata .....	IV-10
Grafik 4.4. Perbandingan kuat tekan beton normal dengan kuat tekan variasi optimum .....	IV-11
Grafik 4.5. Perbandingan kuat tekan beton normal dengan kuat tekan variasi minimum. ....	IV-12
Grafik 4.6. Perbandingan Kuat Tekan Beton Normal Dengan Kuat Tekan Variasi Optimum dan Minimum .....	IV-13

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Komposisi kimia dari limbah padat (slag).....	II-7
Tabel 2.2 Penetapan nilai slump adukan beton .....	II-23
Tabel 3.1 Pemeriksaan Agregat Halus .....	III-3
Tabel 3.2 Pemeriksaan Agregat Kasar .....	III-3
Tabel 3.3 Notasi dan jumlah sampel.....	III-5
Tabel 3.4 Faktor perkalian deviasi standar .....	III-6
Tabel 3.5 Nilai Margin .....	III-7
Tabel 3.6 kekuatan tekan rata-rata. ....	III-7
Tabel 3.7 Hubungan tipe semen dengan kuat tekan.....	III-8
Tabel 3.8 Tipe Agregat Dan Perkiraan Kadar Air Bebas.....	III-8
Tabel 4.1. Hasil Pemeriksaan Karakteristik Agregat Halus (Pasir) ..	IV-1
Tabel 4.2. Hasil Pemeriksaan Karakteristik Agregat Kasar (Bp 1-2 dan 2-3).....	IV-2
Tabel 4.3. Data hasil perhitungan mix design beton normal 20 Mpa. .....	IV-4
Tabel 4.4 Data perhitungan mix design. ....	IV-5

Tabel 4.5 Hasil pengujian kuat tekan beton normal. .... IV-6

Tabel 4.6 Komposisi campuran beton variasi. .... IV-8

Tabel 4.7 Kekuatan tekan beton variasi..... IV-9



## DAFTAR NOTASI

IR	Iron Slag
BN	Beton Normal
DOE	Development of Environmen
ASTM	American Society for Testing and Material
ACI	American Conceat Institue
SNI	Standar Nasional Indonesia
F'c	Kekuatan Tekan Beton yang disaratkan ( Mpa )
C	Jarak dari serat tekan keluar kegaris netral
P	Beban tekan maksimum ( N )
A	Luas penampang tertekan ( mm )
FAS	Faktor Air Semen
Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	Besi sendiri biasanya didapat dalam bentuk magnetic
BaSO <sub>4</sub>	Serbuk besi
A tamb	Air tambah dari agregat ( liter )
K	Kadar air di lapangan
Kjkm	Kadar air jenuh kering muka ( % )
Wag	Berat agregat ( kg )
Σbm	kuat tekan rata-rata (mean strength)
Σbk	kekuatan tekan yang dipersyaratkan
S	Standar deviasi
K	koefisien cacat
f' cr	kuat tekan rata-rata

M	Nilai tambah
A.h	Kebutuhan air berdasarkan jenis agregat halus
A.k	Kebutuhan air berdasarkan jenis agregat kasar
a%	Persentase penggabungan agregat halus
B%	Persentase penggabungan agregat kasar
D	Berat volume beton basah ( $\text{kg/m}^3$ )
Ws	Kadar semen ( $\text{kg/m}^3$ ) beton
Wa	Kadar air bebas ( $\text{kg/m}^3$ ) beton
BK	Berat kering mutlak (oven)
BL	Berat lapangan (sesuai kondisi agregat)
W%	kadar air agregat (sesuai kondisi agregat)
R%	Resapan agregat (terhadap berat kering)
Pmaks	Beban tekan maksimum (N)
A	Luas permukaan benda uji tertekan ( $\text{mm}^2$ )
fck	kuat tekan karakteristik beton
fcm	kuat tekan rata-rata beton
n	Nilai jumlah pengujian
S	standar deviasi
fci	Nilai hasil uji

## DAFTAR LAMPIRAN

### A. PENGUJIAN KARAKTERISTIK AGREGAT HALUS

- A.1 Analisa Saringan Agregat Halus
- A.2 Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus
- A.3 Kadar Lumpur Agregat Halus
- A.4 Kadar Air Agregat Halus
- A.5 Berat Isi / Berat Volume Agregat Halus
- A.6 Rekapitulasi Hasil Pengamatan

### B. PENGUJIAN KARAKTERISTIK AGREGAT KASAR

- B.1 Analisa Saringan Agregat Kasar
- B.2 Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar
- B.3 Kadar Lumpur Agregat Kasar
- B.4 Kadar Air Agregat Kasar
- B.5 Berat Isi / Berat Volume Agregat Kasar
- B.6 Rekapitulasi Hasil Pengamatan

### C. PERHITUNGAN COMBINED GRADING

### D. PERHITUNGAN MIX DESIGN

- D.1 Rancang Campuran Beton Normal 20 MPa
- D.2 Rancang Campuran Beton Variasi

### E. PENGUJIAN KUAT TEKAN

- E.1 Kuat Tekan Beton Normal
- E.2 Kuat Tekan Beton Variasi

### F. DOKUMENTASI

# **BAB I PENDAHULUAN**

## **1.1. Latar Belakang**

Beton merupakan suatu material yang secara umum menjadi kebutuhan masyarakat terhadap fasilitas infrastruktur konstruksi yang semakin meningkat seiring dengan perkembangan zaman, maka dari itu pemilihan beton sebagai bahan baku utama konstruksi bangunan sangatlah penting. Beberapa hal yang perlu ditinjau dalam pembuatan beton adalah harganya relatif murah, mudah didapat, memiliki kuat tekan tinggi serta mempunyai sifat tahan terhadap factor kondisi lingkungan. Pada era teknologi sekarang ini.

Beton adalah bahan bangunan yang tersusun oleh agregat (pasir + batu), semen dan air serta bisa ditambah bahan lain additive atau admixture untuk menghasilkan sifat khusus yang diinginkan. Untuk menghasilkan beton yang baik maka ada beberapa faktor yang harus diperhatikan yaitu Material, Proporsi campuran, Pengerjaan/ pembuatan beton.

Dari ketiga faktor tersebut material merupakan sumber daya alam yang lama kelamaan akan habis dan tidak dapat diperbaharui, permasalahan inilah yang akan dicarikan alternatif penggantinya. Alternatif pengganti material digunakan slag ( limbah padat).

Slag merupakan hasil residu pembakaran tanur tinggi, yang dihasilkan berupa iron slag ternyata masih kurang dimanfaatkan dengan

baik sehingga mengakibatkan masalah bagi lingkungan. Seiring dengan semangat pelestarian lingkungan, maka perusahaan penghasil limbah slag mencari solusi pemanfaatan limbah slag tersebut.

Indonesia merupakan negara berkembang yang memiliki banyak prospek industri yang cukup maju, salah satunya adalah PT.Barawaja Makassar yang bergerak di bidang produksi baja. Limbah pabrik yang dihasilkan oleh industri peleburan baja salah satunya berupa limbah slag yang secara fisik menyerupai agregat halus. Padahal Slag yang dihasilkan oleh pabrik baja tersebut bisa diteliti pemanfaatannya jika digunakan agregat halus atau agregat kasar dalam bahan konstruksi dan campuran perkerasan aspal dan beton.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui berapa besar kuat tekan beton yang dicapai beton, jika agregat halus pada campuran beton tersebut disubstitusikan dengan iron slag ( terak besi).

Superplasticizer merupakan bahan tambah (*admixture*). Bahan tambah, *additive* atau *admixture* adalah bahan selain semen, agregat dan air ditambahkan pada adukan beton, sebelum atau selama pengadukan beton untuk mengubah sifat beton sesuai dengan keinginan perencana tersebut. Penambahan zat *additive* atau *admixture* tersebut kedalam campuran beton ternyata telah terbukti meningkatkan kinerja beton hampir semua aspeknya, yaitu kekuatan,, kemudahan pengerjaan, keawetan dan kinerja-kinerja lainnya dalam memenuhi tuntutan teknologi konstruksi modern.

Dengan dasar uraian tersebut diatas, menjadi latar belakang untuk mengadakan penelitian di laboratorium dan menuliskannya kedalam bentuk tugas akhir yang berjudul :

**“ ANALISIS KUAT TEKAN BETON MENGGUNAKAN IRON SLAG SEBAGAI AGREGAT HALUS DENGAN BAHAN TAMBAH ZAT ADDITIVE SUPERPLASTICIZER ”**

### **1.2. Rumusan Masalah**

Penggunaan iron slag pada penelitan ini dianggap perlu sebagai penambah agregat halus dikarenakan memiliki kandungan senyawa yang akan dipakai, dan akan berdampak pada kekuatan tekan beton. Dengan pertimbangan tersebut dapat diambil rumusan masalah sebagai berikut :

1. Berapakah kuat tekan beton optimum setelah iron slag digunakan sebagai substitusi dari agregat halus dengan penambahan zat additive superplasticizer ?
2. Berapakah persentase optimal dari penggunaan iron slag sebagai pengganti agregat halus pada beton dengan penambahan zat additive superplasticizer ?
3. Bagaimanakah pengaruh kuat tekan beton setelah iron slag digunakan sebagai substitusi dari agregat halus dengan penambahan zat additive superplasticizer ?

### 1.3. Tujuan dan Manfaat

#### Tujuan

1. Untuk mengetahui kuat tekan beton optimum setelah iron slag digunakan sebagai substitusi dari agregat halus dengan penambahan zat additive superplasticizer.
2. Untuk mengetahui persentase optimal dari penggunaan iron slag sebagai pengganti agregat halus pada beton dengan penambahan zat additive superplasticizer.
3. Untuk mengetahui pengaruh kuat tekan beton setelah iron slag digunakan sebagai substitusi dari agregat halus dengan penambahan zat additive superplasticizer.

#### Manfaat

1. Mereduksi limbah baja untuk kelestarian lingkungan
2. Mengetahui penggunaan iron slag sebagai bahan campuran beton mutu tinggi.

### 1.4. Pokok Bahasan dan Batasan Masalah

#### Pokok Bahasan

Untuk dapat mencapai tujuan, terdapat beberapa ruang lingkup penelitian yang menjadi batasan dalam penelitian ini, antara lain:

1. Pembuatan beton menggunakan pasir dan iron slag sebagai agregat halus dilaksanakan di Laboratorium Sipil Universitas Bosowa.

2. Agregat kasar yang digunakan adalah agregat berukuran 5-10 mm dan 10-15 mm.
3. Kuat tekan beton normal rencana  $f_c$  20 MPa.
4. Perhitungan campuran beton (Mix design) cara SNI 2013.

#### **Batasan masalah**

Penulisan skripsi ini dibatasi pada hal-hal sebagai berikut :

1. Pasir yang di gunakan adalah pasir sungai .
2. Iron slag yang di gunakan adalah slag baja .
3. Zat additive yang digunakan adalah superplasticizer .
5. Mix design beton normal menggunakan metode DOE (Development of Environmen) berdasarkan SNI 2847 – 2013.
6. Mix design hanya dilakukan pada perancangan beton normal.
7. Persentase iron slage yaitu 25%, 50%, 75% dan 100% terhadap agregat halus.
8. Penelitian ini di lakukan berdasarkan peneitian – penelitian yang sudah pernah di lakukan sebelumnya.

#### **1.5. Sistematika Penulisan**

Secara garis besar sistematika penulisan dapat disajikan sebagai berikut :

#### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini menguraikan latar belakang penulisan, maksud dan tujuan penulisan, dan batasan masalah, gambar umum penulisan serta sistematika penulisan.

## BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini membahas tentang dasar-dasar teori mengenai karakteristik bahan-bahan campuran beton, sebagai acuan dalam penyusunan tugas akhir.

## BAB III METODELOGI PENELITIAN

Bab ini berisi lokasi penelitian, material yang di gunakan, langkah-langkah penelitian, pengetesan material bahan campuran beton, pengujian kuat tekan beton dan pengolahan data.

## BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini berisi tentang pengolahan data dan pembahasan berupa hasil pengujian kuat tekan beton.

## BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran dari penelitian yang telah dilakukan.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Beton**

Beton adalah suatu campuran semen, pasir, dan kerikil yang ditambahkan air secukupnya untuk membentuk aksi kimia semen dengan sempurna dan mampu dituang menjadi bentuk permukaan luar yang halus setelah kering. Karena kualitas kekuatan dan tahan api serta mudahnya dicampur dan dicetak menjadi bentuk yang diinginkan harus dimiliki oleh beton, dalam setengah abad yang silam beton telah menjadi salah satu bahan struktur yang sangat penting. Di samping itu, bahan tambahan yang dapat dijumpai dengan mudah di segala tempat pada permukaan bumi dalam jumlah yang sangat besar dan dengan biaya rendah.(Alfred Jensen, 1991).

Sifat beton yang meliputi : mudah diaduk, disalurkan, dicor, dipadatkan dan diselesaikan, tanpa menimbulkan pemisahan bahan susunan pada adukan dan mutu beton yang disyaratkan oleh konstruksi tetap dipenuhi.(Daryanto, 1994) Keunggulan lain yang dimiliki beton dibandingkan dengan material lainnya adalah mempunyai kuat tekan dan stabilitas volume yang baik dan biaya perawatannya relatif lebih murah. Selain itu, material beton lebih tahan terhadap pengaruh lingkungan, tidak mudah terbakar, dan lebih tahan terhadap suhu tinggi, sehingga banyak digunakan sebagai pelindung struktur baja terhadap pengaruh kebakaran pada bangunan gedung.(Syarif Hidayat, 2009).

Sesuai perkembangan teknologi beton yang demikian pesat, menurut Supartono (1998) ternyata kriteria beton tinggi juga berubah sesuai dengan perkembangan jaman, beton dikatakan mutu tinggi jika kekuatan tekannya di atas 50 Mpa dan di atas 80 Mpa adalah beton mutu sangat tinggi.

Nilai kuat tekan beton relatif tinggi dibandingkan dengan kuat tariknya, dan beton merupakan bahan bersifat getas. Nilai kuat tariknya hanya berkisar 9% - 15% saja dari kuat tekannya. Pada penggunaan sebagai komponen struktural bangunan, umumnya beton diperkuat dengan batang tulangan baja sebagai bahan yang dapat bekerja sama dan mampu membantu kelemahannya, terutama pada bagian yang menahan gaya tarik. Dengan demikian tersusun pembagian tugas, dimana batang tulangan baja bertugas memperkuat dan menahan gaya tarik, sedangkan beton hanya diperhitungkan untuk menahan gaya tekan. komponen struktur beton bertulangan baja atau lazim disebut beton bertulang saja (Istimawan Dipohusodo, 1996) Menurut pedoman beton 1989, Draft Konsensus (SKBI.1.4.53, 1989: 4-5) beton normal didefinisikan sebagai campuran semen atau sembarang semen hidrolis yang lain, agregat halus dan kasar, dan air.

Kuat tekan beton umur 28 hari berkisar antara nilai 10-65 MPa. Untuk struktur beton bertulang pada umumnya menggunakan beton dengan kuat tekan antara 17-30 MPa. Sedangkan untuk beton prategang digunakan beton dengan kuat tekan lebih tinggi, berkisar antara 30-45

MPa. Untuk keadaan dan keperluan khusus, beton mampu mencapai kuat tekan 62 MPa dan untuk memproduksi beton kuat tekan tinggi tersebut umumnya dilaksanakan dengan pengawasan ketat laboratorium (Dipohusodo, 1999).

### **2.1.1. Jenis – jenis beton**

Ada beberapa macam jenis beton dilihat dari bahan penyusunnya seperti berikut ini :

1. **Beton ringan**

Beton ringan adalah beton yang dibuat dengan beban mati dan kemampuan penghantaran panas yang lebih kecil dengan berat jenis kurang dari 1800 kg/m<sup>3</sup>.

2. **Beton Massa**

Beton massa adalah beton yang dituang dalam volume besar, yaitu perbandingan antara volume dan luas permukaannya besar. Biasanya beton massa dimensinya lebih dari 60 cm.

3. **Beton Serat (Fibre Concrete)** adalah bagian komposit yang terdiri dari beton biasa dan bahan lain yang berupa serat. Serat dalam beton ini berfungsi mencegah retak sehingga menjadikan beton lebih daktail dari pada beton biasa.

4. **Beton Non Pasir (No-Fines Concrete)** adalah bentuk sederhana dari jenis beton ringan yang diperoleh dengan cara menghilangkan bagian halus agregat pada pembuatan beton. Tidak adanya agregat halus dalam campuran menghasilkan suatu sistem berupa

keseragaman rongga yang terdistribusi di dalam massa beton serta berkurangnya berat jebis beton.

5. Beton Siklop

Beton Siklop adalah beton normal / beton biasa yang menggunakan ukuran agregat yang relatif besar. Ukuran agregat kasar dapat mencapai 20 cm, namun proporsi agregat yang lebih besar ini sebaiknya tidak lebih dari 20 % agregat seluruhnya.

6. Beton Hampa

Beton Hampa adalah beton yang setelah diaduk, dituang, dan dipadatkan sebagaimana beton biasa, air sisa reaksi disedot dengan cara khusus yang disebut cara vacuum. Air yang tertinggal hanya air yang dipakai untuk reaksi dengan semen sehingga beton yang diperoleh sangat kuat.

7. Beton Mortar

Beton Mortar adalah adukan yang terdiri dari pasir, bahan perekat, dan air. Mortar dapat dibedakan menjadi tiga macam, yaitu: mortar lumpur, mortar kapur, dan mortar semen.

### 2.1.2. Kelebihan dan Kekurangan Beton

Adukan beton yang sudah mengeras maupun dalam tahap mengeras memiliki kuat tekan beton. Kuat tekan beton sendiri akan bertambah secara linier setelah mencapai umur 28 hari akan mengalami kenaikan secara konstan walaupun kecil. Selain itu beton juga memiliki kelebihan dan kekurangan, berikut ini beberapa diantaranya.

1. kelebihan beton :
  - a. Dapat dibentuk sesuai keinginan
  - b. Mampu memikul beban tekan yang berat
  - c. Tahan terhadap temperatur tinggi
  - d. Biaya pemeliharaan rendah / kecil
2. kekurangan beton
  - a. Bentuk yang sudah dibuat sulit untuk diubah
  - b. Belaksanaa pekerjaan memerlukan ketelitian yang tinggi
  - c. Berat
  - e. Membutuhkan cetakan sebagai alat pembentuk
  - f. Setelah dicampur beton segera mengeras.

## **2.2. Limbah Padat ( slag)**

Menurut Paul. N, Antoni (2007) Slag merupakan bahan sisa dari pengecoran besi, dimana prosesnya memakai dapur (furnance) yang bahan bakarnya dari udara yang ditiupkan (blast). Pada peleburan Baja, biji besi atau besi bekas dicairkan dengan II-3 kombinasi batu gamping, delomite atau kapur, pembuatan baja dimulai dari dengan menghilangkan ion pengotor baja, diantaranya alumonium, silicon dan phosphor. Untuk menghilangkan ion pengotor tersebut, diperlukan kalsium yang terdapat pada batu kapur. Campuran kalsium, alumonium, silicon dan phosphor membentuk (slag) yang bereaksi pada temperature 1600° C dan membentuk cairan, bila cairan ini didinginkan maka akan terjadi kristal,

dapat digunakan sebagai campuran semen dan dapat juga sebagai pengganti agregat.

ASTM (1995,494) Slag adalah Produk Non-metal yang merupakan material berbentuk halus sampai balok – balok besar, dari hasil pembakaran yang didinginkan. Menurut Lewis (1982) Keuntungan penggunaan limbah padat (slag) dalam campuran beton adalah sebagai berikut :

1. Mempertinggi kekuatan tekan beton karena kecenderungan melambatnya kenaikan kekuatan tekan
2. Menaikkan ratio antara kelenturan dan kuat tekan beton
3. Mengurangi variasi kekuatan tekan beton
4. Mengurangi panas hidrasi dan menurunkan suhu.

Menurut Cain (1994:505) Faktor-faktor untuk menentukan sifat penyemenan (cementious) dalam slag adalah komposisi kimia, konsentrasi alkali dan reaksi terhadap sistem, kandungan kaca dalam slag, kehalusan dan temperatur yang ditimbulkan selama proses hidrasi berlangsung. Karakteristik dari limbah padat

( slag) yaitu :

#### **1. Karakteristik Fisik**

Limbah padat (slag) mempunyai butiran partikel berpori pada permukaannya. Limbah padat ( slag) merupakan material dengan gradasi yang baik, dengan variasi ukuran partikel yang berbeda-beda. Ukuran gradasi limbah padat ( slag) lebih mendekati ukuran agregat halus (pasir) .

## 2. Karakteristik Kimia

Komposisi kimia limbah padat (slag) pada PT. Barawaja, Makassar dari hasil analisis pengujian Laboratorium dapat disesuaikan pada table dibawah ini.

Tabel 2.1. Komposisi kimia dari limbah padat (slag)

NO	Parameter	Satuan	Hasil Analisis	Metode Uji
I	LOGAM BERAT			
1	Arsen (As)	mg/ kg	< 0.188	destruksi SM.3114 B
2	Barium (Ba)	mg/ kg	< 3.931	destruksi SM.3111 D
3	Boron (B)	mg/ kg	< 1.965	destruksi SM.4500-BC
4	Cadmium (Cd)	mg/ kg	< 0.118	destruksi SM.3111 B
5	Chromium (Cr)	mg/ kg	49.25	destruksi SM.3111 B
6	Copper (Cu)	mg/ kg	48.42	destruksi SM.3111 B
7	Lead (Pb)	mg/ kg	< 1.179	destruksi SM.3111 B
8	Mercury (Hg)	mg/ kg	< 0.393	destruksi SM.3112 B
9	Selenium (Se)	mg/ kg	< 0.118	destruksi SM.3114 B
10	Silver (Ag)	mg/ kg	< 1.179	destruksi SM.3111 B
11	Zinc (Zn)	mg/ kg	28.62	destruksi SM.3111 B

Dari komposisi kimia limbah padat (slag) diatas, sangat jelas bahwa limbah padat (slag) termasuk dalam limbah B3 (bahan beracun dan berbahaya).

### **2.3. Admixture Kimia (Bahan Tambahan Kimia)**

Terdapat 7 jenis bahan tambah kimia, yaitu:

1. Tipe A, Water-Reducing Admixtures
2. Tipe B, Retarding Admixtures
3. Tipe C, Accelerating Admixtures
4. Tipe D, Water Reducing and Retarding Admixtures
5. Tipe E, Water Reducing and Accelerating Admixtures
6. Tipe F, Water Reducing, High Range Admixtures
7. Tipe G, Water Reducing, High Range Retarding Admixtures

**Tipe A:** *Water Reducer (WR)* atau *plasticizer*.

Bahan kimia tambahan untuk mengurangi jumlah air yang digunakan. Dengan pemakaian bahan ini diperoleh adukan dengan faktor air semen lebih rendah pada nilai kekentalan adukan yang sama, atau diperoleh kekentalan adukan lebih encer pada faktor air semen yang sama.

Pengaruhnya pada beton:

1. Kekuatan Tekan: Tegangan tekan beton bertambah karena adanya pengurangan air, hal ini dikarenakan faktor air semen (FAS) berkurang. Penambahan kekuatan diperkirakan  $\pm 10\%$ .

2. **Setting Time:** Dengan adanya water reducing admixture, setting time dari campuran beton tidak berubah.
3. **Workability:** Bila tidak ada perubahan faktor air semen (FAS), water reducing menambah workability beton. Untuk *slump* awal 25-75 mm dapat ditambah dengan 50-60 mm.
4. **Loss Slump:** Tingkat kecepatan penurunan slump beton yang berisi *air water reducing admixture* umumnya sama atau lebih besar dari beton biasa. Dimana bila digunakan *water reducing admixture* (WRA) akan menambah workability dan waktu pencampuran.
5. **Air Entrainment:** Dengan bahan dasar Lignosulphonate cenderung meningkatkan jumlah kadar udara tapi tidak melampaui 2%. Bahan dasar *Salt hydroxy carboxylic* dan *Polysacharides* tidak menambah kadar udara dan bahkan sering mengurangi kadar udara.
6. **Panas Hidrasi:** Panas hidrasi tidak terpengaruh dengan adanya penggunaan WRA.
7. **Perubahan Bentuk:** Perubahan bentuk (*volume change*) tidak terpengaruh dengan adanya WRA.
8. **Durability:** Durabilitas tidak terpengaruh dengan adanya WRA kecuali airnya dikurangi yang menyebabkan beton lebih padat dan impermeabel.

**Tipe B: Retarder**

Bahan kimia untuk memperlambat proses ikatan beton. Bahan ini diperlukan apabila dibutuhkan waktu yang cukup lama antara

pencampuran/ pengadukan beton dengan penuangan adukan. Atau dimana jarak antara tempat pengadukan beton dan tempat penuangan adukan cukup jauh.

**Type C: Accelerator**

Bahan kimia untuk mempercepat proses ikatan dan pengerasan beton. Bahan ini digunakan jika penuangan adukan dilakukan di bawah permukaan air, atau pada struktur beton yang memerlukan pengerasan segera. Beberapa macam accelerator, yaitu *Calcium chlorida* ( $\text{CaCl}_2$ ), *Aluminium Chlorida*, Natrium Sulfat, dan Aluminium Sulfat.

**Type D: Water Reducer Retarder (WRR)**

Bahan kimia tambahan berfungsi ganda yaitu untuk mengurangi air dan memperlambat proses ikatan. Pengaruhnya pada beton adalah Kekuatan Tekan, Setting Time, dimana retarder menghambat *setting time* beton.

**Type E: Water Reducer Accelerator**

Bahan kimia tambahan berfungsi ganda yaitu untuk mengurangi air dan mempercepat proses ikatan. Pengaruhnya pada beton:

1. Kekuatan. Pada saat accelerator mencapai peningkatan kekuatan awal beton, pengaruh kekuatan beton dapat diabaikan. Jika bahan water reducing dicampur accelerator, keuntungan kekuatan jangka panjang akan didapat berhubungan langsung dengan penurunan rasio air-semen (a/s).

2. *Setting Time.* *Setting time* beton yang mengandung accelerator lebih pendek daripada beton biasa yang tidak mengandung accelerator. Pengaruh kalsium klorida pada setting time lebih besar daripada kalsium format.
3. *Workability.* Baik kalsium klorida dan kalsium format memberikan sedikit peningkatan dalam workabilitas. Peningkatan yang lebih besar dalam workabilitas dapat diperoleh dengan kombinasi accelerator dengan bahan water reducing.
4. *Air Entrainment.* Hampir semua accelerator tidak mengandung derajat air entrainment.
5. *Bleeding.* *Admixture accelerator* tidak mempengaruhi bleeding.
6. *Panas Hidrasi.* Accelerator meningkatkan tingkatan panas yang dihasilkan dan memberikan kenaikan temperature yang lebih besar daripada campuran bahan biasa. Total panas hidrasi tidak memengaruhi.
7. *Perubahan Volume.* Kalsium klorida meningkatkan *creep* maupun *drying shrinkage*. Kalsium format meningkatkan *drying shrinkage* tetapi data yang ada menunjukkan ada sedikit pengaruh pada *creep*.
8. *Durability.* Kalsium klorida mempunyai kemampuan memecahkan pasivity alamiah yang diberikan beton dengan menggunakan semen

portland, dengan demikian akan memperbesar korosi pada baja atau logam tertanam.

**Type F: High Range Water Reducer (Superplasticizer)**

Bahan kimia yang berfungsi mengurangi air sampai 12% atau bahkan lebih. Dengan pemakaian bahan tambahan ini diperoleh adukan dengan faktor air semen lebih rendah pada nilai kekentalan adukan yang sama atau diperoleh adukan dengan kekentalan lebih encer dengan faktor air semen yang sama, sehingga kuat tekan beton lebih tinggi. *Superplasticizer* adalah zat-zat polymer organik yang dapat larut dalam air yang telah dipersatukan dengan menggunakan proses polymerisasi yang kompleks untuk menghasilkan molekul-molekul panjang dari massa molecular yang tinggi. Molekul-molekul panjang ini akan membungkus diri mengelilingi partikel semen dan memberikan pengaruh negatif yang tinggi sehingga antar partikel semen akan saling menjauh dan menolak. Hal ini akan menimbulkan pendispersian partikel semen sehingga mengakibatkan keenceran adukan dan meningkatkan workabilitas. Perbaikan workabilitas ini dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan beton dengan workability yang tinggi atau menghasilkan beton dengan kuat tekan yang tinggi.

Bahan ini merupakan sarana untuk menghasilkan beton mengalir tanpa terjadi pemisahan (*segregasi/ bleeding*) yang umumnya terjadi pada beton dengan jumlah air yang besar, maka bahan ini berguna untuk pencetakan beton di tempat-tempat yang sulit seperti tempat pada penulangan yang rapat. *Superplasticizer* dapat memperbaiki workabilitas

namun tidak terpengaruh besar dalam meningkatkan kuat tekan beton untuk faktor air semen yang diberikan.

**Tipe G:** *High Range Water Reducer* (HRWR)

Bahan kimia tambahan berfungsi ganda yaitu untuk mengurangi air dan mempercepat proses ikatan dan pengerasan beton. Bahan kimia tambahan biasanya dimasukkan dalam campuran beton dalam jumlah yang relatif kecil dibandingkan dengan bahan-bahan utama, maka tingkatan kontrolnya harus lebih besar daripada pekerjaan beton biasa. Hal ini untuk menjamin agar tidak terjadi kelebihan dosis, karena dosis yang berlebihan akan bisa mengakibatkan menurunnya kinerja beton bahkan lebih ekstrem lagi bisa menimbulkan kerusakan pada beton.

#### **2.4. Mix Design**

Beberapa metode dalam perancangan beton:

Metode ACI (American Concrete Institute) Method, mensyaratkan suatu campuran perancangan beton dengan mempertimbangkan sisi ekonomisnya dengan memperhatikan ketersediaan bahan-bahan dilapangan, kemudahan pekerjaan, serta keawetan dan kekuatan pekerjaan beton. Cara ACI melihat bahwa dengan ukuran agregat tertentu, jumlah air perkubik akan menentukan tingkat konsistensi dari campuran beton yang pada akhirnya akan mempengaruhi pelaksanaan pekerjaan.

1. Metode Road Note No.4, cara perancangan ini ditekankan pada pengaruh gradasi agregat terhadap kemudahan pengerjaan.

2. Metode SK.SNI T-15-1990-03./ Current British Method (D0E) , disusun oleh British Departement of Environment pada tahun 1975 untuk menggantikan Road Note.4 diInggris. Untuk kondisi diIndonesia telah diadakan penyesuaian pada besarnya variasi kuat tekan beton.

Metode campuran Coba-coba, cara coba-coba dikembangkan berdasarkan cara metode ACI, Road Note No.4 dan SK.SNI T-15-1990-03, setelah dilakukan pelaksanaan dan evaluasi. Cara ini berusaha mendapatkan pori-pori yang minimum atau kepadatan beton yang maksimum artinya bahwa kebutuhan agregat halus maksimum untuk mendapatkan kebutuhan semen minimum.

## 2.5. Pengujian Kuat Tekan Beton

Menurut ASTM C 39-86 tentang standar tes untuk kuat tekan sampel dihitung dengan cara membagi beban maksimum yang dicapai selama pengujian dengan luas permukaan sampel beton, secara sistematis dapat ditulis sebagai berikut :

$$f'c = \frac{P}{A}$$

dengan :  $f'c$  = kuat tekan beton (MPa)

$P$  = beban tekan maksimum (N)

$A$  = luas penampang tertekan ( $\text{mm}^2$ )

Factor - faktor yang mempengaruhi kekuatan beton :

1. Faktor air semen (FAS) dan kepadatan Fungsi dari faktor air semen yaitu:

- a. Untuk memungkinkan reaksi kimia yang menyebabkan pengikatan dan berlangsungnya pengerasan.
- b. Sebagai pelicin campuran kerikil, pasir dan semen agar lebih mudah dalam pencetakan beton.

Kekuatan beton tergantung pada perbandingan faktor air semennya. Semakin tinggi nilai FAS, semakin rendah mutu kekuatan beton, namun demikian, nilai FAS yang semakin rendah tidak selalu berarti bahwa kekuatan beton semakin tinggi. Ada batas – batas dalam hal ini, nilai FAS yang rendah akan menyebabkan kesulitan dalam pengerjaan, yaitu kesulitan dalam pelaksanaan pemadatan yang pada akhirnya akan menyebabkan mutu beton menurun. Umumnya nilai FAS minimum yang diberikan sekitar 0.4 dan maksimum 0.65 (Tri Mulyono, 2004). Sehingga dapat disimpulkan bahwa hampir untuk semua tujuan, beton yang mempunyai faktor air semen minimal dan cukup untuk memberikan workabilitas tertentu yang dibutuhkan untuk pemadatan yang sempurna tanpa pekerjaan pemadatan yang berlebihan, merupakan beton yang terbaik. (L.J. Murdock and K.M. Brooks, 1979).

## 2. Umur beton

Kuat tekan beton akan bertambah sesuai dengan bertambahnya umur beton tersebut. Perbandingan kuat tekan beton pada berbagai umur Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971.

## **2.6. Semen Portland (PC)**

Portland cement (PC) atau lebih dikenal dengan semen berfungsi membantu pengikatan agregat halus dan agregat kasar apabila tercampur dengan air. Selain itu, semen juga mampu mengisi rongga-rongga antara agregat tersebut.

### **2.6.1. Sifat Kimia Semen**

Kadar kapur yang tinggi tetapi tidak berlebihan cenderung memperlambat pengikatan, tetapi menghasilkan kekuatan awal yang tinggi. Kekurangan zat kapur menghasilkan semen yang lemah, dan bilamana kurang sempurna pembakarannya, menyebabkan ikatan yang cepat (L.J. Murdock dan K.M. Brook, 1979). Sifat kimia serta komposisi semen sesuai Teknologi Beton (Tri Mulyono, 2004).

### **2.6.2. Sifat Fisik Semen Kehalusan butir**

1. Semakin halus semen, maka permukaan butirannya akan semakin luas, sehingga persenyawaannya dengan air akan semakin cepat dan membutuhkan air dalam jumlah yang besar pula.

2. Berat jenis

Berat jenis semen pada umumnya berkisar 3.15 kg/liter.

3. Waktu pengerasan semen

Pengerasan semen dikenal dengan adanya waktu pengikatan awal (initial setting) dan waktu pengikatan akhir (final setting). Waktu pengikatan awal dihitung sejak semen tercampur dengan air hingga

mengeras. Pengikatan awal untuk semua jenis semen harus diantara 60 – 120 menit.

4. Kekekalan bentuk

Pasta semen yang dibuat dalam bentuk tertentu dan bentuknya tidak berubah pada waktu mengeras, maka semen tersebut mempunyai sifat kekal bentuk.

5. Pengaruh suhu

Pengikatan semen berlangsung dengan baik pada suhu 35 °C dan berjalan dengan lambat pada suhu di bawah 15 °C.

### **2.7. Agregat**

Pada beton konvensional, menggunakan agregat dalam campurannya, dimana pengertian agregat adalah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar atau beton. Kira-kira 70 % volume mortar atau beton diisi oleh agregat. Dari hal tersebut, peranan agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat mortar atau beton, sehingga pemilihan agregat merupakan suatu bagian penting dalam pembuatan mortar atau beton. Sedangkan dari keseluruhan kebutuhan agregat pada beton, agregat kasar mempunyai porsi yang lebih tinggi dibanding dengan agregat halus, sehingga secara keseluruhan material pembentuk beton sangat didominasi oleh agregat kasar.

Fungsi agregat kasar pada beton adalah sebagai kekuatan pada beton. Berdasarkan hal tersebut diatas, pengaruh kekuatan agregat

terhadap beton sangat besar. Adapun faktor yang mempengaruhi kekuatan agregat pada beton yaitu kekerasan agregat, kekasaran permukaan agregat, dan gradasi agregat. Batu pecah yang memiliki permukaan yang lebih kasar daripada kerikil sehingga memberikan kuat tekan yang lebih tinggi pada beton.

Agregat umumnya digolongkan menjadi 3 kelompok, yaitu:

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

#### **2.7.1. Berat Jenis Agregat**

Menurut berat jenisnya agregat dibagi menjadi 3 jenis yaitu:

##### **1. Agregat Normal**

Agregat normal memiliki berat jenis antara  $2,5 \text{ kg/dm}^3$  dan  $2,7 \text{ kg/dm}^3$ . Agregat ini biasanya berasal dari batuan granit, basalt, kuarsa dan sebagainya.

##### **2. Agregat Berat**

Agregat berat memiliki berat jenis  $2,8 \text{ kg/dm}^3$  ke atas, contohnya magnetic ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), barytes ( $\text{BaSO}_4$ ), atau serbuk besi.

##### **3. Agregat Ringan**

Agregat ringan memiliki berat jenis kurang  $2,0 \text{ kg/dm}^3$ . Agregat ringan misalnya diatomite, pumice, tanah bakar, abu terbang, busa terak tanur tinggi.

### 2.7.2. Gradasi Agregat

Gradasi agregat ialah distribusi ukuran butiran dari agregat. Bila butir - butir agregat mempunyai ukuran yang sama (seragam) volume pori akan besar. Sebaliknya bila ukuran butir-butirnya bervariasi maka volume pori menjadi kecil. Hal ini karena butiran yang kecil mengisi pori diantara butiran yang lebih besar, sehingga pori-pori menjadi sedikit, dengan kata lain kemampuan tinggi (Tjokrodimuljo, 1996).

1. Hubungan Antara Pori dalam Mortar dan Beton dengan Kekuatan  
Kekuatan mortar akan bertambah jika kandungan pori dalam mortar semakin kecil (R. Feret, 1897). Semakin tinggi angka pori dalam agregat berarti semakin tinggi angka pori dalam beton yang pada akhirnya akan menyebabkan turunnya kekuatan beton (Tri Mulyono, 2004).
2. Modulus Halus Butir  
Modulus halus butir (fineness modulus) adalah suatu indeks yang dipakai untuk ukuran kehalusan atau kekasaran butir - butir agregat. Makin besar nilai Modulus Halus Butir suatu agregat berarti semakin besar butiran agregatnya. Umumnya agregat halus mempunyai Modulus Halus Butir sekitar 1.5 – 3.8 dan kerikil mempunyai Modulus Halus Butir 5 – 8. Untuk agregat campuran nilai Modulus Halus Butir yang biasa dipakai sekitar 5.0 – 6.0 (Tri Mulyono, 2004).

### 2.7.3. Kadar Air Agregat

Kadar air pada suatu agregat (dilapangan) perlu diketahui untuk menghitung jumlah air yang diperlukan dalam campuran beton dan untuk mengetahui berat satuan agregat. Keadaan yang dipakai sebagai dasar hitungan adalah agregat kering oven dan jenuh kering muka karena konstan untuk agregat tertentu.

$$A \text{ tamb} = \frac{K - K_{jkm}}{100} \times W_{ag}$$

Keterangan :

A tamb : air tambahan dari agregat (liter)

K : kadar air di lapangan (%)

Kjkm : kadar air jenuh kering muka (%)

Wag : berat agregat (kg)

#### 1. Air

Fungsi air pada campuran beton adalah untuk membantu reaksi kimia yang menyebabkan berlangsungnya proses pengikatan serta sebagai pelicin antara campuran agregat dan semen agar mudah dikerjakan dengan tetap menjaga workabilitas. Air diperlukan pada pembentukan semen yang berpengaruh terhadap sifat kemudahan pengerjaan adukan beton (workability), kekuatan, susut dan keawetan beton. Air yang diperlukan untuk bereaksi dengan semen hanya sekitar 25 % dari berat semen saja, namun dalam kenyataannya nilai faktor air

semen yang dipakai sulit jika kurang dari 35%. Kelebihan air dari jumlah yang dibutuhkan dipakai sebagai pelumas, tambahan air ini tidak boleh terlalu banyak karena kekuatan beton menjadi rendah dan beton menjadi keropos. Kelebihan air ini dituang (bleeding) yang kemudian menjadi buih dan terbentuk suatu selaput tipis (laitance). Selaput tipis ini akan mengurangi lekatan antara lapis-lapis beton dan merupakan bidang sambung yang lemah (Tjokrodimuljo,1996).Pemakaian air untuk beton sebaiknya memenuhi persyaratan Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971.

1. Air untuk pembuatan dan perawatan beton tidak boleh mengandung minyak, asam, alkali, garam – garam, bahan – bahan organis atau bahan – bahan lain yang merusak beton dan/ baja tulangan. Dalam hal ini sebaiknya dipakai air bersih yang dapat diminum.
2. Apabila terdapat keragu-raguan mengenai air, dianjurkan untuk mengirimkan contoh air itu ke lembaga pemeriksaan bahan – bahan yang diakui untuk diselidiki sampai seberapa jauh air itu mengandung zat – zat yang dapat merusak beton dan/atau tulangan.
3. Apabila pemeriksaan contoh air seperti disebut dalam ayat (2) itu tidak dapat dilakukan, maka dalam hal adanya keragu – raguan mengenai air harus diadakan percobaan perbandingan antara kekuatan tekan mortel semen + pasir dengan memakai air itu dan dengan memakai air suling. Air tersebut dianggap dapat dipakai, apabila kekuatan tekan

mortel dengan memakai air itu pada umur 7 dan 28 hari paling sedikit adalah 90% dari kekuatan tekan mortel dengan memakai air suling pada umur yang sama.

4. Jumlah air yang dipakai untuk membuat adukan beton dapat ditentukan dengan ukuran isi atau ukuran berat dan harus dilakukan setepat – tepatnya.

## 2. Workabilitas

Workabilitas merupakan tingkat kemudahan pengerjaan beton dalam pencampuran, pengangkutan, penuangan, dan pematatannya. Suatu adukan dapat dikatakan cukup workable jika memenuhi kriteria sebagai berikut :

1. Plasticity, artinya adukan beton harus cukup plastis (kondisi antara cair dan padat), sehingga dapat dikerjakan dengan mudah tanpa perlu usaha tambahan ataupun terjadi perubahan bentuk pada adukan.
2. Cohesiveness, artinya adukan beton harus mempunyai gaya-gaya kohesi yang cukup sehingga adukan masih saling melekat selama proses pengerjaan beton.
3. Fluidity, artinya adukan harus mempunyai kemampuan untuk mengalir selama proses penuangan.
4. Mobility, artinya adukan harus mempunyai kemampuan untuk bergerak / berpindah tempat tanpa terjadi perubahan bentuk.

Dalam praktek, ada tiga macam tipe slump yang terjadi yaitu :

Slump sebenarnya, terjadi apabila penurunannya seragam tanpa ada yang runtuh.

Slump geser, terjadi bila separuh puncaknya bergeser dan tergelincir ke bawah pada bidang miring.

## 2.8. Nilai Slump

Nilai slump digunakan untuk mengukur tingkat kelecikan suatu adukan beton, yang berpengaruh pada tingkat pengerjaan beton (workability). Semakin besar nilai slump, maka beton semakin encer dan semakin mudah untuk dikerjakan, sebaliknya semakin kecil nilai slump, maka beton akan semakin kental dan semakin sulit untuk dikerjakan.

Tabel 2.2 Penetapan nilai slump adukan beton

Pemakaian beton (berdasarkan jenis struktur yang dibuat)	Nilai Slump (cm)	
	Maksimum	Minimum
Dinding, pelat fondasi, pondasi telapak bertulang	12.5	5
Fondasi telapak tidak bertulang, kaison dan struktur bawah tanah	9	2.5
Pelat, balok, kolom, dinding	15	7.5
Perkerasan jalan	7.5	5
Pembetonan masal (beton massa)	7.5	2.5

Sumber : *Ketentuan umum rancang campur SNI 03-2847-2002*

## 2.9. Penelitian Terdahulu

Penelitian yang dilakukan oleh (Lukman, Siti, 2007) bertujuan untuk mengetahui pemanfaatan slag sebagai agregat kasar pada beton. dengan proporsi campuran Variasi slag 0%; 10%; 30%; 50%; dan 70%. Penelitian ini menggunakan benda uji silinder (15x30 cm) sebanyak 40 sampel per

variasi dengan mutu  $f'c$  35 Mpa. hasil penelitian tersebut didapat Kuat tekan beton meningkat seiring dengan penambahan prosentase limbah padat (slag) dalam campuran beton, Slump yang menunjukkan tingkat workability, campuran ternyata semakin meningkat seiring bertambahnya prosentase limbah padat (slag), Air content semakin besar sebagai fungsi penambahan prosentase limbah padat (slag) dalam campuran beton, Kuat lentur beton meningkat seiring dengan perubahan prosentase limbah padat (slag) dalam campuran beton, Pemanfaatan limbah padat (slag) memberikan kontribusi positif terhadap segi ekonomi yaitu harga beton mengalami penurunan seiring dengan penambahan kadar persentase slag.

Ali achmadi ( 2009 ) dengan judul “Kajian beton mutu tinggi menggunakan slag sebagai agregat halus dan agregat kasar dengan aplikasi superplasticizer dan silicafume”. Berdasarkan hasil penelitian maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Kuat tekan beton tertinggi terjadi pada substitusi Slag 60% nilai Kuat Tekan 671,57 Kg/cm<sup>2</sup>, meningkat 9.2 % dari substitusi beton normal.
2. Hubungan penambahan prosentase substitusi Slag dengan kuat tekan tidak linier, mengalami penurunan pada substitusi Slag 80% dan substitusi Slag 100 %.
3. Kuat tarik beton, mengalami peningkatan pada substitusi 20%, 40%,60% dan mengalami penurunan pada substitusi Slag 80% dan

100%, nilai kuat tarik tertinggi terjadi pada 43.62 Kg/cm<sup>2</sup>. Pada substitusi Slag 60%, meningkat 17.1% dari substitusi beton normal.

4. Uji Porositas terkecil pada substitusi Slag 60%, dengan nilai 0.98, mengalami penurunan 27.9% dari substitusi beton normal.
5. Dengan meningkatnya substitusi slag nilai Modulus Elastisitas cenderung semakin rendah, nilai Modulus Elastisitas terendah pada substitusi slag 60% sebesar 20056 Mpa.
6. Limbah Slag dapat dipakai sebagai agregat halus dan agregat kasar pada campuran pembuatan beton mutu tinggi.
7. Hasil pengujian, Kuat Tekan, Kuat Tarik, Modulus Elastisitas, tidak menunjukkan korelasi terhadap prosentase substitusi slag, disebabkan ketidaksamaan gradasi agregat setiap substitusi.

Dari hasil penelitian mengenai optimasi pemanfaatan limbah iron slag baja PT. Barawaja sebagai campuran beton, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Pemeriksaan kuat tekan beton dengan variasi komposisi split 50 % dengan iron slag kasar 50 % sebesar 15,58 MPa, komposisi split 25% dengan iron slag kasar 75 % sebesar 17,60 MPa dan komposisi split 0 % dengan iron slag 100 % sebesar 20,49 % MPa telah memenuhi persyaratan SNI DT-91-00082007 dimana mutu beton K-175 harus mencapai kuat tekan sebesar 14,5 Pa. Hal ini dipengaruhi oleh sifat kimia iron slag yang bersifat seperti C<sub>2</sub>S (slag semen), sehingga semakin banyak persentase komposisi iron slag

maka semakin besar pula perekat/pengikat material dalam beton yang dapat meningkatkan interlocking antar material.

2. Hasil uji porositas diperoleh bahwa porositas terendah adalah 0,74 % yang terjadi pada benda uji dengan substitusi slag 100 % dan nilai tertinggi adalah 1,26 % pada benda uji dengan substitusi slag 0 %, menunjukkan bahwa pengaruh komposisi agregat kasar baik split maupun iron slag sangat mempengaruhi porositas beton.
3. Hasil pengujian TCLP dari limbah iron slag, unsur senyawa kimia berbahaya yang terlarut sangatlah kecil dibandingkan sebelum iron slag ini berfungsi sebagai substitusi agregat. Hal ini menandakan bahwa unsure Cd, Cr, Pb, dan Zn yang terkandung di dalam beton merupakan senyawa oksida yang berbentuk kristalin dimana senyawa ini memiliki nilai kelarutan sangat kecil yaitu  $K_{sp} = 7 \times 10^{-27}$ .
4. Berdasarkan hasil penelitian ini maka limbah iron slag baja PT. Barawaja kota Makassar dapat dijadikan sebagai substitusi agregat pada pembuatan beton dengan mutu beton K-175 dengan komposisi split : iron slag terbaik yaitu 0 % : 100 %. Penentuan komposisi ini didasarkan atas data kuat tekan mencapai nilai maksimal sebesar 20,49 MPa dengan nilai porositas terendah yaitu 0,74 %.

Jafar, Safril (2017) dengan judul “ Pengaruh superplasticizer terhadap kuat tekan beton dan umur dari agregat dari Gunung Gamalama”.

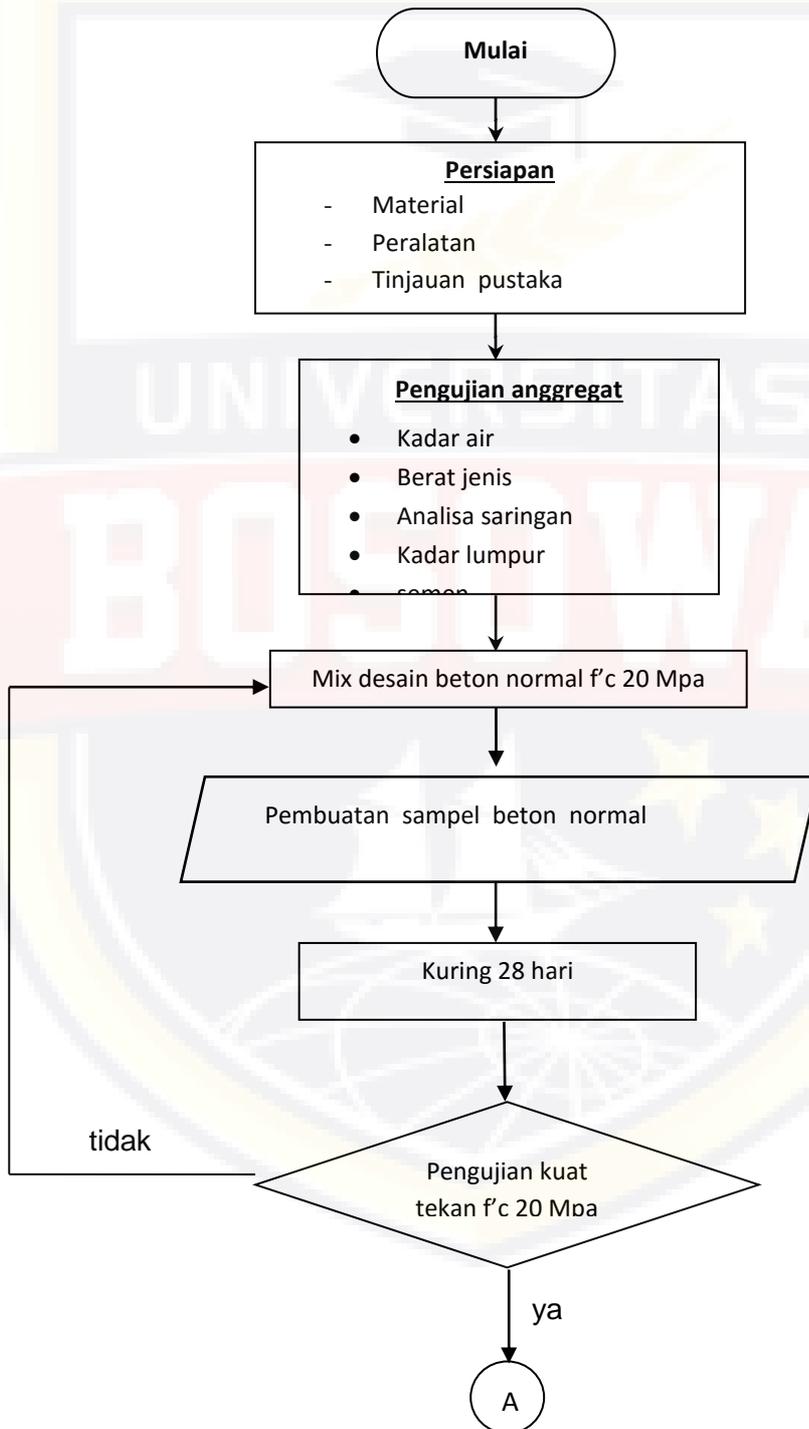
Pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh bahan tambah Superplasticizer manakah yang memiliki kuat tekan beton yang paling tinggi dengan variasi pengujian dengan kadar 1%, 1,5%, dan 2% pada umur 3 hari, 7 hari, dan 28 hari dengan agregat dari Gunung Gamalama. Perancangan pencampuran beton normal ini mengacu pada SNI 03-2834-2002 dan benda uji yang dibuat untuk penelitian ini menggunakan cetakan silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Hasil penelitian nilai kuat tekan beton pada umur 3 hari, 7 hari dan 28 hari ini berturut-turut untuk kadar Superplasticizer 1% adalah 47,85 MPa, 67,43 MPa, 71,01 MPa, untuk kadar Superplasticizer 1,5% adalah 36,63 MPa, 53,06 MPa, 76,74 MPa, dan untuk kadar Superplasticizer 2% adalah 27,66 MPa, 50,66 MPa, 59,54 MPa. Dalam penelitian kuat tekan beton dengan bahan tambah Superplasticizer didapatkan kuat tekan yang baik dengan kadar 1% dan 1,5%.

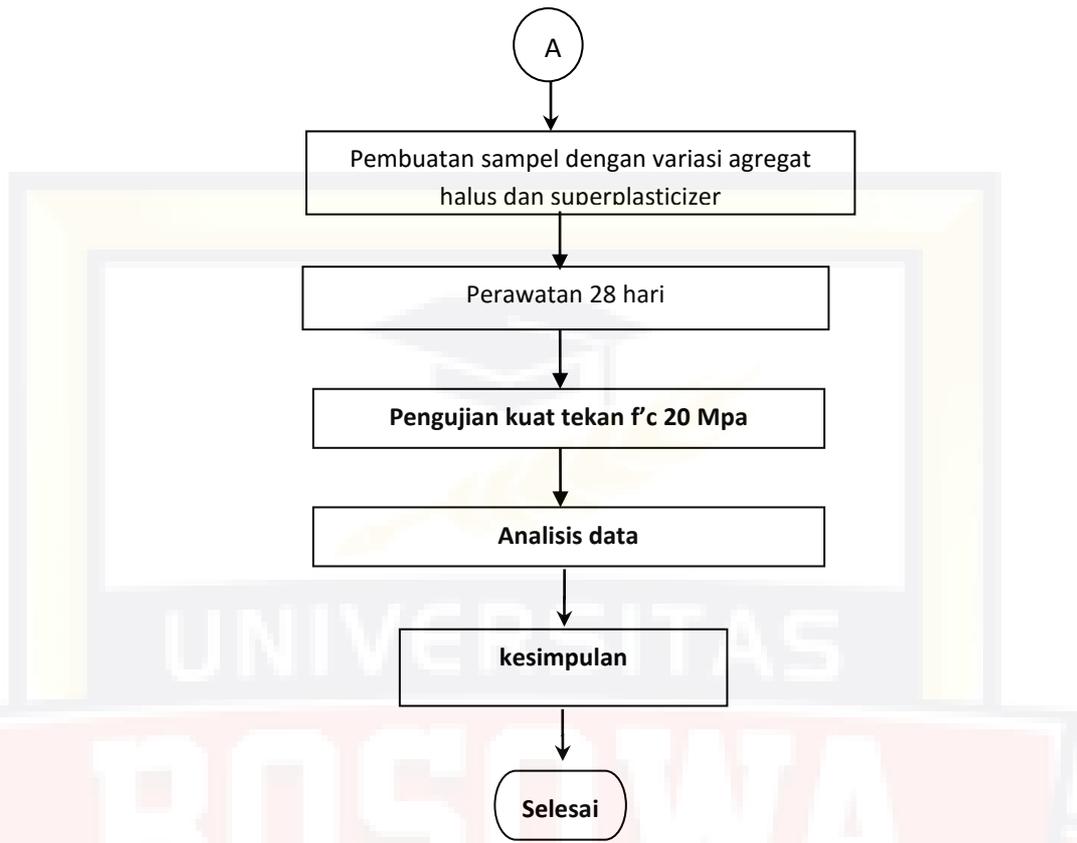
Krisman Aprieli Zai (2014) "pengaruh penambahan silica fume dan superplasticizer terhadap kuat tekan beton mutu tinggi dengan metode aci (american concrete institute)". Pengurangan faktor air semen (fas) dan penambahan additive seperti silica fume sering digunakan untuk memodifikasi komposisi beton dan mengurangi porositas. Pengurangan fas mengakibatkan menurunnya porositas beton dan pori-pori, namun kelecakan beton juga akan berkurang sehingga sulit dikerjakan. Agar mudah dikerjakan maka perlu digunakan superplasticizer dengan dosis tertentu terhadap berat semen sehingga akan meningkatkan kelecakan

pasta. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan silica fume dan superplasticizer terhadap kuat tekan beton mutu tinggi. Kadar silica fume yang digunakan sebanyak 0%, 5%, 10%, 15% dan 20% dari berat semen dan superplasticizer sebanyak 2% dari berat semen untuk semua variasi. Mutu beton yang direncanakan f'c 70 MPa yang diuji pada umur 7 hari, 14 hari, 21 hari dan 28 hari setelah terlebih dahulu dilakukan curing. Penelitian ini menggunakan benda uji berbentuk silinder ukuran  $\varnothing$  15 cm x 30 cm, sebanyak 100 benda uji dimana untuk setiap variasi sebanyak 20 benda uji. Dari hasil penelitian didapatkan bahwa pada penambahan silica fume 10% dan superplasticizer 2% dari berat semen diperoleh kuat tekan beton optimum sebesar 84,93 MPa pada umur 28 hari dan mempunyai kuat tekan beton karakteristik sebesar 79,68 MPa.

**BAB III**  
**METODOLOGI PENELITIAN**

**3.1. Bagan Alir Penelitian**





### 3.2. Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian akan dilakukan selama 3 bulan ( September – November 2018 ) di Laboratorium Sipil Universitas Bosowa.

### 3.3. Prosedur Penelitian

Penelitian ini dibagi menjadi lima tahap yaitu: Pemeriksaan bahan campuran beton, pembuatan rencana campuran (mix design), pembuatan benda uji, pemeliharaan terhadap benda uji (curing), pelaksanaan pengujian, dan analisis hasil penelitian.

#### 1. Pengujian dan Pemeriksaan Bahan Campuran Beton

Tabel 3.1 Pemeriksaan Agregat Halus

No	Jenis Pemeriksaan	Standar Yang Digunakan
1	Pemeriksaan Analisa Saringan	ASTM C13
2	Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan	ASTM C127
3	Pemeriksaan Kadar Air	ASTM C566
4	Pemeriksaan Berat isi Agregat Halus	ASTM C 29
5	Pemeriksaan kadar lumpur	ASTM C117

Tabel 3.2 Pemeriksaan Agregat Kasar

No	Jenis Pemeriksaan	Standar Yang Digunakan
1	Pemeriksaan Analisa Saringan	ASTM C136
2	Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan	ASTM C127
3	Pemeriksaan Kadar Air	ASTM C566
4	Pemeriksaan Berat isi Agregat Halus	ASTM C 29
5	Pemeriksaan kadar lumpur	ASTM C117

## 2. Perhitungan Campuran beton (Mix Design)

Perhitungan campuran beton menggunakan cara Inggris (British Standard) atau metode Development of the Environment (DOE).

## 3. Pengujian kuat tekan beton

Langkah-langkah dalam pengujian beton yaitu sebagai berikut :

1. Masing- masing benda uji sudah di capping dan di timbang beratnya.
2. Letakkan benda uji pada alat pengujian kuat tekan beton secara simetris.
3. Penggunaan alat pengujian kuat tekan beton dengan cara menambahkan beban secara konstan dan memperhatikan jarum manometer yang menunjukkan kenaikan kuat tekan beton yang terjadi.
4. Pemberian beban di lakukan sampai benda uji hancur (beban maksimum), kemudian membaca beban maksimum yang dapat di tahan benda uji dengan cara membaca jarum manometer.

#### 4. Pengolahan data

Setelah bahan dan alat uji siap serta sampel uji telah dibuat, maka siap untuk diuji sesuai prosedur penelitian. Hasil dari pengujian berupa data-data kasar yang masih perlu diolah lebih lanjut untuk mengetahui hubungan/korelasi antara satu pengujian dengan pengujian lainnya. Secara umum dari pengujian-pengujian yang akan dilakukan nantinya akan menghasilkan pengaruh perawatan.

### 3.4. Variabel penelitian

1. Variabel terikat yaitu:
  - a. Kuat tekan rencana
  - b. Proporsi agregat kasar
  - c. Semen
  - d. Air

e. Zat additive superplasticizer

2. Variabel bebas yaitu:

a. Komposisi iron slag

b. Komposisi pasir

### 3.5. Notasi dan Jumlah Sampel

Tabel 3.3 Notasi dan jumlah sampel

No	Jenis Percobaan	Komposisi Campuran	Jumlah	Kode Sampel	Ket
1	Beton Normal	Semen+agregat kasar+agregat halus+air	20	BN	Silinder
2	Variasi 1	Semen+agg kasar+agg halus ( pasir 75% + iron slag 25% ) + superplasticizer 1%	3	IR 25	Silinder
3	Variasi 2	Semen+agg kasar+agg halus ( pasir 50% + iron slag 50% ) + superplasticizer 1%	3	IR 50	Silinder
4	Variasi 3	Semen+agg kasar+agg halus ( pasir 75% + iron slag 25% ) + superplasticizer 1%	3	IR 75	Silinder
5	Variasi 4	Semen+agg kasar+agg halus ( pasir 0% + iron slag 100% ) + superplasticizer 1%	3	IR 100	Silinder
Jumlah				32	

### 3.6. Perencanaan Campuran (Mix Design)

Perencanaan campuran beton (mix design) menggunakan metode SNI 2013. Langkah metode ini secara garis besar dapat diuraikan sebagai berikut :

1. Penentuan kuat tekan beton yang disyaratkan ( $f_c'$ )Penentuan kuat

tekan ini disyaratkan dengan perencanaan struktural dan kondisi setempat.

2. Penetapan nilai deviasi standar (s)

Tabel 3.4 Faktor perkalian deviasi standar

Jumlah Pengujian	Faktor modifikasi untuk nilai deviasi standar benda uji
Kurang dari 15	Gunakan tabel 2.5
15	1,16
20	1,08
25	1,03
30 atau lebih	1,00

Sumber : SNI – 2847 – 2013

3. Perhitungan nilai tambah (margin)

$m = 1,34 \cdot s$  MPa atau  $m = 2,33 s - 3,5$  MPa (diambil nilai yang terbesar dari kedua persamaan tersebut). Apabila tidak tersedia catatan hasil uji terdahulu untuk perhitungan deviasi standar yang memenuhi ketentuan, maka nilai margin harus didasarkan pada tabel berikut ini. Tabel Nilai margin jika data tidak tersedia untuk menetapkan nilai deviasi standar.

Tabel 3.5 Nilai Margin

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

4. Menetapkan kuat tekan rata-rata rencana. 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 berikut ini. Tabel Kekuatan rata-rata perlu jika data tidak tersedia untuk menetapkan nilai deviasi standar.

Tabel 3.6 kekuatan tekan rata-rata

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

Sumber : SNI – 2847 – 2013

Kuat tekan beton rata-rata yang direncanakan dapat digunakan

$$\text{rumus : } f'_{cr} = f'_c + M$$

dengan :  $f'_{cr}$  = kuat tekan rata-rata.

$M$  = Nilai tambah

$f'_c$  = kuat tekan yang disyaratkan.

5. Menetapkan jenis semen yang digunakan dalam campuran.

Tabel 3.7 Hubungan Type Semen dengan Kuat Tekan

Type semen	Jenis agregat kasar	Kuat tekan pada umur (hari) kg/cm <sup>2</sup>			
		3	7	28	91
Semen Portland type I	Alami	200	280	400	480
	Batu pecah	300	320	450	540
Semen Portland type III	Alami	250	340	460	530
	Batu pecah	300	400	530	600

Sumber : *Buku Panduan Laboratorium Struktur Dan Bahan Universitas BOSOWA Makassar*

- Menetapkan jenis agregat halus dan agregat kasar.

Tabel 3.8 Tipe Agregat Dan Perkiraan Kadar Air Bebas

Slump (mm)		0 – 10	10 - 30	30 - 60	60 - 180
V.B (det)		12	6 - 12	3 - 6	0 – 3
Ukuran maks. Agregat (mm)	Jenis agregat	Kadar air bebas dalam (kg / m <sup>3</sup> )			
10	Alami	150	180	205	225
	Batu pecah	100	205	230	250
20	Alami	135	160	180	190
	Batu pecah	170	190	210	225
40	Alami	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205

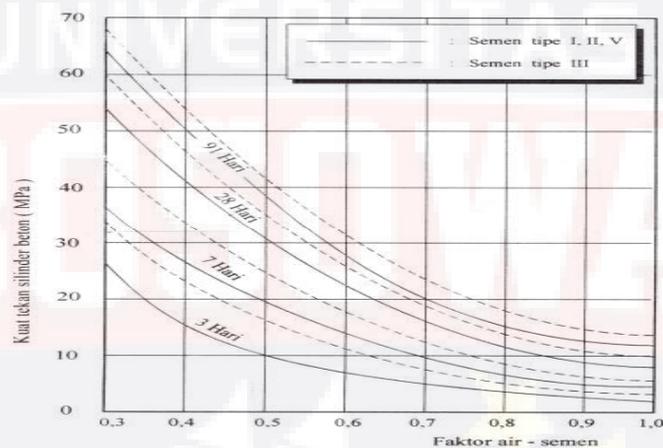
Sumber : *Buku Panduan Laboratorium Struktur Dan Bahan Universitas BOSOWA Makassar*

- Menetapkan faktor air semen.

1. Menetapkan FAS berdasarkan jenis semen yang dipakai dan kuat tekan rata-rata selinder/kubus dengan umur rencana.

2. Menetapkan berdasarkan jenis semen dan agregat yang digunakan dan kuat tekan rata-rata pada umur yang direncanakan.

Grafik 3.1. Hubungan faktor air-semen dan kuat tekan rata-rata silinder beton ( sebagai perkiraan nilai fas dalam rancangan campuran)



Sumber : *Ketentuan umum rancang campuran menurut SNI 03-2847-2002*

8. Menetapkan faktor air semen maksimum.

Jika nilai FAS maksimum lebih rendah dari nilai FAS sebelumnya (langkah G) maka nilai yang diambil adalah FAS maksimum.

9. Penetapan besar kadar air bebas (air yang diluar air jenuh) ditetapkan berdasarkan nilai slump yang dipilih, ukuran maksimum agregat, dan type agregat. Hal ini dapat dilihat pada table diatas. Apabila digunakan jenis agregat halus dan agregat kasar yang berbeda (alami dan batu

pecah), maka perkiraan kebutuhan jumlah air per- $m^3$ beton harus disesuaikan menggunakan persamaan berikut:

Dimana :

$$A = ( 0,67 \times A.h ) + ( 0,33 \times A.k )$$

A = Perkiraan air per- $m^3$ beton

A.h = Kebutuhan air berdasarkan jenis agregat halus

A.k = Kebutuhan air berdasarkan jenis agregat kasar

#### 10. 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 :

1. Cara pengangkutan (belt conveyer, pompa, manual, gerobak, dan lain-lain).
2. Cara pengecoran atau penuangan pada acuan.
3. Cara pemadatan atau penggetaran (alat getar / triller, hand vibrator).
4. Jenis atau tujuan struktur.

#### 11. Penetapan kadar semen ( $kg / m^3$ ) beton. Penetapan kadar semen perlu per $m^3$ beton ( $kg / m^3$ ) digunakan rumus sebagai berikut

$$\text{Kadar Semen} = \frac{\text{Kadar Air Bebas}}{\text{Kadar Air Semen}}$$

#### 12. Penetapan perkiraan berat jenis spesifik gabungan.

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

Bjs gabungan =  $a\% \times B_j \text{ Spesifik pasir} + b\% \times B_j \text{ Spesifik kerikil}$

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

$b\%$  = persentase penggabungan agregat halus terbaik

13. Penentuan berat volume beton segar (basah).

Menentukan berat volume beton segar berdasarkan hasil perhitungan berat jenis agregat campuran dan kebutuhan air per- $m^3$  beton dengan grafik.

14. Penetapan proporsi agregat.

Berat agregat halus  $A = a\% \times (D - W_s - W_a)$

Berat agregat kasar  $B = b\% \times (D - W_s - W_a)$

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

$b\%$  = Persentase penggabungan agregat kasar

$D$  = Berat volume beton basah ( $kg/m^3$ )

$W_s$  = Kadar semen ( $kg/m^3$ ) beton

$W_a$  = Kadar air bebas ( $kg/m^3$ ) beton

15. Hasil rancangan campuran beton teoritis (bahan kondisi SSD).

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

Air =  $W_a$  ( $kg/m^3$ ) beton

Semen =  $W_s$  ( $kg/m^3$ ) beton

Pasir =  $A$  ( $kg/m^3$ ) beton

Kerikil =  $B$  ( $kg/m^3$ ) beton

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

16. Koreksi campuran beton.

Untuk penyesuaian takaran berat agregat sesuai kondisinya pada saat akan dicampur, maka perlu dikoreksi agar pengambilan 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. Koreksi campuran beton ada dua macam sebagai berikut :

Uraian rumus :

BK = berat kering mutlak (oven)

BL = berat lapangan (sesuai kondisi agregat)

W% = kadar air agregat (sesuai kondisi agregat)

R% = resapan agregat (terhadap berat kering)

Uraian rumus koreksi cara eksak (berdasarkan definisi persen resapan air dan persen kadar air) :

$$BL = BK + W\% \times BL \rightarrow BL - (W\% \times BL) = BK$$

$$(1 - W\%) \times BL = BK$$

$$\rightarrow BL = \frac{BK}{1 - W\%} \dots\dots\dots a)$$

$$BK = SSD - R\% \times BK \rightarrow BK + R\% \times BK = BSSD$$

$$(1 + R\%) \times BK = BSSD$$

$$\rightarrow BK = \frac{BSSD}{(1+R\%)} \dots\dots\dots b)$$

Dengan menggunakan persamaan (a) dan (b) diperoleh :

$$\rightarrow BL = \frac{BSSD}{(1+R\%) \times (1-W\%)}$$

Dengan memakai index p untuk pasir dan index k untuk kerikil maka diperoleh rumusan koreksi secara eksak sebagai berikut :

Berat koreksi pasir (p)

$$BLp = \frac{BSSDp}{(1+Rp\%) \times (1-Wp\%)} \text{ (kg/m}^3\text{) beton}$$

Berat koreksi kerikil (k)

$$BLk = \frac{BSSDk}{(1+Rk\%) \times (1-Wk\%)} \text{ (kg/m}^3\text{) beton}$$

Sehingga berat komponen beton setelah dikoreksi (kg/m<sup>3</sup>) beton:

Semen = Ws

Pasir = BLp

Kerikil = BLk

Air = Kadar air bebas + (A – BLp) + (B – BLk)

Berat komponen diatas merupakan takaran berat, untuk pelaksanaan dilapangan dan dengan masing-masing berat volumenya akan diperoleh takaran volume.

Koreksi cara pendekatan (estimate)

Koreksi ini berdasarkan nilai pendekatan (estimate), karena pengertian definisi resapan dan kadar air berorientasi berat lapangan.

Koreksi tersebut adalah :

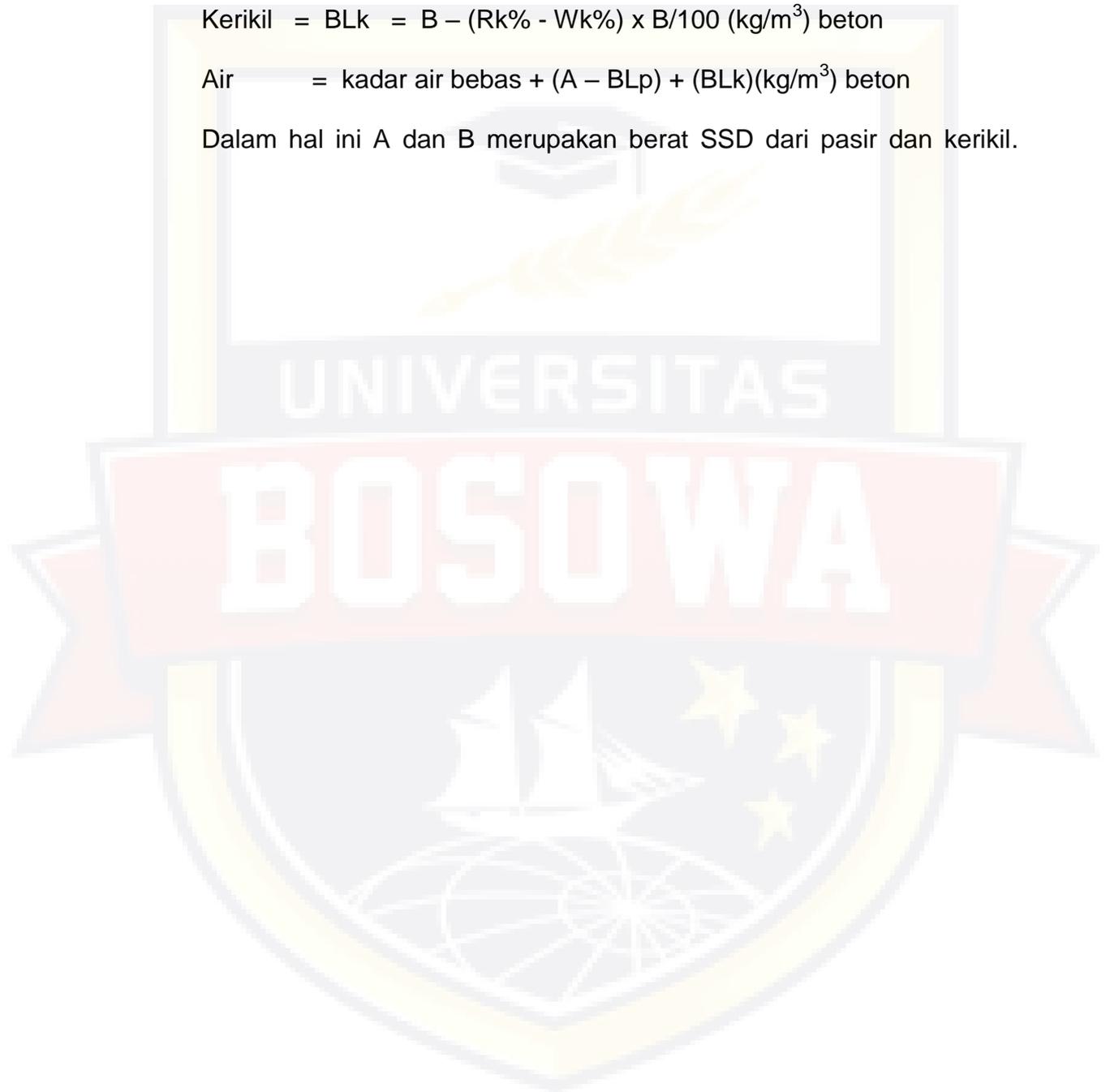
Semen =  $W_s$  ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ) beton

Pasir =  $BL_p = A - (R_p\% - W_p\%) \times A/100$  ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ) beton

Kerikil =  $BL_k = B - (R_k\% - W_k\%) \times B/100$  ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ) beton

Air = kadar air bebas +  $(A - BL_p) + (BL_k)$  ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ) beton

Dalam hal ini A dan B merupakan berat SSD dari pasir dan kerikil.



## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Hasil Pengujian

##### 4.1.1. Karakteristik Material

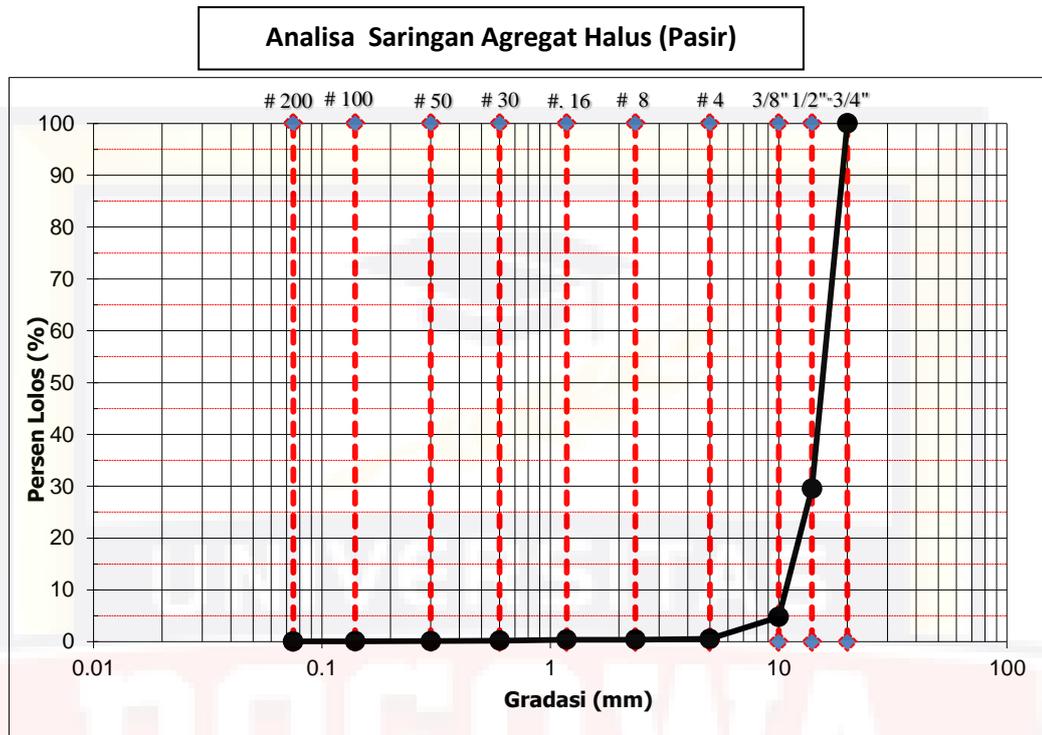
Material yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari agregat alam yaitu agregat halus (pasir) dan agregat kasar (batu pecah) yang berasal batching plan Moncongloe. Berdasarkan pelaksanaan pemeriksaan agregat di laboratorium Struktur dan Bahan Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar, diperoleh hasil pemeriksaan karakteristik yang ditunjukkan pada Tabel 4.1. untuk agregat halus dan Tabel 4.2 untuk agregat kasar yaitu sebagai berikut:

**Tabel 4.1.** Hasil Pemeriksaan Karakteristik Agregat Halus (Pasir)

NO.	KARAKTERISTIK AGREGAT	HASIL PENGAMATA	INTERVAL	KETERANGAN
1	Kadar Lumpur	3.81%	Maks 5%	Memenuhi
2	Kadar Air	3.73%	3% - 5%	Memenuhi
3	Berat Isi lepas	1.63%	1.6%-1.9%	Memenuhi
	Berat Isi padat	1.67%	1.6%-1.9%	Memenuhi
4	Absorpsi	3.72%	Maks 2%	Memenuhi
5	- Bj. Curah	2.03%	1.6% - 3.3%	Memenuhi
	- Bj. SSD	2.11%	1.6% - 3.3%	Memenuhi
	- Bj. Semu	2.20%	1.6% - 3.3%	Memenuhi

Sumber : Hasil perhitungan

**Grafik 4.1.** Analisa saringan agregat halus (Pasir)



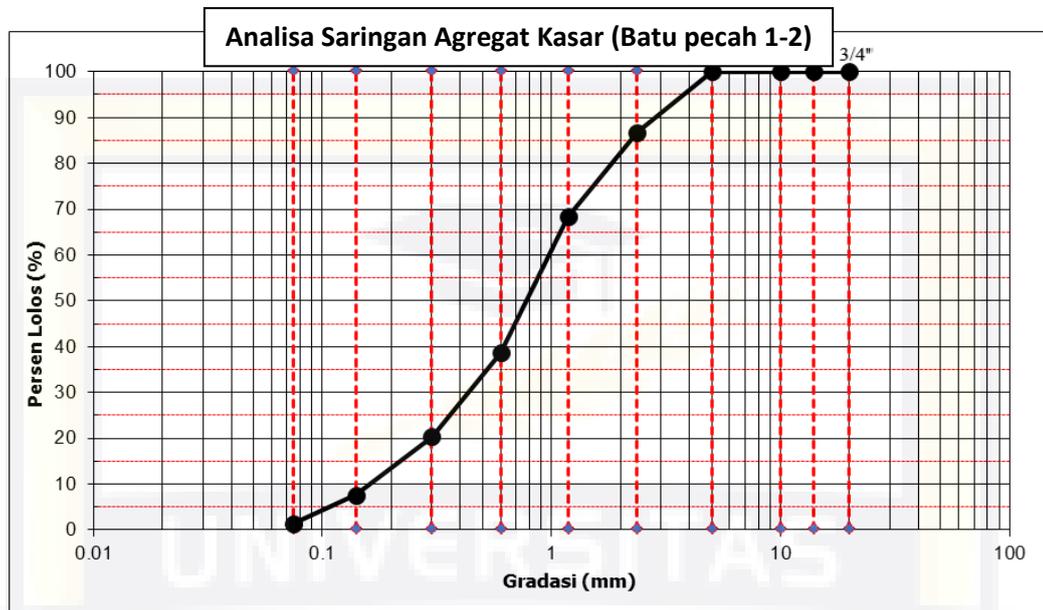
Sumber : Hasil pengujian di laboratorium

**Tabel. 4.2.** Hasil Pemeriksaan Karakteristik Agregat Kasar (BP Maks. 20 mm)

NO.	KARAKTERISTIK AGREGAT	HASIL PENGAMATA	INTERVAL	KETERANGAN
1	Kadar Lumpur	0.75%	Maks 1%	Memenuhi
2	Kadar Air	0.57%	0.5% - 2%	Memenuhi
3	Berat isi lepas	1.64%	1.6%-1.9%	Memenuhi
	Berat isi padat	1.68%	1.6%-1.9%	Memenuhi
4	Absorpsi	2.50%	Maks 4%	Memenuhi
5	- Bj. Curah	2.69%	1.6% - 3.3%	Memenuhi
	- Bj. SSD	2.75%	1.6% - 3.3%	Memenuhi
	- Bj. Semu	2.88%	1.6% - 3.3%	Memenuhi

Sumber : Hasil perhitungan

Grafik 4.2. Analisa saringan agregat kasar (batu pecah 1-2)



Sumber : Hasil pengujian di laboratorium

Dari tabel diatas menunjukan semua karakteristik dari agregat kasar dan agregat halus memenuhi syarat spesifikasi. Hal ini berarti agregat kasar dan agregat halus tersebut baik dijadikan bahan dalam pembuatan campuran beton.

#### 4.1.2. Campuran Beton Normal

Perencanaan campuran beton dilaksanakan dengan menggunakan metode DOE ( *Departement of Environment* ). Adapun hasil perencanaan campuran beton dapat dilihat pada tabel 4.3 berikut ini.

**Tabel 4.3.** Data hasil perhitungan mix design beton normal 20 Mpa

Nilai Slump	8±2 cm
Kuat tekan yang disyaratkan	<b>20.00 Mpa</b>
Deviasi standar	-
Nilai tambah (margin)	7.00 Mpa
Kekuatan rata-rata yang ditargetkan	27.00 Mpa
Faktor air semen bebas (Fas)	0.52
Faktor air semen maksimum	60.00
Kadar air bebas	205.00 kg/m <sup>3</sup>
Kadar semen maksimum	394.23 kg/m <sup>3</sup>
Kadar semen minimum	275.00 kg/m <sup>3</sup>
Berat isi beton	2275.00 kg/m <sup>3</sup>
Berat agregat gabungan	1675.77 kg/m <sup>3</sup>
Berat agregat halus (pasir)	670.31 kg/m <sup>3</sup>
Berat agregat kasar	1005.46 kg/m <sup>3</sup>
Berat jenis gabungan	2.49 %

Sumber : Hasil perhitungan Mix design f'c = 20 Mpa.

- Perhitungan volume benda uji (silinder 15 x 30 cm).
 
$$V = \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times t$$

$$V = \frac{1}{4} \times 3,14 \times (0,15)^2 \times 0,30 \text{ m}$$

$$V = 0,00530 \text{ m}^3$$
- Perhitungan untuk 1 benda uji
 
$$V = 0,0053 \text{ m}^3 \times 1 \times 1,2 \text{ (faktor kehilangan)}$$

$$V = 0,0064 \text{ m}^3$$
- Hasil perhitungan mix design beton normal untuk 20 benda uji

**Tabel 4.4** Data perhitungan mix design

Komposisi Agregat Beton Normal				
Komposisi Agregat	Berat Agregat Beton (kg/m <sup>3</sup> )	Volume Silinder Benda Uji	Berat Benda Uji 1 Sampel (kg/m <sup>3</sup> )	Berat Benda Uji 5 Sampel (kg/m <sup>3</sup> )
Air	215.62	0.0064	1.37	6.86
Semen	394.23	0.0064	2.51	12.53
Pasir	670.50	0.0064	4.26	21.32
Batu Pecah 1-2	961.79	0.0064	6.12	30.58
$\Sigma =$			14.26	71.28

Komposisi Agregat Beton Normal				
Komposisi Agregat	Berat Agregat Beton (kg/m <sup>3</sup> )	Volume Silinder Benda Uji	Berat Benda Uji 1 Sampel (kg/m <sup>3</sup> )	Berat Benda Uji 3 Sampel (kg/m <sup>3</sup> )
Air	215.62	0.0064	1.37	4.11
Semen	394.23	0.0064	2.51	7.52
Pasir	670.50	0.0064	4.26	12.79
Batu Pecah 1-2	961.79	0.0064	6.12	18.35
$\Sigma =$			14.26	42.77

Sumber : Hasil perhitungan

### 4.1.3 Pengujian Kuat Tekan Beton Normal

**Tabel. 4.5** Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Normal

No. Benda Uji	Tanggal Pembuatan	Slump (cm)	Berat (Kg)	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Luas Penampang (mm <sup>2</sup> )	Umur (Hari)	Beban Maksimum (KN)	Kekuatan Tekan (Mpa)
1	05-Okt-2019	7	12.33	150	300	17662.5	28	383	21.68
2	05-Okt-2019	7	12.34	150	300	17662.5	28	415	23.50
3	05-Okt-2019	7	12.58	150	300	17662.5	28	384	21.74
4	05-Okt-2019	7	12.40	150	300	17662.5	28	386	21.85
5	05-Okt-2019	7	12.49	150	300	17662.5	28	432	24.46
6	05-Okt-2019	7	12.46	150	300	17662.5	28	380	21.51
7	05-Okt-2019	7	12.45	150	300	17662.5	28	385	21.80
8	05-Okt-2019	7	12.34	150	300	17662.5	28	380	21.51
9	05-Okt-2019	7	12.37	150	300	17662.5	28	385	21.80
10	05-Okt-2019	7	12.42	150	300	17662.5	28	365	20.67
11	05-Okt-2019	7	12.35	150	300	17662.5	28	390	22.08
12	05-Okt-2019	7	12.37	150	300	17662.5	28	410	23.21
13	05-Okt-2019	7	12.25	150	300	17662.5	28	386	21.85
14	05-Okt-2019	7	12.42	150	300	17662.5	28	395	22.36
15	05-Okt-2019	7	12.37	150	300	17662.5	28	430	24.35
16	05-Okt-2019	7	12.47	150	300	17662.5	28	410	23.21
17	05-Okt-2019	7	12.37	150	300	17662.5	28	380	21.51
18	05-Okt-2019	7	12.49	150	300	17662.5	28	395	22.36
19	05-Okt-2019	7	12.36	150	300	17662.5	28	380	21.51
20	05-Okt-2019	7	12.32	150	300	17662.5	28	395	22.36
Rata - rata =								<b>22.27</b>	

Sumber : Hasil perhitungan

Standar Deviasi

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

$$S = 1.135$$

Kekuatan tekan rata-rata

$$f'c = f'cr - 1.34 s \quad \text{Pers I}$$

$$f'c = f'cr - 2.33 s + 3.5 \quad \text{Pers II}$$

Pers I

$$\begin{aligned} f'c &= f'cr - 1.34 \times S \\ &= 22.2 - 1.34 \times 1.135 \end{aligned}$$

$$= 20.7 \text{ Mpa}$$

Pers II

$$\begin{aligned} f'c &= f'cr - 2.33 S + 3.5 \\ &= 22.2 - 2.33 \times 1.135 + 3.5 \\ &= 23.092 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

Keterangan

- Digunakan nilai terbesar

Faktor Modifikasi untuk 16 Sampel = 1.14

$$\begin{aligned} Fc &= \frac{23.092}{1.14} \\ Fc &= 20.256 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

Dari hasil pengujian kuat tekan beton normal diatas didapatkan nilai kuat tekan karakteristik sebesar 20,256 MPa. Nilai kuat tekan karakteristik ini memenuhi standar dimana nilai kuat tekan karakteristik yang ingin dicapai yaitu sebesar 20 MPa. Nilai kuat tekan tersebut dapat digunakan sebagai acuan untuk mencari nilai kuat tekan pada beton variasi limbah baja dengan persentasi konstan zat additive superplasticizer 1 %.

#### 4.1.4 Campuran Beton Variasi Iron Slag dan Superplasticizer

Komposisi bahan campuran beton variasi iron slag (limbah baja) terhadap agregat halus (pasir) dan zat additive superplasticizer 1% dilakukan dengan pendekatan perbandingan kuat tekan pada beton normal, dapat dilihat pada tabel berikut :

**Tabel. 4.6** Komposisi campuran beton variasi

Simbol	Semen	Batu pecah	SP 1 %	Pasir	Air	IS	Jumlah
BN	7.52	18.35	0.075	12.79	4.11	0	3
BSPIS 1	7.52	18.35	0.075	9.59	4.11	3.20	3
BSPIS 2	7.52	18.35	0.075	6.40	4.11	6.40	3
BSPIS 3	7.52	18.35	0.075	3.20	4.11	9.59	3
BSPIS 4	7.52	18.35	0.075	0.00	4.11	12.79	3

Sumber : Hasil perhitungan

#### 4.1.6. Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan beton dilakukan dengan cara memberikan beban hingga benda uji tersebut hancur dengan alat uji kuat tekan (Compressive Strength). Pada saat benda uji hancur didapatkan beban atau gaya tekan maksimum ( $P_{maks}$ ) dari benda uji. Data tersebut kemudian diolah untuk memperoleh nilai kuat tekan beton ( $f_c'$ )

Hasil pengujian kuat tekan beton variasi pada umur 28 hari dapat dilihat pada tabel berikut :

**Tabel. 4.7.** Kekuatan tekan beton variasi

No Benda Uji	Tanggal Pembuatan	Slump (Cm)	Berat (Kg)	Diameter (Cm)	Luas Penampang (Cm)	Berat Isi (Kg/M3)	Umur (Hari)	Beban Maksimum (KN)	Kekuatan Tekan (Mpa)	Ket. Rata-rata (Mpa)
IRS 25 % 1	15 OKT 2019	7	12.590	15	176.63	2376.03	28	340.0	19.25	18.31
2	16 OKT 2019	7	12.620	15	176.63	2381.69	28	300.0	16.99	
3	17 OKT 2019	7	12.880	15	176.63	2430.76	28	330.0	18.68	
IRS 50 % 1	18 OKT 2019	7	12.910	15	176.63	2436.42	28	310.0	17.55	20.95
2	19 OKT 2019	7	12.760	15	176.63	2408.12	28	410.0	23.21	
3	20 OKT 2019	7	12.930	15	176.63	2440.20	28	390.0	22.08	
IRS 75 % 1	21 OKT 2019	7	12.450	15	176.63	2349.61	28	290.0	16.42	16.42
2	22 OKT 2019	7	12.750	15	176.63	2406.23	28	288.0	16.31	
3	23 OKT 2019	7	12.600	15	176.63	2377.92	28	292.0	16.53	
IRS 100 % 1	24 OKT 2019	7.5	12.399	15	176.63	2339.99	28	145.0	8.21	8.49
2	25 OKT 2019	7.5	12.568	15	176.63	2371.88	28	175.0	9.91	
3	26 OKT 2019	7.5	12.205	15	176.63	2303.37	28	130.0	7.36	

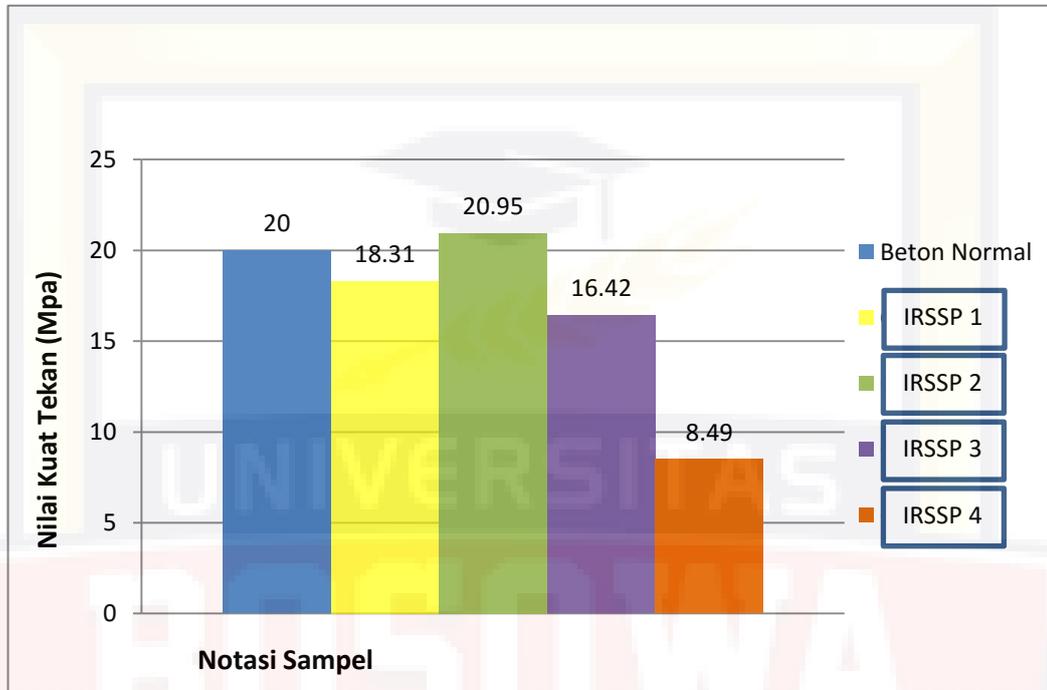
Sumber : Hasil Perhitungan

## 4.2. Pembahasan

### 4.2.1. Pengaruh Iron Slag dan Superplasticizer Terhadap Kuat Tekan Beton

Pada penelitian ini, pengaruh substitusi iron slag (limbah baja) terhadap agregat halus (pasir) dengan persentase berbeda dan zat additive superplasticizer terhadap air dengan persentase konstan 1% diperoleh bahwa nilai kuat beton tertinggi terjadi pada substitusi iron slag (limbah baja) 50% yakni sebesar 20,95 Mpa dan nilai terendah terjadi pada persentase 100% yakni sebesar 8,49 Mpa. Berdasarkan Gambar 4.3. dibawah ini, dapat di gambarkan grafik kuat tekan beton yang terjadi.

**Grafik. 4.3.** Kuat Tekan Beton Variasi Rata-rata



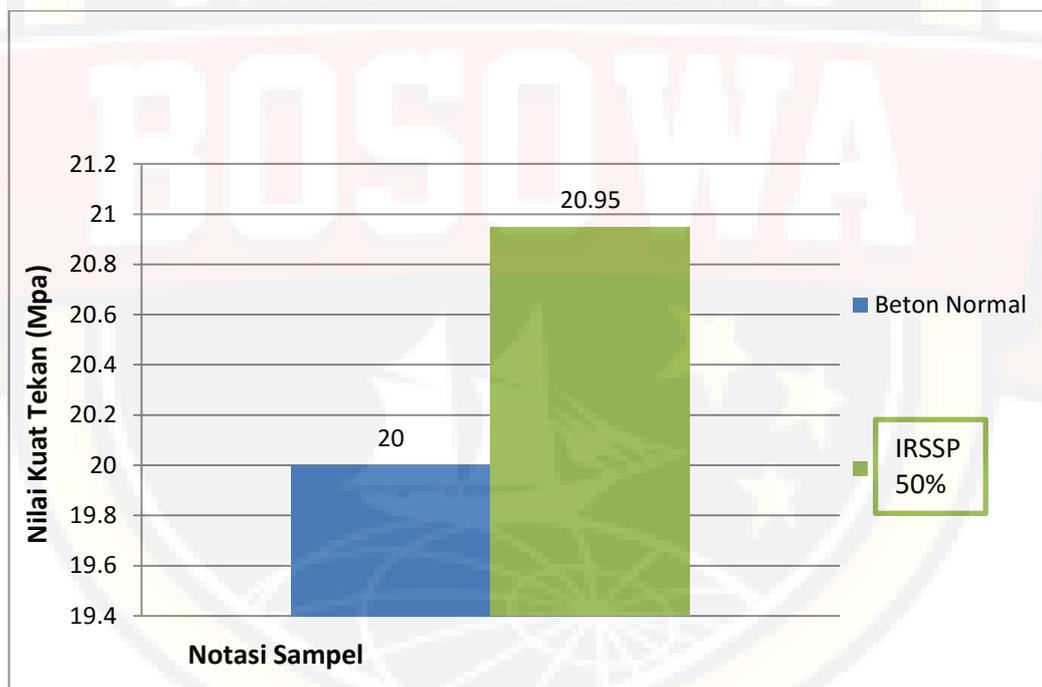
Sumber : hasil perhitungan

Dari grafik diatas dapat dijelaskan bahwa nilai kuat tekan rata-rata dari substitusi iron slag (limbah baja) dengan persentase 50% menunjukkan peningkatan optimal nilai kuat tekan beton sebesar 4,75% dari beton normal. Sedangkan substitusi iron slag (limbah baja) 100% menunjukkan nilai kuat beton mengalami penurunan sebesar 57,55% dari beton normal. Dari grafik diatas pula dapat dipahami bahwa penurunan nilai kuat tekan beton yang cukup besar dimulai pada saat penambahan kadar iron slag (limbah baja) diatas 50% yakni dari 75% hingga 100%.

#### 4.2.2. Perbandingan Kuat Tekan Beton Normal Dengan Kuat Tekan Variasi Optimum

Pada penelitian ini, kuat tekan beton variasi dengan nilai optimum terjadi pada kadar iron slag (limbah baja) 50% yang meningkat sebesar 4,75% dari beton normal dengan nilai kuat tekan beton yakni 20,95 Mpa. Berdasarkan grafik 4.4. dibawah ini, dapat digambarkan grafik perbandingan kuat tekan variasi optimum dengan beton normal.

**Grafik 4.4.** Perbandingan kuat tekan beton normal dengan kuat tekan variasi optimum.

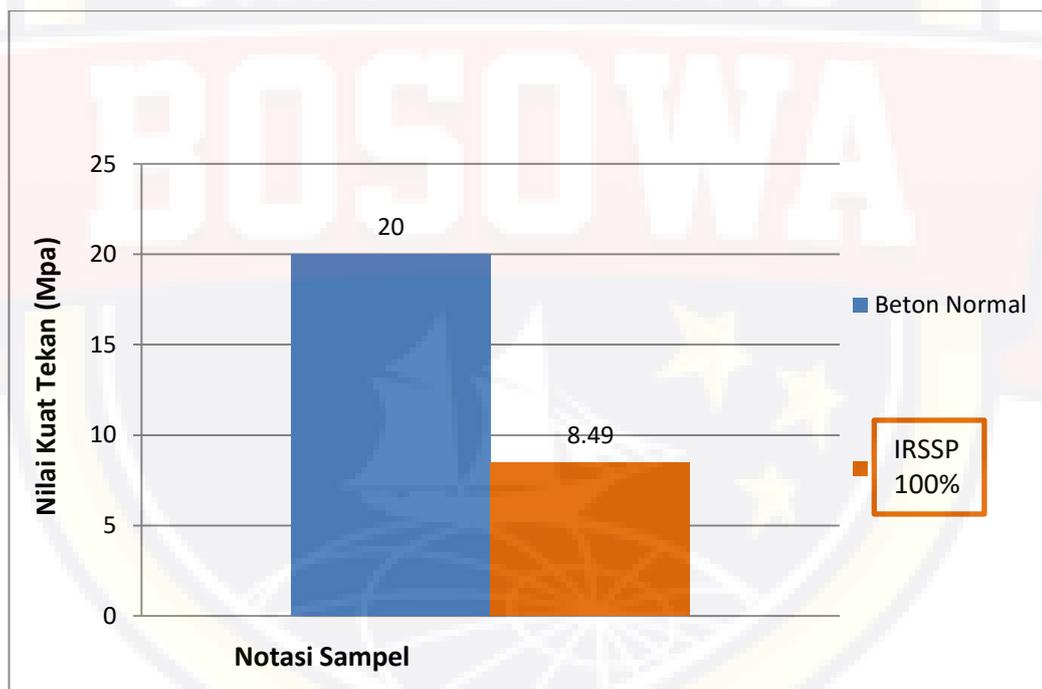


Sumber : hasil perhitungan

### 4.2.3. Perbandingan Kuat Tekan Beton Normal Dengan Kuat Tekan Variasi Minimum

Pada penelitian ini, kuat tekan beton variasi dengan nilai minimum terjadi pada kadar iron slag (limbah baja) 100% yang menurun sebesar 57,55% dari beton normal dengan nilai kuat tekan beton yakni 8,49 Mpa. Berdasarkan grafik 4.5. dibawah ini, dapat digambarkan grafik perbandingan kuat tekan variasi minimum dengan beton normal.

**Grafik 4.5.** Perbandingan kuat tekan beton normal dengan kuat tekan variasi minimum.



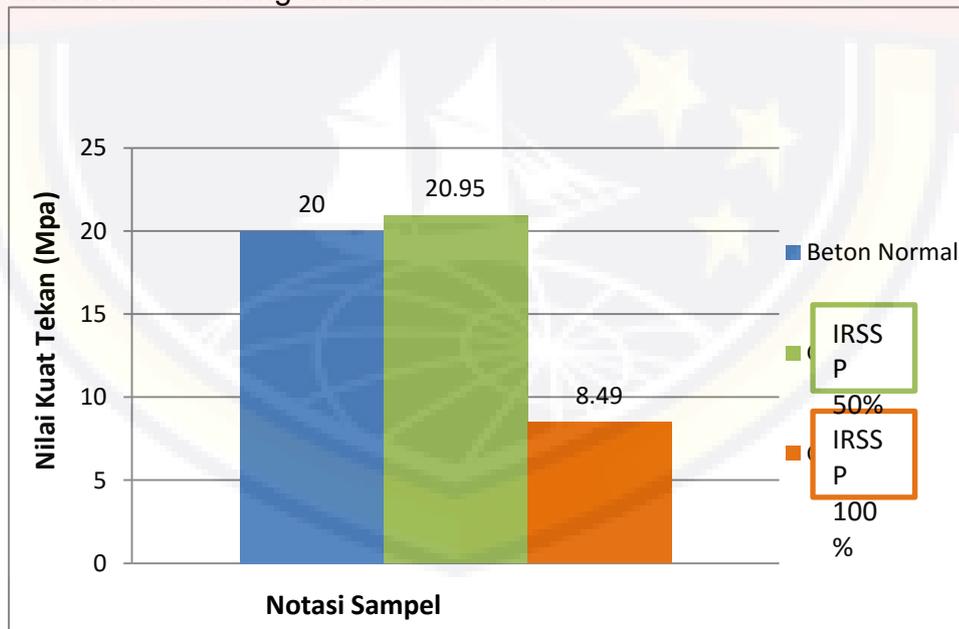
Sumber : hasil perhitungan

#### 4.2.4. Perbandingan Kuat Tekan Beton Normal Dengan Kuat Tekan Variasi Optimum dan Minimum

Pada penelitian ini, seperti yang dijelaskan diatas bahwa kuat tekan beton variasi dengan nilai optimum terjadi pada kadar iron slag (limbah baja) 50% yang meningkat sebesar 4,75% dari beton normal dengan nilai kuat tekan beton yakni 20,95 Mpa. Sedangkan kuat tekan beton variasi dengan nilai minimum terjadi pada kadar iron slag (limbah baja) 100% yang menurun sebesar 57,55% dari beton normal dengan nilai kuat tekan beton yakni 8,49 Mpa.

Berdasarkan grafik 4.6. dibawah ini, dapat digambarkan grafik perbandingan kuat tekan tersebut.

**Grafik 4.5.** Perbandingan kuat tekan beton



Sumber :hasil perhitungan

## **BAB V PENUTUP**

### **5.1 Kesimpulan**

Hasil penelitian diperoleh :

1. Pengujian kuat tekan beton dengan iron slag (limbah baja) sebagai pengganti agregat halus (pasir) dan tambahan zat additive superplasticizer 1% terhadap berat beton dapat mempengaruhi nilai kuat tekan beton baik berpengaruh pada peningkatannya ataupun sebaliknya.
2. Pada penelitian ini, nilai kuat beton mengalami peningkatan optimum ketika iron slag (limbah baja) yang digunakan sebanyak 50% dengan nilai sebesar 20,95 Mpa atau naik sebesar 4,75%, dan mengalami penurunan pada persentase 25%, 75% hingga 100% dengan masing-masing nilai sebesar 18,31 Mpa, 16,42 Mpa dan 8,49 Mpa.

### **5.2 Saran**

1. Dibutuhkannya penelitian lebih lanjut penggunaan iron slag (limbah baja) sebagai bahan pengganti agregat halus (pasir) dan zat additive superplasticizer sebagai bahan tamabhnya.
2. Dibutuhkan penelitian lebih lanjut penggunaan iron slag (limbah baja) sebagai pengganti agregat halus (pasir) dan bahan tambah zat additive siperplasticizer dengan kadar persentase yang berbeda.

3. Perlu adanya penelitian lanjutan menggunakan batu pecah  $\frac{2}{3}$  agar mendukung hasil yang maksimal dan kompresif.



## DAFTAR PUSTAKA

(Alfred Jensen, 1991). *Beton adalah suatu campuran semen, pasir, dan kerikil yang ditambahkan air secukupnya untuk membentuk aksi kimia semen dengan sempurna dan mampu dituang menjadi bentuk permukaan luar yang halus setelah kering.*

(Daryanto, 1994) *Sifat beton yang meliputi : mudah diaduk, disalurkan, dicor, dipadatkan dan diselesaikan, tanpa menimbulkan pemisahan bahan susunan pada adukan dan mutu beton yang disyaratkan oleh konstruksi tetap dipenuhi.*

(Syarif Hidayat, 2009). *material beton lebih tahan terhadap pengaruh lingkungan, tidak mudah terbakar, dan lebih tahan terhadap suhu tinggi,*

(Istimawan Dipohusodo, 1996). *Draft Konsesus (SKBI.1.4.53, 1989: 4-5) beton normal didefinisikan sebagai campuran semen atau sembarang semen hidrolis yang lain, agregat halus dan kasar, dan air.*

(Dipohusodo, 1999). *struktur beton bertulang pada umumnya menggunakan beton dengan kuat tekan antara 17-30 MPa.*

Paul. N, Antoni (2007) *bahan sisa dari pengecoran besi, dimana prosesnya memakai dapur (furnance) yang bahan bakarnya dari udara yang ditiupkan (blast).*

ASTM (1995,) *adalah Produk Non-metal yang merupakan material berbentuk halus sampai balok – balok besar, dari hasil pembakaran yang didinginkan.*

Lewis (1982 ) *Keuntungan penggunaan limbah padat (slag) dalam campuran beton*

Cain ( 1994 ) *Faktor-faktor untuk menentukan sifat penyemenan (cementious) dalam slag*

Vena, Zuni ( 2006 ) Penelitian yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui pemanfaatan slag sebagai agregat kasar pada beton.

Lukman, Siti (2007 ) Penelitian yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui pemanfaatan slag sebagai agregat kasar pada beton.dengan proporsi campuran Variasi slag 0%; 10%; 30%; 50%; dan 70%.

Tri Mulyono (2004 ) Umumnya nilai FAS minimum yang diberikan sekitar 0.4 dan maksimum 0.65

Tri Mulyono (2004 ) Sifat kimia serta komposisi semen sesuai Teknologi Beton

Tjokrodimuljo (1996 ) Gradasi agregat ialah distribusi ukuran butiran dari agregat

Tri Mulyono ( 2004 ) Semakin tinggi angka pori dalam agregat berarti semakin tinggi angka pori dalam beton yang pada akhirnya akan menyebabkan turunnya kekuatan beton



**LAMPIRAN**



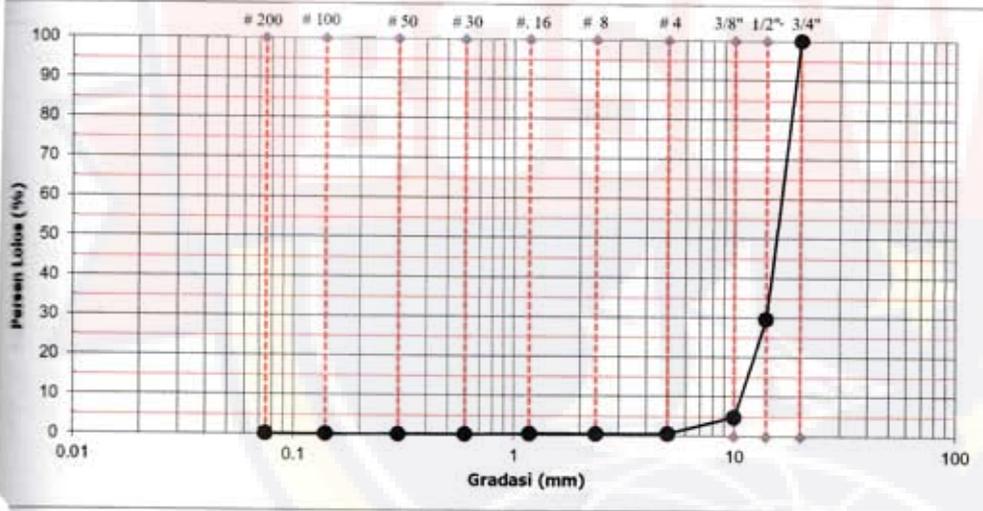
**LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN**  
**JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS BOSOWA**

**ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR**

Material : Batu Pecah 1-2 cm  
Tanggal : 05 September 2019  
Sumber : Bili-bili

Nama : La Ode Alhabnas Zumar  
( 45 12 041 008 )

Saringan No	Total : 2000.1			Total : 2000.1			Rata-rata
	Sampel	1		Sampel	2		%
	Kumulatif Tertahan	% Tertahan	% Lolos	Kumulatif Tertahan	% Tertahan	% Lolos	Lolos
3/4"	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	100.00	100.00
1/2"	1621.00	81.05	18.95	1336.20	66.81	33.19	26.07
3/8"	1886.50	94.32	5.68	1805.40	90.27	9.73	7.71
No. 4	1975.70	98.78	1.22	1951.90	97.59	2.41	1.81
No. 8	1998.00	99.90	0.10	1992.30	99.61	0.39	0.25
No. 16	1998.30	99.91	0.09	1992.70	99.63	0.37	0.23
No. 30	1998.70	99.93	0.07	1993.20	99.66	0.34	0.21
No. 50	1999.20	99.96	0.04	1993.90	99.69	0.31	0.18
No. 100	1999.30	99.96	0.04	1994.20	99.71	0.29	0.17
No. 200	1999.90	99.99	0.01	1995.40	99.77	0.23	0.12
Pan	2000.00	100.00	0.00	1999.30	99.96	0.04	0.02



Diperiksa Oleh

Asisten Laboratorium Struktur dan Bahan

Marlina Alwi, ST

Makassar, Januari 2019

Diuji Oleh

Mahasiswa

La Ode Alhabnas Zumar



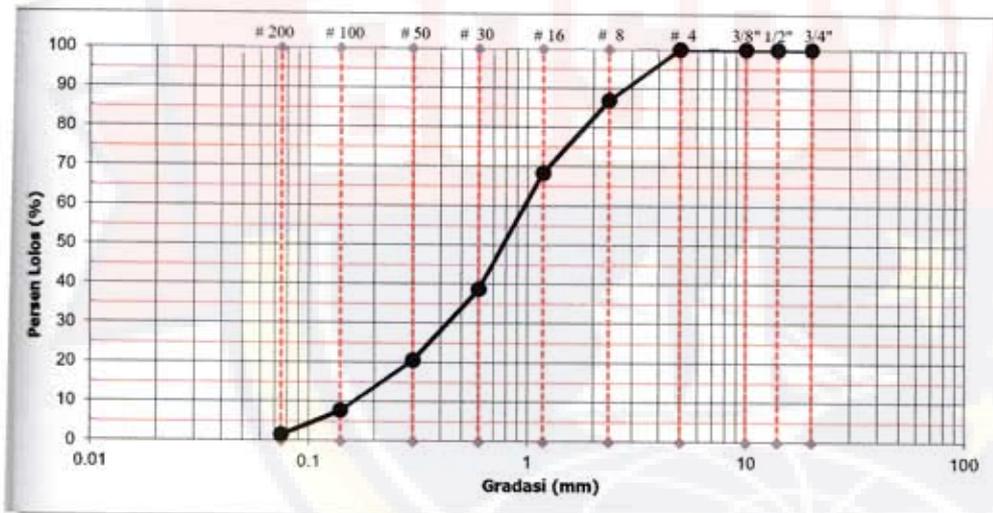
**LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN**  
**JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS BOSOWA**

**ANALISA SARINGAN AGREGAT HALUS**

Material : Pasir  
Tanggal : 05 September 2019  
Sumber : Bili-bili

Nama : Muhammad Aprisal  
( 45 12 041 008 )

Saringan No	Total : 1500			Total : 1500			Rata-rata
	Sampel	1		Sampel	2		%
	Kumulatif Tertahan	% Tertahan	% Lolos	Kumulatif Tertahan	% Tertahan	% Lolos	Lolos
3/4"	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	100.00	100.00
1/2"	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	100.00	100.00
3/8"	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	100.00	100.00
No. 4	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	100.00	100.00
No. 8	163.70	10.91	89.09	212.00	14.13	85.87	87.48
No. 16	325.00	21.67	78.33	416.20	27.75	72.25	75.29
No. 30	617.70	41.18	58.82	723.20	48.21	51.79	55.30
No. 50	900.00	60.00	40.00	985.30	65.69	34.31	37.16
No. 100	1203.40	80.23	19.77	1249.10	83.27	16.73	18.25
no.200	1478.30	98.55	1.45	1483.90	98.93	1.07	1.26
Pan	1498.40	99.89	0.11	1497.10	99.81	0.19	0.15



Diperiksa Oleh

Asisten Laboratorium Struktur dan  
Bahan

Marlina Alwi, ST

Makassar, Januari 2019

Diuji Oleh

Mahasiswa

La Ode Alhabnas Zumar



**LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN**  
**JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS BOSOWA**

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

Material : Batu Pecah 1-2 cm  
Tanggal : 05 September 2019  
Sumber : Bili-bili

Nama : La Ode Alhabnas Zumar  
( 45 12 041 008 )

Lepas

Nomor Benda Uji		I	II
Berat Container (A)	(gr)	7589	7601
Berat Container + Agregat (B)	(gr)	12575	12585
Berat Agregat ( C ) = (B) - (A)	(gr)	4986	4984
Volume Container (D)	(cm <sup>3</sup> )	3046.96	3046.96
Berat Isi Agregat = $\frac{(C)}{(D)}$ (gr/cm <sup>3</sup> )		1.636	1.636
Berat Isi Rata-rata Agregat		1.636	

Padat

Nomor Benda Uji		I	II
Berat Container (A)	(gr)	7589	7601
Berat Container + Agregat (B)	(gr)	12780	12621
Berat Agregat ( C ) = (B) - (A)	(gr)	5191	5020
Volume Container (D)	(cm <sup>3</sup> )	3046.96	3046.96
Berat Isi Agregat = $\frac{(C)}{(D)}$ (gr/cm <sup>3</sup> )		1.704	1.648
Berat Isi Rata-rata Agregat		1.676	

Diperiksa Oleh

Asisten Laboratorium Struktur dan  
Bahan

Marlina Alwi, ST

Makassar, Januari 2019

Diuji Oleh

Mahasiswa

La Ode Alhabnas Zumar



**LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN**  
**JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS BOSOWA**

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

Material : Pasir  
Tanggal : 05 September 2019  
Sumber : Biji-biji  
Nama : La Ode Alhabnas Zumar  
( 45 12 041 008 )

Lepas

Nomor Benda Uji		I	II
Berat Container (A)	(gr)	7589	7601
Berat Container + Agregat (B)	(gr)	12525	12622
Berat Agregat ( C ) = (B) - (A)	(gr)	4936	5021
Volume Container (D)	(cm <sup>3</sup> )	3046.96	3046.96
Berat Isi Agregat = $\frac{(C)}{(D)}$	(gr/cm <sup>3</sup> )	1.620	1.648
Berat Isi Rata-rata Agregat		1.634	

Padat

Nomor Benda Uji		I	II
Berat Container (A)	(gr)	7589	7601
Berat Container + Agregat (B)	(gr)	12670	12690
Berat Agregat ( C ) = (B) - (A)	(gr)	5081	5089
Volume Container (D)	(cm <sup>3</sup> )	3046.96	3046.96
Berat Isi Agregat = $\frac{(C)}{(D)}$	(gr/cm <sup>3</sup> )	1.668	1.670
Berat Isi Rata-rata Agregat		1.669	

Diperiksa Oleh

Asisten Laboratorium Struktur dan  
Bahan

Marlina Alwi, ST

Makassar, Januari 2019

Diuji Oleh

Mahasiswa

La Ode Alhabnas Zumar



**LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN**  
**JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS BOSOWA**

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

Material : Batu Pecah 1-2 cm  
Tanggal : 05 September 2019  
Sumber : Bili-bili

Nama : La Ode Alhabnas Zumar  
( 45 12 041 008 )

		A	B	Rata-Rata
Berat Benda Uji Kering Oven	$B_k$	1987.00	1917.00	1952.00
Berat Benda Uji Kering - Permukaan Jenuh	$B_j$	2000.10	2000.40	2000.25
Berat Benda Uji dalam Air	$B_a$	1271.80	1276.20	1274.00

		A	B	Rata-Rata
Berat Jenis ( Bulk )	$\frac{B_k}{B_j - B_a}$	2.73	2.65	2.69
Berat Jenis Kering - Permukaan Jenuh	$\frac{B_j}{B_j - B_a}$	2.75	2.76	2.75
Berat Jenis Semu ( Apparent )	$\frac{B_k}{B_k - B_a}$	2.78	2.99	2.88
Penyerapan ( Absorption )	$\frac{B_j - B_k}{B_k} \times 100\%$	0.66	4.35	2.50

Diperiksa Oleh

Asisten Laboratorium Struktur dan  
Bahan

Marlina Alwi, ST

Makassar, Januari 2019

Diuji Oleh

Mahasiswa

La Ode Alhabnas Zumar



**LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN**  
**JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS BOSOWA**

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

Material : pasir  
Tanggal : 05 September 2019  
Sumber : Bili-bili

Nama : La Ode Alhabnas Zumar  
( 45 12 041 008 )

	A	B	Rata - rata
Berat benda uji kering - permukaan jenuh	500.5	500.2	500.35
Berat benda uji kering oven $B_k$	481.80	482.50	482.15
Berat Piknometer diisi air (25°C) $B$	688.5	689.9	689.20
Berat piknometer + benda uji (SSD) $B_t$	949.5	953.1	951.30

	A	B	Rata - rata
Berat jenis ( Bulk ) $\frac{B_k}{(B + 500 - B_t)}$	2.02	2.04	2.03
Berat jenis kering - permukaan jenuh $\frac{500}{(B + 500 - B_t)}$	2.09	2.11	2.10
Berat jenis semu ( Apparent ) $\frac{B_k}{(B + B_k - B_t)}$	2.18	2.20	2.19
Penyerapan ( Absorption ) $\frac{(500 - B_k)}{B_k} \times 100\%$	3.78	3.67	3.72

Diperiksa Oleh

Asisten Laboratorium Struktur dan Bahan

Marlina Alwi, ST

Makassar, Januari 2019

Diuji Oleh

Mahasiswa

La Ode Alhabnas Zumar



**LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN  
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS BOSOWA**

**PEMERIKSAAN KADAR LUMPUR AGREGAT KASAR**

Material : Batu Pecah 1-2 cm  
Tanggal : 05 September 2019  
Sumber : Bili-bili

Nama : La Ode Alhabnas Zumar  
( 45 12 041 008 )

			I	II
Berat benda uji sebelum dicuci	gram	A	2000.5	2000.6
Berat benda uji setelah dicuci	gram	B	1986	1985.1
Berat Lumpur	gram	$C ( A - B )$	14.5	15.5
Kadar Lumpur	%	$(C/A)*100$	0.72	0.77
Kadar Lumpur Rata- rata	%		0.75	

Diperiksa Oleh

Asisten Laboratorium Struktur dan  
Bahan

Marlina Alwi, ST

Makassar, Januari 2019

Diuji Oleh

Mahasiswa

La Ode Alhabnas Zumar



**LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN  
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS BOSOWA**

**PEMERIKSAAN KADAR LUMPUR AGREGAT HALUS**

Material pasir Nama : La Ode Alhabnas Zumar  
Tanggal : 05 September 2019 ( 45 12 041 008 )  
Sumber : Bili-bili

			I	II
Berat benda uji sebelum dicuci	gram	A	2000.9	2000.3
Berat benda uji setelah dicuci	gram	B	1910.5	1938.1
Berat Lumpur	gram	C ( A - B )	90.4	62.2
Kadar Lumpur	%	(C/A)*100	4.52	3.11
Kadar Lumpur Rata- rata	%		3.81	

Diperiksa Oleh

Asisten Laboratorium Struktur dan  
Bahan

Marlina Alwi, ST

Makassar, Januari 2019

Diuji Oleh

Mahasiswa

La Ode Alhabnas Zumar



**LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN**  
**JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS BOSOWA**

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

Material : Batu Pecah 1-2 cm  
Tanggal : 05 September 2019  
Sumber : Bili-bili

Nama : La Ode Alhabnas Zumar  
( 45 12 041 008 )

			I	II
Berat benda uji	gram	A	1000.7	1000.2
Berat benda uji kering oven	gram	B	994.9	994.6
Berat Air	gram	C ( A - B )	5.8	5.6
Kadar Air	%	(C/A)*100	0.58	0.56
Kadar Air Rata- rata		%	0.57	

Diperiksa Oleh

Makassar, Januari 2019

Asisten Laboratorium Struktur dan  
Bahan

Diuji Oleh  
Mahasiswa

Marlina Alwi, ST

La Ode Alhabnas Zumar



**LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN**  
**JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS BOSOWA**

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

Material Pasir Nama : La Ode Alhabnas Zumar  
Tanggal : 05 September 2019 ( 45 12 041 008 )  
Sumber : Bili-bili

			I	II
Berat benda uji	gram	A	1000.8	1000.7
Berat benda uji kering oven	gram	B	961.6	965.3
Berat Air	gram	C ( A - B )	39.2	35.4
Kadar Air	%	(C/A)*100	3.92	3.54
Kadar Air Rata- rata	%		3.73	

Diperiksa Oleh

Makassar, Januari 2019

Asisten Laboratorium Struktur dan  
Bahan

Diuji Oleh

Mahasiswa

Marlina Alwi, ST

La Ode Alhabnas Zumar



**LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN  
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS BOSOWA**

Material : Batu Pecah 1/2 Dikerjakan : La Ode Alhabnas Zumar  
( 45 12 041 008 )

**REKAPITULASI HASIL PENGAMATAN**

NO.	KARAKTERISTIK AGREGAT	HASIL PENGAMATAN	INTERVAL	KETERANGAN
1	Kadar Lumpur	0.75%	Maks 1%	Memenuhi
2	Kadar Air	0.57%	0.5% - 2%	Memenuhi
3	Berat isi lepas	1.64%	1.6%-1.9%	Memenuhi
	Berat isi padat	1.68%	1.6%-1.9%	Memenuhi
4	Absorpsi	2.50%	Maks 4%	Memenuhi
5	- Bj. Curah	2.69%	1.6% - 3.3%	Memenuhi
	- Bj. SSD	2.75%	1.6% - 3.3%	Memenuhi
	- Bj. Semu	2.88%	1.6% - 3.3%	Memenuhi

Diperiksa Oleh

Asisten Laboratorium Struktur dan  
Bahan

Marlina Alwi, ST

Makassar, Januari 2019

Diuji Oleh

Mahasiswa

La Ode Alhabnas Zumar



**LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN  
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS BOSOWA**

Material : Pasir Dikerjakan : La Ode Alhabnas Zumar  
( 45 12 041 008 )

**REKAPITULASI HASIL PENGAMATAN**

NO.	KARAKTERISTIK AGREGAT	HASIL PENGAMATAN	INTERVAL	KETERANGAN
1	Kadar Lumpur	3.81%	Maks 5%	Memenuhi
2	Kadar Air	3.73%	3% - 5%	Memenuhi
3	Berat Isi lepas	1.63%	1.6%-1.9%	Memenuhi
	Berat Isi padat	1.67%	1.6%-1.9%	Memenuhi
4	Absorpsi	3.72%	Maks 2%	Memenuhi
5	- Bj. Curah	2.03%	1.6% - 3.3%	Memenuhi
	- Bj. SSD	2.11%	1.6% - 3.3%	Memenuhi
	- Bj. Semu	2.20%	1.6% - 3.3%	Memenuhi

Diperiksa Oleh

Asisten Laboratorium Struktur dan  
Bahan

Marlina Alwi, ST

Makassar, Januari 2019

Diuji Oleh

Mahasiswa

La Ode Alhabnas Zumar



**LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN**  
**JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS BOSOWA**

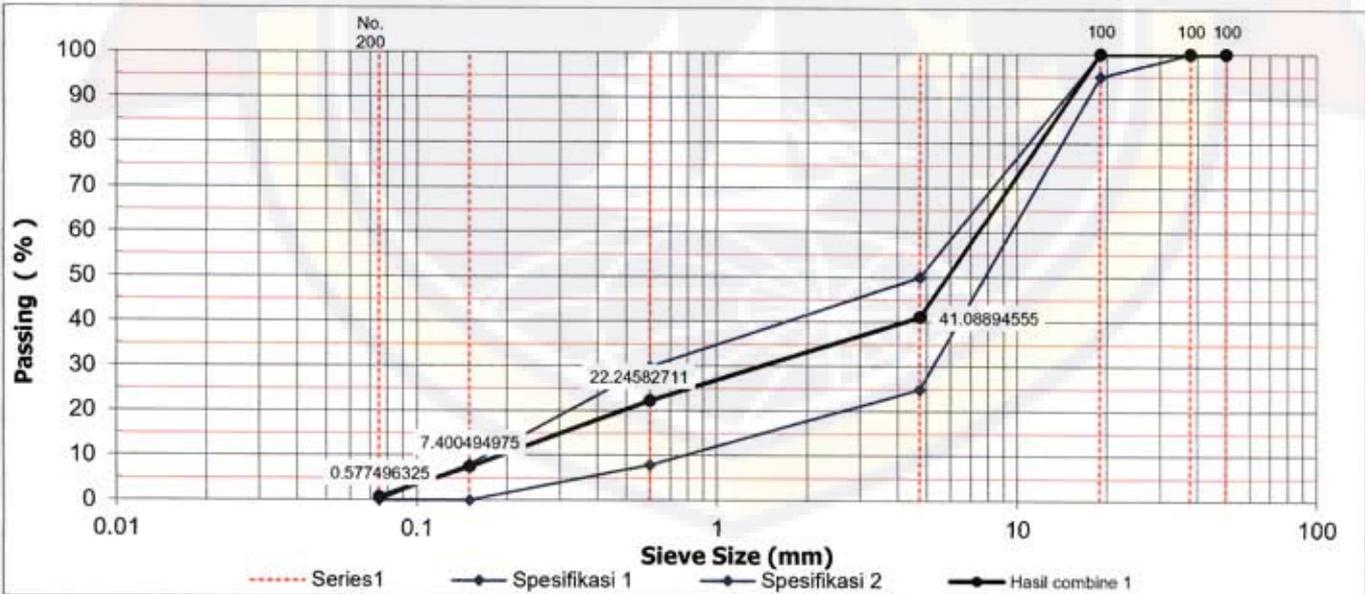
**COMBINED AGGREGATE GRADING**

Material : Batu Pecah (1-2) & Pasir  
 Tanggal  
 Sumber

Di kerjakan : La Ode Alhabnas Zumar  
 ( 45 12 041 008 )

No. Saringan n	Gradasi Agregat ( rata-rata )				Kombinasi Gradasi Agregat BETON ( Maksimum Nominal 20 mm )									SPEC 2010 REVISI 3	AGG. SURFACE FACTOR	
	a	b	c	d	I	II	III	IV	V	VI	VII	VII	IX			
3/4	100	100.0			100	0									95-100	
1/2	26.1	100.0			55.64										-	
3/8	7.7	100.0			44.62										-	
No. 4	1.81	100.0			41.09	0									35-55	
No.8	0.25	87.48			35.14										-	
No.16	0.23	75.29			30.26										-	
No. 30	0.21	55.30			22.25	0									10-35	
N0.50	0.18	37.16			14.97										-	
No. 100	0.17	18.25			7.4	0									4-9	
No. 200	0.12	1.26			0.577	0									-	

Rasio Komposisi Agregat (% Terhadap Total Agregat)	a. Batu pecah 1-2 cm	60														
	b. Batu pecah 2-3 cm	40														
	b. Pasir															
Total Luas Permukaan Agregat ( M2 / KG )																





**LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN**  
**JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS BOSOWA**

**MIX DESAIN BETON NORMAL**

**8.4 Analisa Data**

**Data :**

Slump	=	8+2	cm
Kuat tekan yang disyaratkan ( $f_c$ )	=	20.00	Mpa
Deviasi Standar (Ss)	=	-	Mpa
Nilai Tambah (Margin)	=	7.00	Mpa
Kekuatan rata-rata yang ditargetkan	=	27.00	Mpa
Faktor Air Semen Bebas (Fas)	=	0.52	
Faktor Air Semen Maksimum	=	60.00	
Kadar Air Bebas	=	205.00	kg/m <sup>3</sup>
Kadar Semen Maksimum	=	394.23	kg/m <sup>3</sup>
Kadar Semen Minimum	=	275.00	
Berat Isi Beton	=	2275.00	kg/m <sup>3</sup>
Kadar Agregat Gabungan	=	1675.77	kg/m <sup>3</sup>
Kadar Agregat Halus	=	670.31	kg/m <sup>3</sup>
Kadar Agregat Kasar	=	1005.46	kg/m <sup>3</sup>
Berat Jenis Gabungan	=	2.49	% ≈ 2.50

**Menghitung kuat tekan rata-rata yang ditargetkan**

Jika  $f_c \leq 21$  Maka  $f_{cr} = f_c + 7$

$$M = 7.00$$

$$f_{c_r} = f_c + 7.00$$

$$f_{c_r} = 20 + 7.00 = 27.00 \text{ Mpa}$$

**Penetapan Faktor Air Semen**

Besar faktor air semen (fas) diambil dari grafik

- berdasarkan kuat tekan rata-rata ( $f_{c_r}$ ) = 0.52 (berdasarkan grafik korelasi fas dan  $f_{c_r}$ )

**Penetapan kadar air bebas**

Berdasarkan nilai slump 60-80 mm dan f maksimum agregat 20 mm, maka diperoleh :

$$\text{Kadar air bebas alami (Wf)} = 195 \text{ kg/m}^3 \text{ beton}$$

$$\text{Kadar air bebas bt. pecah (Wc)} = 225 \text{ kg/m}^3 \text{ beton}$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar air bebas} &= (2/3 \times Wf) + (1/3 \times Wc) \\ &= (2/3 \times 195) + (1/3 \times 225) \\ &= 205.00 \text{ kg/m}^3 \text{ beton} \end{aligned}$$

**Penetapan kadar semen**

$$\text{Kadar semen Maks} = \frac{\text{Kadar air bebas (Wf)}}{\text{Faktor air semen (fas)}} = \frac{205.00}{0.52} = 394.23 \text{ kg/m}^3$$

Kadar semen minimum = 275.00 kg/m<sup>3</sup> (grafik korelasi kandungan air dan berat beton)

**Berat jenis gabungan agregat**

Bj. Gabungan = a . Bj. Spesifik SSD pasir + b . Bj. Spesifik SSD kerikil

$$\text{Bj. Gabungan} = 0.40 \times 2.10 + 0.60 \times 2.75 = 2.49 \approx 2.50$$

**Berat volume beton segar**

Berdasarkan nilai bj. Gabungan 2,50 dan kadar air bebas 205 kg/m<sup>3</sup> (grafik), maka diperoleh :  
 Berat volume beton segar 2275.00 kg/m<sup>3</sup>

**Berat total agregat (pasir+kerikil)**

Berat total agregat = Berat Volume Beton Segar - Kadar Air Bebas - Kasar Semen Maksimum  
 Berat total agregat 2275.00 - 205.00 - 394.23 = 1675.77 kg/m<sup>3</sup>

**Berat masing-masing agregat**

Berat pasir	=	0.40	X	1675.77	=	670.31 kg/m <sup>3</sup>
Berat kerikil	=	0.60	X	1675.77	=	1005.46 kg/m <sup>3</sup>
Jumlah					=	1675.77 kg/m <sup>3</sup>

**Koreksi Campuran Untuk Pelaksanaan**

Koreksi Air = Jumlah Air - (Kadar Air Pasir - Absorpsi Pasir) x Jumlah Pasir/100  
 - (Kadar Air Kerikil - Absorpsi Kerikil) x Jumlah Kerikil/100  
 = 205 - (3,73 - 1,698) x 567,2 / 100 - (0,57 - 3) x 985,8 / 100  
 = 215.62 kg/m<sup>3</sup>

Koreksi Pasir = Jumlah Pasir + (Kadar Air Pasir - Absorpsi Pasir) x Jumlah Pasir/100  
 = 657,2 + (3,73 - 1,698) x 567,2 / 100  
 = 670.50 kg/m<sup>3</sup>

Koreksi Kerikil = Jumlah Kerikil + (Kadar Air Kerikil - Absorpsi Kerikil) x Jumlah Pasir/100  
 = 985,75 + 0,57 - 3,00) \* 985,75 / 100  
 = 961.79 kg/m<sup>3</sup>

**Hasil mix design SSD karakteristik agregat**

Sebelum Koreksi		Setelah Koreksi	
Air (Wa)	= 205.00 kg/m <sup>3</sup>	Air (Wa)	= 215.62 kg/m <sup>3</sup>
Semen (Ws)	= 394.23 kg/m <sup>3</sup>	Semen (Ws)	= 394.23 kg/m <sup>3</sup>
Pasir (B <sub>SSDp</sub> )	= 670.31 kg/m <sup>3</sup>	Pasir (B <sub>SSDp</sub> )	= 670.50 kg/m <sup>3</sup>
Kerikil (B <sub>SSDk</sub> )	= 1005.46 kg/m <sup>3</sup>	Kerikil (B <sub>SSDk</sub> )	= 961.79 kg/m <sup>3</sup>
Jumlah	= 2275.00 kg/m <sup>3</sup>	Jumlah	= 2242.15 kg/m <sup>3</sup>

**Perhitungan Volume Benda Uji**

Silinder 15 cm x 30 cm  
 $V = 1/4 \times \pi \times D^2 \times t$        $V = 0.0053 \times 1,2$   
 $V = 1/4 \times 3,14 \times (0,15)^2 \times 0,3$        $V = 0.0064$   
 $V = 0.0053$       dimana 1,2 adalah faktor koreksi      4.11

Perencanaan mix design adalah sebagai berikut :

Komposisi Agregat Beton Normal				
Komposisi Agregat	Berat Agregat Beton (kg/m <sup>3</sup> )	Volume Silinder Benda Uji	Berat Benda Uji 1 Sampel (kg/m <sup>3</sup> )	Berat Benda Uji 5 Sampel (kg/m <sup>3</sup> )
Air	215.62	0.0064	1.37	6.86
Semen	394.23	0.0064	2.51	12.53
Pasir	670.50	0.0064	4.26	21.32
Batu Pecah 1-2	961.79	0.0064	6.12	30.58
	$\Sigma =$		14.26	71.28

Komposisi Agregat Beton Normal				
Komposisi Agregat	Berat Agregat Beton (kg/m <sup>3</sup> )	Volume Silinder Benda Uji	Berat Benda Uji 1 Sampel (kg/m <sup>3</sup> )	Berat Benda Uji 3 Sampel (kg/m <sup>3</sup> )
Air	215.62	0.0064	1.37	4.11
Semen	394.23	0.0064	2.51	7.52
Pasir	670.50	0.0064	4.26	12.79
Batu Pecah 1-2	961.79	0.0064	6.12	18.35
$\Sigma =$			14.26	42.77

Perencanaan Komposisi beton uji adalah sebagai berikut :

Simbol	Semen	Batu pecah	SP 1 %	Pasir	Air	IS	Jumlah
BN	7.52	18.35	0.075	12.79	4.11	0	3
BSPIS 1	7.52	18.35	0.075	9.59	4.11	3.20	3
BSPIS 2	7.52	18.35	0.075	6.40	4.11	6.40	3
BSPIS 3	7.52	18.35	0.075	3.20	4.11	9.59	3
BSPIS 4	7.52	18.35	0.075	0.00	4.11	12.79	3

UNIVERSITAS

**BOSOWA**





**LABORATORIUM TEKNIK SIPIL**  
**UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR**

Jln. Urip Sumoharjo Km. 8- Telp. ( 0411 ) 452901 - 342789fax.(0411)424568.  
website: www.tekniksipil45makassar.info / email: telpip@yahoo.com

**KEKUATAN TEKAN BETON ( Silinder )**

**20 Mpa**

Tanggal Tes : 05 Oktober 2019

Di Uji Oleh : La Ode Alhabnas Zumar

No Benda Uji	Tanggal Pembuatan	Perbandingan Campuran PC : PSR : KR	Slump (cm)	Berat (Kg)	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Luas Penampang (mm <sup>2</sup> )	Umur (Hari)	Beban Maksimum (KN)	Kekuatan Tekan (Mpa)	Syarat Benda Uji (28 hari)	Lokasi	Ket.
1	05-Okt-2019	1,00:1,70:2,55	7	12,33	150	300	17662,5	28	383	21,68	20 Mpa	UNBOS	
2	05-Okt-2019	1,00:1,70:2,55	7	12,34	150	300	17662,5	28	415	23,50		UNBOS	
3	05-Okt-2019	1,00:1,70:2,55	7	12,58	150	300	17662,5	28	384	21,74		UNBOS	
4	05-Okt-2019	1,00:1,70:2,55	7	12,40	150	300	17662,5	28	386	21,85		UNBOS	
5	05-Okt-2019	1,00:1,70:2,55	7	12,49	150	300	17662,5	28	432	24,46		UNBOS	
6	05-Okt-2019	1,00:1,70:2,55	7	12,46	150	300	17662,5	28	380	21,51		UNBOS	
7	05-Okt-2019	1,00:1,70:2,55	7	12,45	150	300	17662,5	28	385	21,80		UNBOS	
8	05-Okt-2019	1,00:1,70:2,55	7	12,34	150	300	17662,5	28	380	21,51		UNBOS	
9	05-Okt-2019	1,00:1,70:2,55	7	12,37	150	300	17662,5	28	385	21,80		UNBOS	
10	05-Okt-2019	1,00:1,70:2,55	7	12,42	150	300	17662,5	28	365	20,67		UNBOS	
11	05-Okt-2019	1,00:1,70:2,55	7	12,35	150	300	17662,5	28	390	22,08		UNBOS	
12	05-Okt-2019	1,00:1,70:2,55	7	12,37	150	300	17662,5	28	410	23,21		UNBOS	
13	05-Okt-2019	1,00:1,70:2,55	7	12,25	150	300	17662,5	28	386	21,85		UNBOS	
14	05-Okt-2019	1,00:1,70:2,55	7	12,42	150	300	17662,5	28	395	22,36		UNBOS	
15	05-Okt-2019	1,00:1,70:2,55	7	12,37	150	300	17662,5	28	430	24,35		UNBOS	
16	05-Okt-2019	1,00:1,70:2,55	7	12,47	150	300	17662,5	28	410	23,21		UNBOS	
17	05-Okt-2019	1,00:1,70:2,55	7	12,37	150	300	17662,5	28	380	21,51		UNBOS	
18	05-Okt-2019	1,00:1,70:2,55	7	12,49	150	300	17662,5	28	395	22,36		UNBOS	
19	05-Okt-2019	1,00:1,70:2,55	7	12,36	150	300	17662,5	28	380	21,51		UNBOS	
20	05-Okt-2019	1,00:1,70:2,55	7	12,32	150	300	17662,5	28	395	22,36		UNBOS	
Rata - rata =										<b>22,27</b>			

$$f_{ck} = f_{cm} - k \times S$$

$$f_{cm} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (f_{ci} - f_{cm})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{18.714}{(20-1)}} \quad S = 0.98497 = 0.992$$

$$f_{ck} = 22.27 - 1.64 (0.94 \times 1.08) = 20.5097 > 20 \text{ Mpa}$$

$f_{ck}$  = kuat tekan karakteristik beton       $n$  = jumlah pengujian  
 $f_{cm}$  = kuat tekan rata-rata beton           $S$  = standar deviasi  
 $k$  = 1.64 untuk tingkat kepercayaan 95%    $f_{ci}$  = nilai hasil uji

Mengetahui :  
Kepala Laboratorium

( Eka Yuniarto, ST, MT )  
NIDN : 09 080668 03



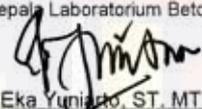
LABORATORIUM TEKNIK SIPIL  
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

Jln. Urip Sumoharjo Km. 6- Telp. ( 0411 ) 452901 – 342789fax.(0411)424568.  
website: www.tekniksipil45makassar.info / email: tsipil@yahoo.com

**HASIL KUAT TEKAN BETON VARIASI (SILINDER)**

TANGGAL : 12 NOVEMBER 2020  
NAMA : LA ODE ALHABNAS ZUMAR  
STAMBUK : 45 12 041 008

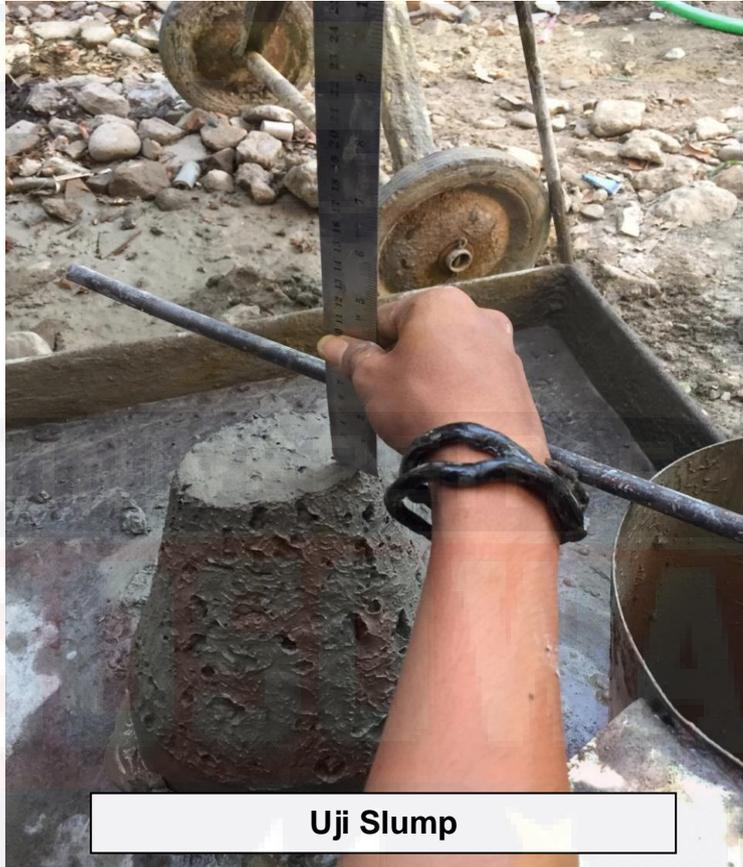
NO BENDA UJI	TANGGAL PEMBUATAN	SLUMP (Cm)	BERAT (Kg)	DIAMETER (Cm)	LUAS PENAMPANG (Cm)	BEBAN MAKSIMUM (KN)	KEKUATAN TEKAN (Mpa)	KET RATA-RATA (Mpa)
IR 0% 1	12-Nov-20	6	12,360	15	176,63	420,0	23,78	21,70
2	12-Nov-20	6	12,565	15	176,63	370,0	20,95	
3	12-Nov-20	6	12,430	15	176,63	360,0	20,38	
IR 25% 1	12-Nov-20	7	12,590	15	176,63	340,0	19,25	18,31
2	12-Nov-20	7	12,620	15	176,63	300,0	16,99	
3	12-Nov-20	7	12,880	15	176,63	330,0	18,68	
IR 50% 1	12-Nov-20	7	12,910	15	176,63	310,0	17,55	20,95
2	12-Nov-20	7	12,760	15	176,63	410,0	23,21	
3	12-Nov-20	7	12,930	15	176,63	390,0	22,08	
IR75% 1	12-Nov-20	7	12,805	15	176,63	145,0	8,21	16,42
2	12-Nov-20	7	12,765	15	176,63	135,0	7,64	
3	12-Nov-20	7	12,000	15	176,63	180,0	10,19	
IR 100% 1	12-Nov-20	7,5	12,399	15	176,63	145,0	8,21	8,49
2	12-Nov-20	7,5	12,568	15	176,63	175,0	9,91	
3	12-Nov-20	7,5	12,205	15	176,63	130,0	7,36	

Mengetahui :  
Kepala Laboratorium Beton  
  
( Eka Yuniarto, ST, MT )  
NIDN : 09 080668 03

# DOKUMENTASI



## DOKUMENTASI PENELITIAN



Uji Slump



**Uji karakteristik ssd pasir**



**Proses pembuatan benda uji**





Perendaman beton normal



**Uji karakteristik kadar lumpur**



**Uji kuat tekan beton normal**



**BOSOWA**

