

TUGAS AKHIR

**“ANALISIS PENGGUNAAN SERAT BENDRAT TERHADAP KUAT TEKAN BETON
YANG MENGANDUNG SILICA FUME”**



Disusun oleh:

ALFIN MONARCHI

45 13 041 007

JURUSAN SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

2019



UNIVERSITAS
BOSOWA

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

Jalan Urip Sumoharjo Km. 4 Gd. 2 Lt 6
Makassar-Sulawesi Selatan 90231

Telp. 0411 452 901 – 452 789 ext. 116

LEMBAR PENGAJUAN UJIAN TUTUP

Tugas Akhir :

**" ANALISIS PENGGUNAAN SERAT BENDRAT TERHADAP KUAT TEKAN
BETON YANG MENGGANDUNG SILICA FUME "**

Disusun dan diajukan oleh :

Nama : ALFIN MONARCHI

No. Stambuk : 45 13 041 007

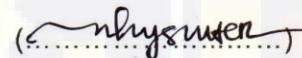
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada program Studi Sarjana Teknik Sipil / Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa.

Telah Disetujui oleh Komisi Pembimbing

Pembimbing I : Ir. H. Syahrul Sariman, MT


()

Pembimbing II : Nur Hadijah Yuniarti, ST, MT

()

Mengetahui :

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Bosowa


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

Ketua Program Studi Sarjana Teknik Sipil
Jurusan Sipil


Nur hadijah Yuniarti, ST, MT
NIDN : 09 050873 04

**DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

SURAT 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 : ALFIN MONARCHI
Nomor Stambuk : 45 13 041 007
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Tugas Akhir : Analisis Serat Bendrat Terhadap Kuat Tekan Beton Yang Mengandung Silica Fume .

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 Penguji Tugas Akhir

Ketua/Exo Officio : Ir.H.Syahrul Sariman,MT

(.....)

Sekretaris/Exo Officio : Nur Hadijah Yunianti,ST.,MT

(.....)

Anggota : Fauzi Lebang ,ST.,MT

(.....)

: Hijriah, ST.,MT


(.....)

Makassar,22 Agustus 2019

Mengetahui :

Dekan Fakultas Teknik

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

Ketua Program Studi Teknik Sipil

Nurhadijah Yunianti. 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 : ALFIN MONARCHI
Nomor Stambuk : 45 13 041 007
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Tugas Akhir : Analisis Penggunaan Serat Bendrat Terhadap Kuat Tekan Beton Yang Mengandung Silica Fume

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, Januari 2019

Yang menyatakan



ALFIN MONARCHI

**“ANALISIS PENGGUNAAN SERAT BENDRAT TERHADAP KUAT
TEKAN BETON YANG MENGGANDUNG SILICA FUME”**

Alfin Monarchi¹⁾, Syahrul Sariman²⁾, Nurhadijah Yuniarti³⁾

abstrak

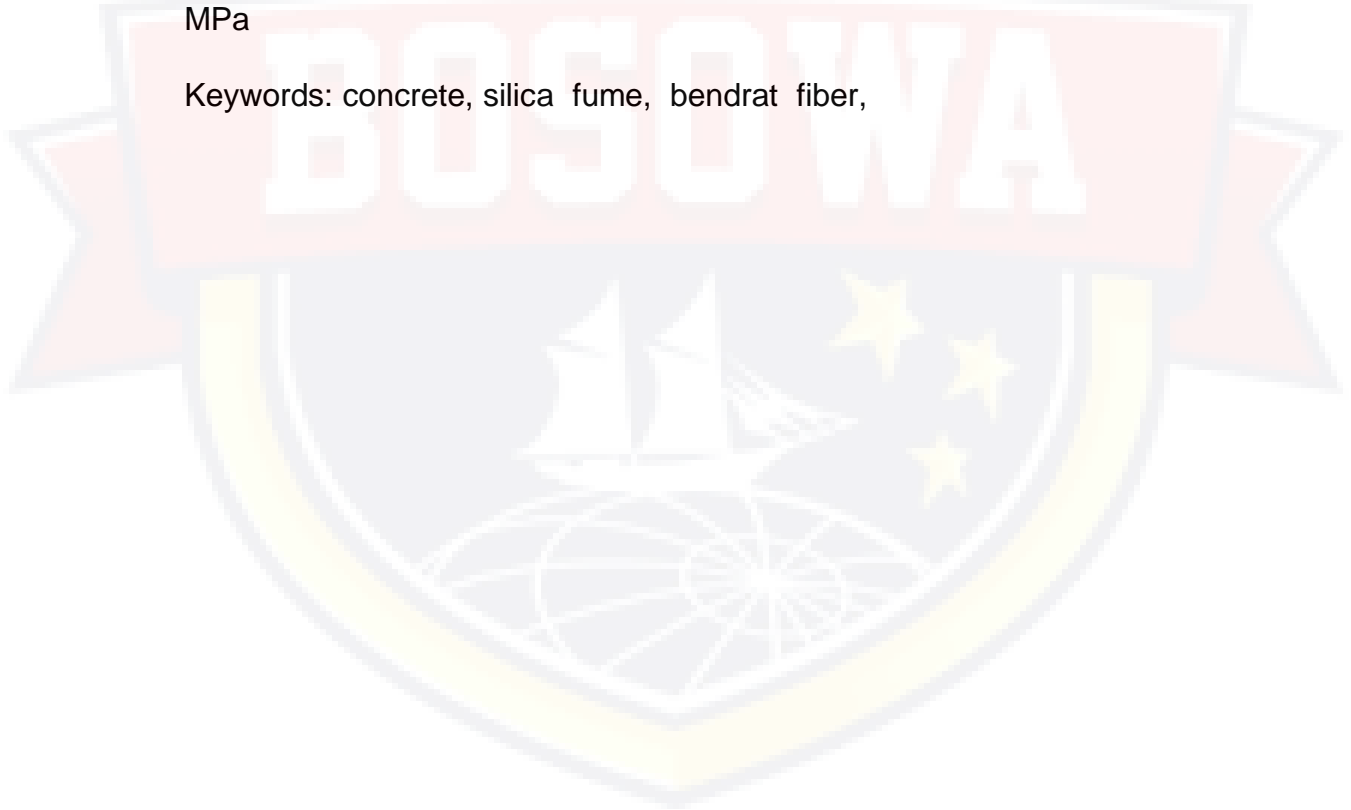
Fungsi dari *serat bendrat* adalah untuk mengatasi sifat-sifat kurang baik dari beton. Ide dasar penambahan serat adalah memberikan tulangan serat pada beton yang disebar merata secara acak (*random*) untuk mencegah retak-retak yang terjadi akibat pembebanan (Sudarmoko, 1990). Sedangkan fungsi penambahan silica fume pada beton adalah sebagai penambah performa mekanis beton, karena *silica fume* berbentuk ukuran diameter yang sangat kecil diharapkan kekosongan dalam beton dapat terisi sehingga beton yang terbentuk lebih padat. Dari hasil penelitian kuat tekan beton variasi Nilai kuat tekan rata-rata dari 4 macam variasi penambahan serat bendrat kedalam pasir 0%, 1%, 2%, dan 3% di dapatkan nilainya adalah 23,9 Mpa, 26,4 Mpa, 26,9 Mpa, dan 24,4 Mpa

Kata kunci :beton, silicafume, serat bendrat,

Abstract

The function of the bendrat fiber is to overcome the poor properties of concrete. The basic idea of adding fiber is to provide reinforcement of concrete in concrete that is spread evenly at random (random) to prevent cracks that occur due to loading (Sudarmoko, 1990). While the function of adding silica fume to concrete is to increase the mechanical performance of concrete, because silica fume is very small in diameter, it is expected that the void in the concrete can be filled so that the formed concrete is denser. From the results of the research, the compressive strength of concrete variations The average compressive strength value of 4 variations of the addition of bendrat fiber into the sand 0%, 1%, 2%, and 3% obtained the value is 23.9 MPa, 26.4 MPa, 26 , 9 MPa, and 24.4 MPa

Keywords: concrete, silica fume, bendrat fiber,



BOSOWA

P R A K A T A

Puji dan syukur dipersembahkan kepada Allah SWT atas segala rahmat dan berkah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“ANALISIS PENGGUNAAN SERAT BENDRAT TERHADAP KUAT TEKAN BETON YANG MENGANDUNG SILICA FUME”** yang merupakan salah satu syarat diajukan untuk menyelesaikan studi S1 pada Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa di dalam tugas akhir ini banyak kendala yang dihadapi serta memerlukan proses yang tidak singkat. Perjalanan yang dilalui penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini tidak lepas dari tangan-tangan berbagai pihak yang senantiasa memberikan bantuan, baik berupa materi maupun dorongan moril. Oleh karena itu, dengan segala ketulusan dan kerendahan hati, ucapan terimakasih. Penghormatan serta penghargaan yang setinggi-tingginya penulis ucapkan kepada semua pihak yang telah membantu, yaitu kepada :

1. Kedua orang tua tercinta, yaitu Ayahanda Muh.Salwi dan ibunda hj.Erawati atas segala kasih sayang, cinta dan segala dukungan yang selama ini diberikan, baik spiritual maupun materil.
2. Kepada adik –adikku Muh.Fariz, dan Roni serta seluruh keluarga besar atas segala semangat dan dorongan motivasi yang selalu diberikan.

3. Bapak Rektor Universitas Bosowa prof.Saleh Pallu M.Eng.beserta para dosen dan seluruh karyawan / staf pegawai atas bantuan yang diberikan selama penulis mengikuti studi
4. Bapak Dr. Ridwan, ST, MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Bosowa
5. Ibu Nur hadijah Yunianti, ST, MT selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Jurusan Sipil, Fakultas Teknik Universitas Bosowa
6. Bapak Ir. H. Syahrul Sariman,. MT selaku dosen pembimbing I dan selaku penasehat akademik, yang telah banyak memberikan bimbingan ,Nasehat dan arahan kepada penulis.
7. Ibu Nur hadijah Yunianti, ST, MT selaku dosen pembimbing II, atas segala keikhlasannya untuk selalu memberi motivasi dan pengarahan mulai dari awal penelitian hingga selesainya penulisan tugas akhir ini.
8. Seluruh dosen, asisten lab dan asisten tugas besar serta staf Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa atas segala arahan dan bantuannya.
9. Achmad musawir, Muyassar latif, Basri, Haidir Hasan , Anton, Rusdi, Jumardin Agus Merdeka Putra, Harbianto, Nasrun Sibela, Syahrul Ramadoan, Alam Perdana, Muh.Fahmi, Halid Mawardi, Rahmat Nur, Asma Sulfitri, Novi B. Tomanggola, serta seluruh saudara-saudari ku angkatan 2013 yang senantiasa memberikan dukungan dan semangat dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

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

Akhir nya semoga Allah SWT senan tiasa melimpahkan karunia-Nya kepada kita dan semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat, khususnya dalam bidang keteknik sipilan.

Makassar, Januari 2019

ALFIN MONARCHI

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul.....	ii
Lembar Pengesahan.....	ii
Lembar Pengajuan	iii
Pernyataan Keaslian	iv
Abstrak.....	v
Prakata.....	vi
Daftar Isi	viii
Daftar Tabel.....	viii
Daftar Gambar	ix
Daftar Notasi.....	xi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	I-1
1.2. Rumusan Masalah	I-2
1.3. Tujuan dan Manfaat Penelitian	I-2
1.3.1 Tujuan	I-2
1.3.2 Manfaat Penelitian	I-2
1.4. Ruang Lingkup dan Batasan Masalah	I-3
1.4.1 Ruang Lingkup.....	I-3
1.4.2 Batasan masalah	I-3
1.5. Sistematika Penulisan	I-4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1.	Tinjauan Umum.....	II-1
2.2.	Bahan Penyusun Beton	II-5
2.3.1.	Semen	II-5
2.3.2.	Agregat	II-6
2.3.3.	Air	II-9
2.3.	Bahan Tambah	II-10
2.3.1.	Serat Bendirat.....	II-10
2.3.2.	Silica fume	II-11
2.4.	Mix desind.....	II-11
2.5.	Nilai Slump	II-21
2.6.	Kuat Tekan.....	II-22
2.7.	Beton Mutu Tinggi	II-24
2.8.	Penelitian Terdahulu	II-25

BAB III METODE PENELITIAN

3.1.	Jenis penelitian	III-1
3.2.	Lokasi dan Waktu Penelitian	III-1
3.3.	Tahapan penelitian	III-1
3.4.	Flowchart	III-2
3.5.	Variabel Penelitian	III-3
3.6.	Prosedur Penelitian.....	III-4
3.7.	Variasi dan Jumlah Benda Uji	III-5

BAB IV Hasil Dan Pembahasan

4.1.	Hasil Pengujian Karakteristik.....	IV -1
4.1.1.	Karakteristik Agregat.....	IV-1
4.1.2.	Mix Design Beton Normal	IV-3
4.1.3.	Beton Variasi.....	IV-8
4.2.	Pembahasan.....	IV-12

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1.	Kesimpulan	V-1
5.2.	Saran	V-2
	Daftar Pustak.....	xvi
	Lampiran	xvii

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Faktor perkalian deviasi standar.....	II-12
Tabel 2.2 Daftar Deviasi Standar.....	II-13
Tabel 2.3 Nilai Margin jika Data tidak tersedia untuk menetapkan Deviasi Standar.....	II-14
Tabel 2.4 Perkiraan Kuat Tekan Beton Pada FAS 0.50.....	II-14
Tabel 2.5 Type Agregat Dan Perkiraan Kadar Air Bebas.....	II-15
Tabel 2.6 Penetapan nilai slump adukan beton	II-22
Tabel 2.7 Faktor modifikasi untuk deviasi standar benda uji jika jumlah pengujian kurang dari 30.....	II-23
Tabel 4.1 Hasil Pemeriksaan Karakteristik Agregat Halus (Pasir)..	IV-1
Tabel 4.2 Hasil Pemeriksaan Karakteristik Agregat (Bp1-2).....	IV-2
Tabel 4.3 Data hasil perhitungan mix design beton normal 20 Mpa..	IV-4
Tabel 4.4 Data Hasil Perhitungan Mix Design Beton Normal	IV-5
Tabel 4.5 Komposisi campuran beton.....	IV-6

Tabel 4.6	Komposisi campuran beton.....	IV-8
Tabel 4.7	Komposisi kebutuhan bahan campuran beton 1 selinder	IV-9
Tabel 4.8	Komposisi kebutuhan bahan campuran beton 3 selinder	IV-9
Tabel 4.9	kuat tekan beton variasi variasi.....	IV-10



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Hubungan faktor air-semen dan kuat tekan rata-rata....	II-16
Gambar 2.2. Hubungan Kandungan air, Berat jenis campuran.....	II-18
Gambar4.1. Analisa saringan agregat halus (pasir).....	IV-2
Gambar4.2. Analisa saringan agregat kasar (batu pecah 1-2).....	IV-3
Gambar 4.3 Kuat tekan beton normal.....	IV-8
Gambar 4.4. Nilai slump terhadap kuat tekan beton.....	IV-11
Gambar 4.5. Nilai berat isi terhadap kuat tekan beton	IV-11
Gambar 4.6 silica fume terhadap kuat tekan beton normal.....	IV-13
Gambar 4.7 Kuat tekan rata-rata beton.....	IV-14

DAFTAR LAMPIRAN

A. PENGUJIAN KERAKTERISTIK AGREGAT

- A.1 Analisa Saringan Agregat Kasar 1-2
- A.3 Analisa Saringan Agregat Halus
- A.4 Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar 1-2
- A.6 Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus
- A.7 Berat Isi / Berat Volume Agregat Kasar 1-2
- 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

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

D. HASIL PENGUJIAN SLUMP

E. PENGUJIAN KUAT TEKAN

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

F. DOKUMENTASI

DAFTAR NOTASI

A	Luas Penampang Tertekan
ACI	American Concrete Institute
BI	Berat Isi
BJ	Berat Jenis
B0, B1	Mutu Beton Ringan
BP	Batu Pecah
BN	Beton Normal
CTM	Compression Testing Machine
Fas	Faktor Air Semen Bebas
F'ci	Kuat Tekan Karakteristik Beton
F'cr	Kuat Tekan Rata-Rata Beton
Fc	Nilai Hasil Uji
F ₂ O ₃	Besi Oksida
K ₂ O	Potassium oksida
MgO	Magnesium oksida
MPa	Mega Pascal
N	Nilai Jumlah Pengujian

PCC Portland Composit Cement

P Beban Tekan Maksimum

SNI Acuan Peraturan Standar Nasional Indonesia

S Standar Deviasi

Sr Deviasi Standar

SSD Saturated Surface Dry

SiO₂ Silica

V Volume

W Kadar Air

Wf Kadar Air Bebas

WI Kadar Lumpur

σ'_{bk} Kuat Tekan Karakteristik

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada proses pengerjaan sebuah konstruksi berbahan beton sering kali digunakan bahan tambahan (*admixture*) untuk suatu jenis pekerjaan tertentu agar diperoleh kondisi beton yang sesuai dengan keinginan. Bahan tambah (*admixture*) adalah suatu bahan berupa bubuk atau cairan, yang ditambahkan ke dalam campuran adukan beton selama pengadukan, dengan tujuan agar sifat adukan atau betonnya berubah (SK SNI S-18-1990-03).

Tujuan lainnya dari penggunaan *admixture* adalah terpenuhinya waktu pelaksanaan pembetonan yang singkat tetapi performa dari beton tetap terjaga. Dalam keadaan normal, beton akan tercapai kekuatan maksimumnya pada umur 28 hari, namun untuk tercapainya kekuatan maksimum awal beton dapat dilakukan dengan 2 cara yaitu dengan penggunaan semen *Portland* tipe III atau dengan penggunaan bahan tambah mineral (*additive*) maupun kimia (*admixture*). Dalam penelitian ini digunakan bahan tambah berupa *serat bendrat* dan *silica fume*. Fungsi dari *serat bendrat* adalah untuk mengatasi sifat-sifat kurang baik dari beton. Ide dasar penambahan serat adalah memberikan tulangan serat pada beton yang disebar merata secara acak (*random*) untuk mencegah retak-retak yang terjadi akibat pembebanan (Sudarmoko,1990). Sedangkan fungsi penambahan *silica fume* pada beton adalah sebagai

penambah performa mekanis beton, karena *silica fume* berbentuk ukuran diameter yang sangat kecil diharapkan kekosongan dalam beton dapat terisi sehingga beton yang terbentuk lebih padat. Selain itu *silica fume* juga berguna sebagai pengganti sebagian semen pada campuran beton. Menurut Yogendra dalam Mulyono (2004).

1.2 Rumusan masalah

Berdasarkan uraian yang telah dipaparkan maka dapat dirumuskan masalah yang akan diteliti yaitu :

1. Bagaimana pengaruh penggunaan *silica fume* terhadap kuat tekan beton yang mengandung *silica fume*.
2. Bagaimana pengaruh penggunaan serat bendrat terhadap kuat tekan beton yang mengandung *silica fume*

1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian

1.3.1 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah

1. Untuk Meneliti Pengaruh Penggunaan *Silica Fume* Terhadap Kuat Tekan Beton.
2. Untuk Meneliti Pengaruh Penggunaan Serat Bendrat Terhadap Kuat Tekan Beton Yang Mengandung *Silica Fume*

1.3.2 Manfaat penelitian

Manfaat dari penelitian ini yaitu memberikan informasi mengenai beton dengan penggunaan serat bendrat terhadap kuat tekan beton yang mengandung *silica fume*.

1.4 Ruang Lingkup dan batasan masalah

1.4.1 Ruang Lingkup

Melakukan penelitian dilaboratorium untuk mengetahui pengaruh penggunaan serat bendrat terhadap kuat tekan beton yang mengandung silica fume.

1. Membuat pengujian karakteristik material pembentukan beton
2. Membuat mix design beton normal f_c^1 20 Mpa
3. Membentuk benda uji dengan menambahkan serat bendrat dan silica fume
4. Membuat pengujian beton variasi 12 Buah
5. Pembuatan benda uji beton normal 19 Buah
6. Pengujian kuat tekan sample pada umur 28 hari

1.4.2 Batasan Masalah

Agar tidak terjadi peluasan masalah pada penelitian ini maka diberikan suatu batasan permasalahan yang akan di tinjau, sehingga biasa diperoleh sebuah penelitian yang sistematis .Adapun batasan permasalahan tersebut sebagai berikut :

1. Beton yang diolah, Dicetak, dan dirawat pada umur 28 hari
2. Material yang digunakn :
 - a) Semen tie pcc
 - b) Agregat kasar
 - c) Pasir

- d) Seratbendrat yang di gunakan adalah serat bendrat galvanis.
- e) Silica fume sebagai bahan tambah semen.
- f) air
3. Pengujian yang dilakukan adalah kuat tekan
4. Bendah uji yang digunakan untuk uji kuat tekan adalah selinder dengan 15 cm dan tinggi 30 cm sebanyak 3 buah pada masing – masing penggunaan serat bendrat terhadap kuat tekan beton
5. Mutu beton yang digunakan adalah f'c 20 mpa
6. Perhitungan campuran beton (Mix Design) cara SNI 2847-2012
7. Pengujian tahap ke 2 dilakukan setelah mengetahui nilai pada penggunaan serat bendrat untuk kemudian dilakukan perbandingan antara beton normal dengan mutu beton yang sama
8. Pemeriksaan slump (slum test) dilakukan setiap pengecoran untuk mengetahui kelecakan (workability)
9. Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada umur 28 hari untuk semua variasi

1.5 Sistematika penulisan

Sistematika penulisan laporan tugas akhir “ANALISIS PENGGUNAAN SERAT BENDRAT TERHADAP KUAT TEKAN BETON YANG MENGANDUNG SILICA FUME” di susun sebagai berikut :

BAB 1 PENDAHULUAN

Berisi latar belakang, rumusan masalah tujuan penelitian, pembatasan masalah, manfaat penelitian, sistematika penulisan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Membahas landasan teori dan dasar-dasar dari pelaksanaan penelitian.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Berisi tentang alur penelitian dan metode pengujian.

BAB 4 HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

Membahas tentang hasil dan analisa pengujian slump dan kuat tekan beton

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Memuat kesimpulan dan saran dari hasil penelitian.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Beton adalah suatu campuran yang terdiri dari pasir, kerikil, batu pecah, atau agregat-agregat lain yang dicampur jadi satu dengan suatu pasta yang terbuat dari semen dan air membentuk suatu massa mirip batuan. Terkadang, satu atau lebih bahan aditif ditambahkan untuk menghasilkan beton dengan karakteristik tertentu, seperti kemudahan pengerjaan (*workability*), durabilitas, dan waktu pengerasan. Agregat mempunyai peran sebagai penguat, semen (*matriks*) mempunyai kekuatan dan rigiditas yang lebih rendah berperan sebagai pengikat dan air (*mixer*) sebagai media pencampur untuk menghomogenkan komposisi penyusun dan kontak luas permukaan. Beton digunakan sebagai material struktur karena memiliki beberapa keuntungan, antara lain mudah untuk dicetak, tahan api, kuat terhadap tekan, dan dapat dicor di tempat. Disamping keuntungan, beton juga memiliki kelemahan, yaitu beton merupakan bahan yang getas dan mempunyai tegangan tarik yang rendah.

Beton tergolong suatu komposit dengan matriks adalah perekat (*semen*) dan pengisinya (*filler*) adalah agregat halus (*batu kecil atau pasir*) dan agregat kasar. Pada beton proses penguatan ikatan antara agregat dari proses hidratisasi semen, dalam proses reaksi tersebut akan terbentuk Calcium Silikat (*CS fasa*), Calcium aluminat (*CA fasa*) dan Calcium

Alumina Silikat (CAS fasa). Proses penguatan atau pengerasan pada beton sangat tergantung pada perbandingan (ratio berat) air: strapping band, normalnya bervariasi dari 0,8 – 1,2. Beton dikualifikasikan menjadi dua golongan yaitu beton normal dan beton ringan. Beton normal tergolong beton yang memiliki densitas sekitar 2200 – 2400 kg/m³ dan kekuatannya tergantung komposisi campuran beton (mix design). Sedangkan untuk beton ringan adalah suatu beton yang memiliki densitas < 1800 kg/m³, begitu juga kekuatannya biasanya disesuaikan pada penggunaan dan pencampuran bahan bakunya (mix design). Jenis dari Betono ringan ada dua golongan yaitu : Beton ringan berpori (aerated concrete) dan Beton ringan non aerated

Beton ringan berpori (aerated) adalah beton yang dibuat sehingga strukturnya banyak terdapat pori – pori, beton semacam ini diproduksi dengan bahan baku dari campuran semen, pasir, gypsum, CaCO₃ dan katalis almunium. Dengan adanya katalis Al selama terjadi reaksi Hidratasi semen akan menimbulkan panas (reaksi eksotermal) sehingga timbul gelembung – gelembung H₂O, CO₂ dari reaksi tersebut. Akhirnya gelembung tersebut akan menimbulkan jejak pori dalam badan beton yang sudah mengeras. Semakin banyak gas yang dihasilkan akan semakin banyak pori – pori terbentuk dan Beton akan semakin ringan. Berbeda dengan Beton Non Aerated, pada beton ini agar menjadi ringan dalam pembuatannya ditambahkan agregat ringan. Banyak kemungkinan agregat ringan yang digunakan antara lain adalah batu apung (Pumice),

perlit, serat sintesis/ alami, slag baja, dan lain – lain. Pembuatan beton ringan berpori (aerated concrete) tentunya jauh lebih mahal karena menggunakan bahan – bahan kimia tambahan, dan mekanisme pengontrolan reaksi cukup sulit.

Struktur beton dapat didefinisikan (ACI 318-89,1990:1-1) sebagai sebuah bangunan beton yang terletak diatas tanah yang menggunakan tulangan atau tidak menggunakan tulangan. Struktur beton sangat bergantung dengan komposisi dan kualitas bahan-bahan pencampur beton yang dibatasi dengan kemampuan daya tekan beton (in a state of compression) sesuai dengan perencanaannya. Hal ini juga bergantung dengan kemampuan daya dukung tanah (supported by soil) atau juga tergantung dengan kemampuan struktur yang lain atau struktur atasnya (vertical support).

Kekuatan, keawetan dan sifat beton yang lain tergantung pada sifat bahan-bahan dasar, nilai perbandingan bahan-bahannya, cara pengadukan maupun cara pengerjaan selama penuangan adukan beton, cara pemadatan, dan cara perawatan selama proses pengerasan. Luasnya pemakaian beton disebabkan karena terbuat dari bahan-bahan yang umumnya mudah diperoleh, serta mudah diolah sehingga menjadikan beton mempunyai sifat yang dituntut sesuai dengan keadaan situasi pemakaian tertentu

Jika ingin membuat beton yang baik, dalam arti memenuhi persyaratan yang lebih ketat karena tuntutan yang lebih tinggi, maka harus diperhitungkan dengan seksama cara-cara memperoleh adukan beton (beton segar/ fresh concrete) yang baik dan beton (beton keras / hardened concrete) yang dihasilkan juga baik. Beton yang baik ialah beton yang kuat, tahan lama/ awet, kedap air, tahan aus, dan sedikit mengalami perubahan volume (kembang susutnya kecil).

Dalam keadaan yang mengeras, beton bagaikan batu karang dengan kekuatan tinggi. Dalam keadaan segar, beton dapat diberi bermacam bentuk, sehingga dapat digunakan untuk membentuk seni arsitektur atau semata-mata untuk tujuan dekoratif. Beton juga akan memberikan hasil akhir yang bagus jika pengolahan akhir dilakukan dengan cara khusus umpamanya diekspose agregatnya (agregat yang mempunyai bentuk yang bertekstur seni tinggi diletakkan di bagian luar, sehingga nampak jelas pada permukaan betonnya).

2.2 Bahan penyusun beton

2.2.1 Semen Portland

Semen merupakan bahan ikat yang penting dan banyak digunakan dalam pembangunan fisik pada dunia konstruksi. Jika ditambah air semen akan menjadi pasta semen. Jika ditambah agregat halus pasta semen akan menjadi mortar, dan jika digabungkan dengan agregat kasar akan

menjadi campuran beton segar, yang setelah mengeras akan menjadi beton keras(hardened concrete).

Fungsi semen adalah untuk mengikat butir – butir agregat hingga membentuk suatu massa padat dan mengisi rongga - rongga udara di antara butiran agregat. Semen merupakan hasil industri dengan campuran serta susunan yang berbeda-beda.

Menurut ASTM C-150 1985, semen portland didefinisikan sebagai semen hidrolis yang dihasilkan dengan menggiling klinker yang terdiri dari kalsium silikat hidrolis, yang umumnya terdiri dari satu atau lebih bentuk kalsium sulfat, sebagai bahan tambahan yang digiling bersama-sama dengan bahan utamanya.

Sesuai dengan target penggunaan semen, ASTM mengklasifikasikan semen atas lima tipe yaitu :

1. **Tipe I** digunakan secara umum tanpa persyaratan khusus.
2. **Tipe II** digunakan untuk lingkungan sulfat yang sedang.
3. **Tipe III** digunakan untuk waktu perkerasan yang cepat.
4. **Tipe IV** digunakan untuk panas hidrasi yang rendah.
5. **Tipe V** digunakan lingkungan sulfat yang tinggi.

2.2.2 Agregat

Penjelasan didalam SNI-15-1991-03, agregat didefinisikan sebagai material granular, misalnya pasir, kerikil dan batu pecah yang dipakai bersama-sama dengan satu media pengikat untuk membentuk beton semen hidrolis atau adukan. Dalam struktur beton biasanya agregat biasa

menempati kurang lebih 70 % – 75 % dari volume beton yang telah mengeras.

Pada umumnya, semakin padat agregat-agregat tersebut tersusun, semakin kuat pula beton yang dihasilkannya, daya tahannya terhadap cuaca dan nilai ekonomis dari beton tersebut. Atas dasar inilah gradasi dari ukuran-ukuran partikel dalam agregat mempunyai peranan yang sangat penting untuk menghasilkan susunan beton yang padat.

Faktor penting yang lainnya ialah bahwa permukaannya haruslah bebas dari kotoran seperti tanah liat, lumpur dan zat organik yang akan memperoleh ikatannya dengan adukan semen dan juga tidak boleh terjadi reaksi kimia yang tidak diinginkan diantara material tersebut dengan semen.

Agregat yang digunakan untuk beton harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

- 1) Ketentuan dan persyaratan dari SII 0052-80 “Mutu dan Cara Uji Agregat Beton”. Bila tidak tercakup dalam SII 0052-80 maka agregat harus memenuhi ASTM C33 “*Specification for Structural Concrete Aggregates*”.
- 2) Ketentuan dari ASTM C330 “*Specification for Light Weight Aggregates for Structural Concrete*” , untuk agregat dan struktur beton.

a. Agregat halus

Dalam penelitian ini digunakan agregat halus yang berasal dari Sungai Jeneberang, Sulawesi Selatan. Agregat halus dapat berupa pasir alam, pasir olahan atau gabungan dari kedua pasir tersebut. Ukurannya bervariasi antara No. 4 dan No. 100 saringan standar Amerika. Agregat halus dapat digolongkan menjadi 3 jenis (*Wuryati Samekto 2001:16*):

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 yang baik harus bebas bahan organik, lempung, partikel yang lebih kecil dari saringan No. 100 atau bahan-bahan lain yang dapat merusak campuran beton. (*Edward G. Nawy hal : 14*) 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. (*SK SNI 03-2847-2002*).

b. Agregat kasar

Dalam penelitian ini digunakan agregat kasar yang berasal dari Sungai Jeneberang, Sulawesi Selatan dengan ukuran diameter maksimum 20 mm. Agregat kasar diperoleh dari alam dan juga dari proses memecah batu alam. Agregat alami dapat diklasifikasikan ke dalam sejarah terbentuknya peristiwa geologi, yaitu agregat beku, agregat sediment dan agregat metamorf, yang kemudian dibagi menjadi kelompok-kelompok yang lebih kecil. Agregat pecahan diperoleh dengan memecah batu menjadi berukuran butiran 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. (Nawy 1998 : 13).

2.2.3 Air

Air yang dimaksud disini adalah air yang digunakan sebagai campuran bahan bangunan, harus berupa air bersih dan tidak mengandung bahan-bahan yang dapat menurunkan kualitas beton.

Menurut PBI 1971, persyaratan dari air yang digunakan sebagai campuran bahan bangunan adalah sebagai berikut :

- 1). Air untuk pembuatan dan perawatan beton tidak boleh mengandung minyak, asam alkali, garam-garam, bahan-bahan organik atau bahan lain yang dapat merusak daripada beton.

2). Apabila dipandang perlu maka contoh air dapat dibawa ke Laboratorium Penyelidikan Bahan untuk mendapatkan pengujian sebagaimana yang dipersyaratkan.

3). Jumlah air yang digunakan adukan beton dapat ditentukan dengan ukuran berat dan harus dilakukan setepat-tepatnya.

Air yang digunakan untuk proses pembuatan beton yang paling baik adalah air bersih yang memenuhi persyaratan air minum. Air yang digunakan dalam proses pembuatan beton jika terlalu sedikit maka akan menyebabkan beton akan sulit untuk dikerjakan, tetapi jika kadar air yang digunakan terlalu banyak maka kekuatan beton akan berkurang dan terjadi penyusutan setelah beton mengeras.

Untuk memperoleh kepadatan beton dengan rasio air semen yang rendah sebaiknya menggunakan alat penggetar adukan (*vibrator*). Menjaga kelembaban dan panas agar dapat konstan sewaktu proses hidrasi berlangsung, misalnya dengan menutupi permukaan dengan karung basah.

2.3 Bahan Tambah

2.3.1 Serat bendrat

Serat ini banyak tersedia di Indonesia dan harganya yang murah. Briggs (1974) meneliti bahwa batas maksimal yang masih memungkinkan untuk dilakukan pengadukan dengan mudah pada adukan beton serat adalah penggunaan serat dengan aspek rasio ($l/d < 100$). Pembatasan nilai l/d tersebut didukung dengan usaha-usaha untuk meningkatkan kuat lekat serat dengan membuat serat dari berbagai macam konfigurasi, seperti bentuk spiral, berkait, bertakik – takik atau bentuk-bentuk yang lain untuk meningkatkan kuat lekat serat. Penambahan

serat pada adukan beton dapat menimbulkan masalah pada fiber dispersion dan kelecakan (workability) adukan. Fiber dispersion dapat diatasi dengan memberikan bahan tambah berupa superplastisizer ataupun dengan meminimalkan diameter agregat maksimum, sedangkan pada workability adukan beton dapat dilakukan dengan modifikasi terhadap faktor – faktor yang mempengaruhi kelecakan adukan beton yaitu nilai faktor air semen (fas), jumlah dan kehalusan butiran semen, gradasi campuran pasir dan kerikil, tipe butiran agregat, diameter agregat maksimum serta bahan tambah.

2.3.2 Silica fume

Menurut standar Specification for Silica Fume for Use in Hydraulic Cement Concrete and Mortar (ASTM C618-86), silica fume merupakan bahan yang mengandung SiO_2 lebih besar dari 85% dan merupakan bahan yang sangat halus berbentuk bulat dan berdiameter $1/100$ diameter semen (Kusumo, 2013).

Menurut Subakti, silica fume mempunyai peranan penting terhadap pengaruh sifat kimia dan mekanik beton. Ditinjau dari sifat kimianya, secara geometris silica fume mengisi rongga-rongga diantara bahan semen, dan mengakibatkan diameter pori mengecil serta total volume pori juga berkurang. Sedangkan dari sifat mekaniknya, silica fume memiliki reaksi yang bersifat pozzolan yang bereaksi terhadap batu kapur yang dilepas semen (Kusumo, 2013). Karena kandungan SiO_2 yang cukup tinggi, hidrasi air dan semen akan menghasilkan Ca(OH)_2 yaitu bahan

yang mudah larut dalam air. Kalsium hidroksida Ca(OH)_2 ini bereaksi dengan silika oksida (SiO_2) membentuk kalsium silikat hidrat, dimana C-S-H ini mempengaruhi kekerasan beton.

2.4 Mix Design

Perencanaan campuran beton (mix design) menggunakan metode DOE (Department of Environment) berasal dari Inggris (The British Mix Design Method), tercantum dalam Design of Normal Concrete Mixes telah menggantikan Road Note No.4 sejak tahun 1975. Di Indonesia DOE digunakan sebagai standar perencanaan Dinas Pekerjaan Umum dan dimuat dalam buku standar SNI 03-2384-2000. Metode ini digunakan karena merupakan metode yang paling sederhana dengan menghasilkan hasil yang akurat diantaranya penggunaan rumus dan grafik, waktu pencampuran beton pada kondisi SSD tanpa harus kering oven. 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 tempat.

- b) Penetapan nilai deviasi standar (s)

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

nilai standar deviasi dengan suatu faktor perkalian pada tabel 2.1 berikut ini.

Table 2.1 Faktor perkalian deviasi standar

Jumlah Data	30	25	20	15	< 15
Faktor Pengali	1.0	1.03	1.08	1.16	Tidak boleh

Sumber : Buku petunjuk praktikum teknologi bahan universitas jember dalam M. Ainur Rofiqi, 2015

Tabel 2.2 Daftar Deviasi Standar

Indonesia				Inggris	
Isi pekerjaan	Deviasi Standar Sr (kg/cm ²)			Tingkat pekerjaan	Sr Mpa
Satuan jumlah beton (m ³)	Baik sekali	Baik	Dapat diterima	Memuaskan	2.80
				Baik sekali	3.50
Kecil < 1000 sedang 1000-3000 Besar > 3000	45<Sr<55	55<Sr<65	65<Sr<85	Baik	4.20
	35<Sr<45	45<Sr<55	65<Sr<75	Cukup	5.60
	25<Sr<35	35<Sr<45	45<Sr<65	Jelek	7.00
				Tanpa kendali	8.40

Sumber : Buku Panduan Laboratorium Struktur Dan Bahan Universitas Bosowa Makassar

c) Perhitungan nilai tambah (margin)

Jika nilai tambah sudah ditetapkan, maka langsung ditetapkan kuat tekan rata-rata rencana (langkah D). Nilai tambah dapat dihitung berdasarkan nilai deviasi standar dengan rumus :

$$M = k \times S$$

Dengan : M =Nilai Tambah

$$k = 1.34$$

Sd=Standar Deviasi (MPa)

d) Menetapkan kuat tekan rata-rata rencana.

Kuat tekan beton rata-rata yang direncanakan dapat digunakan

rumus :

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

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

f'_c = kuat tekan yang disyaratkan.

M= nilai tambah.

Tabel 2.3. Nilai Margin jika Data tidak tersedia untuk menetapkan Deviasi Standar.

Persyaratan Kuat Tekan, f'_c , Mpa	Margin (m), Mpa
Kurang dari 21 Mpa	7,0
21 s/d 35 Mpa	8,5
Lebih dari 35 Mpa	10,0

Sumber : Ketentuan umum rancang campur menurut SNI 03-2847-2013

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 2.4 Perkiraan Kuat Tekan Beton Pada FAS 0.50

Type semen	Jenis agregat kasar	Kuat 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 Bosowa Makassar*

f) Menetapkan jenis agregat halus dan agregat kasar.

Penetapan jenis agregat yang akan digunakan apakah menggunakan pasir alam dan kerikil alam, atau pasir alam dan batu pecah, karena hal ini mempengaruhi kekuatan dan kadar air bebas sebagaimana diperlihatkan pada tabel 2.5

Tabel 2.5 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

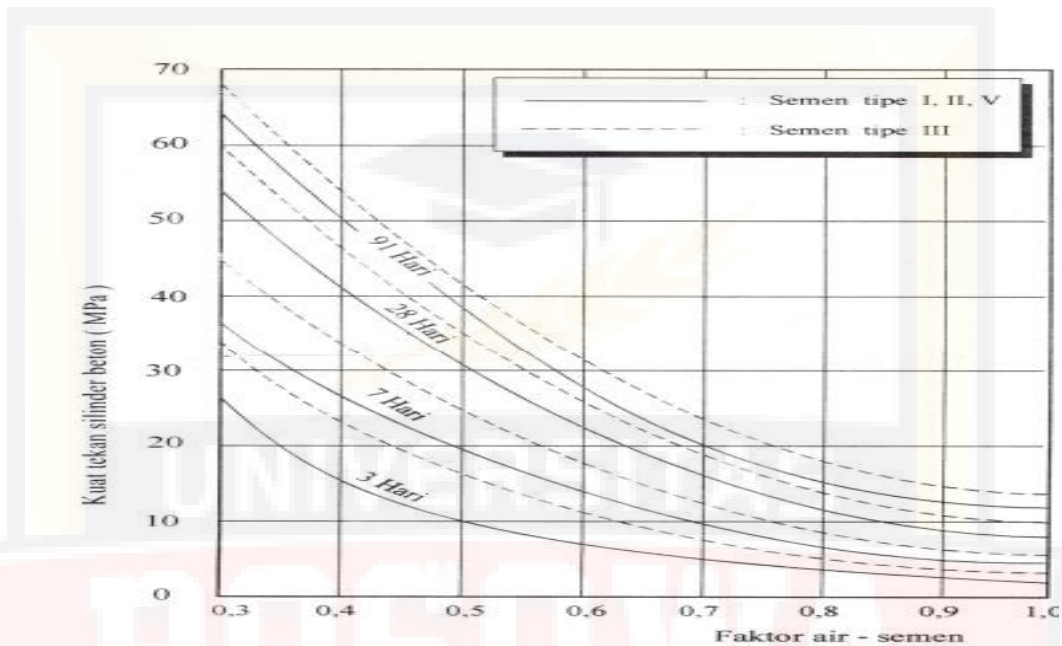
Sumber : *Buku Panduan Laboratorium Struktur Dan Bahan Universitas Bosowa Makassar*

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. Hubungan faktor

air-semen dan kuat tekan rata-rata silinder beton (sebagai perkiraan nilai fas dalam rancangan campuran) dapat dilihat pada grafik berikut



Sumber : Ketentuan umum rancang campur menurut SNI 03-2847-2013 beton.

Grafik 2.1 Hubungan faktor air-semen dan kuat tekan rata-rata silinder

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 kadar air bebas

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 tabel 2.5

Apabila digunakan jenis agregat halus dan agregat kasar yang berbeda (alami dan batu pecah), maka perkiraan kebutuhan jumlah air per- m^3 beton harus disesuaikan menggunakan persamaan berikut:

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

Dimana : A = Perkiraan air per- m^3 beton

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 ancang-ancang slump dapat dijadikan patokan seperti pada tabel penetapan nilai slump tergantung dari :

1. Cara pengangkutan (belt conveyer, pompa, 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 :

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

l) Penetapan perkiraan berat jenis spesifik gabungan.

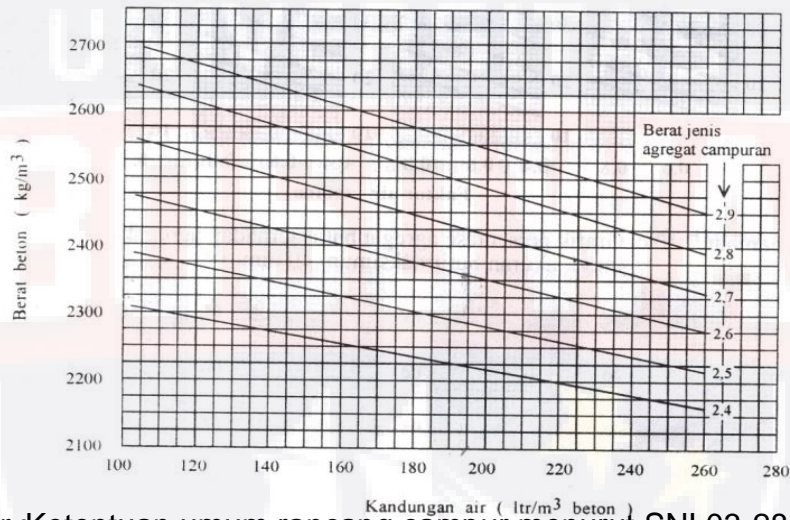
Perkiraan berat jenis gabungan agregat kasar dan agregat halus dapat dihitung berdasarkan rumus berikut :

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

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

$b\%$ = persentase penggabungan agregat halus terbaik
 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. Dapat dilihat dari grafik berikut:



Sumber: Ketentuan umum rancang campur menurut SNI 03-2847-2013
 Grafik 2.2. Hubungan Kandungan air, Berat jenis campuran dan Berat beton.

m) Penetapan proporsi agregat.

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

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

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

$B\%$ = Persentase penggabungan agregat kasar

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

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

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

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

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

Air = W_a (kg/m^3) beton

Semen = W_s (kg/m^3) beton

Pasir = A (kg/m^3) beton

Kerikil = B (kg/m^3) beton

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

o) 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) :

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Berat koreksi pasir (p)

$$BL_p = \frac{BSSD_p}{(1 + R_p\%) \times (1 - W_p\%)} \text{ (kg/m}^3\text{) beton}$$

Berat koreksi kerikil (k)

$$BL_k = \frac{BSSD_k}{(1 + R_k\%) \times (1 - W_k\%)} \text{ (kg/m}^3\text{) beton}$$

Sehingga berat komponen beton setelah dikoreksi (kg/m³) beton:

Semen = W_s

Pasir = BL_p

Kerikil = BLk

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

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

2. Koreksi cara pendekatan (estimate)

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

Koreksi tersebut adalah :

Semen = W_s (kg/m³) beton

Pasir = $BLp = A - (Rp\% - Wp\%) \times A/100$ (kg/m³) beton

Kerikil = $BLk = B - (Rk\% - Wk\%) \times B/100$ (kg/m³) beton

Air = kadar air bebas + (A – BLp) + (BLk) (kg/m³) beton

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

2.5 Nilai Slump

Nilai slump digunakan untuk mengukur tingkat kelecakan suatu adukan beton, yang berpengaruh pada tingkat pengerjaan beton (workability). Semakin besar nilai slump, maka beton semakin encer dan semakin mudah untuk dikerjakan.

Sebaliknya semakin kecil nilai slump, maka beton akan semakin kental dan semakin sulit untuk dikerjakan.

Tabel 2.6 Penetapan nilai slump adukan beton

Pemakaian beton(berdasarkan jenisstruktur 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 03-2847-2013

2.6 Kuat Tekan

Kuat tekan merupakan tingkat atau derajat kekuatan suatu material terhadap gaya tekan dari luar yang membebaniya. 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)

Beton yang baik adalah jika beton tersebut memiliki kuat tekan yang tinggi, dengan kata lain mutu beton ditinjau hanya dari kuat tekannya saja (Tjokrodimulyo, 1996). Kuat tekan beton dinyatakan dengan tegangan tekan maksimum $f'c$ dengan satuan N/m^2 atau MPa (Mega Pascal).Kuat tekan beton pada umur 28 hari berkisar antara nilai $\pm 10-65$ MPa.Untuk

struktur beton bertulang pada umumnya menggunakan beton dengan kuat tekan 17-30 MPa (Dipohusodo, 1994).

Nilai Kuat tekan beton didapatkan melalui tata cara pengujian standar, menggunakan mesin uji dengan cara memberikan beban tekan bertingkat dengan kecepatan peningkatan beban tertentu atas benda uji silinder beton sampai hancur.

Tabel 2.7 Faktor modifikasi untuk deviasi standar benda uji jika jumlah pengujian kurang dari 30

Jumlah Pengujian	Faktor modifikasi untuk deviasi standar benda uji
Kurang dari 15	Gunakan Tabel 5.3.2.2
15	1,60
20	1,08
25	1,03
30 atau lebih	1,00

Sumber :SNI 2847:2013

Kekuatan tekan beton merupakan salah satu kinerja utama beton. Kekuatan tekan adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Pengujian kuat tekan dilakukan untuk mengetahui kuat tekan beton yang telah mengeras dengan benda uji berbentuk kubus atau silinder. Kuat tekan beton dipengaruhi oleh factor perbandingan air semen (w/c).

Umumnya kuat tekan maksimum tercapai pada saat nilai satuan regangan tekan ϵ' mencapai $\pm 0,002$. Selanjutnya nilai tegangan f_c' akan turun dengan bertambahnya nilai regangan sampai benda uji hancur pada nilai ϵ' mencapai 0,003-0,005. Beton dengan kuat tekan tinggi lebih getas

dan akan hancur pada nilai regangan maksimum yang lebih rendah dibandingkan dengan beton kuat tekan rendah.

Pada umumnya nilai kuat tekan maksimum untuk mutu beton tertentu akan berkurang pada tingkat pembebanan yang lebih lambat atau *slower rates of strain*. Nilai kuat tekan beton beragam sesuai dengan umurnya dan biasanya nilai kuat tekan beton ditentukan pada waktu beton mencapai umur 28 hari setelah pengecoran. Umumnya pada umur 7 hari kuat tekan beton mencapai 70% dan pada umur 14 hari mencapai 85-90% dari kuat tekan beton umur 28 hari.

2.7 Beton mutu tinggi

Beton mutu tinggi adalah beton yang memiliki kuat tekan lebih tinggi dibandingkan beton normal biasa. Menurut PD T-04-2004-C tentang Tata Cara Pembuatan dan Pelaksanaan Beton Berkekuatan Tinggi, yang tergolong beton bermutu tinggi adalah beton yang memiliki kuat tekan antara 40 – 80 MPa. Beton mutu tinggi (*high strength concrete*) yang tercantum dalam SNI 03-6468-2000 didefinisikan sebagai beton yang mempunyai kuat tekan yang disyaratkan lebih besar sama dengan 41,4 MPa. Beton mutu tinggi bermanfaat pada pracetak dan pratekan. Pada bangunan tinggi mengurangi beban mati. Kelemahannya adalah kegetasannya. Produksi beton mutu tinggi memerlukan pemasok untuk mengoptimalkan 3 aspek yang mempengaruhi kekuatan beton : pasta semen, agregat, dan lekatan semen-agregat. Ini perlu perhatian pada semua aspek produksi, yaitu pemilihan material, *mix design*, penanganan

dan penuangan. Kontrol kualitas adalah bagian yang penting dan memerlukan kerja sama penuh antara pemasok, perencana dan kontraktor. (Paul Nugraha & Antoni, 2007)

2.8 Penelitian Terdahlu

Pada penelitian Foermansah (2013) tentang penambahan serat kawat bendrat berbentuk “Z” ke dalam adukan beton menggunakan variasi panjang serat 4 cm, 6 cm dan 8 cm dengan diameter 1 mm, serta kadar serat 0%, 0,25%, 0,5%, 0,75%, 1% dari berat total adukan. Nilai fas yang digunakan 0,55. Hasil pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah (umur 28 hari), diperoleh nilai maksimalnya terdapat pada campuran beton yang diberi tambahan serat kawat bendrat berbentuk “Z” dengan panjang serat 6 cm dan kadar serat 0,75%. Pada pengujian kuat tekan dan tarik belah beton fiber mengalami peningkatan lebih dari 50% dari beton normal. Ini menunjukkan bahwa penambahan serat lokal kedalam adukan beton meningkatkan kuat tekan dan kuat tarik belah.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Adianto (2004) tentang penambahan serat polypropylene dan serat nylon dengan ukuran 19 mm pada adukan beton, dilakukan pengujian kuat tekan, kuat lentur, modulus elastisitas dan pembebanan berulang. Perencanaan campuran beton dengan kuat tekan 30 MPa dan dikerjakan dengan metode ACI Committee 544 (1993). Pada pengujian pembebanan berulang, benda uji diberi beban berbentuk gelombang sinusoidal dengan frekuensi 3 Hz, kuat tekan minimum sebesar 10% dari kuat tekan hancurnya (3 MPa), dan kuat tekan

maksimum sebesar 90% dari kuat tekan hancurnya (27 MPa). Pengujian pembebanan berulang dilakukan menggunakan Universal Testing Machine (UTM) terhadap benda uji silinder berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Hasil pengujian adalah berupa catatan jumlah siklus yang menyebabkan kehancuran beton. Hasil pengujian menunjukkan bahwa model untuk serat polypropylene adalah lebih baik dalam menjelaskan hubungan antara pembebanan berulang dengan kadar serat dibandingkan dengan model untuk serat nylon.

Penelitian lain mengenai serat kawat bendrat yaitu oleh Nugraha Sagit Sahay dan Giris Ngini (Jurnal ISSN 1412 – 3388 Volume 5 Nomor 2 Desember 2010). Penelitian Nugraha Sagit Sahay dan Giris Ngini meneliti mengenai pengaruh penambahan kawat bendrat pada campuran beton terhadap kuat tarik beton, dalam penelitiannya diketahui bahwa Penambahan kawat bendrat diameter 7 0,8 mm dan panjang 5 cm yang dicampurkan ke dalam campuran beton ringan dengan persentase penambahan 0 %,1 %, 2 %, 3 % dan 4 % terhadap volume cetakan dengan menggunakan agregat kasar lempung bekah dari Sei Gohong, disimpulkan sebagai berikut :

1. Penambahan kawat bendrat tidak memberikan pengaruh secara signifikan terhadap kuat tekan beton ringan.
2. Kuat tekan rata-rata beton ringan maksimum dihasilkan pada penambahan kawat bendrat 2% sebesar 20,374 MPa.

Ramlan Tambunan dan Bambang Sugeng Priyono (Jurnal Rancang Sipil Volume 1 Nomor 1, Desember 2012) dengan judul

Peningkatan Kualitas Beton dengan Penambahan Viber Bendrat, dalam penelitiannya diketahui bahwa fiber yang dipakai adalah fiber kawat bendrat dengan volume fraksi fiber 7,5 ; 10 dan 12,5% dari berat pemakaian semen. Perubahan mekanis beton diperoleh dari uji silinder beton 24 buah dan 8 buah balok beton berukuran 75 cm x 15 cm x 15 cm. Pengujian kapasitas lentur diperoleh dari balok lentur murni. Hasil penelitian menunjukkan dengan penambahan fiber menyebabkan kapasitas tekan silinder beton secara signifikan turun, sedangkan kuat tarik beton dan kuat lentur beton naik. Dengan mekanisme rekatan antara fiber dengan beton, kenaikan kekuatan lentur disebabkan tegangan tarik yang bekerja ke fiber dipindahkan kepermukaan fiber dengan beton di sekelilingnya. Adanya rekatan ini, pada akhirnya menyebabkan tegangan lentur ditahan sebagian oleh kuat tarik fiber tersebut. Kapasitas kuat tekan beton pada volume fraksi fiber 7,5 % diperoleh hasil yang paling baik.

(Kasno ,2006 skripsi) Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan serat kawat bendrat pada campuran beton dapat meningkatkan nilai kuat tarik belah, kuat tekan, dan modulus elastisitas beton. Kuat tarik belah maksimal terdapat pada kadar serat 5 % yaitu sebesar 3,283 MPa kemudian untuk kadar serat 7,5% dan 10 % tampak bahwa beton mulai mengalami penurunan kuat tarik belah. yaitu sebesar 3,089 MPa dan 2,917 MPa. Namun nilai tersebut masih lebih tinggi dari beton normal 2,597 MPa. Nilai kuat tekan tertinggi diperoleh pada beton dengan kadar serat 7,5% dengan hasil rata-rata sebesar 37,77 MPa.

Sedangkan pada kadar serat 10 %, beton mulai mengalami penurunan kuat tekan sebesar 29,55 MPa. Nilai tersebut masih lebih tinggi dari kuat tekan beton normal yaitu sebesar 28,97 MPa. Kemudian dari data yang ada diolah menggunakan regresi polinomial sehingga mendapatkan hasil bahwa untuk mendapatkan nilai kuat tarik belah beton maksimal dibutuhkan kadar serat sebesar 5,794 %. Sedangkan untuk mendapatkan nilai kuat tekan beton maksimal dibutuhkan serat sebesar 5,748 %.

UNIVERSITAS

BOSOWA

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 jenis Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini adalah penelitian eksperimental. Penelitian eksperimental merupakan penelitian yang berusaha mencari pengaruh variable lain dengan kontrol yang ketat. Dalam perkembangan penelitian eksperimental selalu saja ada perkembangan dari masa ke masa.

3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

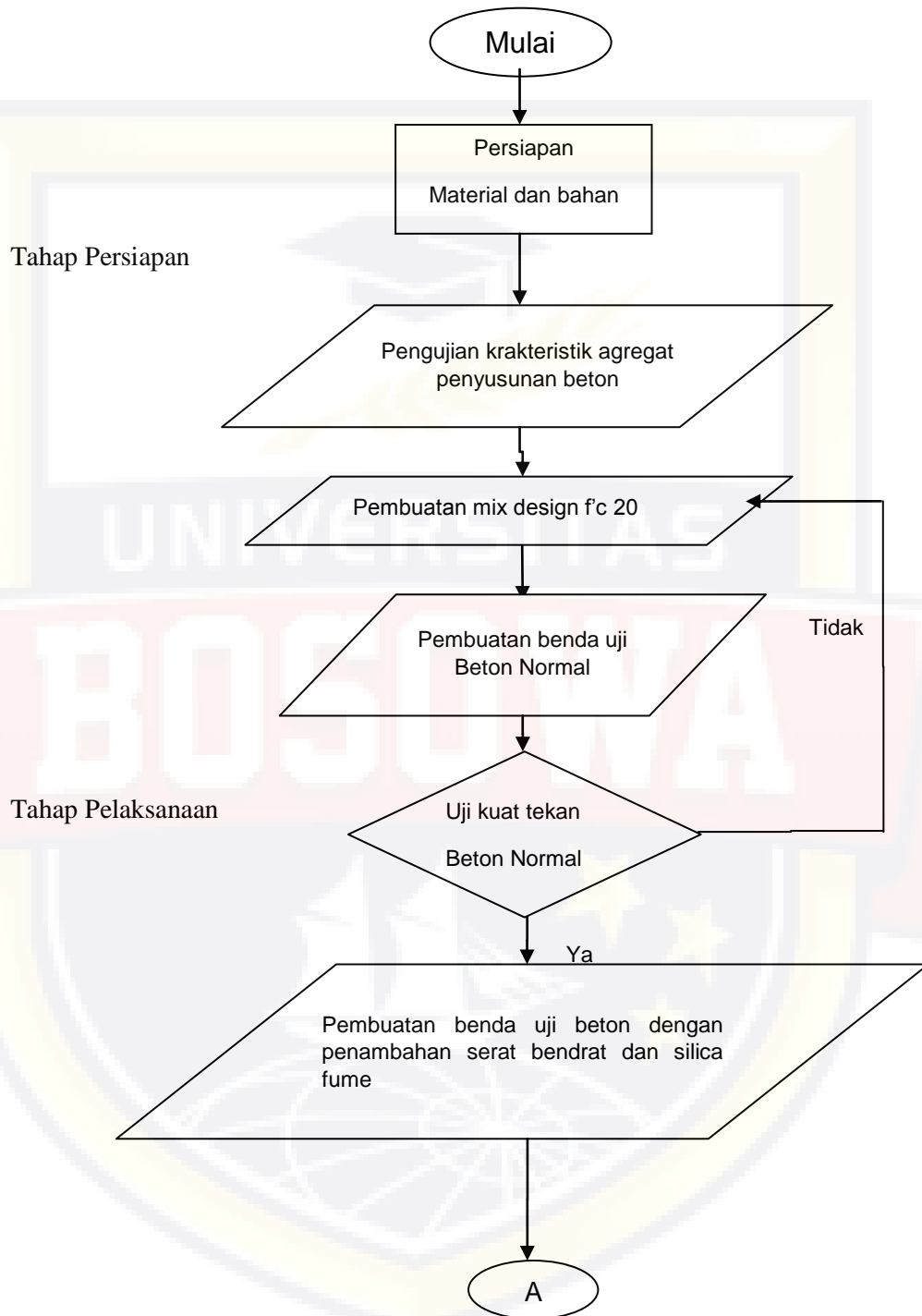
Metode yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini adalah kajian eksperimental di Laboratorium Struktur dan Bahan Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar.

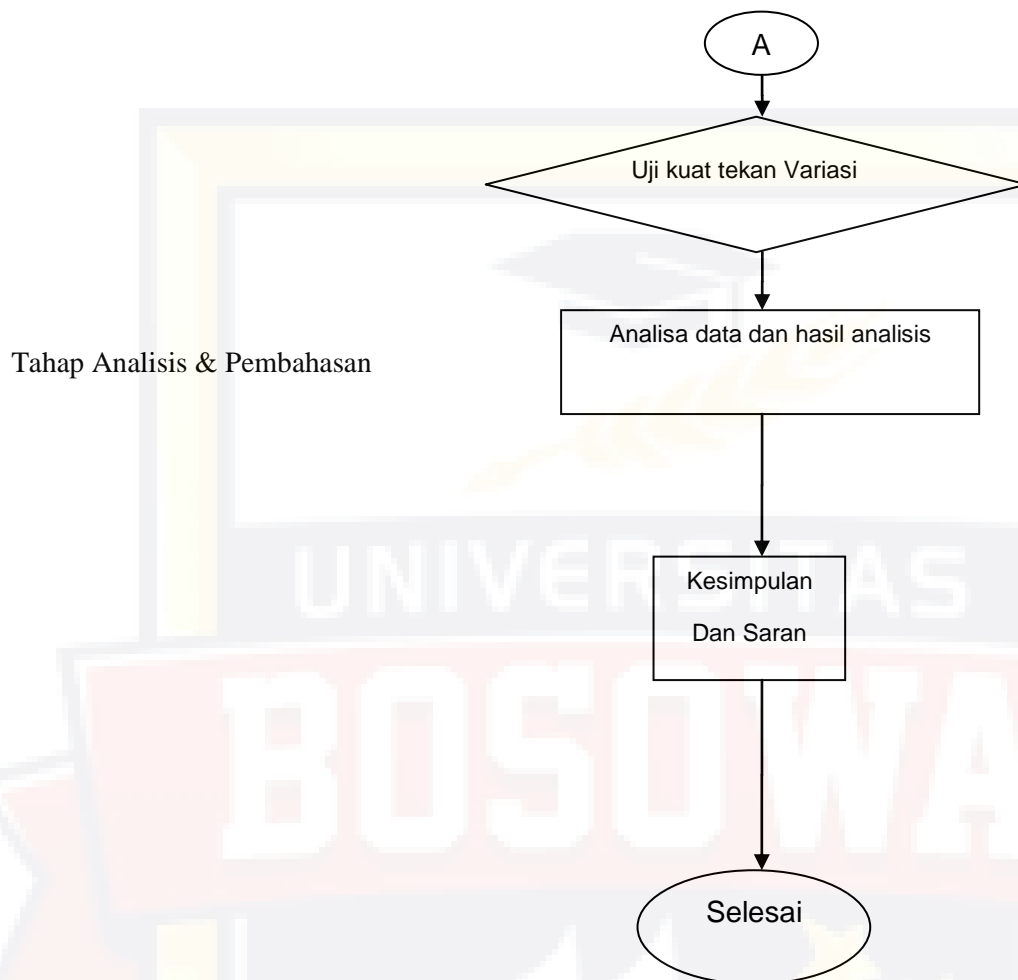
3.3 Tahapan penelitian

Adapun secara umum tahap-tahap pelaksanaan penelitian sebagai berikut :

- a. Penyediaan bahan penyusun beton.
- b. Pemeriksaan bahan.
- c. Perencanaancampuran beton (*Mix Design*).
- d. Pembuatan benda uji.
- e. Pemeriksaan nilai slump.
- f. Pengujian kuat tekan beton umur 28 hari.

3.4 Flowchart





Gambar 3.1 Diagram Alur Pembuatan Beton Normal dan Beton Variasi

3.5 Variabel Penelitian

1. Variabel terikat dalam penelitian ini antara lain semen, batu pecah, pasir dan air
2. Variabel tetap silica fume sebesar 8 %
3. Variabel bebas serat bendrat : 0% 1 %, 2%, dan 3 %

4. Variasi serat bendrat yang digunakan berturut turut 0%, 1%, 2%, dan 3%

5. Variasi bahan tambah silica fume sebesar 9%

3.6 Prosedur Penelitian

1. Kajian Pustaka

a.) Persiapan alat dan bahan penelitian

b.) Agregat kasar (Batu Pecah 1-2)

c.) Agregat Halus (Pasir)

d.) Semen

e.) Serat bendrat ; panjang 6 cm diameter 0,8

f.) Silica fume

2. Pengujian Material

a. Analisa Saringan (SNI 3423 – 2008)

b. Berat Jenis (SNI 1969 – 2008)

c. Berat isi(SNI 1973 – 2008)

d. Kadar Air(SNI 1971-2011)

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

4. Pembuatan Benda Uji / Mix Design (SNI 2847 – 2013)

- Beton Normal

5. Pengujian Slump Beton (SNI 1972 – 2008)
6. Perawatan Beton (Perendaman) selama 28 hari
7. Pengujian kuat tekan beton F'c 20 Mpa (SNI 1974 – 2011)
8. Pembuatan benda Uji *Mix Design* (SNI 2847 – 2013)
- Beton Variasi
9. Pengujian kuat tekan beton F'c 20 Mpa (SNI 1974 – 2011)
10. Perawatan Beton (Perendaman) selama 28 hari
11. Pengujian kuat tekan beton F'c 20 Mpa (SNI 1974 – 2011)

3.7 Variasi dan Jumlah benda Uji

Jumlah benda uji yang akan dibuat berjumlah 31 buah benda uji dimana beton normal sebanyak 19 benda uji dan variasi masing-masing 3 benda uji. Benda uji yang dibuat adalah silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.

Adapun variasi yang digunakan adalah:

Benda uji	Pasir	Batu Pecah	Air	Semen	Serat Bendrat	Silica Fume	Umur Hari	Jumlah Sampel
Beton Normal	-	-	-	-	-	-	28	19
SF	100 %	100 %	100 %	100%	-	9%	28	3
SB+SF	99 %	100%	100%	100%	1%	9%	28	3
SB+SF	98%	100%	100%	100%	2%	9%	28	3
SB+SF	97%	100%	100%	100%	3%	9%	28	3
Jumlah								31

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengujian Karakteristik

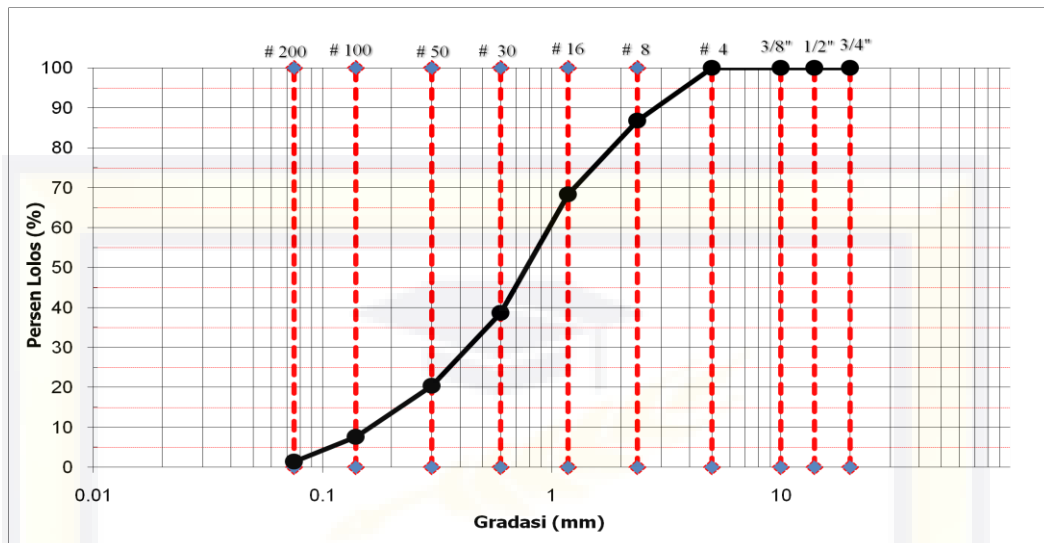
4.1.1 Karakteristik Agregat

Material yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari agregat alaminya itu 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 4.1. untuk agregat halus dan Tabel 4.2 untuk agregat kasar yaitu sebagai berikut:

Tabel 4. 1 Rekapitulasi Hasil Pengujian Agregat Halus (Pasir)

NO.	KARAKTERISTIK AGREGAT	HASIL PENGAMATAN	INTERVAL	KETERANGAN
1	Kadar Lumpur	1.29%	Maks 5%	Memenuhi
2	Kadar Air	3.86%	3% - 5%	Memenuhi
3	Berat Isi lepas	1.36%	-	-
	Berat Isi padat	1.58%	-	-
4	Absorpsi	1.99%	Maks 2%	Memenuhi
5	- Bj. Curah	2.48 %	1.6% - 3.3%	Memenuhi
	- Bj SSD	2.46 %	1.6% - 3.3%	Memenuhi
	- Bj Semu	2.52 %	1.6% - 3.3%	Memenuhi

Sumber : Hasil perhitungan



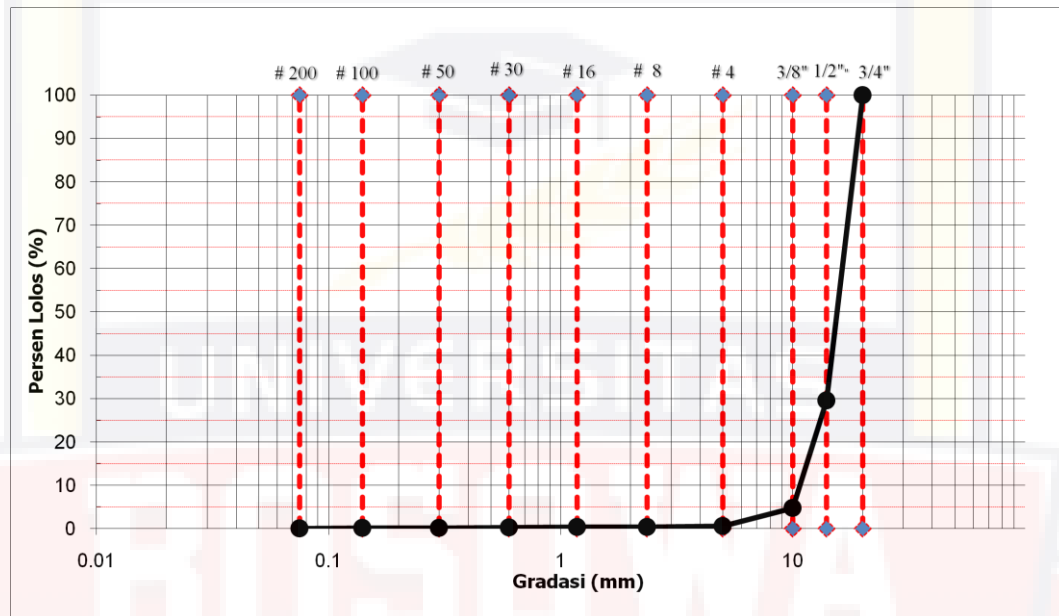
Sumber : Hasil pengujian di laboratorium
 Grafik 4.1. Analisa saringan agregat halus (pasir)

Tabel 4.2 Rekapitulasi Hasil Pengujian Agregat kasar (BP ½)

NO.	KARAKTERISTIK AGREGAT	HASIL PENGAMATAN	INTERVAL	KETERANGAN
1	Kadar Lumpur	0.92%	Maks 1%	Memenuhi
2	Kadar Air	0.35%	0.5% - 2%	Memenuhi
3	- Berat isi lepas	1.34%	-	-
	- Berat isi padat	1.41%	-	-
4	Absorpsi	2.48%	Maks 4%	Memenuhi
5	- Bj. Curah	2.50%	1.6% - 3.3%	Memenuhi
	- Bj. SSD	2.56%	1.6% - 3.3%	Memenuhi
	- Bj. Semu	2.66%	1.6% - 3.3%	Memenuhi

Sumber : Hasil perhitungan

Pada Tabel 4.2 menunjukkan hasil pengujian karakteristik agregat kasar yang diperoleh melalui tahap pengujian berdasarkan pada SNI. Hasil pengujian karakteristik agregat kasar telah memenuhi spesifikasi.



Sumber : Hasil pengujian di laboratorium
 Grafik 4.2. Analisa saringan agregat kasar (batu pecah 1-2)

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

4.1.2 Mix Design Beton Normal

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

a. Data mix design

Tabel 4.3 Data hasil perhitungan mix design beton normal 20 Mpa

Nilai Slump	8 ± 2 cm
Kuat tekan yang disyaratkan	20 Mpa
Deviasi standar	-
Nilai tambah (margin)	7,00
Kekuatan rata-rata yang ditargetkan	20 Mpa
Faktor air semen bebas (Fas)	0,54
Faktor air semen maksimum	0,60
Kadar air bebas	205 kg/m ³
Kadar semen maksimum	379.63 kg/m ³
Kadar semen minimum	275 kg/m ³
Berat isi beton	2220
Berat agregat gabungan	1635,37 kg/m ³
Berat agregat halus (pasir)	572,38 kg/m ³
Berat agregat kasar	1062,99 kg/m ³
Berat jenis gabungan	2,55 kg/m ³

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

b. Hasil perhitungan mix design beton normal

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

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

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

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

2. Perhitungan untuk 1 benda uji

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

$$V = 0,0064 \text{ m}^3$$

- Hasil perhitungan mix design beton normal untuk 19 benda uji

c. komposisi

Komposisi bahan campuran beton kerikil alam dilakukan pendekatan perbandingan kuat tekan pada beton normal. dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 4.4 Data perhitungan mix design

BAHAN BETON	BERAT/M ³ BETON (kg)	VOLUME BENDA UJI	BERAT UTK 5 SAMPEL (kg)
Air	205.00	0.0053	6.52
Semen	379.63	0.0053	12.07
Pasir	572.38	0.0053	18.20
Kerikil	1062.99	0.0053	33.80

Sumber : Hasil perhitungan

d. Hasil kuat tekan beton normal

-Tabel 4. 5 Komposisi campuran beton

No Benda Uji	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	Volume Penampang (cm ³)	Umur (hari)	Beban Maksimum (KN)	Kekuatan Tekan (N / mm ²)
1	15	30	176.786	28	440	25.4
2	15	30	176.786	28	415	23.9
3	15	30	176.786	28	380	21.9
4	15	30	176.786	28	420	24.2
5	15	30	176.786	28	410	23.7
6	15	30	176.786	28	435	25.1
7	15	30	176.786	28	380	21.9
8	15	30	176.786	28	440	25.4
9	15	30	176.786	28	460	26.5
10	15	30	176.786	28	410	23.7
11	15	30	176.786	28	435	25.1
12	15	30	176.786	28	410	23.7
13	15	30	176.786	28	350	20.2
14	15	30	176.786	28	405	23.4
15	15	30	176.786	28	360	20.8
16	15	30	176.786	28	370	21.3
17	15	30	176.786	28	335	19.3
18	15	30	176.786	28	400	23.1
19	15	30	176.786	28	330	19.0
Rata – Rata						23.3

Sumber : Hasil perhitungan

- Pengujian Kuat Tekan Beton Normal

Pengujian Kuat Tekan Beton dilakukan pada umur 28 hari dengan menggunakan silinder berukuran 150 mm x 300 mm sebanyak 19 buah seperti yang tercantum dalam Tabel 4.5. Pengujian Kuat Tekan mengacu pada ASTM C39/ C39M-01 (Standard Test Method for Compressive

Strength of Cylindrical Concrete Speciments) dan termuat pada SNI 1974:2011.

Pengujian kuat tekan beton dilakukan dengan cara memberikan beban hingga benda uji tersebut hancur dengan alat uji kuat tekan (Compressive Strength). Pada saat benda uji hancur didapatkan beban atau gaya tekan maksimum (Pmaks) dari benda uji. Data tersebut kemudian diolah untuk memperoleh nilai kuat tekan beton (f'c).

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (f_{ci} - f_{cm})^2}{n-1}} \quad S = 1.798$$

Persamaan I

f'c	=	fcr'	-	1.3	x	S
	=	23.0	-	1.34	x	1.798
	=	23.0	-	0.745		
	=	22.3	Mpa			

Persamaan II

f'c	=	fcr'	+	2.3	x	S	-	3.5
	=	23.0	+	2.3	x	1.798	-	3.5
	=	23.723	Mpa					

Keterangan

- Gunakan nilai terbesar

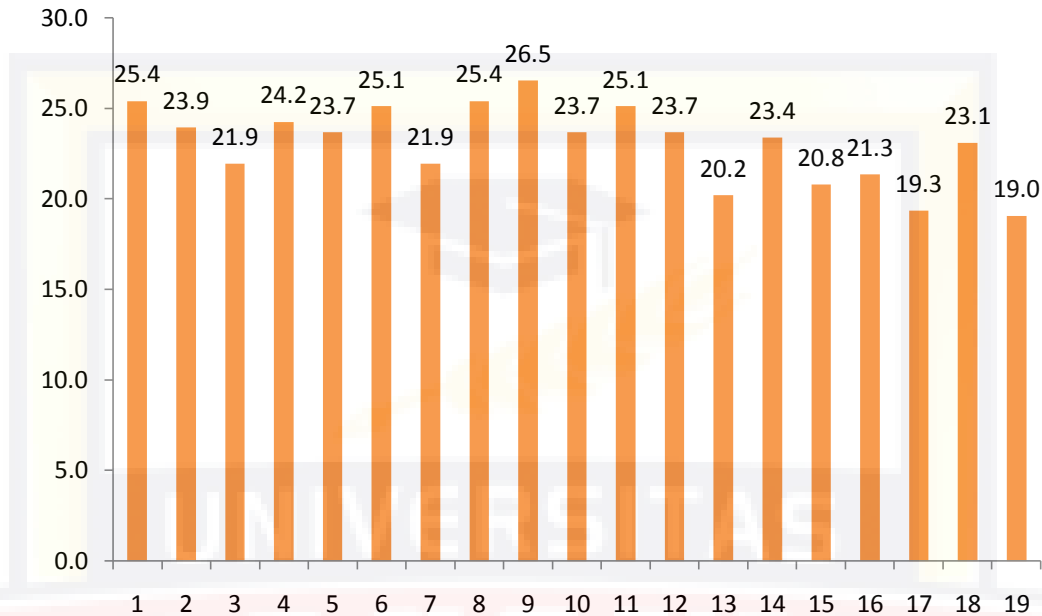
faktor modifikasi untuk 19 sample : 1.08

fc	=	23.723	/	1.08	
fc	=	21.966	Mpa	>	20 mpa

e. Grafik kuat tekan beton normal

Hasil pengujian kuat tekan beton normal (beton kontrol) pada umur 28 hari dapat dilihat pada Grafik 4.3 dengan nilai rata-rata kuat tekan 21,96 Mpa.

Kekuatan Tekan Beton Normal (Mpa)



Sumber : Hasil perhitungan
 Grafik 4.3 Kuat tekan beton normal

4.1.3 Beton Variasi

A. komposisi Campuran variasi beton

Komposisi bahan campuran beton busa dilakukan pendekatan perbandingan kuat tekan pada beton normal. Komposisi variasi beton busa dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.6 Komposisi campuran beton

KOMPOSISI AGREGAT UNTUK BETON VARIASI 1 & 3 SAMPEL		
BAHAN BETON	Beton Untuk 1 Sampel	Beton Untuk 3 Sampel
PASIR	3.64	10.92
BATU PECAH ½	6.76	20.28
SEMEN	2.41	7.24
AIR	1.30	3.91
VOLUME BENDA UJI	0.0064	0.0191
BERAT UNTUK 1 SAMPEL (KG)	14.12	42.3476

Sumber : Hasil perhitungan

Pada penelitian ini digunakan mix design metode Standar Nasional Indonesia (SNI) Nomoe 03-2834-2000 untuk komposisi beton normal, sedangkan untuk beton variasi, penambahan serat bendrat dan silica fume dilakukan sesuai variasi yang telah ditentukan.

Tabel 4.7 Komposisi kebutuhan bahan campuran beton per 1 Slinder

KOMPOSISI AGREGAT UNTUK BETON VARIASI 1 SAMPEL				
PROPORSI CAMPURAN	Beton + SF 9 %	SF 9 % + SB 1 %	SF 9 % + SB 2 %	SF 9 % + SB 3 %
PASIR	3.64	3.60	3.53	3.42
BATU PECAH ½	6.76	6.76	6.76	6.76
SEMEN	2.41	2.41	2.41	2.41
AIR	1.30	1.30	1.30	1.30
SERAT BENDRAT	0.00	0.04	0.07	0.11
SILICA FUME	0.22	0.22	0.22	0.22
JUMLAH SAMPEL	1.00	1.00	1.00	1.00

Sumber : Hasil perhitungan

Tabel 4.8 Komposisi kebutuhan bahan campuran beton Per 3 Slinder

KOMPOSISI AGREGAT UNTUK BETON VARIASI 3 SAMPEL				
PROPORSI CAMPURAN	Beton + SF 9 %	SF 9 % + SB 1 %	SF 9 % + SB 2 %	SF 9 % + SB 3 %
PASIR	10.92	10.81	10.59	10.26
BATU PECAH ½	20.28	20.28	20.28	20.28
SEMEN	7.24	7.24	7.24	7.24
AIR	3.91	3.91	3.91	3.91
SERAT BENDRAT	0.00	0.11	0.22	0.33
SILICA FUME	0.65	0.65	0.65	0.65
JUMLAH SAMPEL	3.00	3.00	3.00	3.00

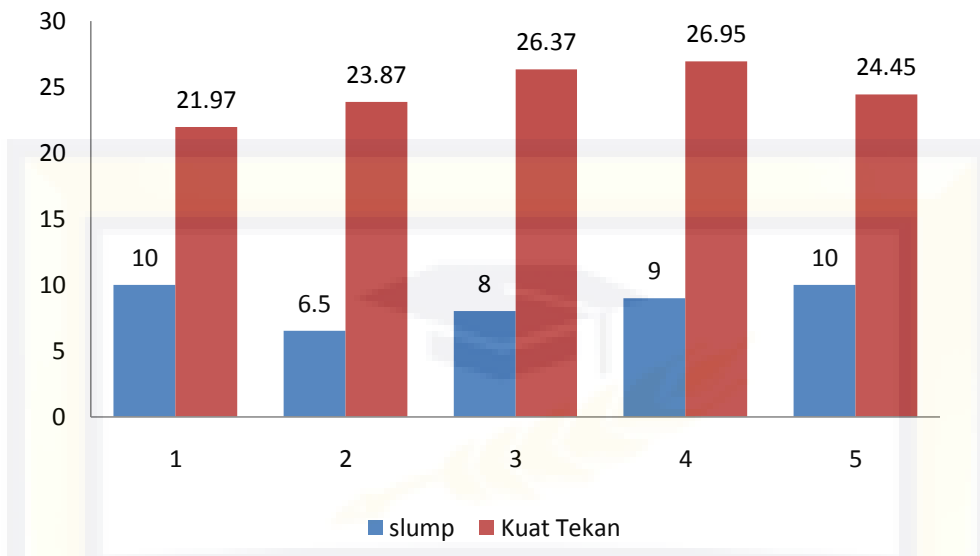
Sumber : Hasil perhitungan

b. 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.

Untuk pengujian slump test pada penelitian ini dilakukan sebanyak 4 kali. Hasil pengujian slump test pada beton normal berturut-turut yaitu sebesar 8 cm, 10 cm, 10 cm dan 9 cm. sehingga material ini memenuhi batas syarat nilai slump test untuk beton yaitu 8 ± 2 cm, sedangkan pada beton variasi yaitu sebesar 6,5cm, 8 cm, 9 cm dan 10 cm. Perbedaan nilai slump pada beton variasi disebabkan penggunaan air yang dapat merubah ikatan campuran oleh bahan kimia seperti penambahan silica fume dan serat bendrat, sehingga ikatan pada beton variasi penambahan serat bendrat semakin cepat.

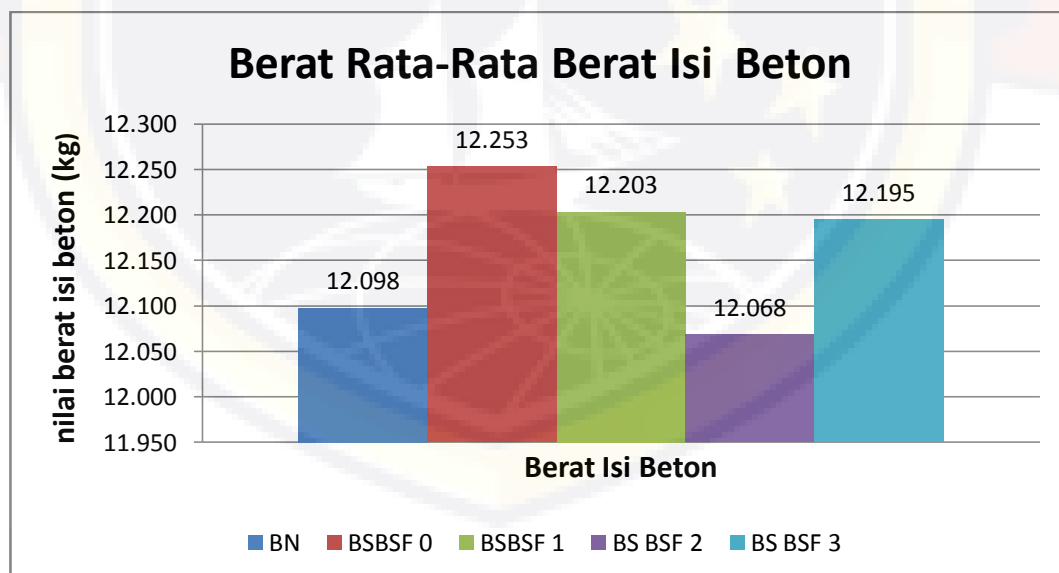
Pada penelitian ini nilai slump berdasarkan grafik 4.4. Di bawah ini, dapat di gambarkan grafik pengaruhnya sebagai berikut :



Sumber :hasil perhitungan
 Grafik 4.4. Nilai slump terhadap kuat tekan beton

c. Berat isi beton

Pada penelitian ini berat isi beton .Berdasarkan grafik 4.5. di bawah ini, dapat di gambarkan grafik Pengaruhnya sebagai berikut



Sumber :hasil perhitungan
 Grafik 4.5. Nilai berat isi beton

d. kuat tekan

Tabel 4.9. kuat tekan beton variasi

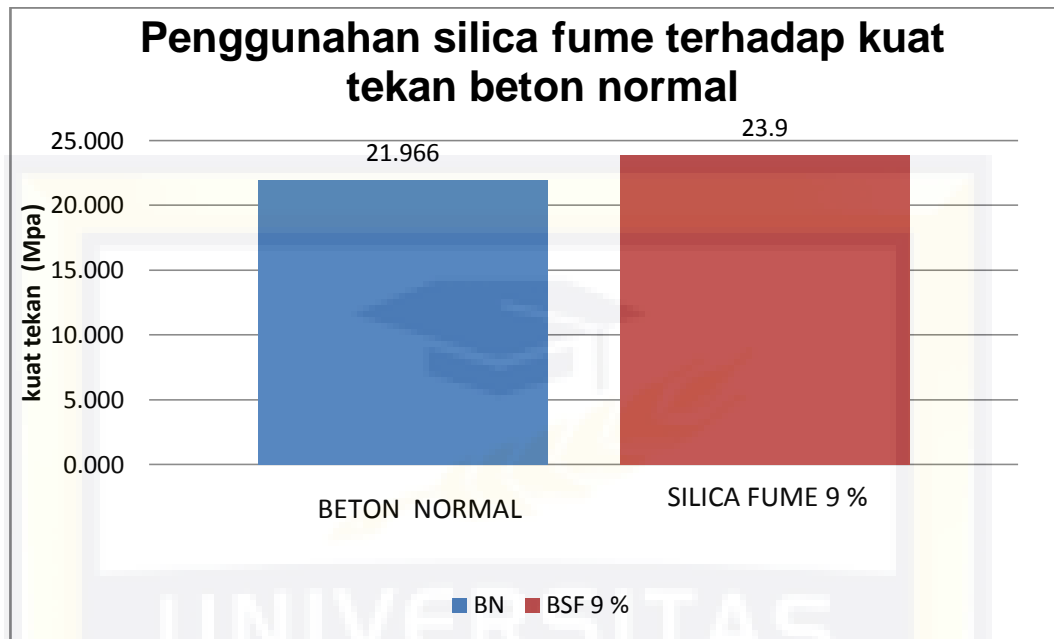
Notasi Sampel		Berat (kg)	Diameter	Tinggi	volume Penampang	Umur	Beban Maksimum	Kekuatan Tekan
			(cm)	(cm)	(cm ³)	(hari)	(KN)	(N / mm ²)
BSF 9 %	1	12.130	15	30	176.625	28	400	23.1
	2	12.430	15	30	176.625	28	390	22.5
	3	12.200	15	30	176.625	28	450	26.0
	Rata - Rata							
BSF 9 % + BSB 1 %	1	12.125	15	30	176.625	28	490	28.3
	2	12.245	15	30	176.625	28	460	26.6
	3	12.240	15	30	176.625	28	420	24.3
	Rata - Rata							
BSF 9 % + BSB 2 %	1	12.180	15	30	176.625	28	460	26.6
	2	11.980	15	30	176.625	28	450	26.0
	3	12.045	15	30	176.625	28	490	28.3
	Rata - Rata							
BSF 9 % + BSB 3 %	1	12.200	15	30	176.625	28	420	24.3
	2	12.155	15	30	176.625	28	420	24.3
	3	12.230	15	30	176.625	28	430	24.8
	Rata - Rata							

Sumber : Hasil Perhitungan

4.2 Pembahasan

a. Pengaruh semen dengan silica fume

Pada penelitian ini perlu diketahui perbandingan pengaruh dari silica fume, yang dimana silica fume sebagai bahan tambahsemen terhadap kuat tekan beton. Berdasarkan grafik 4.6 dibawah ini, dapat di gambarkan grafik Perbandingannya sebagai berikut :



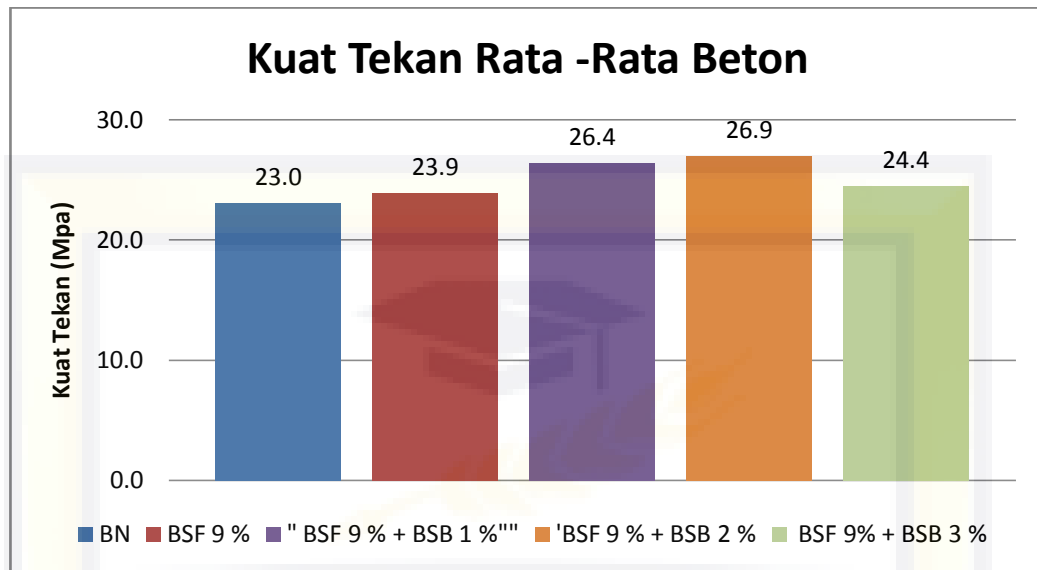
Sumber : hasil perhitungan

Grafik 4.6 pengaruh silica fume terhadap kuat tekan beton normal

Dari hasil penelitian kuat tekan beton variasi pada gambar di atas, terlihat bahwa silica fume lebih tinggi di banding dengan beton normal kuat tekan tertinggi dengan nilai kuat teka rata-rata sebesar 23,9 Mpa Dan nilai pada beton normal yaitu 21,96 Mpa,dari gambar diatas menyimpulkan bahwa ke naikan nilai kuat tekan beton silica fume 9 % sebagai bahn tambah semen salah satu material penyusun beton

b.Pengaruh serat Bendrat

Pada penelitian ini perlu diketahui perbandingan pengaruh dari Serat Bendrat dan kua ttekan rencana, yang dimana Serat Bendrat sebagai bahan tambah pasir terhadap kuat tekan beton.Berdasarkan grafik 4.7 dibawah ini, dapat di gambarkan grafik Perbandingannya sebagai berikut :



Sumber : hasil perhitungan

Grafik. 4.7. Pengaruh Serat Bendrat Terhadap Kuat Tekan Beton Rencana

Dari hasil penelitian kuat tekan beton variasi pada tabel diatas, terlihat bahwa kuat tekan tertinggi terjadi pada variasi BSF 9 %+BSB 2 % dengan nilai kuat teka rata-rata sebesar 26.9 Mpa Dan variasi perbandingan penambahan Silica fume Terhadap semen adalah 9% Dan Variasi Penambahan Serat bendrat sebanyak 2 % dari pasir.

Sedangkan kuat tekan terendah terdapat pada beton normal dengan nilai kuat tekan rata-rata sebesar 23.9 Mpa. Dalam hal ini peningkatan dan penurunan yang terjadi disebabkan oleh nilai dari silica fume dengan kombinasi serat bendrat.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari tahapan penelitian sampel yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Nilai kuat tekan beton maksimum menggunakan bahan tambah silica fume 9 % diperoleh sebesar 23,9Mpa
2. Nilai kuat tekan rata-rata dari 4 macam variasi penambahan serat bendrat kedalam pasir 0%, 1%, 2%, dan 3% didapatkan nilai nya adalah 23,9Mpa, 26,4Mpa, 26,9Mpa, dan 24,4 Mpa
3. Pengaruh dari Penambahan serat bendrat dengan komposisi 9% silica fume dengan substitusi serat bendrat melebihi dari 2 % dari berat pasir akan mengalami penurunan kuat tekan beton.

5.2 Saran

Dari hasil penelitian yang telah dilaksanakan dapat diberikan saran yang diharapkan dapat bermanfaat. Saran yang dapat diberikan sebagai berikut :

1. Usahakan proses pemadatan dari setiap sampel nya dilakukan secara konsisten agar beton benar-benar padat dan semua poriterisi secara merata.
2. Perlunya penelitian lebih lanjut terkait silica fume dan serat bendrat dengan variasi yang berbeda

3. Perlunya dilakukan penelitian selanjutnya pada proses curing atau perawatan beton yang bertujuan untuk menjaga agar beton tidak cepat kehilangan air dan sebagai tindakan menjaga kelembaban /suhu beton sehingga beton dapat mencapai mutu beton yang diinginkan.




Daftar Pustaka

1. Kartika Kushendra hayu, 2015. **Nilai kuat tekan, kuat tarik belah, Dan kuat lentur pada beton beragregat kasar dengan penambahan silica fume dan serat baja sebagai bahan panel dinding.** Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sebelas Maret.
2. SNI 03 - 2834 – 2000., **Tata carapembuatanrencanacampuran beton normal**,BadanStandarisasiNasional.
3. SNI 03-2847-2013., **Ketentuan Umum Rancang Campur**, Badan Standarisasi Nasional.
4. SNI 03-2834-2000., **Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung**,Badan Standarisasi Nasional.
5. Sutrisno, 2009. **Tinjauan modulus elastisitas dan poisson ratio Beton serat performa tinggi dengan penambahan silica fume, fly ash dan seratbaja.** Skripsi Jurusan Sipil, FakultasTeknik, Universitas Sebelas Maret.
6. Teknologi Bahan I., 2011. **TeknologiBeton.**
7. Tjokrodumuljo, K. 1996. **Teknologi Beton**, PT. Naviri, Yogyakarta
8. Tjokrodumuljo, K. 2009. **TeknologiBeton**, Biro PenerbitTeknikSipil Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
9. Untung Joko Mulatno, 2016. **Pengaruh penambahan serat**

Bendrat dan abu sekampadi pada beton mutu tinggi terhadap kuat tekan, kuat tarik belah dan modulus elastisitas. Skripsi Jurusan Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret.

10. Zaidan Krisman Aprieli, 2017. ***Pengaruh Penambahan Silica Fume Dan Superplasticizer Terhadap Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi Dengan Metode ACI (American Concrete Institute).*** Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sumatera Utara.



**L
A
M
P
I
R
A
N**



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

Nama : Alfin Monarchi
Nim : 45 13 041 007

Rekapitulasi Hasil Pemeriksaan
Agregat Halus (Pasir)

No	Karakteristik Agregat	Spesifikasi Interval	Hasil Pemeriksaan	Keterangan
1	Analisa saringan	-	Lihat Lampiran	Memenuhi
2	Kadar lumpur	Maks 5%	1.290%	Memenuhi
3	Kadar air	3% - 5%	4.020%	Memenuhi
4	Berat Isi	1.6 - 1.9 kg/cm ³		
	a. Lepas		1.602%	Memenuhi
	b. Padat		1.665%	Memenuhi
5	Absorsi	Maks 2%	1.990%	Memenuhi
6	Berat jenis spesifik			
	a. Bj. Curah	1.6% - 3.3%	2.480%	Memenuhi
	b. Bj. SSD	1.6% - 3.3%	2.530%	Memenuhi
	c. Bj. Semu	1.6% - 3.3%	2.610%	Memenuhi

Makassar, Agustus 2019

Mengetahui
Kepala Laboratorium
Struktur & Bahan


Eka Yuniarto, ST, MT

Diperiksa Oleh
Asisten Laboratorium
Struktur & Bahan


Marlina Alwi; ST



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

Nama : Alfin Monarchi
Nim : 45 13 041 007

**Rekapitulasi Hasil Pemeriksaan
Agregat Kasar**

No	Karakteristik Agregat	Spesifikasi Interval	Hasil Pemeriksaan	Keterangan
			BP 1-2	
1	Analisa saringan	-	Lihat Lampiran	Memenuhi
2	Kadar lumpur	Maks 1%	0.920%	Memenuhi
3	Kadar air	0.5% - 2%	0.360%	Memenuhi
4	Berat Isi	1.4 - 1.9 kg/cm ³		
	a. Lepas		1.408%	Memenuhi
	b. Padat		1.413%	Memenuhi
5	Absorsi	Maks 4%	2.480%	Memenuhi
6	Berat jenis spesifik			
	a. Bj. Curah	1.6% - 3.3%	2.500%	Memenuhi
	b. Bj. SSD	1.6% - 3.3%	2.560%	Memenuhi
	c. Bj. Semu	1.6% - 3.3%	2.660%	Memenuhi

Makassar, Agustus 2019

Mengetahui
Kepala Laboratorium
Struktur & Bahan



Eka Yuniarto, ST, MT

Diperiksa Oleh
Asisten Laboratorium
Struktur & Bahan

Marlina Alwi, ST



LABORATORIUM TEKNIK SIPIL UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

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

KEKUATAN TEKAN BETON (Silinder) (SNI 2847 - 2013)

Tanggal Tes :

Di Uji Oleh : Alfin Monarchi

No.	Tanggal Pembuatan Benda Uji	Perbandingan Campuran	Slump (cm)	Berat (kg)	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	volume Penampang (cm ³)	Umur (hari)	Beban Maksimum (KN)	Kekuatan Tekan (N / mm ²)	Target benda uji Silinder (28 hari)	
		Semen : Pasir : Kalkil										
1	9/29/2018	1:1,93:2,75	8	12.120	15	30	176.786	28	440	25.4	20	
2	9/29/2018	1:1,93:2,75	8	11.967	15	30	176.786	28	415	23.9	20	
3	9/29/2018	1:1,93:2,75	8	12.060	15	30	176.786	28	380	21.9	20	
4	9/29/2018	1:1,93:2,75	8	12.950	15	30	176.786	28	420	24.2	20	
5	9/29/2018	1:1,93:2,75	10	12.058	15	30	176.786	28	410	23.7	20	
6	9/29/2018	1:1,93:2,75	10	11.992	15	30	176.786	28	435	25.1	20	
7	9/29/2018	1:1,93:2,75	10	12.050	15	30	176.786	28	380	21.9	20	
8	9/30/2018	1:1,93:2,75	10	12.185	15	30	176.786	28	440	25.4	20	
9	9/30/2018	1:1,93:2,75	10	12.110	15	30	176.786	28	480	28.5	20	
10	9/30/2018	1:1,93:2,75	10	12.047	15	30	176.786	28	410	23.7	20	
11	9/30/2018	1:1,93:2,75	10	11.950	15	30	176.786	28	435	25.1	20	
12	9/30/2018	1:1,93:2,75	10	11.890	15	30	176.786	28	410	23.7	20	
13	9/30/2018	1:1,93:2,75	9	12.100	15	30	176.786	28	350	20.2	20	
14	9/30/2018	1:1,93:2,75	9	11.925	15	30	176.786	28	405	23.4	20	
15	9/30/2018	1:1,93:2,75	9	12.203	15	30	176.786	28	360	20.8	20	
16	9/30/2018	1:1,93:2,75	9	11.983	15	30	176.786	28	370	21.3	20	
17	9/30/2018	1:1,93:2,75	9	12.188	15	30	176.786	28	335	19.3	20	
18	9/30/2018	1:1,93:2,75	9	12.047	15	30	176.786	28	400	23.1	20	
19	9/30/2018	1:1,93:2,75	9	12.010	15	30	176.786	28	330	19.0	20	
									Jumlah	7585	438	
									Rata - Rata	399	23.0	

Standar Deviasi

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

S = 1.798

Kekuatan Tekan Rata Rata

$f_c = f_{c'} - 1.374$ S Pers I
 $f_c = f_{c'} - 2.33$ S + 3.5 Pers II

Persamaan I

$f_c = f_{c'} - 1.374$ x S
 $= 23.0 - 1.374$ x 1.798
 $= 23.0 - 0.762$ Mpa

Persamaan II

$f_c = f_{c'} - 2.33$ x S + 3.5
 $= 23.0 + 2.33$ x 1.798 - 3.5
 $= 23.723$ Mpa

Keterangan

- Gunakan nilai terbesar

faktor modifikasi untuk 19 sample : 1.08

$f_c = 23.723$ / 1.08
 $f_c = 21.966$ Mpa > 20 mpa

Kepala Laboratorium Struktur dan Bahan Jalan





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

Perencanaan mix design adalah sebagai berikut :

BAHAN BETON	BERAT/M ³ BETON (kg)	VOLUME BENDA UJI	BERAT UNTUK 3 SAMPEL (kg)
Air	205,00	0,0191	3,91
Semen	379,63	0,0191	7,24
Pasir	572,38	0,0191	10,92
B. Pecah	1062,99	0,0191	20,28

Perhitungan Volume Benda Uji

Silinder 15 cm x 30 cm

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

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

$$V = 0,00530 \quad (\text{Untuk 1 Benda Uji})$$

$$V = 0,00530 \times 3 \times 1,2$$

$$V = 0,0191 \quad (\text{Untuk 3 Benda Uji})$$

Dimana 1,2 adalah Faktor Koreksi kehilangan

KOMPOSISI AGREGAT UNTUK BETON VARIASI 1 & 3 SAMPEL		
BAHAN BETON	Beton Untuk 1 Sampel	Beton Untuk 3 Sampel
PASIR	3,64	10,92
BATU PECAH 1/2	6,76	20,28
SEMEN	2,41	7,24
AIR	1,30	3,91
VOLUME BENDA UJI	0,0064	0,0191
BERAT UNTUK 1 SAMPEL (KG)	14,12	42,3476

Perhitungan Volume Benda Uji

Silinder 15 cm x 30 cm

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

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

$$V = 0,00530 \quad (\text{Untuk 1 Benda Uji})$$

$$V = 0,00530 \times 1 \times 1,2$$

$$V = 0,0064 \quad (\text{Untuk 3 Benda Uji})$$

Dimana 1,2 adalah Faktor Koreksi kehilangan

KOMPOSISI AGREGAT UNTUK BETON VARIASI 3 SAMPEL					Total (KG)
PROPORSI CAMPURAN	Beton + SF 9 %	SF 9 % + SB 1 %	SF 9 % + SB 2 %	SF 9 % + SB 3 %	
PASIR	10,92	10,81	10,59	10,26	42,58
BATU PECAH 1/2	20,28	20,28	20,28	20,28	81,11
SEMEN	7,24	7,24	7,24	7,24	28,97
AIR	3,91	3,91	3,91	3,91	15,64
SERAT BENDRAT	0,00	0,11	0,22	0,33	0,66
SILICA FUME	0,65	0,65	0,65	0,65	2,61
JUMLAH SAMPEL	3,00	3,00	3,00	3,00	12

KOMPOSISI AGREGAT UNTUK BETON VARIASI 1 SAMPEL					Total (KG)
PROPORSI CAMPURAN	Beton + SF 9 %	SF 9 % + SB 1 %	SF 9 % + SB 2 %	SF 9 % + SB 3 %	
PASIR	3,64	3,60	3,53	3,42	14,19
BATU PECAH 1/2	6,76	6,76	6,76	6,76	27,04
SEMEN	2,41	2,41	2,41	2,41	9,66
AIR	1,30	1,30	1,30	1,30	5,21
SERAT BENDRAT	0,00	0,04	0,07	0,11	0,22
SILICA FUME	0,22	0,22	0,22	0,22	0,87
JUMLAH SAMPEL	1,00	1,00	1,00	1,00	4

D

O

K

U

M

E

N

T

A

S

I





Gambar pengujian Berat Jenis



Gambar Analisa Saringan



Gambar Penimbangan pengujian berat isi



Gambar pengujian berat isi agregat halus



Gambar SSD agregat Kasar untuk berat jenis agregat



Gambar Pengujian Kadar Air



Gambar Pemotongan Bendrat



GAMBAR SERAT BENDRAT



Gambar pengujian slump beton



Gambar campuran beton dalam silinder



Gambar Uji Kuat Tekan

