

TUGAS AKHIR

**“ANALISIS KUAT TEKAN BETON YANG MENGGUNAKAN
STYROFOAM DENGAN VARIASI ZAT ADITIV”**



MOH.YUSUP

45 13 041 089

UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

FAKULTAS TEKNIK

JURUSAN SIPIL

MAKASSAR

2019

**DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

LEMBAR PENGESAHAN

Berdasarkan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar no.772/JS-FT/VIII/2019. Tanggal 22 Agustus 2019, Perihal Pengangkatan Panitia Dan Tim Penguji Tugas Akhir, Maka Pada :

Hari/tanggal : Kamis, 22 Agustus 2019
Nama : MOH.YUSUP
Nomor Stambuk : 45 13 041 089
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Tugas Akhir : Analisis Kuat Tekan Beton Yang Menggunakan Styrofoam

Dengan Variasi Type Zat Aditiv.

Telah diterima dan disahkan oleh Panitia Tugas Akhir Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar Setelah Dipertahankan Didepan Tim Penguji Ujian Sarjana Starata 1(S-1) untuk memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar.

Tim Pengujia Tugas Akhir

Ketua/Exo Officio : Ir.H.Syahrul Sariman,MT (.....)
Sekertaris/Exo Officio : Hijriah,ST.,MT (.....)
Anggota : Eka Yuniarto,ST.,MT (.....)
Fauzi Lebang, ST.,MT (.....)

Makassar,22 Agustus 2019

Mengetahui :

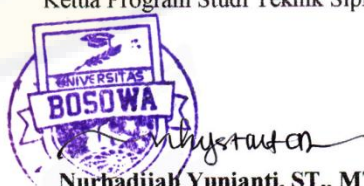
Dekan Fakultas Teknik



**UNIVERSITAS
BOSOWA**

Dr. Ridwan. ST., M.Si
NIDN : 09 240676 01

Ketua Program Studi Teknik Sipil



**UNIVERSITAS
BOSOWA**

Nurhadijah Yuniarti. ST., MT
NIDN : 09 050873 04



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 SEMINAR AKHIR

Tugas Akhir :

**" Analisis Kuat Tekan Beton Yang Menggunakan Styrofoam Dengan Variasi
Type Zat Aditiv "**

Disusun dan diajukan oleh :

Nama Mahasiswa : **MOH.YUSUP**

No. Stambuk : 45 13 041 089

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 240676 01

Ketua Program Studi Teknik Sipil

Nurhadijah Yuniarti, ST., MT
NIDN : 09 050873 04

**DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

**SURAT PERNYATAAN
KEASLIAN DAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR**

Yang bertanda tangan dibawah ini.

Nama : MOH.YUSUP
Nomor Stambuk : 45 13 041 089
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Tugas Akhir : Analisis Kuat Tekan Beton Yang Menggunakan Styrofoam Dengan Variasi Type Zat Aditiv.

1. tugas akhir yang saya tulis ini merupakan hasil karya saya sendiri dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis dia acu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.
2. Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya tidak keberatan apabila JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS BOSOWA menyimpan, mengalih, medaikan, mengalih formatkan, mengelolah dalam dalam bentuk data base, mendistribusikan dan menampilkannya untuk kepentingan akademik.
3. Bersedia dan menjamin untuk menanggung secara pribadi tanpa melibatkan pihak JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS BOSOWA Dari semua bentuk tuntutan hukum yang timbul atas hak cipta dalam tugas akhir ini.

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

Makassar, 26 juni 2019

Yang menyatakan

MOH.YUSUP



METERAI
TEMPEL
TGL. 20
443B3AHF913692174
6000
ENAM RIBU RUPIAH

PRAKATA

Bismillahirrahmaannirrahiim, assalamualaikum warahmatullahi wabarakatu. Puji syukur kami panjatkan atas berkat rahmat ALLAH yang maha kuasa atas segala kehendaknya sehinggah penyusunan skripsi ini yang berjudul Analisis Kuat Tekan Beton Menggunakan Styrofoam Dengan Variasi Zat Aditif dapat terlaksana dan terselesaikan dengan baik dalam waktu yang telah di tentukan.

Salawat dan salam kita hanturkan kepada baginda rasulullah Muhammad saw, yang telah membawa ummat dari alam biadab menuju alam beradab melalui pendidikan seperti yang di rasakan saat ini.

Penyusunan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada jurusan sipil fakultas teknik universitas bosowa Makassar.

Dalam penulisan tugas akhir ini penulis banyak menemukan kendala, namun karena adanya pengarahan dan bimbingan dari berbagai pihak, terutama dari kedua pembimbing sehinggah skripsi ini dapat terselesaikan.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya khususnya kepada;

1. Kedua orang tua serta keluarga tercinta yang selalu mendoakan, memberikan dorongan baik berupa materi maupun moral dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Ayahanda Ir.H.Syahrul Sariman,MT selaku pembimbing I dan ibu Hijriah,ST.,MT selaku pembimbing II yang telah meluangkan waktu dalam memotivasi dan membimbing penulis mulai persiapan penulisan, penelitian sampai dengan penyelesaian skripsi ini
3. Ibu Nurhadijah Yunianti,ST.,MT selaku ketua jurusan Teknik Sipil Universitas Bosowa yang telah membantu penulis selama pendidikan.
4. DR.Ridwan,ST.,MSi selaku dekan fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar yang telah membantu penulis selama pendidikan.

5. Teman-teman jurusan teknik sipil khususnya teman-teman ank.013 terima kasih atas bantuannya dan motivasinya selama penyusunan skripsi ini.
6. Irma Susila Ningsih yang memberikan tekanan sebagai motivasi dalam penyelesaian penulisan.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penulisan dan penyusunan skripsi ini terdapat banyak kekurangan oleh karenanya segala kritik dan saran yang membangun sangat di harapkan demi pengembangan penelitian selanjutnya. Semoga tugas akhir ini dapat memberikan sumbangan pikiran positif bagi pembaca. Aamiin,,

Makassar, Juni 2019

Penulis

ABSTRAK

Beton merupakan material struktur yang sangat luas penggunaannya. Menurut berat satuannya beton dapat dibedakan atas beton normal dan beton ringan. Penggunaan styrofoam dalam beton ringan dapat di anggap sebagai rongga udara. Dalam penelitian ini digunakan beton yang menggunakan Styrofoam 20 % dengan bahan tabah zat aditiv yaitu, bestmittel, Viscocrete 3115N, Plastiment VZ, dengan dosis dari masing-masing zat yaitu 0,55%, 0,25%, 0,40% dari berat semen. Pengujian kuat tekan dilakukan pada benda uji silinder beton dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. jumlah benda uji 12 buah, setiap variable menggunakan 3 buah benda uji. Hasil penelitian menunjukkan Kuat tekan Beton normal yang di peroleh yaitu 22,01 Mpa setelah material styrofoam di substitusikan nilai kuat beton menjadi 13,02 Mpa, dengan penambahan zat aditiv berupa bestmittel, Plastimen VZ, Viscocrete 3115N, masing-masing mengalami peningkatan kuat tekan 25 %, 24,17%, 21 % dengan nilai kuat tekan 17,36 Mpa, 17,17 Mpa, dan 16,61 Mpa.

Kata kunci : beton, styrofoam, viscocrete 3115n, plastiment vz, bestmittel.

ABSTRACT

Concrete is a structural material that is very widely used. According to the weight of the unit, concrete can be divided into normal concrete and lightweight concrete. The use of styrofoam in lightweight concrete can be regarded as an air cavity. In this study used concrete that uses Styrofoam 20% with steadfast material aditiv, i.e. bestmittel, Viscocrete 3115N, Plastiment VZ, with doses of each substance namely 0.55%, 0.25%, 0.40% of the weight of cement . Testing of compressive strength was carried out on concrete cylindrical specimens with a diameter of 15 cm and a height of 30 cm. the number of specimens is 12 pieces, each variable uses 3 specimens. The results showed that the normal concrete compressive strength obtained was 22.01 Mpa after styrofoam material was substituted for the strength of the concrete to 13.02 Mpa, with the addition of additives in the form of bestmittel, VZ Plastimen, Viscocrete 3115N, each increasing in compressive strength 25 %, 24.17%, 21% with compressive strength of 17.36 Mpa, 17.17 Mpa, and 16.61 Mpa.

Keywords: concrete, styrofoam, viscocrete 3115n, plastiment vz, bestmittel.

DAFTAR ISI

Halaman judul	
Lembar pengajuan.....	i
Lembar pengesahan.....	ii
Pernyataan keaslian tugas akhir.....	iii
Prakata.....	iv
Abstrak.....	vi
Daftar isi.....	vii
Daftar notasi.....	x
Daftar tabel.....	xi
Daftar gambar.....	xiii
Daftar lampiran.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar belakang.....	I-1
1.2 Rumusan masalah.....	I-2
1.3 Tujuan dan manfaat.....	I-2
1.4 Perihal Bahan dan Batasan masalah.....	I-2
1.5 Sistematika penulisan.....	I-3
BAB PUSTAKA II TINJAUAN	
2.1 Landasan teori.....	II-1
2.2.1 Pengertian beton normal.....	II-1
2.2.2 Bahan penyusun beton normal.....	II-2
2.2.3 Beton ringan.....	II-6
2.2.4 Zat aditiv.....	II-7
2.2.5 Jenis pengujian material.....	II-24

2.2.6	Alat dan bahan	II-25
2.2.7	Pembuatan Mix Design Beton	II-26
2.2	Pengujian Kuat Tekan	II-36
2.3	Hubungan Slump Test dan Zat Aditiv	II-36
2.4	Hubungan Berat Isi dan Zat Aditif	II-37
2.5	Penelitian terdahulu.....	II-37
2.5.1	A.Agung Fadhilah Putra Tahun 2015	II-38
2.5.2	Gusti Ketut Sudipta dan Ketut Sudarsana 2009.....	II-39
2.5.3	Yoppi Juli Priyono 2004 dengan.....	II-40

BAB III METODE PENELITIAN

3.1	Bagan alir penelitian	III-1
3.2	Waktu dan Lokasi Penelitian	III-2
3.3	Variabel penelitian	III-2
3.2.1	Variabel terikat	III-2
3.2.2	Variabel bebas	III-2
3.4	Notasi sampel.....	III-3
3.5	Tahapan Penelitian	III-4
3.6	Metode Pengujian	III-5

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	Karakteristik material	IV-1
4.2	Perencanaan campuran beton	IV-4
4.3	Pengujian slump test	IV-6
4.4	Pengujian kuat tekan beton normal	IV-6
4.5	Beton variasi	IV-9
4.5.1	Pengujian kuat tekan beton styrofoam.....	IV-8
4.5.2	Pengujian berat isi beton styrofoam.....	IV-8
4.5.3	Pengujian kuat tekan beton styrofoam + bestmittel.....	IV-11
4.5.4	Pengujian berat isi beton styrofoam + Bestmittel.....	IV-11
4.5.5	Pengujian kuat tekan beton styrofoam + plastimen vz.....	IV-12

4.5.6	Pengujian berat isi beton styrofoam + Plastiment Vz.....	IV-12
4.5.7	Pengujian kuat tekan beton styrofoam + viscocrete 3115n.....	IV-12
4.5.8	Pengujian berat isi beton styrofoam + Viscocrete.....	IV-12

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Kesimpulan	V-1
5.2	Saran	V-2

Daftar pustaka

Lampiran



DAFTAR NOTASI

SNI	= Standar Nasional Indonesia
ASTM	= American Society For Testing And Material
AEA	= Air Entraining Admixture
WRA	= Water Reducing Admixture
F'c	= Kuat Tekan Benda Uji
Fcr	= Kuat Tekan Rata-Rata Pada Perencanaan Campuran Pada Beton
Fck	= Kuat Tekan Karakteristik Pada Beton
Fcm	= Kuat Tekan Rata-Rata Beton
S	= Standar Deviasi
Fci	= Nilai Hasil Uji
V	= Volume Benda Uji
D	= Diameter Benda Uji
T	= Tinggi Benda Uji
Pc	= Portland Cement
PCC	= Portland Composite Cement
Bp	= Batu Pecah
W	= Rasio Total Berat Air
Fas	= Faktor Air Semen, Rasio Berat Air Dan Semen
P	= Beban Maksimum Yang Dapat Ditahan Benda Uji
A	= Luas Penampang
Ec	= Modulus Elastisitas
BN	= Beton Normal
BS	= Beton Styrofoam
SVS	= Beton Styrofoam Viscocrate 3115N
SBM	= Beton Styrofoam Bestmittel
SPL	= Beton Styrofoam Plastimen VZ

DAFTAR TABEL

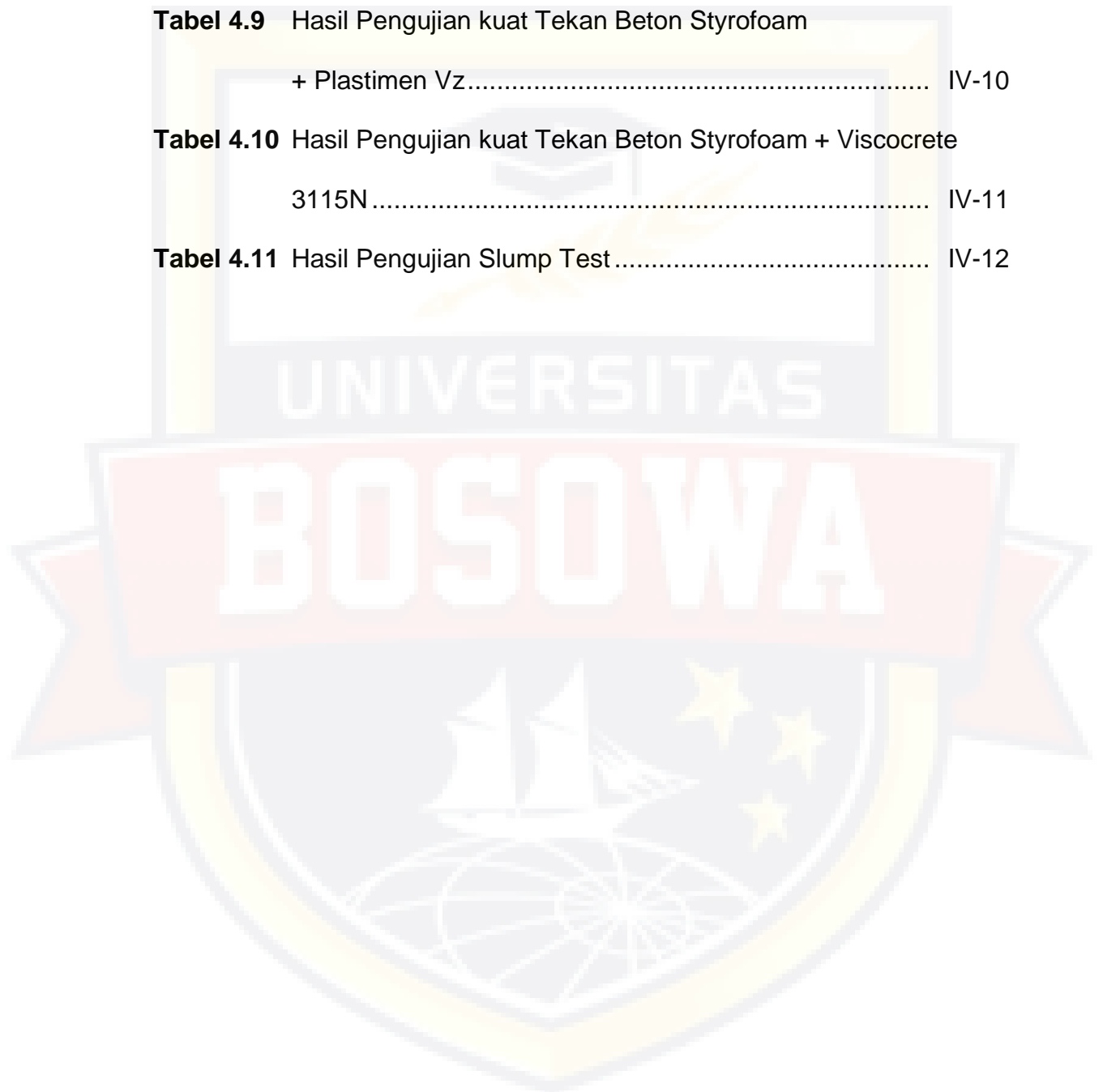
	Halaman
Tabel 2.1 Pemeriksaan Agregat Halus	II-28
Tabel 2.2 Pemeriksaan Agregat Kasar	II-28
Tabel 2.3 Faktor perkalian devias istandar	II-30
Tabel 2.4 Nilai Margin.....	II-31
Tabel 2.5 Kekuatan Tekan Rata-Rata Perlu	II-32
Tabel 2.6 Perkiraan Kuat Tekan Beton Pada FAS 0.50	II-33
Tabel 2.7 Type Agregat Dan Perkiraan Kadar Air Bebas	II-33
Tabel 2.8 Penetapan nilai slump adukan beton	II-41
Tabel 3.1 Notasi Sampel Beton Normal.....	III-3
Tabel 3.2 Notasi Sampel Beton Styrofoam	III-3
Tabel 3.3 Pemeriksaan Karakteristik Agregat Halus (Pasir).....	III-4
Tabel 3.4 Pemeriksaan Karakteristik Agregat Kasar (BP1-2dan 2-3)	III-4
Tabel 4.1 Data hasil Pemeriksaan Karakteristik Agregat Halus	IV-1
Tabel 4.2 Data hasil Pemeriksaan Karakteristik Agregat kasar.....	IV-2
Tabel 4.3 Data Hasil perhitungan mix design.....	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 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Styrofoam.....	IV-8
Tabel 4.7 Berat Isi Beton Styrofoam	IV-9

Tabel 4.8 Hasil Pengujian kuat Tekan Beton Styrofoam
+ Bestmittel IV-10

Tabel 4.9 Hasil Pengujian kuat Tekan Beton Styrofoam
+ Plastimen Vz IV-10

Tabel 4.10 Hasil Pengujian kuat Tekan Beton Styrofoam + Viscocrete
3115N IV-11

Tabel 4.11 Hasil Pengujian Slump Test IV-12



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Grafik 3.1 Hubungan faktor air-semen dan kuat tekan rata-rata silinder beton.....	III-12
Grafik 4.1 Analisa saringan agregat halus.....	IV-2
Grafik 4.2 Analisa saringan agregat kasar batu pecah 1-2.....	IV-3
Grafik 4.3 Analisa saringan agregat Kasar batu pecah 2-3.....	IV-3
Grafik 4.4 Kuat Tekan Beton Normal.....	IV-7
Grafik 4.5 Berat isi beton uji.....	IV-11
Grafik 4.6 Pengujian Nilai Slump Test.....	IV-13

DAFTAR LAMPIRAN

A. PENGUJIAN KARAKTERISTIK AGREGAT

- A.1 Analisa Saringan Agregat Kasar 1-2
- A.2 Analisa Saringan Agregat Kasar 2-3
- A.3 Analisa Saringan Agregat Halus
- A.4 Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar 1-2
- A.5 Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar 2-3
- A.6 Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus
- A.7 Berat Isi / Berat Volume Agregat Kasar 1-2
- A.8 Berat Isi / Berat Volume Agregat kasar 2-3
- A.9 Berat Isi / Berat Volume Agregat Halus
- A.10 Kadar Air Agregat Kasar
- A.11 Kadar Air Agregat Halus
- A.12 Pemeriksaan Kadar Lumpur

B. PERHITUNGAN COMBINED GRADING (GRADASI GABUNGAN)

C. PERHITUNGAN MIX DESIGN

- D.1 Mix Design Beton Normal 20 MPa
- D.2 Mix Design Beton Variasi

D. HASIL PENGUJIAN SLUMP

E. PENGUJIAN KUAT TEKAN

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

F. DOKUMENTASI

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Beton merupakan material bangunan yang lebih sering digunakan dalam Pembangunan infrastruktur baik bangunan darat maupun dilaut di bandingkan dengan material kayu dan baja. Penggunaan beton lebih dominan digunakan karna mudah dibentuk sesuai yang kita inginkan dan memiliki ketahanan yang tinggi baik itu dalam menahan beban maupun durabilitas.

Beton merupakan material struktur yang sangat luas penggunaannya. Menurut berat satuannya beton dapat dibedakan atas beton normal dan beton ringan. Pertimbangan penggunaan beton ringan adalah agar beban konstruksi menjadi lebih kecil. Beton ringan untuk komponen struktur harus memenuhi persyaratan kekuatan material struktur. Pengurangan berat satuan beton dapat dilakukan dengan membuat beton dengan material penyusun yang mempunyai berat satuan yang kecil, atau penambahan udara.

Salah satunya yaitu adanya beton ringan yang terbuat dari campuran air, semen portland, pasir, dan tambahan styrofoam atau yang dikenal dengan gabus putih. Penggunaan styrofoam dalam beton ringan dapat di anggap sebagai rongga udara, namun styrofoam memiliki butiran yang kedap air. Penggunaan styrofoam pada beton meningkatkan

kegunaan styrofoam itu sendiri sehingga dapat mengurangi limbah styrofoam.

Kemudian dengan kemajuan teknologi, khususnya dibidang teknologi beton, beton dikembangkan lagi dengan mencampurkan campuran dengan bahan tambah lain seperti bahan kimia atau yang sering disebut dengan zat ADITIV. Hal ini dilakukan untuk memperbaiki karakter beton itu sendiri, baik itu dari kekuatan maupun pengerjaannya.

Berdasarkan Dari pernyataan di atas peneliti tertarik untuk mengangkat judul skripsi **Analisis Kuat Tekan Beton Yang Menggunakan Styrofoam Dengan Variasi Type Zat Aditiv.** Dengan adanya penelitian ini dapat memberikan tambahan informasi untuk penelitian selanjutnya mengenai beton styrofoam dengan variabel zat aditiv.

1.2 Rumusan Masalah

- a. Seberapa besar pengaruh penambahan styrofoam terhadap kuat tekan beton.
- b. Seberapa besar pengaruh beberapa zat aditif terhadap kuat tekan beton yang menggunakan styrofoam

1.3 Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk

- a. Untuk mengetahui pengaruh styrofoam terhadap kuat tekan beton.
- b. Untuk mengetahui pengaruh beberapa jenis zat aditif terhadap kuat tekan beton yang menggunakan styrofoam.

Manfaat yang dapat kita peroleh dari penelitian ini yaitu memberikan informasi mengenai beton styrofoam dengan beberapa zat aditif yang di gunakan.

1.4 Perihal Bahan dan Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini yaitu:

1. Karakteristik styrofoam tidak di uji
2. Menggunakan butiran styrofoam butiran hasil olahan pabrik
3. Semen yang digunakan type PCC (Portland composite cement)
4. Karakteristik semen tidak di uji
5. Menggunakan zat aditiv
 - a. Plastiment VZ
 - b. Type Sika Viscocrete -3115N
 - c. Type BestMittel

1.5.1 Sistematika Penulisan

Secara garis besar sistematika penulisan dapat disajikan sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan latar belakang penulisan, maksud dan tujuan penulisan, ruang lingkup dan batasan masalah, serta sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

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

BAB III METODOLOGI 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 HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini akan diuraikan hasil pengujian material yang di lakukan di laboratorium, yang disajikan dalam bentuk tabel - tabel dan grafik, kemudian dari hasil tersebut dilakukan analisis dan pembahasan.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini menyajikan kesimpulan pokok dari keseluruhan penelitian yang telah dilakukan dan saran yang dapat di berikan untuk memperbaiki hasil dari penelitian yang telah di lakukan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

2.2.1 Pengertian beton Normal

Beton adalah campuran antara semen portland atau semen hidraulik yang lain, agregat halus, agregat kasar, dan air dengan atau tanpa bahan tambah yang membentuk masa padat (SNI 03-2847-2002). Sifat-sifat positif dari beton relatif mudah dikerjakan serta dicetak sesuai dengan keinginan, tahan terhadap tekanan, dan tahan terhadap cuaca. Sedangkan sifat-sifat negatifnya tidak kedap terhadap air (permeabilitas beton relatif tinggi), kuat tarik beton rendah, mudah terdesintegrasi oleh sulfat yang dikandung oleh tanah (Murdock, 1991). Sifat positif dan negatif dari beton tersebut ditentukan oleh sifat-sifat material pembentuknya, perbandingan campuran, dan metode pelaksanaan pekerjaan.

Menurut KBBI (Kamus besar bahasa indonesia) beton adalah campuran semen, kerikil, dan pasir yang di aduk dengan air untuk tiang rumah, pilar, dinding dsb.

Berdasarkan berat satuannya beton dapat dibedakan atas beton normal dan beton ringan. Beton ringan adalah beton yang mempunyai berat satuan tidak lebih dari 1900 kg/m^3 .(SNI 03-2847-2002). Beton ringan dapat diperoleh dengan membuat beton dari agregat ringan, penambahan udara, atau penambahan udara, atau penambahan material yang

mempunyai berat satuan yang kecil, seperti styrofoam. Beton dengan penambahan styrofoam dapat disebut dengan beton styrofoam (styrofoam concrete) yang disingkat “styrocon”

2.2.2 Bahan penyusun beton Normal

1) Semen Portland Komposit

Semen adalah suatu jenis bahan yang memiliki sifat adhesi (*adhesive*) dan kohesif (*cohesive*) yang memungkinkan melekatnya fragmen-fragmen mineral menjadi suatu massa yang padat.

Semen portland komposit merupakan bahan pengikat hidrolis hasil penggilingan bersama-sama terak semen portland dan gipsum dengan satu atau lebih bahan anorganik. Bahan anorganik tersebut antara lain terak tanur tinggi (*blast furnace slag*), *pozolan*, senyawa silikat, batu kapur, dengan kadar total bahan anorganik 6-35% dari massa semen portland komposit. Semen portland komposit dikategorikan sebagai semen ramah lingkungan dan digunakan untuk hampir semua jenis konstruksi.

Keunggulan dari PCC (*Portland Composite Cement*) yaitu lebih mudah dikerjakan, suhu beton lebih rendah sehingga tidak mudah retak, permukaan acian dan beton lebih halus, lebih kedap air, mempunyai kekuatan yang lebih tinggi dibanding OPC (*Ordinary Portland Cement*).

2) Agregat

Mengingat bahwa agregat menempati 70-75% dari total volume beton maka kualitas agregat sangat berpengaruh terhadap kualitas beton. Dengan agregat yang baik, beton dapat dikerjakan (*workable*), kuat, tahan lama (*durable*), dan ekonomis. Agregat yang digunakan dalam campuran beton dapat berupa agregat alam atau agregat buatan (*artificial aggregates*). Secara umum, agregat dapat dibedakan berdasarkan ukurannya, yaitu agregat kasar dan agregat halus.

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

1. Harus bersifat kekal, berbutir tajam dan kuat.
2. Tidak mengandung lumpur lebih dari 5 % untuk agregat halus dan 1 % untuk agregat kasar.
3. Tidak mengandung bahan-bahan organik dan zat-zat yang reaktif alkali,
4. Harus terdiri dari butir-butir yang keras dan tidak berpori.

a. Agregat halus

Agregat halus dapat berupa pasir alam, pasir olahan atau gabungan dari kedua pasir tersebut. Agregat halus dapat digolongkan menjadi 3 jenis :

1. Pasir Galian

Pasir galian dapat diperoleh langsung dari permukaan tanah atau dengan cara menggali dari dalam tanah. Pada umumnya pasir jenis ini

tajam, bersudut, berpori, dan bebas dari kandungan garam yang membahayakan.

2. Pasir Sungai

Pasir sungai diperoleh langsung dari dasar sungai. Pasir sungai pada umumnya berbutir halus dan berbentuk bulat, karena akibat proses gesekan yang terjadi sehingga daya lekat antar butir menjadi agak kurang baik.

3. Pasir Laut

Pasir laut adalah pasir yang diperoleh dari pantai. Bentuk butiran halus dan bulat, karena proses gesekan. Pasir jenis ini banyak mengandung garam, oleh karena itu kurang baik untuk bahan bangunan. Garam yang ada dalam pasir ini menyerap kandungan air dalam udara, sehingga mengakibatkan pasir selalu agak basah, dan juga menyebabkan pengembangan setelah bangunan selesai dibangun. Agregat halus merupakan pasir alam sebagai hasil disintegrasi 'alami' batuan atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir terbesar 5,0 mm. (SNI 2847-2013).

b. Agregat kasar

Agregat alami dapat diklasifikasikan ke dalam sejarah terbentuknya peristiwa geologi, yaitu agregat beku, agregat sediment dan agregat metamorf, yang kemudian dibagi menjadi kelompok-kelompok yang lebih kecil. Agregat pecahan diperoleh dengan memecah batu menjadi

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

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

3) Air

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

Air yang diperlukan dipengaruhi faktor-faktor di bawah ini :

- a) Ukuran agregat maksimum : diameter membesar, maka kebutuhan air menurun.
- b) Bentuk butir : bentuk bulat, maka kebutuhan air menurun (batu pecah perlu banyak air).

- c) Gradasi agregat : gradasi baik, maka kebutuhan air menurun untuk kelecakan yang sama.
- d) Kotoran dalam agregat : makin banyak silt, tanah liat dan lumpur, maka kebutuhan air meningkat.
- e) Jumlah agregat halus (dibandingkan agregat kasar) : agregat halus lebih sedikit, maka kebutuhan air menurun.

2.2.3 Beton Ringan

Beton Styrofoam (polystyrene)

Styrofoam yang memiliki nama lain *polystyrene*, begitu banyak digunakan oleh manusia dalam kehidupannya sehari hari. Begitu *Styrofoam* diciptakan pun langsung marak digunakan di Indonesia. *Styrofoam* pada umumnya digunakan sebagai pembungkus barang elektronik dan makanan karena sifatnya yang tidak mudah bocor, praktis dan ringan.

Polystyrene ini dihasilkan dari *styrene* ($C_6H_5CH=CH_2$) yang mempunyai gugus *phenyl* yang tersusun secara tidak teratur sepanjang garis karbon dari molekul. *Styrofoam* ini memiliki berat jenis sampai 1050 kg/m³, kuat tarik sampai 40 MN/m², dan modulus lentur sampai 3 GN/m², modulus geser sampai 0,99 GN/m², angka poisson 0,33. Dalam bentuk butiran (*granular*) *expanded polystyrene* mempunyai berat satuan sangat kecil yaitu 13-22 kg/m³. Sehingga *expanded polystyrene* dalam campuran beton sangat cocok digunakan untuk mendapatkan berat isi beton yang ringan.

Penggunaan *styrofoam* dalam beton dapat dianggap sebagai rongga udara. Namun keuntungan menggunakan *styrofoam* dibandingkan dengan rongga udara dalam beton berongga adalah *styrofoam* mempunyai kuat tarik. Kerapatan atau berat jenis beton dengan campuran *styrofoam* dapat diatur dengan mengontrol jumlah campuran *styrofoam* dalam beton.

Persentase penggunaan *expanded polystyrene* pada campuran beton bervariasi yaitu sebesar 10%, 20%, dan 30% dari volume beton. Penetapan persentase *expanded polystyrene* yang bervariasi dimaksudkan untuk mengetahui perilaku mekanik beton (kuat tekan) terbaik dalam campuran beton. Pada penelitian ini tidak dilakukan *treatment* khusus pada *styrofoam* sesuai dengan standar pengujian beton *styrofoam* sebelum dapat digunakan/dicampur dengan beton, sebab peneliti ingin menerapkan secara langsung di lapangan tentang penggunaan *styrofoam* dalam campuran beton.

2.2.4 Zat Aditiv

a) Pengertian zat aditiv

Bahan tambah (*admixture*) adalah suatu bahan berupa bubuk atau cairan, yang ditambahkan ke dalam campuran adukan beton selama pengadukan, dengan tujuan untuk mengubah sifat adukan atau betonnya. (Spesifikasi Bahan Tambahan untuk Beton, SK SNI S-18-1990-03).

Berdasarkan ACI (American Concrete Institute), bahan tambah adalah material selain air, agregat dan semen hidrolis yang dicampurkan dalam beton atau mortar yang ditambahkan sebelum atau selama pengadukan berlangsung. Penambahan bahan tambah dalam sebuah campuran beton atau mortar tidak mengubah komposisi yang besar dari bahan lainnya, karena penggunaan bahan tambah ini cenderung merupakan pengganti atau substitusi dari dalam campuran beton itu sendiri. Karena tujuannya memperbaiki atau mengubah sifat dan karakteristik tertentu dari beton atau mortar yang akan dihasilkan, maka kecenderungan perubahan komposisi dalam berat-volume tidak terasa secara langsung dibandingkan dengan komposisi awal beton tanpa bahan tambah. Penggunaan bahan tambah dalam sebuah campuran beton harus memperhatikan standar yang berlaku seperti SNI (Standar Nasional Indonesia), ASTM (American Society for Testing and Materials) atau ACI (American Concrete Institute) dan yang paling utama memperhatikan petunjuk dalam manual produk dagang.

b) Tujuan penambahan zat aditiv(admixture) untuk pencampuran beton

1) Water Reduction

Water Reduction adalah Zat kimia untuk mengurangi penggunaan air pada beton. Hal ini dimaksudkan agar diperoleh adukan dengan nilai fas yang tetap dengan kekentalan yang sama atau dengan fas tetap, tapi didapatkan adukan beton yang lebih encer. Hal ini dimaksudkan agar diperoleh kuat tekan yang lebih tinggi, dengan tidak mengurangi

kekentalannya, atau diperoleh beton dengan kuat tekan yang sama, tapi adukan dibuat menjadi lebih encer agar lebih memudahkan dalam penuangan.

2) Retarder

Retarde adalah zat kima untuk memperlambat proses ikatan campuran beton. Biasanya diperlukan untuk beton yang tidak dibuat dilokasi penuangan beton. Proses pengikatan campuran beton sekitar 1 jam. Sehingga apabila sejak beton dicampur sampai penuangan memerlukan waktu lebih dari 1 jam, maka perlu ditambahkan zat kimia ini. Zat tambahan ini diantaranya berupa gula, sucrose, sodium gluconate, glucose, citric acid, dan tartaric acid.

3) Accelerators

Accelerators zat kimia untuk mempercepat ikatan dan pengerasan campuran beton. Diperlukan untuk mempercepat proses pekerjaan konstruksi beton, pencampuran beton dilakukan di tempat atau dekat dengan penuangannya. Zat tambahan yang digunakan adalah CaCl_2 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ dan NaNO_3 . Namun demikian, lebih dianjurkan menggunakan yang nitrat, karena penggunaan khlorida dapat mempercepat terjadinya karat pada penulangan.

Pada kenyataan di lapangan terkadang diperlukan kondisi kombinasi dari ketiga perilaku penambahan zat kimia tersebut yaitu untuk mengurangi penggunaan air dan memperlambat proses ikatan campuran

beton, atau untuk mengurangi air dan mempercepat waktu pengikatan serta pengerasan campuran beton.

c) Jenis bahan tambah zat aditiv (admixture)

Secara umum bahan tambah yang digunakan dalam beton dapat dibedakan menjadi tiga yaitu

1. *Air Entraining Agent (ASTM C260)*, yaitu Yaitu bahan tambahan untuk meningkatkan kadar udara agar beton tahan terhadap pembekuan dan pencucian terutama untuk daerah salju. Pengaruh *air entraining admixture* terhadap sifat-sifat beton meliputi: Kekuatan Tekan Beton, Workabilitas Beton (kemudahan pekerjaan), Pengikatan Waktu, Bleeding (keluarnya air ke permukaan beton), Perubahan Volume (*volume deformation*), Kohesif, *Density* (berat jenis), dan Keawetan Beton (*durability*).

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pemakaian *admixture* (AEA):

1. Penambahan jumlah pasir dari 35% sampai 40% akan menambah kadar udara 4.5% sampai 5%. Penambahan semen 90 kg/m³ akan mengurangi 1% udara.
2. Pengukuran kadar udara sebaiknya teratur (regular), menurut standard yang ada, ASTM atau BS 1881 Part 2.
3. Kenaikan temperatur beton akan mengurangi kandungan udara (*air content*).
4. Waktu pencampuran (*Mixing*) akan mempengaruhi kadar udara (*air content*).

5. Pengikatan beton dapat mengurangi kadar udara sampai 0.5%.
2. *Chemical Admixture (ASTM C49 dan BS 5075)*, yaitu bahan kimia yang ditambahkan untuk mengendalikan waktu pengerasan (mempercepat atau memperlambat), mereduksi kebutuhan air, dan memudahkan pengerjaan beton.

Menurut standar ASTM , terdapat 7 jenis bahan tambah kimia, yaitu:

- 1) Tipe A, Water-Reducing Admixtures

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:

- (a) Kekuatan Tekan: Tegangan tekan beton bertambah karena adanya pengurangan air, hal ini dikarenakan faktor a/s (air semen) berkurang. Penambahan kekuatan diperkirakan $\pm 10\%$.
- (b) Setting Time: Dengan adanya water reducing admixture, setting time dari campuran beton tidak berubah.
- (c) Workability: Bila tidak ada perubahan faktor air semen (a/s), water reducing menambah workability beton. Untuk *slump* awal 25-75 mm dapat ditambah dengan 50-60 mm.
- (d) 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.

(e) 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.

(f) Panas Hidrasi: Panas hidrasi tidak terpengaruh dengan adanya penggunaan WRA.

(g) Perubahan Bentuk: Perubahan bentuk (volume change) tidak terpengaruh dengan adanya WRA.

(h) Durability: Durabilitas tidak terpengaruh dengan adanya WRA kecuali airnya dikurangi yang menyebabkan beton lebih padat dan impermeabel.

2) Tipe B, Retarding Admixtures

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.

3) Tipe C, Accelerating Admixtures

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* (CaCl_2), *Aluminium Chlorida*, Natrium Sulfat, dan Aluminium Sulfat.

4) Tipe D, Water Reducing and Retarding Admixtures

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.

5) Tipe E, Water Reducing and Accelerating Admixtures

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 mempengaruhi.
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.

6) Tipe F, Water Reducing, High Range Admixtures

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.

Namun kegunaan *superplasticizer* untuk beton mutu tinggi secara umum sangat berhubungan dengan pengurangan jumlah air dalam campuran beton. Pengurangan ini tergantung dari kandungan air yang digunakan, dosis dan tipe dari *superplasticizer* yang dipakai. (L.J. Parrot, 1998). *Superplasticizer* tidak akan menjadikan “encer” semua campuran beton dengan sempurna, oleh karenanya campuran harus direncanakan untuk disesuaikan.

Untuk meningkatkan workability campuran beton, penggunaan dosis *superplasticizer* secara normal berkisar antara 1-3 liter tiap 1 meter kubik beton. Larutan *superplasticizer* terdiri dari 40% material aktif. Ketika *superplasticizer* digunakan untuk mengurangi jumlah air, dosis yang digunakan adalah lebih besar, 5 sampai 20 liter tiap 1 meter kubik beton. (Neville, 1995)

Menurut (Edward G Nawy, 1996). *Superplasticizer* dibedakan menjadi 4 jenis:

1. Koondensasi *sulfonat melamin formaldehyde* (SMF) dengan kandungan klorida sebesar 0,005%.
2. *Sulfonat nafthalin formaldehyd* (SNF) dengan kandungan klorida yang dapat diabaikan.
3. Modifikasi *lignosulfonat* tanpa kandungan klorida.
4. *Carboxyl acrylic ester copolymer*.

Keempat jenis bahan tambahan ini terbuat dari sulfonat organik dan disebut *superplasticizer* karena bahan ini dapat mengurangi air pada campuran beton sementara slump beton bertambah sampai 8 in (208 mm) atau lebih. Bahan-bahan ini digunakan untuk menghasilkan beton “mengalir” tanpa terjadinya pemisahan yang tidak diinginkan dan umumnya terjadi pada beton dengan jumlah air yang besar untuk meningkatkan kekuatan beton, karena memungkinkan pengurangan kadar air guna mempertahankan workabilitas yang sama.

Jenis SMF dan SNF yang disebut garam sulfonik lebih sering digunakan karena lebih efektif dalam mendispersikan butiran semen, juga mengandung unsur-unsur yang memperlambat pengerasan.

7) Tipe G, Water Reducing, High Range Retarding Admixtures

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.

Produk Concrete Admixture yang sering dipergunakan dalam industri Beton Precast adalah Admixture Type-F dengan Fungsi High-Range Water-Reducer dan Superplasticizer

A). Plastiment Vz

Plastiment VZ adalah plasticizer dan water reducer (pengurang air) untuk campuran beton yang berbentuk cairan dan memiliki efek memperlambat waktu setting (set retarder), sesuai dengan A.S.T.M. C 494-92 Type D. Plastiment VZ digunakan sebagai admixture umum pada campuran beton dimana kondisi peletakan memerlukan beton dengan kualitas tinggi, seperti:

- a. Temperature tinggi.
- b. Beton dengan permukaan halus.
- c. Beton pompa (Pumped concrete).
- d. Beton ready mix / siap untuk langsung digunakan (Ready mix concrete).
- e. Area dimana beton dalam jumlah besar akan diletakkan (Mass concrete).
- f. Dibutuhkan beton berkekuatan tinggi.

Plastiment VZ memberikan sifat-sifat dan keuntungan berikut:

- a. Memperpanjang waktu setting pada cuaca panas.
- b. Mempercepat pengerasan beton setelah setting.
- c. Meningkatkan workabilitas tanpa menambah jumlah air.
- d. Mengurangi penggunaan air tanpa mengurangi workabilitas.
- e. Meningkatkan kekuatan beton.
- f. Mengurangi susut dan retak.
- g. Kontrol yang lebih lama terhadap berkurangnya nilai slump.
- h. Permukaan yang dihasilkan lebih baik.
- i. Bebas klorida, tidak merusak besi tulangan.

B). Viscocrate-3115N

Sika ViscoCrete-3115N adalah generasi terbaru dari Superplasticizer untuk beton dan mortar. Secara khusus dikembangkan untuk produksi beton dengan kemudahan mengalir dan sifat mengalir

yang tahan lama. Sika ViscoCrete-3115N memberikan pengurangan air dalam jumlah besar, kemudahan mengalir yang sangat baik dalam waktu bersamaan dengan kohesi yang optimal dan sifat beton yang memadat dengan sendirinya. Sika ViscoCrete-3115N digunakan untuk tipe-tipe beton sebagai berikut:

- a. Beton dengan kemampuan mengalir yang tinggi
- b. Beton yang memadat dengan sendirinya (Self-compacting concrete / S.C.C)
- c. Beton dengan kebutuhan pengurangan air yang sangat tinggi (hingga 30%)
- d. Beton berkekuatan tinggi
- e. Beton kedap air (Watertight Concrete)
- f. Beton pracetak (Precast Concrete)

Kombinasi pengurangan air dalam jumlah besar, kemampuan mengalir yang tinggi dan kuat awal yang tinggi menghasilkan keuntungan-keuntungan yang jelas seperti tersebut dalam aplikasi di atas. Sika ViscoCrete-3115N bekerja melalui penyerapan permukaan partikel-partikel semen yang menghasilkan suatu efek-efek separasi sterikal. Beton yang dihasilkan dengan Sika ViscoCrete-3115N memperlihatkan sifat-sifat sebagai berikut:

- a. Kemampuan mengalir yang sangat baik (dihasilkan pada tingginya pengurangan penempatan dan usaha-usaha pemadatan)

- b. Kemampuan Self compact-nya kuat
- c. Pengurangan air yang sangat ekstrim (ditunjukkan pada tingginya berat jenis dan kuat beton)
- d. Mengurangi penyusutan dan keretakan
- e. Meningkatkan ketahanan terhadap karbonasi pada beton
- f. Meningkatkan hasil akhir

Sika ViscoCrete-3115N tidak mengandung klorin atau bahan-bahan lain yang dapat menyebabkan karat / bersifat korosif pada tulangan baja. Sehingga cocok digunakan untuk beton dengan tulangan atau pra-tekan.

Sika ViscoCrete-3115N memberikan beton dengan kelecekan yang panjang dan tergantung pada desain pencampuran dan kualitas material yang digunakan, partikel-partikel self-compacting dapat diperthankan lebih dari 1 jam pada suhu 30°C.

C). Bestmittel

Bestmittel merupakan formula khusus yang sangat ekonomis dalam proses pengecoran sehingga menjadikan beton lebih cepat keras dalam usia muda serta mengurangi pemakaian air pada saat pengecoran sehingga meningkatkan mutu/kekuatan beton. Bestmittel sangat membantu untuk pengecoran dengan jadwal waktu yang sangat ketat karena beton cepat mengeras pada usia awal (7 – 10 hari) serta meningkatkan mutu/kekuatan beton 5 %-10 %. Mempersingkat proses pembetonan, cetakan beton dapat dilepas lebih cepat. Mengurangi

pemakaian air 5 % - 20 % sehingga menjadikan beton lebih solid dan lebih plastis.

Bahan Dasar : Lignin Sulfonic Acid, Kemasan : 1 kg / tin, 5 kg / gallon, 10 kg / gallon, 20 kg / gallon, 220 kg / pail, Dosis : 1 kg BESTMITTEL untuk 200 kg – 450 kg semen (0,2 % - 0,6 % x berat semen), Siapkan air sejumlah $\frac{1}{2}$ dari berat semen yang akan dipakai, Siapkan BESTMITTEL sebanyak 0,2 % - 0,6 % dari berat semen, Encerkan BESTMITTEL dengan menggunakan sebagian air yang telah disiapkan], Aduk semen, pasir, koral dengan air yang belum dicampur BESTMITTEL hingga merata Kemudian tambahkan BESTMITTEL yang telah diencerkan ke dalam adukan sampai merata. Bila adukan beton terlalu encer, air yang sudah disiapkan dapat dikurangi jumlahnya, Untuk mendapatkan hasil yang maksimal, tutuplah dengan karung basah setelah pengecoran selesai.

3. *Mineral Admixture*, yaitu Bahan tambahan mineral ini merupakan bahan padat yang dihaluskan yang ditambahkan untuk memperbaiki sifat beton agar beton mudah dikerjakan dan kekuatan serta keawetannya meningkat. Yang termasuk dalam *Mineral Admixture* adalah Pozzolan dan bahan tambahan khusus lainnya yang berasal dari mineral.

Sifat-sifat semen yang menggunakan Pozzolan antara lain:

- a. Panas hidrasi akan turun karena adanya tambahan pozollan kandungan C3A dalam semen berkurang.

- b. Campuran pasta semen pada keadaan konsistensi normal maka faktor air semakin meningkat dengan adanya pozollan.
- c. Workability dari beton yang memakai semen pozollan akan lebih baik.
- d. Merubah waktu setting.
- e. Merubah kekuatan beton.

Bahan Tambah Mineral

1) Abu Terbang Batu bara (Fly Ash)

Menurut ASTM C.618 (ASTM, 1995:304) abu terbang (fly ash) didefinisikan sebagai butiran halus hasil residu pembakaran batubara atau bubuk batu bara. Fly ash dapat dibedakan menjadi dua, yaitu abu terbang yang normal yang dihasilkan dari pembakaran batu bara antrasit atau batu bara bitomius dan abu terbang kelas C yang dihasilkan dari batubara jenis lignite atau subbitumeus. Abu terbang kelas C kemungkinan mengandung kapur (lime) lebih dari 10% beratnya. Kandungan kimia yang dibutuhkan dalam fly ash tercantum dalam ASTM C.618-95:305.

2) Silica Fume

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

Penggunaan silica fume dalam campuran beton dimaksudkan untuk menghasilkan beton dengan kekuatan tekan yang tinggi. Beton dengan kekuatan tinggi, digunakan, misalnya, untuk kolom struktur atau dinding geser, pre-cast atau beton pra-tegang dan beberapa keperluan lain. Kriteria beton dengan kekuatan tekan tinggi saat ini adalah 50-70 MPa untuk umur 28 hari. Penggunaan silica fume berkisar antara 0 – 30% untuk memperbaiki karakteristik kekuatan dan keawetan beton dengan factor air semen sebesar 0,34 dan 0,28 dengan atau tanpa superplasticizer dan nilai slump 50 mm

Yang termasuk kategori bahan tambahan ini ialah semua bahan tambahan yang tidak termasuk kategori di atas, misalnya, bahan tambahan jenis polimer, fiber mash, bahan pencegah karatan, bahan tambahan yang dapat mengembang, bahan tambahan untuk perekat/bonding admixture.

Tipe-tipe Mineral Admixture yaitu:

1. Material cementitious

Dapat bereaksi langsung dengan air. Bahan ini mengandung silikat dan kalsium aluminosilikat. Contoh: Blast Furnace Slag, yaitu bahan buangan industri baja yang menggunakan tanur pijar.

2. Material pozzolanic

Material yang dapat bereaksi dengan kapur bebas (Ca(OH)_2) plus air. Komposisinya didominasi oleh siliceous dan aluminous. Contoh: Abu Terbang kelas F, yaitu sisa buangan Industri Pembangkit Listrik yang

menggunakan batubara jenis bituminous atau anthracite. Selain itu, silica fume (hasil sampingan produksi elemen silicon), juga bahan pozzolanic. Komposisinya didominasi oleh unsur amorphous silica.

3. Material pozzolanic dan cementitious

Material ini dapat bereaksi dengan air saja atau dengan kapur bebas (Ca(OH)_2) plus air. Komposisinya didominasi oleh siliceous, aluminous dan kapur. Contoh: Abu Terbang kelas C, yaitu sisa buangan Industri PLTU yang menggunakan batubara jenis lignite atau subbituminous.

4. Material inert

Material ini tidak bereaksi secara kimiawi dengan unsur-unsur semen. Contoh: bahan buangan pabrik batu marmer, bahan kuarsa yang sudah dihaluskan dan lain-lain (AD).

2.2.5 Jenis Pengujian Material

A. Agregat Halus

Tabel 2.1 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

B. Agregat Kasar

Tabel 2.2 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

2.2.6 Alat dan Bahan

Alat

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini antara lain :

- 1) Timbangan
 - a. Timbangan digital kapasitas 5000 gr
 - b. Timbangan manual kapasitas 3 kg
- 2) Satu set alat uji kuat tekan beton.
- 3) Ayakan atau saringan.

Ayakan yang digunakan yaitu ayakan dengan ukuran 1 ½, ¾, 3/8, No.4, No.8, No.16, No.30, No.50, No.100 dan pan.

- 4) Cetakan benda uji

Cetakan benda uji adalah cetakan berbentuk silinder dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.

5) Alat bantu

- a. Cetok semen, digunakan untuk mengaduk dan memasukan adukan beton kedalam cetakan.
- b. Gelas ukur kapasitas 2000 ml dan kapasitas 50 ml, digunakan untuk menakar air.
- c. Pengaduk, digunakan untuk mengaduk pada saat membuat campuran.
- d. Cawan stainless steel, digunakan untuk tempat bahan-bahan.
- e. Ember, digunakan untuk tempat air dan sisa adukan.
- f. Stop watch, digunakan untuk mencatat waktu pengadukan.

2.2.7 Pembuatan Mix Design Beton Normal

Perencanaan campuran beton (mix design) menggunakan metode SNI 2847:2013. Langkah metode ini secara garis besar dapat diuraikan sebagai berikut :

a. Penentuan kuat tekan beton yang disyaratkan (f_c')

Penentuan kuat tekan ini disyaratkan dengan perencanaan struktural dan kondisi setempat.

b. Penetapan nilai deviasi standar (s)

Adapun Deviasi standar ditetapkan berdasarkan tingkat mutu pengendalian pelaksanaan pencampuran betonnya. Nilai deviasi standar

bergantung pada kondisi semakin baik mutu pelaksanaannya maka semakin kecil nilai deviasi standarnya. Jika jumlah data hasil pengujian kurang dari 30 benda uji sehingga dilakukan koreksi terhadap nilai standar deviasi dengan suatu faktor perkalian dapat dilihat pada tabel 2.5 faktor perkalian deviasi standar berikut :

Tabel 2.3 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

c. 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 2.4 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

d. 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 2.5 kekuatan tekan rata-rata perlu

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

rumus : $f'_{cr} = f'c + M$

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

M = Nilai tambah

$f'c$ = kuat tekan yang disyaratkan.

e. Menetapkan jenis semen yang digunakan dalam campuran.

Jenis atau type semen yang dipakai harus dinyatakan dalam design campuran beton. Umumnya semen type I dan III yang banyak dipakai

yaitu semen cepat mengeras (pengikatan awal rendah). Type semen ada lima yaitu : semen type I, II, III, IV, dan V.

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

Tabel 2.6 Perkiraan Kuat Tekan Beton Pada FAS 0.50

Type semen	Jenis agregat kasar	Kekuatan tekan pada umur (hari) kg/cm ²			
		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 45 Makassar*

- f. Menetapkan jenis agregat halus dan agregat kasar.

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

Tabel 2.7 Type Agregat Dan Perkiraan Kadar Air Bebas

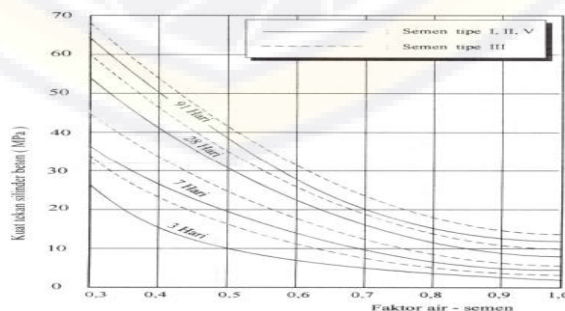
Slump (mm)		0 – 10	10 - 30	30 - 60	60 - 180
V.B (det)		12	6 - 12	3 - 6	0 – 3
Ukuran maks. Agregat (mm)	Jenis agregat	Kadar air bebas dalam (kg / m ³)			
10	Alami	150	180	205	225
	Batu pecah	100	205	230	250
20	Alami	135	160	180	190
	Batu pecah	170	190	210	225
40	Alami	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175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

Sumber : *Buku Panduan Laboratorium Struktur Dan Bahan Universitas 45 Makassar*

g. 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 2.1. Hubungan faktor air-semen dan kuat tekan rata-rata silinder beton (sebagai perkiraan nilai fas dalam rancangan campuran)



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

h. Menetapkan faktor air semen maksimum.

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

i. 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-m³beton harus disesuaikan menggunakan persamaan berikut:

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

Dimana :

A = Perkiraan air per-m³beton

A.h = Kebutuhan air berdasarkan jenis agregat halus

A.k = Kebutuhan air berdasarkan jenis agregat kasar

j. Penetapan nilai slump

Untuk menetapkan nilai slump memerlukan pengalaman pelaksanaan beton, tetapi untuk anjang-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.

k. Penetapan kadar semen (kg / m^3) beton.

Penetapan kadar semen perlu per m^3 beton (kg / m^3) digunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Kadar Semen} = \frac{\text{Kadar Air Semen}}{\text{Faktor Air semen}}$$

l. Penetapan perkiraan berat jenis spesifik gabungan.

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

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

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

$b\%$ = persentase penggabungan agregat kasar terbaik

m. 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.

n. Penetapan proporsi agregat.

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

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

Dimana : a% = Persentase penggabungan agregat halus
 B% = Persentase penggabungan agregat kasar
 D = Berat volume beton basah (kg/m^3)
 Ws = Kadar semen (kg/m^3) beton
 Wa = Kadar air bebas (kg/m^3) beton

- o. 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 = Wa (kg/m^3) beton
Semen = Ws (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.

- p. 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 :

1) Koreksi secara eksak (rasional)

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) :

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

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

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

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

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

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

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)

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

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/m³) beton:

$$\text{Semen} = Ws$$

$$\text{Pasir} = BLp$$

$$\text{Kerikil} = BLk$$

$$\text{Air} = \text{Kadar air bebas} + (A - BLp) + (B - BLk)$$

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

2) Koreksi cara pendekatan (estimate)

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

Koreksi tersebut adalah :

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

$$\text{Pasir} = BLp = A - (Rp\% - Wp\%) \times A/100 \text{ (kg/m}^3\text{) beton}$$

$$\text{Kerikil} = BLk = B - (Rk\% - Wk\%) \times B/100 \text{ (kg/m}^3\text{) beton}$$

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

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

2.2 Pengujian Kuat Tekan

Kuat tekan merupakan tingkat atau derajat kekuatan suatu material terhadap gaya tekan dari luar yang membebaninya. Kuat tekan dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$f'c = \frac{P_{maks}}{A}$$

Dimana :

$f'c$ = Kuat tekan (MPa)

P_{maks} = Beban tekan maksimum (N)

A = Luas permukaan benda uji tertekan (mm^2)

2.3 Hubungan Slump Test dan Zat Aditiv

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. Dengan penambahan Zat aditiv pada adukan beton akan mempengaruhi karakter dari beton utamanya pada nilai slump test dari adukan beton.

Tabel 2.8 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

2.4 Hubungan berat isi dan zat aditiv

berat isi merupakan bobot dari material beton dalam suatu adukan beton yang di nyatakan dalam satuan berat/luas, sedangkan dengan penambahan zat aditiv bobot dari adukan beton styrofoam akan mengalami penurunan berat isi yang di sebabkan oleh berat material beton ringan.

2.5 Penelitian Terdahulu

2.5.1 A.Agung Fadhilah Putra tahun 2015 dengan judul "KARAKTERISTIK BETON RINGAN DENGAN BAHAN PENGISI

STYROFOAM” berdasarkan analisis data dan pembahasan dalam penelitian tersebut diambil kesimpulan sebagai berikut:

- a) Penambahan 30% *styrofoam* dari volume beton dapat dikategorikan sebagai beton ringan dengan *range* berat volume maksimal 1900 kg/m³.
- b) Kuat tekan beton dipengaruhi oleh besarnya volume *styrofoam* dalam campuran beton. Dimana semakin besar volume *styrofoam* maka semakin rendah kuat tekan yang dihasilkan. Nilai kuat tekan dengan volume *styrofoam* 0%, 10%, 30%, dan 50% rata-rata pada umur 28 hari berturut-turut adalah 27.74 MPa, 17.76 Mpa, 13.12 MPa, dan 5.26 MPa.
- c) Dari hasil uji tarik belah, diperoleh fakta bahwa semakin besar volume *styrofoam* maka semakin rendah kuat tarik belah yang dihasilkan dengan penurunan maksimum terhadap beton normal sebesar 62.46 % pada volume 50% *styrofoam*.
- d) Untuk uji kuat lentur, persentase penurunan kuat lentur pada penambahan volume *styrofoam* 10%, 30%, dan 50% terhadap beton normal berturut-turut sebesar 18.76%, 30.83%, dan 44.54%. Sehingga semakin besar volume *styrofoam* yang ditambahkan pada beton, maka semakin rendah nilai kuat lentur yang dihasilkan.

e) Nilai Modulus Elastisitas menurun secara signifikan seiring dengan penambahan volume *styrofoam* pada campuran beton. Perbandingan antara eksperimen dan teoritis memberikan hasil yang hampir sama.

2.5.2 Gusti Ketut Sudipta dan Ketut Sudarsana. 2009 dengan judul “PERMEABILITAS BETON DENGAN PENAMBAHAN STYROFOAM”. Penelitian tentang permeabilitas beton dengan penambahan styrofoam ini bertujuan untuk mengetahui hubungan antara permeabilitas beton dengan prosentase penambahan butiran styrofoam. Penambahan styrofoam butiran styrofoam dimaksudkan untuk membuat berat satuan beton menjadi lebih kecil. Bahan-bahan campuran beton yang dipakai adalah semen portland tipe I, pasir karangasem yang dirancang memenuhi batas gradasi zone 2, kerikil karangasem yang dirancang memenuhi batas gradasi untuk ukuran butir maksimum 25 mm berdasarkan AST C 33-74, dan butiran styrofoam yang memiliki diameter 3 mm sampai 10 mm dengan berat satuan 22,89 kg/m³. Komposisi campuran yang digunakan adalah dalam perbandingan berat 1 : 2 : 3 (semen : pasir : kerikil) dan faktor air semen 0,5. Variasi penambahan styrofoam adalah 0%, 10%, 20%, 30% dan 40% terhadap volume campuran. Pengujian permeabilitas dilakukan dengan benda uji beton berbentuk silinder dengan diameter 150 mm dan 300 mm pada umur benda uji 28 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa koefisien permeabilitas beton mengalami peningkatan akibat meningkatnya prosentase penambahan butiran styrofoam dalam campuran beton. Koefisien permeabilitas beton untuk penambahan

butiran styrofoam 0%, 10%, 20%, 30% dan 40% secara berurutan adalah $2,274 \times 10^{-9}$ cm/dt ; $4,170 \times 10^{-9}$ cm/dt ; $7,917 \times 10^{-9}$; $17,839 \times 10^{-9}$ cm/dt ; dan $42,135 \times 10^{-9}$ cm/dt. Hubungan antara koefisien permeabilitas prosentase dengan penambahan styrofoam dalam campuran beton mengikuti garis regresi non linear.

2.5.3 Yoppi Juli Priyono. 2004 dengan judul "PENGARUH PENGGUNAAN *STYROFOAM* SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT KASAR TERHADAP KUAT TEKAN BETON' Beton merupakan material yang umum digunakan untuk Struktur. Hal ini disebabkan karena Beton mempunyai banyak keunggulan jika dibandingkan dengan bahan bangunan lainnya. Namun demikian beton memiliki salah satu kelemahan yaitu berat jenisnya cukup tinggi sehingga beban mati pada suatu struktur menjadi besar. Beberapa metode dapat digunakan untuk mengurangi berat jenis beton ini, diantaranya adalah dengan memakai agregat ringan. Salah satu metode untuk menjadikan Beton ringan adalah dengan penambahan bahan limbah *Styrofoam*.

Namun pengurangan berat jenis ini tidak diikuti dengan penambahan kuat tekan Beton, sehingga sampai saat ini beton ringan dengan menggunakan *styrofoam* hanya dipakai untuk bagian non Struktur. Untuk maksud tersebut, maka penelitian ini dibuat untuk mengetahui seberapa besar pengaruh Styrofoam sebagai pengganti agregat kasar pada Beton Normal dengan persentase penambahan *Styrofoam* sebesar 1%, 2% dan 3% dari berat campuran Beton Normal.

Hasil penelitian yang dilakukan didapat bahwa pada penambahan 1% *stryofoam* akan menurunkan berat volume beton rata-rata sebesar 12% dengan rincian campuran 1% (turun 13%) , 2% (turun 22%) , 3% (turun 32%). Selain hal tersebut penambahan *stryofoam* pada beton menurunkan kuat tekan beton normal. Untuk penambahan *Styrofoam* sebesar 1% terjadi penurunan 54%, 2% sebesar 57% dan 3% sebesar 87%.

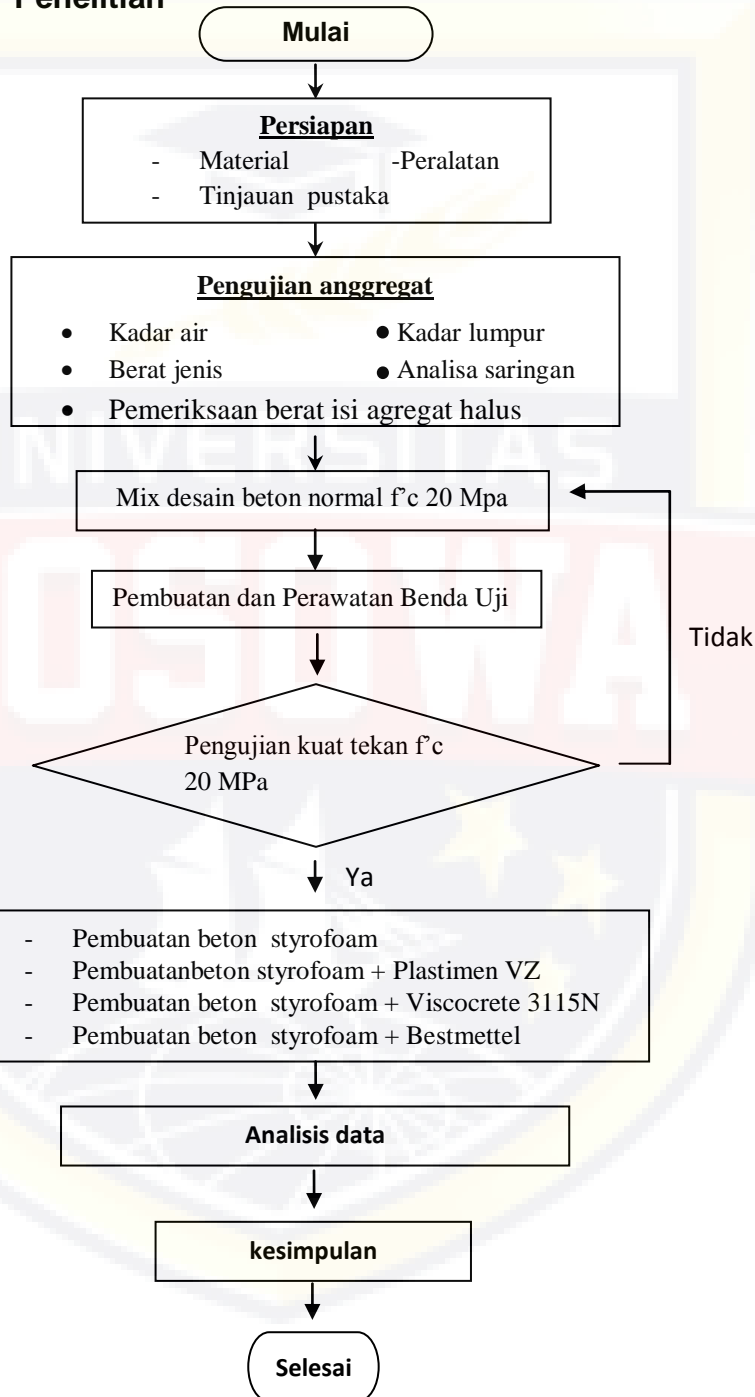
UNIVERSITAS

BOSOWA

BAB III

Metode Penelitian

3.1 Bagan Alir Penelitian



Gambar Bagan alir (Flow Cart)

3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian

3.2.1 Waktu

Adapun waktu penelitian ini di lakukan mulai pada bulan maret 2018

3.2.2 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian di lakukan di laboratorium Teknik Sipil Universitas Bosowa Makassar

3.3 Variabel Penelitian

3.1.1 Variabel terikat yaitu:

a. Semen Bosowa

Dalam penelitian ini semen yang di gunakan adalah semen bosowa type PCC (Portland Composite Cement).

b. Agregat Kasar 1-2

Penelitian ini menggunakan batu pecah 1-2

c. Agregat Kasar 2-3

Penelitian ini menggunakan batu pecah 2-3

d. Persentase Styrofoam 20%

Substitusi persentase styrofoam yang digunakan yaitu sebanyak 20 % dari volume silinder.

e. Dosis zat adiktif

3.1.2 Variabel bebas yaitu:

Zat adiktif

3.4 Notasi Sampel

Tabel 3.1 Notasi Sampel Beton Normal

Percobaan	Komposisi Campuran	Jumlah	Kode Sampel	Ket
Beton Normal	Agregat kasar+agregat halus+semen+air	20	BN	

Tabel 3.2 Notasi Sampel Beton styrofoam

No	Jenis Percobaan	Komposisi Campuran	Jumlah	Kode Sampel	Ket
1	Beton styrofoam	Semen+agregat kasar+agregat halus+air+styrofoam	3	BS	
2	Variasi I	Semen+agg kasar+agg halus+air+Styrofoam 20%+Plastimen VZ	3	SPL	
3	Variasi II	Semen+agg kasar+agg halus+air+Styrofoam 20%+Viscocrete 3115N	3	SVs	
4	Variasi III	Semen+agg kasar+agg halus+air+Styrofoam 20%+Bestmettel	3	SBM	
Jumlah				12	

Sumber : Rencana Penelitian

3.5 Tahapan Penelitian

3.5.1 Studi Literatur

3.5.2 Persiapan Alat dan Bahan

- a. Agregat Kasar (Batu Pecah 1-2, Batu Pecah 2-3)
- b. Agregat Halus (Pasir)
- c. Semen type PCC (Portland Composite Cement)
- d. Air
- e. Styrofoam
- f. Viscocrete 3115N
- g. Bestmittel
- h. Plastiment VZ

3.5.3 Pengujian Karakteristik Agregat

- a. Analisis Saringan (SNI 3423:2008)
- b. Berat Jenis (SNI 1969:2008)
- c. Berat Isi (SNI 1973:2008)
- d. Kadar Air (SNI 1971:2011)
- e. Kadar Lumpur (SNI 03;4142:2008)

3.5.4 Pembuatan benda Uji Mix Design (SNI 2847:2013)

- a. Beton Normal

3.5.5 Pengujian Slump Beton (SNI 1974:2008)

3.5.6 Perawatan Beton (Perendaman) selama 28 hari.

3.5.7 Pengujian Kuat Tekan Beton F'c (SNI 2847:2013)

Langkah-langkah dalam pengujian beton yaitu sebagai berikut :

- a. Masing- masing benda uji sudah di capping dan di timbang beratnya.
- b. Letakkan benda uji pada alat pengujian kuat tekan beton secara simetris.
- c. Penggunaan alat pengujian kuat tekan beton dengan cara menambahkan beban secara konstan dan memperhatikan jarum manometer yang menunjukkan kenaikan kuat tekan beton yang terjadi.
- d. 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.

3.5.8 Pembuatan Benda Uji (Mix Design) (SNI 2847 :2013)

- a. Beton Variasi

3.1.9 Pengujian Kuat tekan Beton F'c 20 Mpa (SNI 2847:2013)

3.1.10 Perawatan Beton (Perendaman) Selama 28 hari

3.1.11 Pengujian Kuat tekan beton F'c 20 Mpa (SNI 2847:2013)

3.6 Metode pengujian

Penelitian ini menggunakan metode experimental di laboratorium Universitas Bosowa Makassar. Metode ekxperiment adalah suatu penelitian untuk mencari pengaruh variabel tertentu terhadap variabel lain.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Karakteristik Material

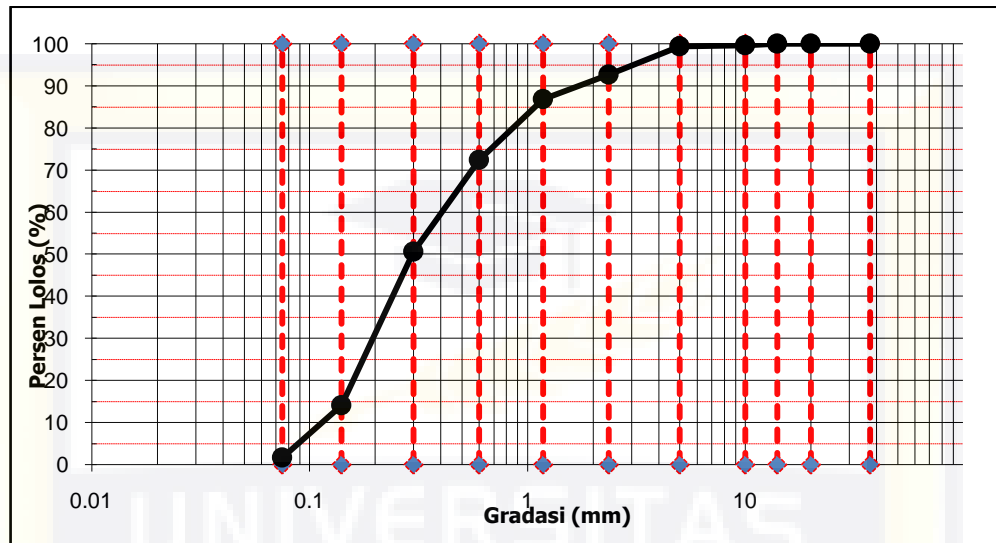
Material yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari agregat alam yaitu agregat halus (pasir) dan agregat kasar (batu pecah) yang berasal dari bili-bili (Gowa). Berdasarkan pelaksanaan pemeriksaan agregat di laboratorium Struktur dan Bahan Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar,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

Tabel 4.1 Hasil Pemeriksaan Karakteristik Agregat Halus (Pasir)

No	Karakteristik Agregat	Spesifikasi Interval	Hasil Pemeriksaan	Keterangan
1	Analisa saringan	-	Lihat Lampiran	Memenuhi
2	Kadar lumpur	0.2% - 6%	2,15 %	Memenuhi
3	Kadar air	3% - 5%	10,53 %	Tinggi
4	Berat Isi			
	a. Lepas	1.4 - 1.9	0,82	Rendah
	b. Padat	1.4 - 1.9	0,97	Rendah
5	Absorsi	0.2% - 2%	3,11%	Tinggi
6	Berat jenis spesifik			
	a. Bj. Nyata	1.6 - 3.2	2,51 %	Memenuhi
	b. Bj. Dasar Kering	1.6 - 3.2	2.72 %	Memenuhi
	c. Bj. Kering Permukaan	1.6 - 3.2	2.59%	Memenuhi

Sumber : Hasil perhitungan

Grafik 4.1 Analisa saringan agregat halus (Pasir)



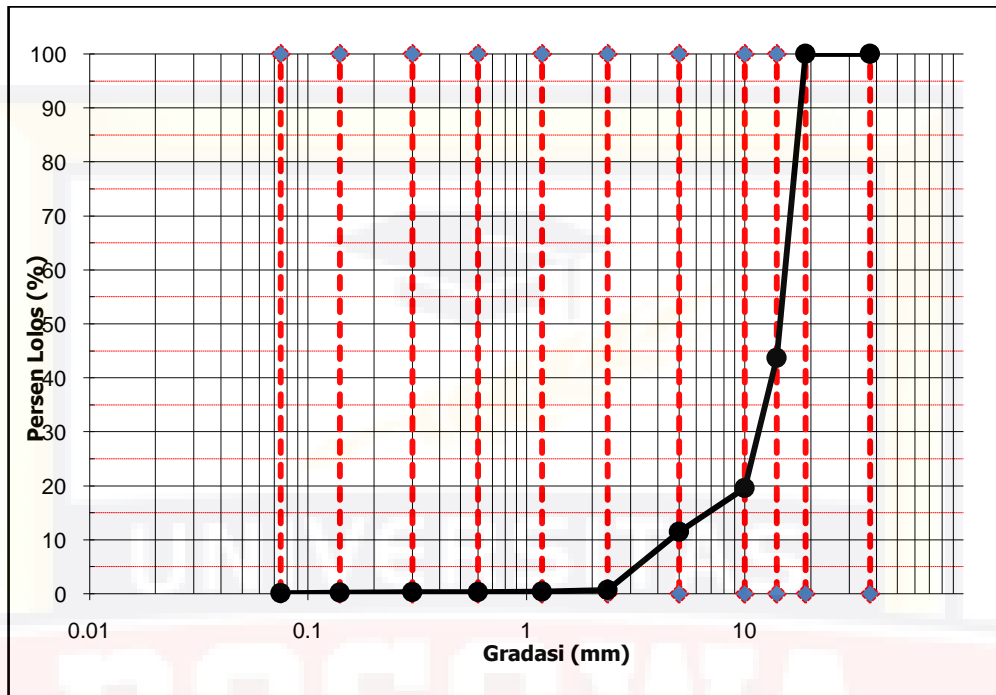
Sumber : Hasil pengujian di laboratorium

Tabel. 4.2 Hasil Pemeriksaan Karakteristik Agregat Kasar (Bp 1-2 dan 2-3)

No	Karakteristik Agregat	Spesifikasi Interval	Hasil Pemeriksaan		Keterangan
			BP 1-2	BP 2-3	
1	Analisa saringan	-	Lihat Lampiran		Memenuhi
2	Kadar lumpur	0.2 - 1%	2,24 %	1,15 %	Tinggi
3	Kadar air	0.5 - 2%	2,27 %	1,82 %	Tinggi & Memenuhi
4	Berat Isi				
	a. Lepas	1.6 - 1.9	1,05	0,98	Rendah
	b. Padat	1.6 - 1.9	1,18	1,13	Rendah
5	Absorsi	0.2% - 4%	2,44	1,14	Memenuhi
6	Berat jenis spesifik				
	a. Bj. Nyata	1.6 - 3.2	2,54	2,52	Memenuhi
	b. Bj. Dasar Kering	1.6 - 3.2	2,71	2,66	Memenuhi
	c. Bj. Kering Permukaan	1.6 - 3.2	2,60	2,58	Memenuhi

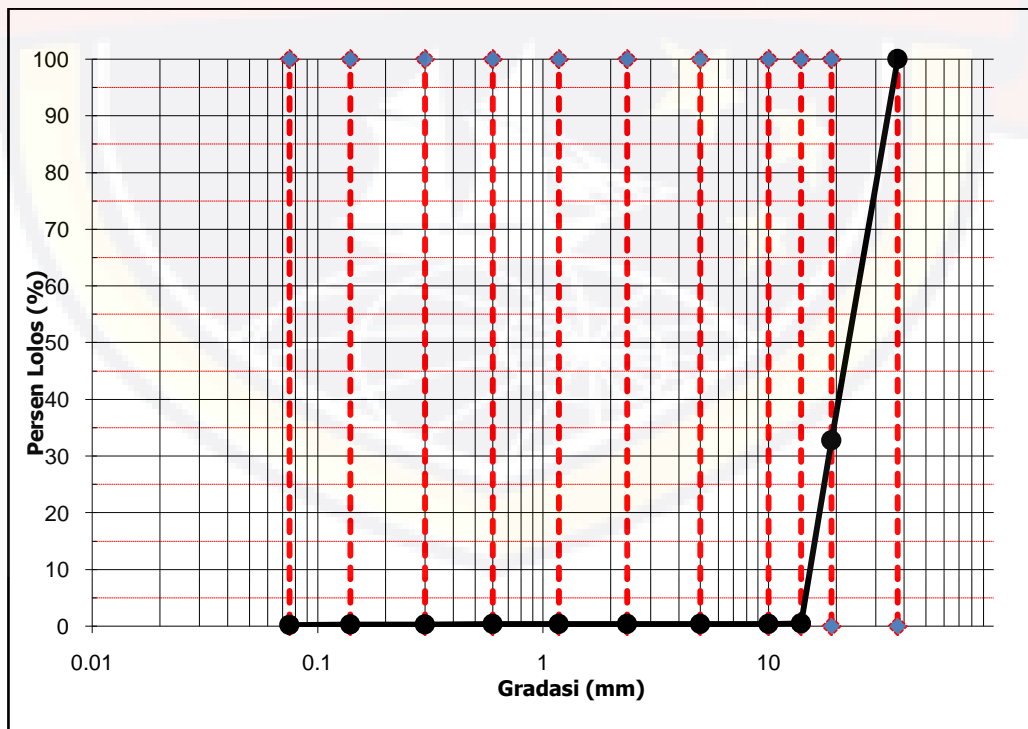
Sumber : Hasil perhitungan

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



Sumber : Hasil pengujian di laboratorium

Grafik 4.3 Analisa saringan agregat kasar (batu pecah 2-3)



Sumber : Hasil pengujian di laboratorium

4.2 Perencanaan Campuran Beton

Hasil perencanaan campuran beton dapat dilihat pada tabel 4.3

berikut ini :

Tabel 4.3 Data hasil perhitungan mix design beton normal 20 Mpa

Slump	=	8 ± 2	cm
Kuat tekan yang disyaratkan (Silinder)	=	20	Mpa
Deviasi Standar (S)	=	-	Mpa
Nilai Tambah (Margin)	=	7,00	Mpa
Kekuatan rata-rata yang ditargetkan	=	27,00	Mpa
Faktor Air Semen Bebas (Fas)	=	0,6	(Grafik)
Faktor Air Semen Maksimum	=	0,60	(Tabel)
Kadar Air Bebas	=	185	kg/m ³
Kadar Semen Maksimum	=	308,33	kg/m ³
Kadar Semen Minimum	=	275	(Tabel)
Berat Isi Beton	=	2370	(Grafik)
Berat Agregat Gabungan	=	1876,67	kg/m ³
Berat Agregat Halus	=	656,83	kg/m ³
Berat Agregat Kasar Batu Pecah 1-2	=	563	kg/m ³
Berat Agregat Kasar Batu Pecah 2-3	=	656,83	kg/m ³
Berat Jenis Gabungan	=	2,59	kg/m ³

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

a. Perhitungan volume benda uji (silinder 15 x 30 cm).

$$V = \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times t$$

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

$$V = 0,00530 \text{ m}^3$$

b. Perhitungan untuk 1 benda uji

$$V = 0,0053 \text{ m}^3 \times 20 \times 1,2 \text{ (faktor kehilangan)}$$

$$V = 0,12717 \text{ m}^3$$

c. Hasil perhitungan mix design beton normal untuk 20 benda uji

Tabel 4.4 Data perhitungan mix design

BAHAN BETON	BERAT/M ³ BETON (kg)	VOLUME BENDA UJI	BERAT UTK 20 SAMPEL (kg)	BERAT UNTUK 1 SAMPEL
Air	139,32	0,12717	17,72	0,89
Semen	308,33	0,12717	39,21	1,96
Pasir	705,57	0,12717	89,73	4,49
B.P 1-2	562,04	0,12717	71,47	3,57
B.P 2-3	654,73	0,12717	83,26	4,16

Sumber : Hasil perhitungan

4.3 Pengujian Slump Test

Pengukuran Slump Test dilakukan untuk mengetahui Keleccakan (workability) adukan beton. Keleccakan adukan beton merupakan ukuran dari tingkat kemudahan campuran untuk diaduk, diangkut, dituang, dan dipadatkan tanpa menimbulkan pemisahan bahan penyusun beton (segregasi). Tingkat keleccakan ini dipengaruhi oleh komposisi campuran, kondisi fisik dan jenis bahan pencampurnya. Pengujian slump test yang di peroleh yaitu 8, 6, 6,5, 8, 7 cm.

Tabel 4.5 Nilai Slump Test Beton Normal

Nilai Slump (cm)	Rata-rata (cm)
8	7,12
6	
6,5	
8	
7	

4.4 Pengujian Kuat Tekan Beton Normal

Hasil pengujian kuat tekan beton normal (beton kontrol) pada umur 28 hari dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.6 hasil pengujian kuat tekan beton normal

No	Tanggal Pengetesan	Kode	Berat LAB	Beban (KN)	Tegangan (Mpa)
1	07/12/2018	sampel 1	12197	412,80	25,73
2	07/12/2018	sampel 2	12160	385,80	25,37
3	07/12/2018	sampel 3	12162	377,50	26,46
4	07/12/2018	sampel 4	12035	433,00	24,50
5	07/12/2018	sampel 5	12211	458,80	25,96
6	07/12/2018	sampel 6	12367	284,90	24,50
7	07/12/2018	sampel 7	12391	529,10	29,94
8	07/12/2018	sampel 8	12423	497,50	28,16
9	07/12/2018	sampel 9	12400	423,10	23,94
10	07/12/2018	sampel 10	12317	555,50	31,43
11	07/12/2018	sampel 11	12300	403,80	22,85
12	07/12/2018	sampel 12	12394	431,00	24,39
13	07/12/2018	sampel 13	12247	447,60	25,33
14	07/12/2018	sampel 14	12200	459,70	26,01
15	07/12/2018	sampel 15	12294	398,10	24,35
16	07/12/2018	sampel 16	12300	361,00	25,65
17	07/12/2018	sampel 17	12100	379,80	24,00
18	07/12/2018	sampel 18	12325	444,70	25,17
19	07/12/2018	sampel 19	12262	397,40	22,48
20	07/12/2018	sampel 20	12190	355,20	25,30
Fcr					25,58

Sumber : Hasil Pengujian di Lab Teknik Sipil

$$S = \frac{\sqrt{\sum (f'_{ci} - f'_{cr})^2}}{n-1}$$

f'_{ci} : kuat tekan karakteristik beton

f_{cr} : kuat tekan rata-rata beton

n : nilai jumlah pengujian

S : standar deviasi

f_c : nilai hasil uji

$$S = \frac{\sqrt{88,88}}{20-1} = 2,163$$

$$f'_{cr} = f_c + 1,34 \cdot S = 25,58 + 1,34 \cdot 2,163 = 28,47 \quad \dots \text{ (Pers.I)}$$

$$f'_{cr} = f_c + 2,3 \times S_d - 3,5 \quad \dots \text{ (Pers.II)}$$

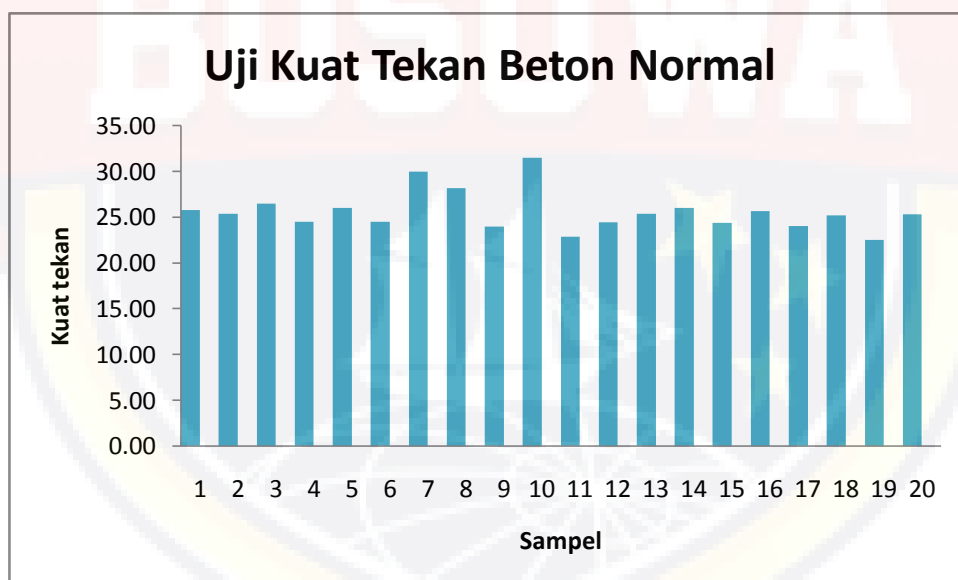
$$= 25,58 + 2,33 \times 2,163 - 3,5$$

$$= 27.1198$$

$$= 28,47/1,08 = 25,1109$$

$$F_c = 26,369 \text{ Mpa}$$

Grafik 4.4 Kuat tekan beton normal



Dari hasil pengujian kuat tekan beton normal diatas didapatkan nilai kuat tekan karakteristik sebesar 22,256 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 styrofoam.

4.5 Beton Variasi

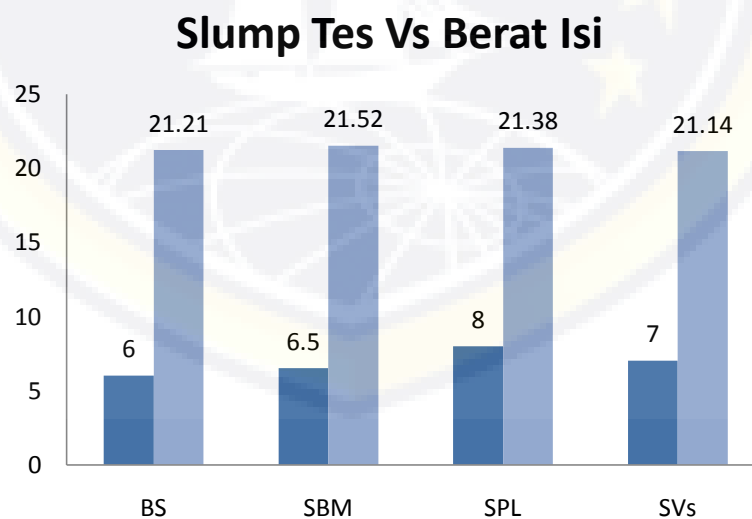
4.5.1 Pengujian slump tes terhadap berat isi beton

Pada pengujian slump test dilakukan beberapa kali untuk setiap macam campuran. Nilai slump yang di dihasilkan berbeda-beda. Nilai slump akan di sajikan pada tabel di bawa.

Tabel 4.7 nilai slump test beton

BENDA UJI	Styrofoam %	Zat Aditiv %	Nilai Slump cm
BN	-	-	8
BS	20	-	6
SBM	20	0,4	6,5
SPL	20	0,25	8
SVs	20	0,55	7

Grafik 4.5 Pengujian Nilai Slump Test terhadap Berat isi



Sumber : Pengujian Lab Teknik Sipil Universitas Bosowa

4.5.2 Pengujian kuat tekan Beton Styrofoam

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

Tabel. 4.8 Hasil pengujian kuat tekan Beton Styrofoam

NO BENDA UJI	Styrofoam %	SLUMP (Cm)	BERAT (Kg)	UMUR (HARI)	KUAT TEKAN MAKSIMUM (Mpa)	KET RATA-RATA (Mpa)
BS 1	20	6	11,139	28	13,59	13,02
BS 2	20	6	11,261	28	14,15	
BS 3	20	6	11,125	28	11,32	

Sumber : Hasil Pengujian di Lab Teknik Sipil

Dari hasil pengujian kuat tekan beton diatas dapat terlihat penurunan nilai kuat tekan beton normal dengan mensubstitusikan styrofoam sebanyak 20 %, penurunan nilai kuat tekan tersebut sebesar 40,8 %, dari 22,01 Mpa menjadi 13,02 Mpa.

4.5.3 Pengujian berat isi beton styrofoam

Hasil pengujian berat isi beton styrofoam dapat dilihat pada tabel

4.9 di bawah:

NO BENDA UJI	BERAT (Kg)	DIAMETER (Cm)	LUAS PENAMPANG (Cm)	BERAT ISI (KG/M3)	BERAT ISI RATA-RATA
BS 1	11,139	15	176,63	2121,06	2121,57
BS 2	11,261	15	176,63	2125,22	
BS 3	11,125	15	176,63	2118,42	

Hasil pengujian Lab Teknik Sipil

4.5.4 Pengujian kuat tekan Beton Styrofoam + Bestmittel

Hasil pengujian kuat tekan beton styrofoam + Bestmittel dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.10 Kuat Tekan Beton Styrofoam + Bestmittel

NO BENDA uji	Styrofoam %	Zat Aditiv %	Berat Kg	Kuat Tekan Mpa	Rata-Rata Mpa
SBM 1	20	0,4	11,354	16,99	17,36
SBM 2	20	0,4	11,354	18,12	
SBM3 3	20	0,4	11,354	16,99	

Sumber : Hasil Pengujian di Lab Teknik Sipil

Dari hasil pengujian kuat tekan beton diatas dapat terlihat peningkatan nilai kuat tekan beton Styrofoam dengan penambahan Bestmittel sebanyak 0,4 % dari berat semen, peningkatan nilai kuat tekan tersebut sebesar 25 % dari 13,02 Mpa menjadi 17,36 Mpa.

4.5.5 Pengujian berat isi beton styrofoam + Bestmittel

Hasil pengujian berat isi beton styrofoam + Bestmittel dapat dilihat pada tabel 4.11 di bawah:

NO BENDA UJI	BERAT (Kg)	DIAMETER (Cm)	LUAS PENAMPANG (Cm)	BERAT ISI (KG/M3)	BERAT ISI RATA-RATA
BSM 1	11,354	15	176,63	2142,7695	2152,0169
BSM 2	11,354	15	176,63	2177,8721	
BSM 3	11,354	15	176,63	2135,4093	

Hasil pengujian Lab Teknik Sipil

4.5.6 Pengujian Kuat Tekan Beton Styrofoam + Plastimen Vz

Hasil pengujian kuat tekan beton styrofoam + Plastimen Vz dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.12 Kuat Tekan Beton Styrofoam + Plastimen Vz

NO BENDA uji	Styrofoam %	Zat Aditiv %	Berat Kg	Kuat Tekan Mpa	Rata-Rata Mpa
SPL 1	20	0,25	11,435	17,55	17,17
SPL 2	20	0,25	11,265	17,55	
SPL 3	20	0,25	11,300	16,42	

Sumber : Hasil Pengujian di Lab Teknik Sipil

Dari hasil pengujian kuat tekan beton diatas dapat terlihat peningkatan nilai kuat tekan beton Styrofoam dengan penambahan Plastimen Vz sebanyak 0,25 % dari berat semen, peningkatan nilai kuat tekan tersebut sebesar 24,17 % dari 13,02 Mpa menjadi 17,17 Mpa.

4.5.7 Pengujian berat isi beton styrofoam + Plastiment VZ

Hasil pengujian berat isi beton styrofoam + Plastiment VZ dapat dilihat pada tabel 4.13 di bawah:

NO BENDA UJI	BERAT (Kg)	DIAMETER (Cm)	LUAS PENAMPANG (Cm)	BERAT ISI (KG/M3)	BERAT ISI RATA-RATA
SPL 1	11,435	15	176,63	2158,0561	2138,8692
SPL 2	11,265	15	176,63	2125,9731	
SPL 3	11,300	15	176,63	2132,5784	

Hasil pengujian Lab Teknik Sipil

4.5.8 Pengujian kuat tekan Beton Styrofoam + Viscocrete 3115N

Hasil pengujian kuat tekan beton styrofoam + Viscocrete 3115N dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.14 Kuat Tekan Beton Styrofoam + Viscocrete 3115N

NO BENDA uji	Styrofoam %	Zat Aditiv %	Berat Kg	Kuat Tekan Mpa	Rata-Rata Mpa
SVs1	20	0,55	11,193	16,42	16,61
SVs2	20	0,55	11,299	16,99	
SVs3	20	0,55	11,121	16,42	

Sumber : Hasil Pengujian di Lab Teknik Sipil

Dari hasil pengujian kuat tekan beton diatas dapat terlihat peningkatan nilai kuat tekan beton Styrofoam dengan penambahan Viscocrete 3115N sebanyak 0,55 % dari berat semen, peningkatan nilai kuat tekan tersebut sebesar 21 % dari 13,02 Mpa menjadi 16,61 Mpa.

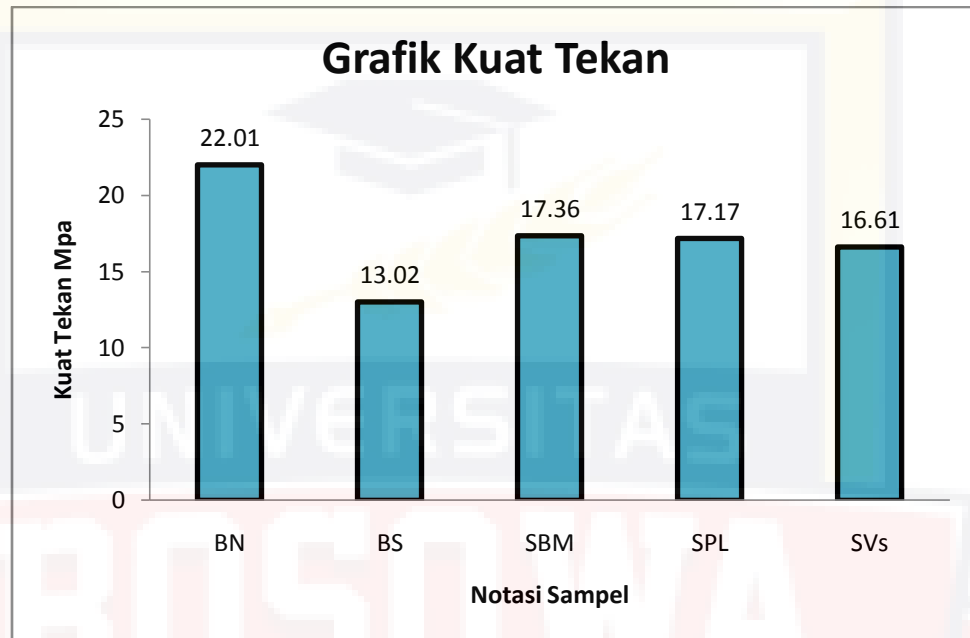
4.5.9 Pengujian berat isi beton styrofoam + Viscocrete 3115 N

Hasil pengujian berat isi beton styrofoam dapat dilihat pada tabel 4.15 di bawah:

NO BENDA UJI	BERAT (Kg)	DIAMETER (Cm)	LUAS PENAMPANG (Cm)	BERAT ISI (KG/M3)	BERAT ISI RATA-RATA
SVs 1	11,193	15	176,63	2112,3850	2114,5238
SVs 2	11,299	15	176,63	2132,3897	
SVs 3	11,121	15	176,63	2098,7969	

Hasil pengujian Lab Teknik Sipil

Grafik 4.6 Kuat Tekan Beton Uji



Ket: BN : Beton Normal

BS : Styrofoam 20 %

SBM : beton styrofaom 20% + Bestmittel 0,4%

SPL : beton styrofaom 20% + Plastiment VZ 0,25 %

SVs : beton styrofaom 20% + Viscocrete 3115N 0,55%

Adapun peningkatan nilai kuat tekan beton Styrofoam Dari ke-3 jenis penambahan zat aditiv terhadap beton styrofoam di atas kita dapat menyimpulkan bahwa peningkatan nilai lebih besar yaitu zat aditiv Bestmittel dengan persentase peningkatan sebanyak 25 % dari kuat tekan beton Styrofoam tanpa Zat aditiv. Adapun penyebab utama penurunan

nilai kuat tekan beton ini di sebabkan oleh substitusi styrofoam sebagai salah satu material penyusun beton dengan zat aditif yang digunakan untuk peningkatan kuat tekan beton tersebut.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Setelah melewati beberapa rangkaian penelitian mengenai analisis kuat tekan beton styrofoam dengan variasi zat aditiv, yang di lakukan di laboratorium teknik sipil universitas bosowa makassar dapat disimpulkan bahwa :

1. Dari hasil penelitian yang di peroleh, nilai kuat tekan beton styrofoam tanpa bahan tambah zat aditif mengalami penurunan kuat tekan beton sebanyak 40,85 % dari nilai kuat tekan beton normal. Kuat tekan Beton normal yang di peroleh yaitu 22,01 Mpa setelah material styrofoam di substitusikan nilai kuat beton menjadi 13,02 Mpa.
2. Nilai kuat tekan beton styrofoam yang di peroleh dengan penambahan zat aditiv berupa bestmittel, Plastimen VZ, Viscocrete 3115N, masing-masing mengalami peningkatan kuat tekan 25 %, 24,17%, 21 % dengan nilai kuat tekan 17,36 Mpa, 17,17 Mpa, dan 16,61 Mpa.

5.2 Saran

Dengan selesainya penelitian ini, saya sebagai peneliti menyarankan beberapa hal mengenai penggunaan styrofoam sebagai material tambahan pada beton:

1. Pada penelitian selanjutnya mengenai beton styrofoam dengan mencoba variasi zat aditif yang guna peningkatan kuat tekan beton seperti salah satunya penambahan zat glemium.
2. Penelitian selanjutnya dapat di coba dengan menggunakan masa pemeliharaan (curing) dengan cara di diamkan di daerah tertutup.
3. Pada penelitian selanjutnya agar dapat mencoba menggunakan bahan-bahan ringan lainnya akan tetapi dapat meningkatkan nilai kuat tekan beton.
4. Pada penelitian selanjutnya agar memperhatikan kualitas dari material yang digunakan pada proses pengambilan sampel.
5. Material saat pencampuran harus sesuai dengan matrerial karakteristik sebelumnya.

Daftar pustaka

- A.Agung Fadhilah Putra., 2015, *Karakteristik Beton Ringan Dengan Bahan Pengisi Styrofoam*, Karya Ilmiah, Fakultas Teknik, Universitas Hasanudin, Makassar
- Departemen Pekerjaan Umum,1990, *Tata Cara Pembuatan Beton Normal*, SKSNI-T-15-1990-03, Yayasan Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung.
- Eldin, N. N., Senouci, A. B., 1993, *Rubber-tire particles as concrete aggregate*,Journal of Material in Civil Engineering, ASCE, 5(4), 478-496.
- Happy Griya, S. T., 2015, *Studi kuat tekan dan tarik belah beton Menggunakan limbah ban (tire) sebagai Agregat*, Karya Ilmiah, Fakultas Teknik, Universitas Hasanudin, Makassar.
- Ismail, 2017. *Pengaruh Styrofoam Terhadap Kuat Tekan Betonyang Menggunakan Zat Aditif Glenium*. Karya Ilmiah. Fakultas Teknik Universitas Bosowa, Makassar
- Mulyono, Tri, 2004, *Teknologi Beton*, Penerbit C.V Andi Offset, Yogyakarta.
- Murdock, L. J., Brook dan Hindarko. 1991. *Bahan dan Praktek Beton*. Jakarta: Erlangga.
- Standar Nasional Indonesia, 2002, *Metode Pengujian Kuat Tarik Belah Beton*, SNI 03-2491-2002, Badan Standardisasi Nasional, Bandung.
- Standar Nasional Indonesia, 2004, *Semen Portland Komposit*, SNI 15-7064-2004, ICS 91.10.10, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- Yoppi Juli Priyono, 2014. *Pengaruh Penggunaan Styrofoam Sebagai Pengganti Agregat Kasar Terhadap Kuat Tekan Beton*. Karya Ilmiah, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah, Jakarta



L
A
M
P
I
R
A
N

DOKUMENTASI



Gambar 1. Penimbangan Material



Gambar 2. Pengujian Analisa Saringan



Gambar 3. Pengujian Berat Isi



Gambar 4. Pengujian Berat Jenis



Gambar 5. Proses Memasukan Material ke Dalam Mesin Pengaduk



Gambar 6. Proses Pengujian Slump



Gambar 7. Proses Penumbukan untuk Meratakan Campuran di Dalam Selinder



Gambar 8. Proses Pengeringan Sampel Beton Selindir Selama 24 Jam



Gambar 9. Pengujian Porositas



Gambar 10. Proses Kepping



Gambar 11. Pengujian Kuat Tekan Beton



Gambar 12. Campuran Beton Styrofoam





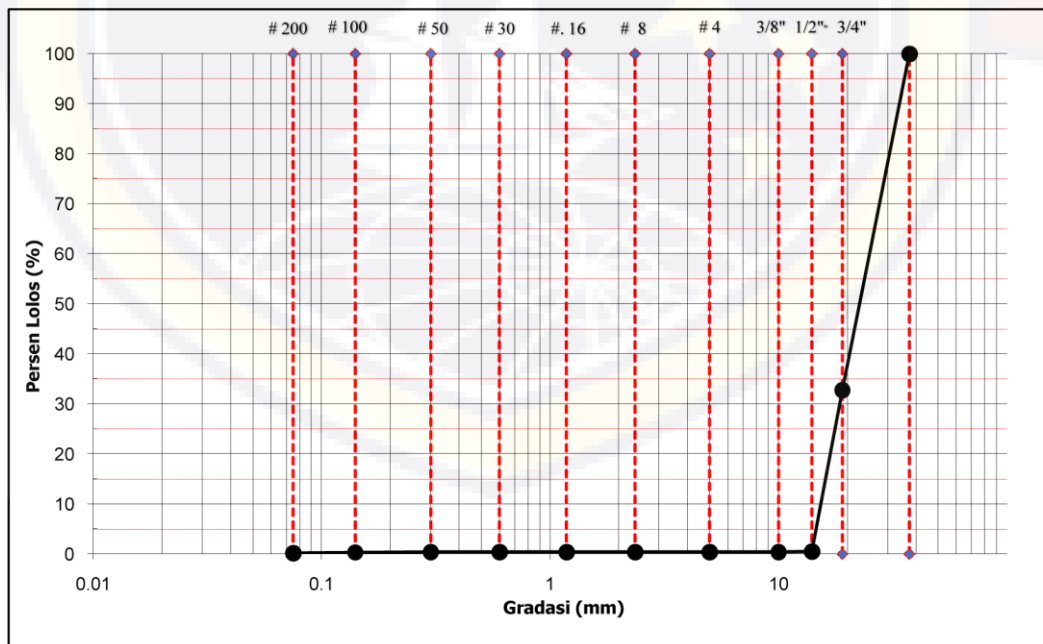
LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR
(AASHTO T.11 / 27 - 29 - SNI 03 - 1968 - 1990)

Mateial : Batu Pecah 2-3
 Tanggal : 7 Februari 2018
 Sumber : PT.Bumi Sarana Beton

Dikerjakan : Moh.Yusup
 Diperiksa : Ir.Syahrul Sariman,MT
 : Hijriah, ST,MT

Saringan No	Total : 2500.1			Total : 2500.9			Rata-rata
	Sampel	1		Sampel	2		%
	Kumulatif Tertahan	% Tertahan	% Lolos	Kumulatif Tertahan	% Tertahan	% Lolos	Lolos
1 1/2"	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	100.00	100.00
3/4"	1617.80	64.71	35.29	1743.90	69.73	30.27	32.78
1/2"	2489.70	99.58	0.42	2486.40	99.42	0.58	0.50
3/8"	2489.80	99.59	0.41	2490.50	99.58	0.42	0.41
No. 4	2489.90	99.59	0.41	2490.60	99.59	0.41	0.41
No. 8	2490.30	99.61	0.39	2490.80	99.60	0.40	0.40
No. 16	2490.80	99.63	0.37	2491.10	99.61	0.39	0.38
No. 30	2490.90	99.63	0.37	2491.20	99.61	0.39	0.38
No. 50	2491.60	99.66	0.34	2491.80	99.64	0.36	0.35
No. 100	2491.70	99.66	0.34	2492.50	99.66	0.34	0.34
No. 200	2496.40	99.85	0.15	2496.00	99.80	0.20	0.17



**PEMERIKSAAN ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR
ANALISA DATA**

DATA HASIL PERCOBAAN

Berat Tanah Kering Sampel 1 = 2500.10 gram
 Berat Tanah Kering Sampel 2 = 2500.90 gram

No. Saringan	Sampel 1	Sampel 2
	Kumulatif tertahan	Kumulatif tertahan (g)
3/4"	1617.80	1743.90
1/2"	2489.70	2486.40
3/8"	2489.80	2490.50
4	2489.90	2490.60
8	2490.30	2490.80
16	2490.80	2491.10
30	2490.90	2491.20
50	2491.60	2491.80
100	2491.70	2492.50
200	2496.40	2496.00

➔ **Perhitungan persen tertahan Sampel 1**

$$\%Tertahan = \frac{\text{Berat Kumulatif}}{\text{Berat Sampel}} \times 100\%$$

$$\begin{aligned} \%Tertahan \text{ #3/4"} &= \frac{1617.80}{2500.10} \times 100\% \\ &= 64.7 \text{ \%} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \%Tertahan \text{ #1/2"} &= \frac{2489.70}{2500.1} \times 100\% \\ &= 99.58 \text{ \%} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \%Tertahan \text{ #3/8"} &= \frac{2489.80}{2500.1} \times 100\% \\ &= 99.59 \text{ \%} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \%Tertahan \text{ #4} &= \frac{2489.90}{2500.1} \times 100\% \\ &= 99.59 \text{ \%} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \%Tertahan \text{ #8} &= \frac{2490.30}{2500.1} \times 100\% \\ &= 99.61 \text{ \%} \end{aligned}$$

2490.80

$$\begin{aligned} \%Tertahan \text{ #16} &= \frac{\quad}{2500.1} \times 100\% \\ &= 99.63 \text{ \%} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \%Tertahan \text{ #30} &= \frac{2490.90}{2500.1} \times 100\% \\ &= 99.63 \text{ \%} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \%Tertahan \text{ #50} &= \frac{2491.60}{2500.1} \times 100\% \\ &= 99.66 \text{ \%} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \%Tertahan \text{ #100} &= \frac{2491.70}{2500.1} \times 100\% \\ &= 99.66 \text{ \%} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \%Tertahan \text{ #200} &= \frac{2496.40}{2500.1} \times 100\% \\ &= 99.85 \text{ \%} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \%Tertahan \text{ #Pan} &= \frac{0.00}{2500.1} \times 100\% \\ &= 0.00 \text{ \%} \end{aligned}$$

Sampel 2

$\%Tertahan$	$= \frac{\text{Berat Kumulatif}}{\text{Berat total}}$	\times	100%
--------------	---	----------	---------

$$\begin{aligned} \%Tertahan \text{ #3/4"} &= \frac{1743.90}{2500.9} \times 100\% \\ &= 69.7 \text{ \%} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \%Tertahan \text{ #1/2"} &= \frac{2486.40}{2500.9} \times 100\% \\ &= 99.42 \text{ \%} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \%Tertahan \text{ #3/8"} &= \frac{2490.50}{2500.9} \times 100\% \\ &= 99.58 \text{ \%} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \%Tertahan \text{ #4} &= \frac{2490.60}{2500.9} \times 100\% \\ &= 99.59 \text{ \%} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \%Tertahan \text{ #8} &= \frac{2490.80}{2500.9} \times 100\% \\ &= 99.60 \text{ \%} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \%Tertahan \text{ #16} &= \frac{2491.10}{2500.9} \times 100\% \\ &= 99.61 \text{ \%} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \%Tertahan \text{ #30} &= \frac{2491.20}{2500.9} \times 100\% \\ &= 99.61 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \%Tertahan \text{ #50} &= \frac{2491.80}{2500.9} \times 100\% \\ &= 99.64 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \%Tertahan \text{ #100} &= \frac{2492.50}{2500.9} \times 100\% \\ &= 99.66 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \%Tertahan \text{ #200} &= \frac{2496.00}{2500.9} \times 100\% \\ &= 99.80 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \%Tertahan \text{ #Pan} &= \frac{0.00}{2500.9} \times 100\% \\ &= 0.00 \% \end{aligned}$$

Perhitungan persen lolos

→ Sampel 1

% Lolos	=	100	-	Persen tertahan
---------	---	-----	---	-----------------

#3/4"	=	100	-	64.71	=	35.29	%
#1/2"	=	100	-	99.58	=	0.42	%
#3/8"	=	100	-	99.59	=	0.41	%
#4	=	100	-	99.59	=	0.41	%
#8	=	100	-	99.61	=	0.39	%
#16	=	100	-	99.63	=	0.37	%
#30	=	100	-	99.63	=	0.37	%
#50	=	100	-	99.66	=	0.34	%
#100	=	100	-	99.66	=	0.34	%
#200	=	100	-	99.85	=	0.15	%
#Pan	=	100	-	0.00	=	100.00	%

Sampel 2

% Lolos	=	100	-	Persen tertahan
---------	---	-----	---	-----------------

#3/4"	=	100	-	69.73	=	30.27	%
#1/2"	=	100	-	99.42	=	0.58	%
#3/8"	=	100	-	99.58	=	0.42	%
#4	=	100	-	99.59	=	0.41	%
#8	=	100	-	99.60	=	0.40	%
#16	=	100	-	99.61	=	0.39	%
#30	=	100	-	99.61	=	0.39	%
#50	=	100	-	99.64	=	0.36	%
#100	=	100	-	99.66	=	0.34	%
#200	=	100	-	99.80	=	0.20	%
#Pan	=	100	-	0.00	=	100.00	%

#3/4"	=	$\frac{35.29}{2}$	+	$\frac{30.27}{2}$	=	32.78	%
#1/2"	=	$\frac{0.42}{2}$	+	$\frac{0.58}{2}$	=	0.50	%
#3/8"	=	$\frac{0.41}{2}$	+	$\frac{0.42}{2}$	=	0.41	%
#4	=	$\frac{0.41}{2}$	+	$\frac{0.41}{2}$	=	0.41	%
#8	=	$\frac{0.39}{2}$	+	$\frac{0.40}{2}$	=	0.40	%
#16	=	$\frac{0.37}{2}$	+	$\frac{0.39}{2}$	=	0.38	%
#30	=	$\frac{0.37}{2}$	+	$\frac{0.39}{2}$	=	0.38	%
#50	=	$\frac{0.34}{2}$	+	$\frac{0.36}{2}$	=	0.35	%
#100	=	$\frac{0.34}{2}$	+	$\frac{0.34}{2}$	=	0.34	%
#200	=	$\frac{0.15}{2}$	+	$\frac{0.20}{2}$	=	0.17	%

BOSOWA





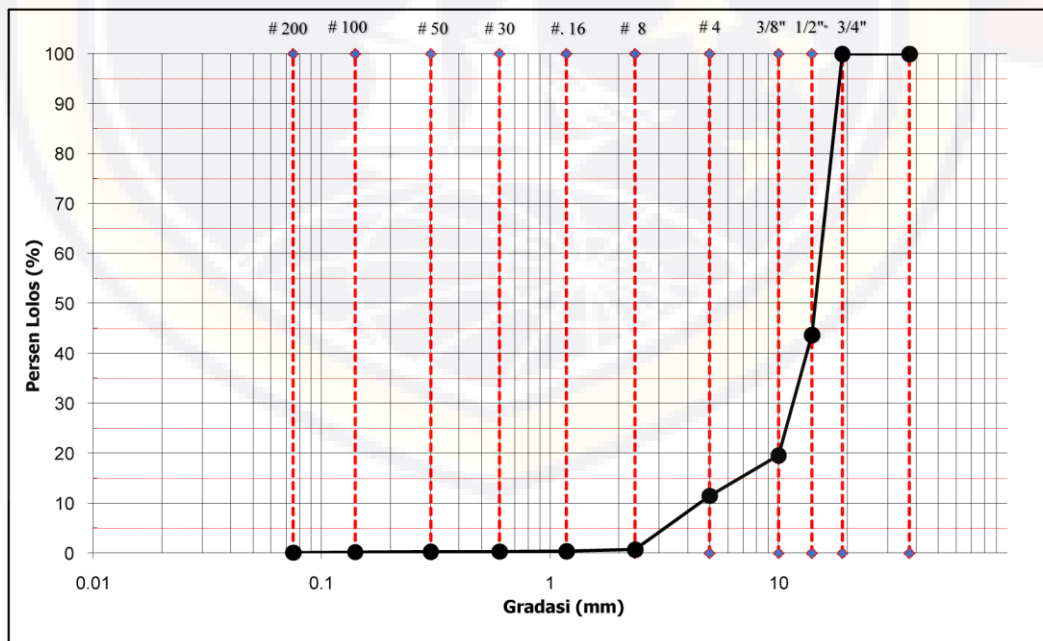
LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR
(AASHTO T.11 / 27 - 29 - SNI 03 - 1968 - 1990)

Mateial : Batu Pecah 1-2
 Tanggal : 7 Februari 2018
 Sumber : Bumi Sarana Beton

Dikerjakan : Moh.Yusup
 Diperiksa : Ir.Syahru Sariman,MT
 : Hijriah, MT

Saringan No	Total : 2500.1			Total : 2500.9			Rata-rata
	Sampel	1		Sampel	2		%
	Kumulatif Tertahan	% Tertahan	% Lolos	Kumulatif Tertahan	% Tertahan	% Lolos	Lolos
1 1/2"	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	100.00	100.00
3/4"	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	100.00	100.00
1/2"	1560.40	62.41	37.59	1255.50	50.20	49.80	43.69
3/8"	2162.40	86.49	13.51	1858.70	74.32	25.68	19.59
No. 4	2309.80	92.39	7.61	2117.20	84.66	15.34	11.48
No. 8	2491.50	99.66	0.34	2475.50	98.98	1.02	0.68
No. 16	2494.70	99.78	0.22	2488.10	99.49	0.51	0.36
No. 30	2495.00	99.80	0.20	2489.30	99.54	0.46	0.33
No. 50	2495.60	99.82	0.18	2490.60	99.59	0.41	0.30
No. 100	2496.50	99.86	0.14	2492.40	99.66	0.34	0.24
No. 200	2498.20	99.92	0.08	2496.80	99.84	0.16	0.12



**PEMERIKSAAN ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR
ANALISA DATA**

DATA HASIL PERCOBAAN

Berat Tanah Kering Sampel 1 = 2500.10 gram
 Berat Tanah Kering Sampel 2 = 2500.90 gram

No. Saringan	Sampel 1	Sampel 2
	Kumulatif tertahan	Kumulatif tertahan (g)
3/4"	0.00	0.00
1/2"	1560.40	1255.50
3/8"	2162.40	1858.70
4	2309.80	2117.20
8	2491.50	2475.50
16	2494.70	2488.10
30	2495.00	2489.30
50	2495.60	2490.60
100	2496.50	2492.40
200	2498.20	2496.80

➔ **Perhitungan persen tertahan Sampel 1**

$$\%Tertahan = \frac{\text{Berat Kumulatif}}{\text{Berat Sampel}} \times 100\%$$

$$\begin{aligned} \%Tertahan \text{ \#3/4"} &= \frac{0.00}{2500.10} \times 100\% \\ &= 0.0 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \%Tertahan \text{ \#1/2"} &= \frac{1560.40}{2500.1} \times 100\% \\ &= 62.41 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \%Tertahan \text{ \#3/8"} &= \frac{2162.40}{2500.1} \times 100\% \\ &= 86.49 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \%Tertahan \text{ \#4} &= \frac{2309.80}{2500.1} \times 100\% \\ &= 92.39 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \%Tertahan \text{ \#8} &= \frac{2491.50}{2500.1} \times 100\% \\ &= 99.66 \% \end{aligned}$$

2494.70

$$\begin{aligned} \%Tertahan \text{ #16} &= \frac{\quad}{2500.1} \times 100\% \\ &= 99.78 \text{ \%} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \%Tertahan \text{ #30} &= \frac{2495.00}{2500.1} \times 100\% \\ &= 99.80 \text{ \%} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \%Tertahan \text{ #50} &= \frac{2495.60}{2500.1} \times 100\% \\ &= 99.82 \text{ \%} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \%Tertahan \text{ #100} &= \frac{2496.50}{2500.1} \times 100\% \\ &= 99.86 \text{ \%} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \%Tertahan \text{ #200} &= \frac{2498.20}{2500.1} \times 100\% \\ &= 99.92 \text{ \%} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \%Tertahan \text{ #Pan} &= \frac{0.00}{2500.1} \times 100\% \\ &= 0.00 \text{ \%} \end{aligned}$$

Sampel 2

$\%Tertahan$	$= \frac{\text{Berat Kumulatif}}{\text{Berat total}}$	\times	100%
--------------	---	----------	---------

$$\begin{aligned} \%Tertahan \text{ #3/4"} &= \frac{0.00}{2500.9} \times 100\% \\ &= 0.0 \text{ \%} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \%Tertahan \text{ #1/2"} &= \frac{1255.50}{2500.9} \times 100\% \\ &= 50.20 \text{ \%} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \%Tertahan \text{ #3/8"} &= \frac{1858.70}{2500.9} \times 100\% \\ &= 74.32 \text{ \%} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \%Tertahan \text{ #4} &= \frac{2117.20}{2500.9} \times 100\% \\ &= 84.66 \text{ \%} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \%Tertahan \text{ #8} &= \frac{2475.50}{2500.9} \times 100\% \\ &= 98.98 \text{ \%} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \%Tertahan \text{ #16} &= \frac{2488.10}{2500.9} \times 100\% \end{aligned}$$

$$= 99.49 \%$$

$$\begin{aligned} \%Tertahan \text{ #30} &= \frac{2489.30}{2500.9} \times 100\% \\ &= 99.54 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \%Tertahan \text{ #50} &= \frac{2490.60}{2500.9} \times 100\% \\ &= 99.59 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \%Tertahan \text{ #100} &= \frac{2492.40}{2500.9} \times 100\% \\ &= 99.66 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \%Tertahan \text{ #200} &= \frac{2496.80}{2500.9} \times 100\% \\ &= 99.84 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \%Tertahan \text{ #Pan} &= \frac{0.00}{2500.9} \times 100\% \\ &= 0.00 \% \end{aligned}$$

Perhitungan persen lolos
 → Sampel 1

	% Lolos	=	100	-	Persen tertahan	
#3/4"	=	100	-	0.00	=	100.00 %
#1/2"	=	100	-	62.41	=	37.59 %
#3/8"	=	100	-	86.49	=	13.51 %
#4	=	100	-	92.39	=	7.61 %
#8	=	100	-	99.66	=	0.34 %
#16	=	100	-	99.78	=	0.22 %
#30	=	100	-	99.80	=	0.20 %
#50	=	100	-	99.82	=	0.18 %
#100	=	100	-	99.86	=	0.14 %
#200	=	100	-	99.92	=	0.08 %
#Pan	=	100	-	0.00	=	100.00 %

Sampel 2

	% Lolos	=	100	-	Persen tertahan	
#3/4"	=	100	-	0.00	=	100.00 %
#1/2"	=	100	-	50.20	=	49.80 %
#3/8"	=	100	-	74.32	=	25.68 %
#4	=	100	-	84.66	=	15.34 %
#8	=	100	-	98.98	=	1.02 %
#16	=	100	-	99.49	=	0.51 %
#30	=	100	-	99.54	=	0.46 %
#50	=	100	-	99.59	=	0.41 %
#100	=	100	-	99.66	=	0.34 %
#200	=	100	-	99.84	=	0.16 %
#Pan	=	100	-	0.00	=	100.00 %

#3/4"	=	$\frac{100.00}{2}$	+	$\frac{100.00}{2}$	=	100.00	%
#1/2"	=	$\frac{37.59}{2}$	+	$\frac{49.80}{2}$	=	43.69	%
#3/8"	=	$\frac{13.51}{2}$	+	$\frac{25.68}{2}$	=	19.59	%
#4	=	$\frac{7.61}{2}$	+	$\frac{15.34}{2}$	=	11.48	%
#8	=	$\frac{0.34}{2}$	+	$\frac{1.02}{2}$	=	0.68	%
#16	=	$\frac{0.22}{2}$	+	$\frac{0.51}{2}$	=	0.36	%
#30	=	$\frac{0.20}{2}$	+	$\frac{0.46}{2}$	=	0.33	%
#50	=	$\frac{0.18}{2}$	+	$\frac{0.41}{2}$	=	0.30	%
#100	=	$\frac{0.14}{2}$	+	$\frac{0.34}{2}$	=	0.24	%
#200	=	$\frac{0.08}{2}$	+	$\frac{0.16}{2}$	=	0.12	%

UNIVERSITAS

BOSOWA





LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR
(AASHTO T.11 / 27 - 29 - SNI 03 - 1968 - 1990)

Mateial : Pasir

Dikerjakan : MOH.YUSUP

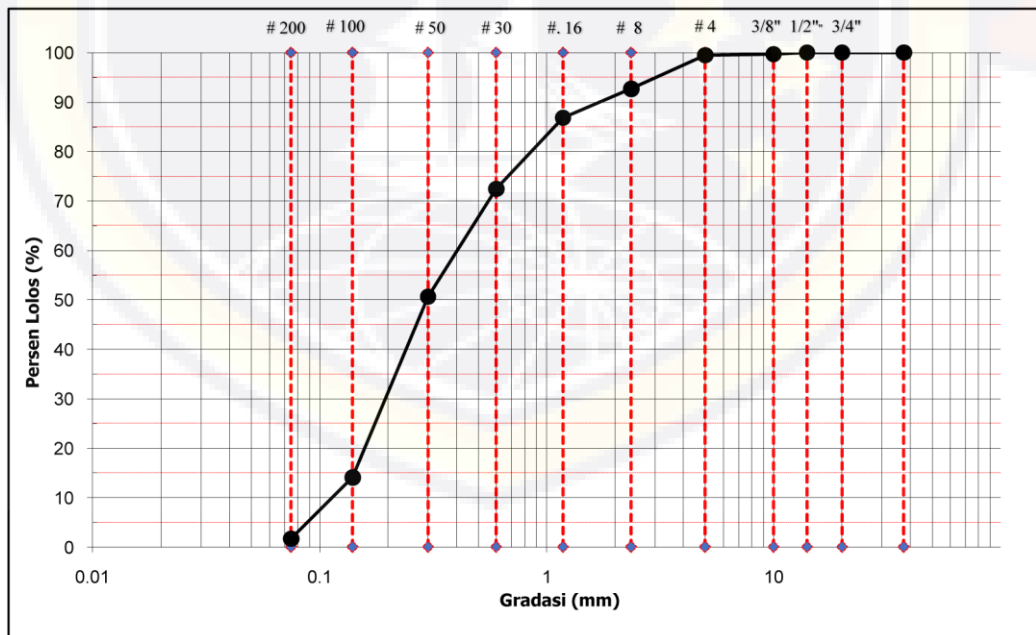
Tanggal : 7 Februari 2018

Diperiksa : H.Syahrl Sariman., ST,MT

Sumber : PT. Bumi Sarana Beton

: Hijriah,ST,MT

Saringan No	Total : 1500			Total : 1500			Rata-rata
	Sampel	1		Sampel	2		%
	Kumulatif Tertahan	% Tertahan	% Lolos	Kumulatif Tertahan	% Tertahan	% Lolos	Lolos
1 1/2"	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	100.00	100.00
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"	5.70	0.38	99.62	3.70	0.25	99.75	99.69
No. 4	9.10	0.61	99.39	7.40	0.49	99.51	99.45
No. 8	104.30	6.95	93.05	115.80	7.72	92.28	92.66
No. 16	192.10	12.81	87.19	203.90	13.59	86.41	86.80
No. 30	412.50	27.50	72.50	413.70	27.58	72.42	72.46
No. 50	759.70	50.65	49.35	721.00	48.07	51.93	50.64
No. 100	1309.50	87.30	12.70	1268.40	84.56	15.44	14.07
No. 200	1474.50	98.30	1.70	1473.80	98.25	1.75	1.72



**PEMERIKSAAN ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR
ANALISA DATA**

DATA HASIL PERCOBAAN

Berat Tanah Kering Sampel 1 = 1500.00 gram
 Berat Tanah Kering Sampel 2 = 1500.00 gram

No. Saringan	Sampel 1	Sampel 2
	Kumulatif tertahan	Kumulatif tertahan (g)
3/4"	0.00	0.00
1/2"	0.00	0.00
3/8"	5.70	3.70
4	9.10	7.40
8	104.30	115.80
16	192.10	203.90
30	412.50	413.70
50	759.70	721.00
100	1309.50	1268.40
200	1474.50	1473.80

➔ **Perhitungan persen tertahan Sampel 1**

$$\%Tertahan = \frac{\text{Berat Kumulatif}}{1500} \times 100\%$$

$$\begin{aligned} \%Tertahan \text{ \#3/4"} &= \frac{0.00}{1500.00} \times 100\% \\ &= 0.0 \text{ \%} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \%Tertahan \text{ \#1/2"} &= \frac{0.00}{1500} \times 100\% \\ &= 0.00 \text{ \%} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \%Tertahan \text{ \#3/8"} &= \frac{5.70}{1500} \times 100\% \\ &= 0.38 \text{ \%} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \%Tertahan \text{ \#4} &= \frac{9.10}{1500} \times 100\% \\ &= 0.61 \text{ \%} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \%Tertahan \text{ \#8} &= \frac{104.30}{1500} \times 100\% \\ &= 6.95 \text{ \%} \end{aligned}$$

192.10

$$\begin{aligned} \%Tertahan \text{ #16} &= \frac{\quad}{1500} \times 100\% \\ &= 12.81 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \%Tertahan \text{ #30} &= \frac{412.50}{1500} \times 100\% \\ &= 27.50 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \%Tertahan \text{ #50} &= \frac{759.70}{1500} \times 100\% \\ &= 50.65 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \%Tertahan \text{ #100} &= \frac{1309.50}{1500} \times 100\% \\ &= 87.30 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \%Tertahan \text{ #200} &= \frac{1474.50}{1500} \times 100\% \\ &= 98.30 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \%Tertahan \text{ #Pan} &= \frac{0.00}{1500} \times 100\% \\ &= 0.00 \% \end{aligned}$$

Sampel 2

$\%Tertahan = \frac{\text{Berat Kumulatif}}{\text{Berat total}} \times 100\%$

$$\begin{aligned} \%Tertahan \text{ #3/4"} &= \frac{0.00}{1500.0} \times 100\% \\ &= 0.0 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \%Tertahan \text{ #1/2"} &= \frac{0.00}{1500.0} \times 100\% \\ &= 0.00 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \%Tertahan \text{ #3/8"} &= \frac{3.70}{1500} \times 100\% \\ &= 0.25 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \%Tertahan \text{ #4} &= \frac{7.40}{1500} \times 100\% \\ &= 0.49 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \%Tertahan \text{ #8} &= \frac{115.80}{1500} \times 100\% \\ &= 7.72 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \%Tertahan \text{ #16} &= \frac{203.90}{1500} \times 100\% \\ &= 13.59 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \%Tertahan \text{ #30} &= \frac{413.70}{1500} \times 100\% \\ &= 27.58 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \%Tertahan \text{ #50} &= \frac{721.00}{1500} \times 100\% \\ &= 48.07 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \%Tertahan \text{ #100} &= \frac{1268.40}{1500} \times 100\% \\ &= 84.56 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \%Tertahan \text{ #200} &= \frac{1473.80}{1500} \times 100\% \\ &= 98.25 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \%Tertahan \text{ #Pan} &= \frac{0.00}{1500} \times 100\% \\ &= 0.00 \% \end{aligned}$$

→ **Perhitungan persen lolos
Sampel 1**

% Lolos	=	100	-	Persen tertahan
----------------	----------	------------	----------	------------------------

#3/4"	=	100	-	0.00	=	100.00	%
#1/2"	=	100	-	0.00	=	100.00	%
#3/8"	=	100	-	0.38	=	99.62	%
#4	=	100	-	0.61	=	99.39	%
#8	=	100	-	6.95	=	93.05	%
#16	=	100	-	12.81	=	87.19	%
#30	=	100	-	27.50	=	72.50	%
#50	=	100	-	50.65	=	49.35	%
#100	=	100	-	87.30	=	12.70	%
#200	=	100	-	98.30	=	1.70	%
#Pan	=	100	-	0.00	=	100.00	%

Sampel 2

% Lolos	=	100	-	Persen tertahan
---------	---	-----	---	-----------------

#3/4"	=	100	-	0.00	=	100.00	%
#1/2"	=	100	-	0.00	=	100.00	%
#3/8"	=	100	-	0.25	=	99.75	%
#4	=	100	-	0.49	=	99.51	%
#8	=	100	-	7.72	=	92.28	%
#16	=	100	-	13.59	=	86.41	%
#30	=	100	-	27.58	=	72.42	%
#50	=	100	-	48.07	=	51.93	%
#100	=	100	-	84.56	=	15.44	%
#200	=	100	-	98.25	=	1.75	%
#Pan	=	100	-	0.00	=	100.00	%

#3/4"	=	$\frac{100.00}{2}$	+	$\frac{100.00}{2}$	=	100.00	%
#1/2"	=	$\frac{100.00}{2}$	+	$\frac{100.00}{2}$	=	100.00	%
#3/8"	=	$\frac{99.62}{2}$	+	$\frac{99.75}{2}$	=	99.69	%
#4	=	$\frac{99.39}{2}$	+	$\frac{99.51}{2}$	=	99.45	%
#8	=	$\frac{93.05}{2}$	+	$\frac{92.28}{2}$	=	92.66	%
#16	=	$\frac{87.19}{2}$	+	$\frac{86.41}{2}$	=	86.80	%
#30	=	$\frac{72.50}{2}$	+	$\frac{72.42}{2}$	=	72.46	%
#50	=	$\frac{49.35}{2}$	+	$\frac{51.93}{2}$	=	50.64	%
#100	=	$\frac{12.70}{2}$	+	$\frac{15.44}{2}$	=	14.07	%
#200	=	$\frac{1.70}{2}$	+	$\frac{1.75}{2}$	=	1.72	%



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

BERAT JENIS AGREGAT KASAR
(PB - 0202 - 76 / SNI 1969 : 2008)

Material : Batu Pecah 2-3
Tanggal : 7 Februari 2018
Sumber : PT.Bumi Sarana Beton

Dikerjakan : MOH.YUSUP
Diperiksa : Ir.H.Syahrul Sariman,MT
: Hijriah, ST,MT

URAIAN		A	B	Rata-Rata
Berat Benda Uji Kering Oven	B_k	1496.80	2140.90	1818.85
Berat Benda Uji Kering - Permukaan Jenuh	B_j	1528.20	2187.60	1857.90
Berat Benda Uji dalam Air	B_a	934.70	1338.10	1136.40

URAIAN		A	B	Rata-Rata
Berat Jenis (Bulk)	$\frac{B_k}{B_j - B_a}$	2.52	2.52	2.52
Berat Jenis Kering - Permukaan Jenuh	$\frac{B_j}{B_j - B_a}$	2.57	2.58	2.58
Berat Jenis Semu (Apparent)	$\frac{B_k}{B_k - B_a}$	2.66	2.67	2.66
Penyerapan (Absorption)	$\frac{B_j - B_k}{B_k} \times 100\%$	2.10	2.18	2.14

Diperiksa Oleh,
Asisten Laboratorium


MARLINA ALWI

Di Buat Oleh
Mahasiswa


MOH.YUSUP
45 13 041 089

**PEMERIKSAAN BERAT JENIS AGREGAT KASAR
ANALISA DATA**

DATA HASIL PERCOBAAN

		Sampel 1	Sampel 2	
Berat Benda Uji Kering Oven	(B _k) =	1496.80	2140.90	gram
Berat Benda Uji Kering Permukaan Jenuh	(B _j) =	1528.20	2187.60	gram
Berat Benda Uji dalam Air	(B _a) =	934.70	1338.10	gram

➔ **Perhitungan Rata - Rata**

$$\Sigma = \frac{\text{Sampel 1} + \text{Sampel 2}}{2}$$

$$\begin{aligned} (B_k) &= \frac{1496.80 + 2140.90}{2} = 1818.85 \text{ gram} \\ &= 1818.85 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (B_j) &= \frac{1528.20 + 2187.60}{2} = 1857.90 \text{ gram} \\ &= 1857.90 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (B_a) &= \frac{934.70 + 1338.10}{2} = 1136.40 \text{ gram} \\ &= 1136.4 \text{ gr} \end{aligned}$$

➔ **Perhitungan Berat Jenis (Bulk)**

$$B_{j \text{ Ov Dry}} = \frac{B_k}{B_j - B_a}$$

$$\begin{aligned} \text{Sampel 1 } B_{j \text{ Ov Dry}} &= \frac{1496.80}{1528.20 - 934.70} = 2.52 \text{ gram} \\ &= 2.522 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Sampel 2 } B_{j \text{ Ov Dry}} &= \frac{2140.90}{2187.60 - 1338.10} = 2.52 \text{ gram} \\ &= 2.520 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata} &= \frac{2.52 + 2.52}{2} = 2.52 \text{ gram} \\ &= 2.521 \text{ gr} \end{aligned}$$

➔ **Perhitungan Berat Jenis - Permukaan Jenuh**

$$B_j = \frac{B_j}{B_j - B_a}$$

Sampel 1	B_j	$=$	$\frac{1528.20}{1528.20 - 934.70}$	$=$	2.57	gram
		$=$	2.575 gr			
Sampel 2	B_j	$=$	$\frac{2187.60}{2187.60 - 1338.10}$	$=$	2.58	gram
		$=$	2.575 gr			
Rata-rata		$=$	$\frac{2.57 + 2.58}{2}$	$=$	2.58	gram
		$=$	2.575 gr			

➔ **Perhitungan Berat Jenis Semu**

$$B_{j \text{ Apparent}} = \frac{B_k}{B_k - B_a}$$

Sampel 1	$B_{j \text{ Apparent}}$	$=$	$\frac{1496.80}{1496.80 - 934.70}$	$=$	2.663	gr
		$=$	2.663 gr			
Sampel 2	$B_{j \text{ Apparent}}$	$=$	$\frac{2140.90}{2140.90 - 1338.10}$	$=$	2.667	gr
		$=$	2.667 gr			
Rata-rata	$\bar{\Sigma}$	$=$	$\frac{2.66 + 2.67}{2}$	$=$	2.665	gr
		$=$	2.665 gr			

➔ **Perhitungan Penyerapan (Absorption)**

$$B_{j \text{ Abs}} = \frac{B_j - B_k}{B_k} \times 100$$

Sampel 1	$B_{j \text{ Abs}}$	$=$	$\frac{1528.20 - 1496.80}{1496.80}$	\times	100	
		$=$	2.098 %			
Sampel 2	$B_{j \text{ Abs}}$	$=$	$\frac{2187.60 - 2140.90}{2140.90}$	\times	100	
		$=$	2.181 %			
Rata-rata	$\bar{\Sigma}$	$=$	$\frac{2.10 + 2.18}{2}$	$=$	2.140	%
		$=$	2.140 %			



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

BERAT JENIS AGREGAT KASAR
(PB - 0202 - 76 / SNI 1969 : 2008)

Material : Batu Pecah 1-2
Tanggal : 7 Februari 2018
Sumber : PT.Bumi Sarana Beton

Dikerjakan : MOH.YUSUP
Diperiksa : Ir.H.Syahrl Sariman,MT
: Hijriah, ST,MT

URAIAN		A	B	Rata-Rata
Berat Benda Uji Kering Oven	B_k	2220.10	2087.30	2153.70
Berat Benda Uji Kering - Permukaan Jenuh	B_j	2274.60	2138.00	2206.30
Berat Benda Uji dalam Air	B_a	1399.00	1318.10	1358.55

		A	B	Rata-Rata
Berat Jenis (Bulk)	$\frac{B_k}{B_j - B_a}$	2.54	2.55	2.54
Berat Jenis Kering - Permukaan Jenuh	$\frac{B_j}{B_j - B_a}$	2.60	2.61	2.60
Berat Jenis Semu (Apparent)	$\frac{B_k}{B_k - B_a}$	2.70	2.71	2.71
Penyerapan (Absorption)	$\frac{B_j - B_k}{B_k} \times 100\%$	2.45	2.43	2.44

Diperiksa Oleh,
Asisten Laboratorium


MARLINA ALWI

Di Buat Oleh
Mahasiswa


MOH.YUSUP
45 13 041 089

**PEMERIKSAAN BERAT JENIS AGREGAT KASAR
ANALISA DATA**

DATA HASIL PERCOBAAN

			Sampel 1	Sampel 2	
Berat Benda Uji Kering Oven	(B _k)	=	2220.10	2087.30	gram
Berat Benda Uji Kering Permukaan Jenuh	(B _j)	=	2274.60	2138.00	gram
Berat Benda Uji dalam Air	(B _a)	=	1399.00	1318.10	gram

➔ **Perhitungan Rata - Rata**

$$\Sigma = \frac{\text{Sampel 1} + \text{Sampel 2}}{2}$$

Berat Benda Uji Kering Oven

$$\begin{aligned} (B_k) &= \frac{2220.10 + 2087.30}{2} \\ &= 2153.70 \text{ gr} \end{aligned}$$

Berat Benda Uji Kering Permukaan Jenuh

$$\begin{aligned} (B_j) &= \frac{2274.60 + 2138.00}{2} \\ &= 2206.3 \text{ gr} \end{aligned}$$

Berat Benda Uji dalam Air

$$\begin{aligned} (B_a) &= \frac{1399.00 + 1318.10}{2} \\ &= 1358.55 \text{ gr} \end{aligned}$$

➔ **Perhitungan Berat Jenis (Bulk)**

$$B_{j \text{ Ov Dry}} = \frac{B_k}{B_j - B_a}$$

Sampel 1

$$\begin{aligned} B_{j \text{ Ov Dry}} &= \frac{2220.10}{2274.60 - 1399.00} \\ &= 2.536 \text{ gr} \end{aligned}$$

Sampel 2

$$\begin{aligned} B_{j \text{ Ov Dry}} &= \frac{2087.30}{2138.00 - 1318.10} \\ &= 2.546 \text{ gr} \end{aligned}$$

Rata-rata

$$\begin{aligned} \Sigma &= \frac{2.54 + 2.55}{2} \\ &= 2.541 \text{ gr} \end{aligned}$$

➔ **Perhitungan Berat Jenis - Permukaan Jenuh**

$$B_j = \frac{B_i}{B_j - B_a}$$

Sampel 1 $B_j = \frac{2274.60}{2274.60 - 1399.00}$
 $= 2.598 \text{ gr}$

Sampel 2 $B_j = \frac{2138.00}{2138.00 - 1318.10}$
 $= 2.608 \text{ gr}$

Rata-rata $\bar{\Sigma} = \frac{2.60 + 2.61}{2}$
 $= 2.603 \text{ gr}$

➔ **Perhitungan Berat Jenis Semu**

$$B_{j \text{ Apparent}} = \frac{B_k}{B_k - B_a}$$

Sampel 1 $B_{j \text{ Apparent}} = \frac{2220.10}{2220.10 - 1399.00}$
 $= 2.704 \text{ gr}$

Sampel 2 $B_{j \text{ Apparent}} = \frac{2087.30}{2087.30 - 1318.10}$
 $= 2.714 \text{ gr}$

Rata-rata $\bar{\Sigma} = \frac{2.70 + 2.71}{2}$
 $= 2.709 \text{ gr}$

➔ **Perhitungan Penyerapan (Absorpsi)**

$$B_{j \text{ Abs}} = \frac{B_j - B_k}{B_k} \times 100$$

Sampel 1 $B_{j \text{ Abs}} = \frac{2274.60 - 2220.10}{2220.10} \times 100$
 $= 2.455 \%$

Sampel 2 $B_{j \text{ Abs}} = \frac{2138.00 - 2087.30}{2087.30} \times 100$
 $= 2.429 \%$

Rata-rata $\bar{\Sigma} = \frac{2.45 + 2.43}{2}$
 $= 2.442 \%$



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

BERAT JENIS AGREGAT HALUS
(PB - 0203 - 76 / SNI 1970 : 2008)

Material : Pasir
Tanggal : 7 Februari 2018
Sumber : PT.Bumi Sarana Betc

Dikerjakan : MOH.YUSUP
Diperiksa : Ir.H.Syahrul Sariman,MT
: Hijriah,ST,MT

URAIAN		A	B	Rata - rata
Berat benda uji kering - permukaan jenuh		500.00	500.00	500.00
Berat benda uji kering oven	B_k	484.70	485.10	484.90
Berat Piknometer diisi air (25°C)	B	692.60	699.60	696.10
Berat piknometer + benda uji (SSD)	B_t	999.80	1006.30	1003.05

		A	B	Rata - rata
Berat jenis (Bulk)	$\frac{B_k}{(B + 500 - B_t)}$	2.51	2.51	2.51
Berat jenis kering - permukaan jenuh	$\frac{500}{(B + 500 - B_t)}$	2.59	2.59	2.59
Berat jenis semu (Apparent)	$\frac{B_k}{(B + B_k - B_t)}$	2.73	2.72	2.72
Penyerapan (Absorption)	$\frac{(500 - B_k)}{B_k} \times 100\%$	3.16	3.07	3.11

Diperiksa Oleh,
Asisten Laboratorium

MARLINA ALWI

Di Buat Oleh
Mahasiswa

MOH.YUSUP
45 13 041 089

**PEMERIKSAAN BERAT JENIS AGREGAT HALUS
ANALISA DATA**

DATA HASIL PERCOBAAN

		Sampel 1	Sampel 2	
Berat Benda Uji Kering Permukaan Jenuh (B_j)	=	500.00	500.00	gram
Berat Benda Uji Kering Oven (B_k)	=	484.70	485.10	gram
Berat Piknometer diisi air (25°C) (B)	=	692.60	699.60	gram
Berat Benda Uji dalam Air (B_t)	=	999.80	1006.30	gram

➔ **Perhitungan Rata - Rata**

$$\Sigma = \frac{\text{Sampel 1} + \text{Sampel 2}}{2}$$

Berat Benda Uji Kering Permukaan Jenuh

$$\begin{aligned} (B_j) &= \frac{500.00 + 500.00}{2} \\ &= 500 \text{ gr} \end{aligned}$$

Berat Benda Uji Kering Oven

$$\begin{aligned} (B_k) &= \frac{484.70 + 485.10}{2} \\ &= 484.90 \text{ gr} \end{aligned}$$

Berat Piknometer diisi Air

$$\begin{aligned} (B) &= \frac{692.60 + 699.60}{2} \\ &= 696.10 \text{ gr} \end{aligned}$$

Berat Piknometer + Benda Uji

$$\begin{aligned} (B) &= \frac{999.80 + 1006.30}{2} \\ &= 1003.05 \text{ gr} \end{aligned}$$

➔ **Perhitungan Berat Jenis (Bulk)**

$$B_{j \text{ Ov Dry}} = \frac{B_k}{B + 500 - B_t}$$

Sampel 1

$$\begin{aligned} B_{j \text{ Ov Dry}} &= \frac{484.70}{692.60 + 500 - 999.80} \\ &= 2.514 \text{ gr} \end{aligned}$$

Sampel 2

$$\begin{aligned} B_{j \text{ Ov Dry}} &= \frac{485.10}{692.60 + 500 - 1006.30} \\ &= 2.604 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata } \Sigma &= \frac{2.51 + 2.60}{2} \\ &= 2.559 \text{ gr} \end{aligned}$$

➔ **Perhitungan Berat Jenis - Permukaan Jenuh**

B_j	=	$\frac{500}{B + 500 - B_t}$
-------	---	-----------------------------

$$\begin{aligned} \text{Sampel 1 } B_j &= \frac{500.00}{692.60 + 500 - 999.80} \\ &= 2.593 \text{ gr} \\ \text{Sampel 2 } B_j &= \frac{500.00}{699.60 + 500 - 1006.30} \\ &= 2.587 \text{ gr} \\ \text{Rata-rata } \Sigma &= \frac{2.59 + 2.59}{2} \\ &= 2.590 \text{ gr} \end{aligned}$$

➔ **Perhitungan Berat Jenis Semu**

$B_{j \text{ Apparent}}$	=	$\frac{B_k}{B + B_k - B_t}$
--------------------------	---	-----------------------------

$$\begin{aligned} \text{Sampel 1 } B_{j \text{ Apparent}} &= \frac{484.70}{692.60 + 485 - 999.80} \\ &= 2.731 \text{ gr} \\ \text{Sampel 2 } B_{j \text{ Apparent}} &= \frac{485.10}{699.60 + 485 - 1006.30} \\ &= 2.719 \text{ gr} \\ \text{Rata-rata } \Sigma &= \frac{2.73 + 2.72}{2} \\ &= 2.725 \text{ gr} \end{aligned}$$

➔ **Perhitungan Penyerapan (Absorpsi)**

$B_{j \text{ Abs}}$	=	$\frac{500 - B_k}{B_k} \times 100$
---------------------	---	------------------------------------

$$\begin{aligned} \text{Sampel 1 } B_{j \text{ Abs}} &= \frac{500.00 - 484.70}{484.70} \times 100 \\ &= 3.157 \% \\ \text{Sampel 2 } B_{j \text{ Abs}} &= \frac{500.00 - 485.10}{485.10} \times 100 \\ &= 3.072 \% \\ \text{Rata-rata } \Sigma &= \frac{3.16 + 3.07}{2} \\ &= 3.114 \% \end{aligned}$$



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

**PENGUJIAN JUMLAH BAHAN DALAM AGREGAT YANG
LOLOS SARINGAN NO. 200
(SNI 03 - 4142 - 1996)**

Material : Batu Pecah 2-3
Tanggal : 7 Februari 2018
Sumber : PT.Bumi Sarana Beton

Dikerjakan : MOH.YUSUP
Diperiksa : Ir.H.Syahurul Sariman,MT
: Hijriah, ST,MT

URAIAN		1	2
Berat Kering Contoh Semula	gram	2000.00	2000.00
Berat Kering sesudah pencucian dengan saringan No. 200	gram	1976.70	1977.20
Persentase Material Lolos Saringan No. 200 (A-B/A)x100%	%	1.17	1.14
Hasil Rata-Rata	%	1.15	

Diperiksa Oleh,
Asisten Laboratorium

MARLINA ALWI

Di Buat Oleh
Mahasiswa

MOH.YUSUP
45 13 041 089

**PEMERIKSAAN BAHAN LOLOS SARINGAN NO. 200
ANALISIS DATA**

DATA HASIL PERCOBAAN

			Sampel 1	Sampel 2
Berat Kering contoh Semula	(A)	=	2000	2000
Berat Kering Sesudah pencucian saringan No. 200	(B)	=	1976.7	1977.2

Sampel 1

$$\begin{aligned} \text{Persentase Material Lolos} &= \frac{A - B}{A} \times 100 \\ \text{Saringan No. 200} &= \frac{2000.00 - 1976.70}{2000.00} \times 100 \\ &= 1.179 \% \end{aligned}$$

Sampel 2

$$\begin{aligned} \text{Persentase Material Lolos} &= \frac{A - B}{A} \times 100 \\ \text{Saringan No. 200} &= \frac{2000.00 - 1977.20}{2000.00} \times 100 \\ &= 1.140 \% \end{aligned}$$

Rata-rata

$$\begin{aligned} \Sigma &= \frac{1.18 + 1.14}{2} \\ &= 1.159 \% \end{aligned}$$



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

**PENGUJIAN JUMLAH BAHAN DALAM AGREGAT YANG
LOLOS SARINGAN NO. 200
(SNI 03 - 4142 - 1996)**

Material : Batu Pecah 1-2
Tanggal : 7 Februari 2018
Sumber : PT.Bumi Sarana Beton

Dikerjakan : MOH.YUSUP
Diperiksa : Ir.H.Syahrul Sariman,ST,MT
: Hijriah,ST,MT

URAIAN		1	2
Berat Kering Contoh Semula	gram	2000.00	2000.00
Berat Kering sesudah pencucian dengan saringan No. 200	gram	1974.60	1935.70
Persentase Material Lolos Saringan No. 200 (A-B/A)x100%	%	1.27	3.22
Hasil Rata-Rata	%	2.24	

Diperiksa Oleh,
Asisten Laboratorium

MARLINA ALWI

Di Buat Oleh
Mahasiswa

MOH.YUSUP
45 13 041 089

**PEMERIKSAAN BAHAN LOLOS SARINGAN NO. 200
ANALISIS DATA**

DATA HASIL PERCOBAAN

		Sampel 1	Sampel 2
Berat Kering contoh Semula	(A) =	2000	2000
Berat Kering Sesudah pencucian saringan No. 200	(B) =	1974.6	1935.7

Sampel 1

$$\begin{aligned} \text{Persentase Material Lolos} &= \frac{A - B}{A} \times 100 \\ \text{Saringan No. 200} &= \frac{2000.00 - 1974.60}{1974.60} \times 100 \\ &= 1.286 \% \end{aligned}$$

Sampel 2

$$\begin{aligned} \text{Persentase Material Lolos} &= \frac{A - B}{A} \times 100 \\ \text{Saringan No. 200} &= \frac{2000.00 - 1935.70}{2000.00} \times 100 \\ &= 3.215 \% \end{aligned}$$

Rata-rata

$$\begin{aligned} \Sigma &= \frac{1.29 + 3.22}{2} \\ &= 2.251 \% \end{aligned}$$



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

**PENGUJIAN JUMLAH BAHAN DALAM AGREGAT YANG
LOLOS SARINGAN NO. 200
(SNI 03 - 4142 - 1996)**

Material : Pasir
Tanggal : 7 Februari 2018
Sumber : PT.Bumi Sarana Beton

Dikerjakan : MOH.YUSUP
Diperiksa : Ir.H.Syahrul Sariman,MT
: Hijriah,ST,MT

URAIAN		1	2
Berat Kering Contoh Semula	gram	2000.00	2000.00
Berat Kering sesudah pencucian dengan saringan No. 200	gram	1944.00	1970.20
Persentase Material Lolos Saringan No. 200 (A-B/A)x100%	%	2.80	1.49
Hasil Rata-Rata	%	2.15	

Diperiksa Oleh,
Asisten Laboratorium

MARLINA ALWI

Di Buat Oleh
Mahasiswa

MOH.YUSUP
45 13 041 089

**PEMERIKSAAN BAHAN LOLOS SARINGAN NO. 200
ANALISIS DATA**

DATA HASIL PERCOBAAN

			Sampel 1	Sampel 2
Berat Kering contoh Semula	(A)	=	2000	2000
Berat Kering Sesudah pencucian saringan No. 200	(B)	=	1944	1970.2

Sampel 1

$$\begin{aligned}
 \text{Persentase Material Lolos} &= \frac{A - B}{A} \times 100 \\
 \text{Saringan No. 200} &= \frac{2000.00 - 1944.00}{2000.00} \times 100 \\
 &= 2.881 \%
 \end{aligned}$$

Sampel 2

$$\begin{aligned}
 \text{Persentase Material Lolos} &= \frac{A - B}{A} \times 100 \\
 \text{Saringan No. 200} &= \frac{2000.00 - 1970.20}{2000.00} \times 100 \\
 &= 1.490 \%
 \end{aligned}$$

Rata-rata

$$\begin{aligned}
 \Sigma &= \frac{2.88 + 1.49}{2} \\
 &= 2.185 \%
 \end{aligned}$$



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

PEMERIKSAN KADAR AIR
(ASTM C - 555 - 67)

Material : Pasir
Tanggal : 7 Februari 2018
Sumber : PT.Bumi Sarana Beton

Dikerjakan : MOH.YUSUP
Diperiksa : Ir.H.Syahrl Sariman,MT
: Hijriah,ST,MT

Uraian	I	II
Berat Benda Uji Basah (semula) (A) (gr)	1000.00	1000.00
Berat Benda Uji Kering Oven (B) (gr)	903.70	905.70
Kadar air $\frac{(A - B)}{(B)} \times 100 \%$	10.66	10.41
Kadar Air Rata-rata	10.53	

Diperiksa Oleh,
Asisten Laboratorium


MARLINA ALWI

Di Buat Oleh
Mahasiswa


MOH.YUSUP
45 13 041 089



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

**PEMERIKSAN KADAR AIR
(ASTM C - 555 - 67)**

Material : Batu Pecah 2-3
Tanggal : 7 Februari 2018
Sumber : PT.Bumi Sarana Beton

Dikerjakan : MOH.YUSUP
Diperiksa : Ir.H.Syahrul Sariman,MT
: Hijriah,ST,MT

Uraian	I	II
Berat Benda Uji Basah (semula) (A) (gr)	2000.00	2000.00
Berat Benda Uji Kering Oven (B) (gr)	1966.10	1962.40
Kadar air $\frac{(A - B)}{(B)} \times 100 \%$	1.72	1.92
Kadar Air Rata-rata	1.82	

Diperiksa Oleh,
Asisten Laboratorium


MARLINA ALWI

Di Buat Oleh
Mahasiswa


MOH.YUSUP
45 13 041 089



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

PEMERIKSAN KADAR AIR
(ASTM C - 555 - 67)

Material : Batu Pecah 1-2

Tanggal : 7 Februari 2018

Sumber : PT.Bumi Sarana Beton

Dikerjakan : MOH.YUSUP

Diperiksa : Ir.H.Syahrul Sariman,MT

: Hijriah,ST,MT

Uraian	I	II
Berat Benda Uji Basah (semula) (A) (gr)	2000.00	2000.00
Berat Benda Uji Kering Oven (B) (gr)	1953.40	1957.90
Kadar air $\frac{(A - B)}{(B)} \times 100 \%$	2.39	2.15
Kadar Air Rata-rata	2.27	

Diperiksa Oleh,
Asisten Laboratorium

MARLINA ALWI

Di Buat Oleh
Mahasiswa

MOH.YUSUP
45 13 041 089



LABORATORIUM STRUKTUR & BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

PEMERIKSAAN BERAT ISI AGREGAT KASAR

(PB - 0204 -76/AASHTO T. 19 -74/SNI 03 - 4804 - 1998)

Material : Batu Pecah 2-3
Tanggal : 7 Februari 2018
Sumber : PT.Bumi Sarana Beton

Dikerjakan : MOH.YUSUP
Diperiksa : Ir.H.Syahrul Sariman.,MT
: Hijriah,ST,MT

LEPAS (GEMBUR)

Nomor Benda Uji		I	II	
Berat Container	(A) (gr)	7574	7574	
Berat Container + Agregat	(B) (gr)	11685	11625	
Berat Agregat (C) = (B) - (A)	(gr)	4111	4051	
Volume Container (D)	(cm ³)	4171.42	4171.42	
Berat Isi Agregat = $\frac{(C)}{(D)}$	(gr/cm ³)	0.99	0.97	
Berat isi Rata-rata Agregat		0.98		


PADAT

Nomor Benda Uji		I	II	
Berat Container	(A) (gr)	7574	7574	
Berat Container + Agregat	(B) (gr)	12268	12332	
Berat Agregat (C) = (B) - (A)	(gr)	4694	4758	
Volume Container (D)	(cm ³)	4171.42	4171.42	
Berat Isi Agregat = $\frac{(C)}{(D)}$	(gr/cm ³)	1.13	1.14	
Berat isi Rata-rata Agregat		1.13		

Diperiksa Oleh,
Asisten Laboratorium


MARLINA ALWI

Di Buat Oleh
Mahasiswa


MOH.YUSUP
45 13 041 089



LABORATORIUM STRUKTUR & BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

PEMERIKSAAN BERAT ISI AGREGAT HALUS

(PB - 0204 -76/AASHTO T. 19 -74/SNI 03 - 4804 - 1998)

Material : Pasir
Tanggal : 7 Februari 2018
Sumber : PT.Bumi Sarana Beton

Dikerjakan : MOH.YUSUP
Diperiksa : Ir.H.Syahrul Sariman.,MT
: Hijriah,ST,MT

LEPAS (GEMBUR)

Nomor Benda Uji		I	II	
Berat Container	(A) (gr)	7574	7574	
Berat Container + Agregat	(B) (gr)	11020	10980	
Berat Agregat (C) = (B) - (A)	(gr)	3446	3406	
Volume Container (D)	(cm ³)	4171.42	4171.42	
Berat Isi Agregat = $\frac{(C)}{(D)}$	(gr/cm ³)	0.83	0.82	
Berat isi Rata-rata Agregat		0.82		

PADAT

Nomor Benda Uji		I	II	
Berat Container	(A) (gr)	7574	7574	
Berat Container + Agregat	(B) (gr)	11540	11660	
Berat Agregat (C) = (B) - (A)	(gr)	3966	4086	
Volume Container (D)	(cm ³)	4171.42	4171.42	
Berat Isi Agregat = $\frac{(C)}{(D)}$	(gr/cm ³)	0.95	0.98	
Berat isi Rata-rata Agregat		0.97		

Diperiksa Oleh,
Asisten Laboratorium


MARLINA ALWI

Di Buat Oleh
Mahasiswa


MOH.YUSUP
45 13 041 089



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

RANCANGAN CAMPURAN BETON K250

Data			
slump	:	8 ± 2	cm
Kuat tekan yang di syaratkan	:	20	Mpa
Deviasi Standar	:	2.163	Mpa
Nilai Tambah	:	3.54732	Mpa
Kekuatan rata - rata yang di targetkan	:	24	Mpa
Faktor Air Semen Bebas (Fas)	:	0.6	(grafik)
Faktor Air Semen Maksimum	:	0.6	(tabel)
Kadar Air Bebas	:	185	Kg/cm ³
Kadar Semen Maksimum	:	308.33	Kg/cm ³
Kadar Semen Minimum	:	275	(tabel)
Berat Isi Beton	:	2370	(grafik)
Kadar agregat gabungan	:	1876.67	Kg/cm ³
Kadar Agregat Halus	:	656.83	Kg/cm ³
Kadar Agregat Kasar BP 1-2	:	563.00	Kg/cm ³
Kadar Agregat Kasar BP 2-3	:	656.83	Kg/cm ³
Berat Jenis Gabungan	:	2.59	

perhitungan

Data Material	asal	Bj. SSD	Absorpsi	KA	Proporsi
Pasir		2.59	3.11	10.53	35
BP 1-2		2.60	2.44	2.27	30
BP 2-3		2.58	2.14	1.82	35

a. deviasi standar

$$SR = 2.163 \text{ Mpa}$$

b. nilai tambah (Margin)

$$\begin{aligned} M &= 1.64 \times SR \\ &= 1.64 \times 2.163 \\ &= 3.547 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

c. kuat tekan rata-rata

$$\begin{aligned} F_{cr} &= f'_c + M \\ &= 20 + 3.547 \\ &= 23.55 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

d. Faktor Air Semen Bebas (FAS)

berdasarkan kuat tekan rata-rata (Fcr) dan grafik korelasi fas

e. kadar air bebas

berdasarkan nilai slump 60 - 180 mm dan maksimum agregat 40 mm

$$\begin{aligned} \text{Kadar air bebas alami } W_f &= 175 \\ \text{Kadar air bebas batu pecah } W_c &= 205 \\ \text{Kadar Air Bebas} &= (2/3 \times W_f) + (1/3 \times W_c) \\ &= 0.67 \times 175 + 0.333 \times 205 \\ &= 185 \text{ Kg/cm}^2 \end{aligned}$$

f. Kadar semen

$$\begin{aligned} \text{kadar semen maksimum} &= \frac{\text{kadar air bebas}}{\text{faktor air semen}} \\ &= \frac{185}{0.6} \\ &= 308.33 \end{aligned}$$

$$\text{kadar semen minimum} = 275 \text{ Kg/m}^3 \text{ beton (diperoleh dari tabel ->}$$

jenis keadaan lingkungan non-korosif)

g. Berat jenis gabungan agregat

$$\begin{aligned} \text{Bj. Gabungan} &= \text{a. Bj spesifik SSD Pasir} + \text{b. Bj spesifik SSD BP 1-2} + \\ &\quad \text{c. Bj spesifik SSD BP 2-3} \\ \text{Bj. Gabungan} &= 0.35 \times 2.59 + 0.30 \times 2.60 + 0.35 \times 2.58 \\ &= 0.91 + 0.78 + 0.90 \\ &= 2.59 \text{ \%} \end{aligned}$$

h. berat volume beton segar

berdasarkan nilai Bj. Gabungan 2.59 dan kadar air bebas 185 Kg/cm³ (grafik), maka diperoleh :

$$\text{Berat volume beton segar} = 2370 \text{ Kg/m}^3$$

i. berat total agregat (pasir + BP 1-2 + BP 2-3)

$$\begin{aligned} \text{berat total agregat} &= \text{berat volume beton segar} - \text{kadar air bebas} - \text{kadar semen} \\ &\quad \text{maksimum} \\ &= 2370 - 185 - 308.33 \\ &= 1876.67 \text{ Kg/m}^3 \end{aligned}$$

j. berat masing - masing agregat

berat pasir	=	35 %	x	1876.67	=	656.83	Kg/m ³
berat BP 1-2	=	30 %	x	1876.67	=	563.00	Kg/m ³
Berat BP 2-3	=	35 %	x	1876.67	=	656.83	Kg/m ³
jumlah	=				=	1876.67	Kg/m ³

k. Hasil mix design SSD karakteristik agregat

sebelum koreksi				sesudah koreksi (untuk semen tidak di koreksi)			
air	=	185	Kg/m ³	air	=	139.32	Kg/m ³
semen	=	308.33	Kg/m ³	semen	=	308.33	Kg/m ³
pasir	=	656.83	Kg/m ³	pasir	=	705.57	Kg/m ³
BP 1-2	=	563.00	Kg/m ³	BP 1-2	=	562.04	Kg/m ³
BP 2-3	=	656.83	Kg/m ³	BP 2-3	=	654.73	Kg/m ³
jumlah	=	2370	Kg/m ³	jumlah	=	2370	Kg/m ³

l. koreksi campuran untuk pelaksanaan

$$\begin{aligned}
 \text{koreksi air} &= \text{jumlah air} - (\text{kadar air pasir} - \text{absorpsi pasir}) \times \text{jumlah pasir} / 100 \\
 &\quad - (\text{kadar air BP 1-2} - \text{absorpsi BP 1-2}) \times \text{jumlah BP 1-2} / 100 \\
 &\quad - (\text{kadar air BP 2-3} - \text{absorpsi BP 2-3}) \times \text{jumlah BP 2-3} / 100 \\
 &= 185 - 10.53 - 3.11 \times 656.83 / 100 \\
 &\quad - 2.27 - 2.44 \times 563.00 / 100 \\
 &\quad - 1.82 - 2.14 \times 656.83 / 100 \\
 &= 185 - 48.74 - 0.96 - 2.10 \\
 &= 185 - 48.74 + 0.96 + 2.10 \\
 &= 139.32
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{koreksi pasir} &= \text{jumlah pasir} - (\text{kadar air pasir} - \text{absorpsi pasir}) \\
 &\quad \times \text{jumlah pasir} / 100 \\
 &= 656.83 + 10.53 - 3.11 \times 656.83 / 100 \\
 &= 705.57
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{koreksi BP 1-2} &= \text{jumlah BP 1-2} - (\text{kadar air BP 1-2} - \text{absorpsi BP 1-2}) \\
 &\quad \times \text{jumlah BP 1-2} / 100 \\
 &= 563.00 + 2.27 - 2.44 \times 563.00 / 100 \\
 &= 562.04
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{koreksi BP 2-3} &= \text{jumlah BP 2-3} - (\text{kadar air BP 2-3} - \text{absorpsi BP 2-3}) \\
 &\quad \times \text{jumlah BP 2-3} / 100 \\
 &= 656.83 + 1.82 - 2.14 \times 656.83 / 100 \\
 &= 654.73
 \end{aligned}$$

m. perhitungan volume benda uji -> untuk selinder ukuran 15 cm x 30 cm

$$\begin{aligned}
 v &= 1/4 \times \pi \times D^2 \times t \\
 &= 0.25 \times 3.14 \times (0.15)^2 \times 0.3 \\
 &= 0.00530 \text{ m}^3 \quad (\text{untuk 1 benda uji})
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 v &= 0.00530 \times 3 \times 1.2 \\
 &= 0.0190755 \text{ m}^3 \quad (\text{untuk 3 benda uji})
 \end{aligned}$$

dimana 1.2 adalah Faktor koreksi dan V = volume benda uji

N. Perencanaan Mix Design Variasi Zat Aditiv

Beton	KADAR ZAT ADITIV				BERAT (Kg)					ST (L)
	JENIS	%		ZAT (Kg)	AIR (L)	BP 2-3	BP 1-2	PASIR	SEMEN	
	Berat/m ³			-	139.32	654.73	562.04	705.57	308.33	
	Berat/3 sampel			-	2.658	12.489	10.721	13.459	5.881613	
BS	BS	20		-	2.658	12.489	10.721	13.459	5.881613	3.8151
BSP	SPL	0.25		0.014704	2.658	12.489	10.721	13.459	5.881613	3.8151
BSV	SVS	25	0.55	0.032349	1.993	12.489	10.721	13.459	5.881613	3.8151
BSM	SBM	20	0.4	0.023526	2.126	12.489	10.721	13.459	5.881613	3.8151

Beton	KADAR ZAT ADITIV				Volume (ml)		BERAT (Kg)				ZAT (gr)
	JENIS	%		ST	AIR	BP 2-3	BP 1-2	PASIR	SEMEN		
	Berat/m ³			-	139321.9	654.73	562.04	705.57	308.33		
	Berat/3 sampel			-	2657.636	12.489	10.721	13.459	5.882		
BS	BS	20		3815.1	2657.636	12.489	10.721	13.459	5.882	-	
BSP	SPL	0.25		3815.1	2657.636	12.489	10.721	13.459	5.882	14.704	
BSV	SVS	25	0.55	3815.1	1993.227	12.489	10.721	13.459	5.882	32.349	
BSB	SBM	20	0.4	3815.1	2126.108	12.489	10.721	13.459	5.882	23.526	

No	Tanggal Pengujian	Kode	Berat BETON (Kg)	Slump (cm)	Beban Maksimum (KN)	Tegangan (Mpa)	Fc - Fcm (Mpa)	(Fc - Fcm)^2
1	07-12-18	sampel 1	12.197	8	412.80	25.73	0.15	0.024
2	07-12-18	sampel 2	12.16	8	385.80	25.37	-0.206	0.042
3	07-12-18	sampel 3	12.162	8	377.50	26.46	0.884	0.781
4	07-12-18	sampel 4	12.035	8	433.00	24.50	-1.076	1.158
5	07-12-18	sampel 5	12.211	8	458.80	25.96	0.384	0.147
6	07-12-18	sampel 6	12.367	8	284.90	24.50	-1.076	1.158
7	07-12-18	sampel 7	12.391	8	529.10	29.94	4.364	19.044
8	07-12-18	sampel 8	12.423	8	497.50	28.16	2.584	6.677
9	07-12-18	sampel 9	12.4	8	423.10	23.94	-1.636	2.676
10	07-12-18	sampel 10	12.317	8	555.50	31.43	5.854	34.269
11	07-12-18	sampel 11	12.3	8	403.80	22.85	-2.726	7.431
12	07-12-18	sampel 12	12.394	8	431.00	24.39	-1.186	1.407
13	07-12-18	sampel 13	12.247	8	447.60	25.33	-0.246	0.061
14	07-12-18	sampel 14	12.2	8	459.70	26.01	0.434	0.188
15	07-12-18	sampel 15	12.294	8	398.10	24.35	-1.226	1.503
16	07-12-18	sampel 16	12.3	8	361.00	25.65	0.074	0.005
17	07-12-18	sampel 17	12.1	8	379.80	24.00	-1.576	2.484
18	07-12-18	sampel 18	12.325	8	444.70	25.17	-0.406	0.165
19	07-12-18	sampel 19	12.262	8	397.40	22.48	-3.096	9.585
20	07-12-18	sampel 20	12.19	8	355.20	25.30	-0.276	0.076
			Σ			25.58	Σ	88.88

$$F'_{cr} = F_c + 2.33 * s_d - 3.5$$

$$= 25.58 + 2.33 * 2.163 - 3.5$$

$$= 27.1$$

$$F'_{cr} = \frac{28.47}{\text{Koef Jumlah Sampel}}$$

$$F'_{cr} = \frac{28.5}{1.08}$$

$$F'_{cr} = 26.4 \rightarrow 26 \text{ Mpa}$$

$$\text{Standar deviasi (Sd)} = \sqrt{\frac{\Sigma(f_{ci} - F'_{cr})^2}{n-1}}$$

$$= \sqrt{\frac{88.88}{19}}$$

$$= 2.16$$

$$f'_{cr} = f'_c + 1.34 * S = 25.58 + 1.34 * 2.163 = 28.47 \text{ Mpa}$$