

## **TUGAS AKHIR**

# **PENGARUH PENAMBAHAN LEM PUTIH *POLY VINYL ACETATE (PVAc)* TERHADAP KUAT TEKAN BETON**

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik*

*Pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik*

*Universitas Bosowa Makassar*



**Disusun oleh :**

**HERI SAPUTRA**  
**NIM 45 13 041 084**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR**

**2020**



# UNIVERSITAS BOSOWA

Jalan Urip Sumoharjo Km. 4 Telp. ( 0411 ) 452901 – 452789

Fax. 452949 Website : [www.universitasbosowa.ac.id](http://www.universitasbosowa.ac.id)

Makassar – Sulawesi Selatan – Indonesia

FAKULTAS TEKNIK

## LEMBAR PENGAJUAN UJIAN AKHIR

Tugas Akhir:

**“PENGARUH PENAMBAHAN LEM PUTIH POLY VINLY ACETATE (PVAc)  
TERHADAP KUAT TEKAN BETON”**

Disusun dan Diajukan oleh

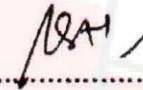
Nama Mahasiswa : **HERI SAPUTRA**

No.Stambuk : **45 13 041 084**

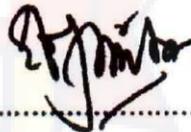
Sebagai salah satu syarat, untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Sipil / Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar.

**Telah Disetujui Tim Pembimbing**

Pembimbing I : Arman Setiawan, ST. MT.

(.....)

Pembimbing II : Eka Yuniarto, ST. MT.

(.....)

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Ridwan, ST., M.Si

NIDN:09 101271 01

Ketua Program Studi Teknik Sipil



Nurhadijah Yunianti, ST., MT.

NIDN:09 160682 01



**LEMBAR PENGESAHAN**

Berdasarkan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar No.374/SK/FT/UNIBOS/VIII/2020, Tanggal 28 Agustus 2020, perihal Pengangkatan Panitia dan tim Penguji Tugas Akhir, Maka pada:

Hari / Tanggal : Sabtu, 05 September 2020

Nama : HERI SAPUTRA

Nomor Stambuk : 45 13 041 084

Fakultas / Jurusan : Teknik / Teknik Sipil

Judul Tugas Akhir : **“PENGARUH PENAMBAHAN LEM PUTIH POLY VINYL ACETATE (PVAc) TERHADAP KUAT TEKAN BETON”**

Telah diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Akhir Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar setelah dipertahankan didepan tim penguji Ujian Sarjana Strata Satu (S-1) untuk memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar.

**TIM PENGUJI TUGAS AKHIR**

Ketua (Ex Officio) : Arman Setiawan, ST. MT.

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

Anggota : Dr. Ir. M. Natsir Abduh, M.Si

: Fauzi Lebang, ST., MT

(.....)  
(.....)  
(.....)  
(.....)

Makassar, 05 September 2020

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik

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

Ketua Jurusan

Univ. Bosowa Makassar

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



## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : HERI SAPUTA  
Nomor Stambuk : 45 13 041 084  
Program Studi : Teknik Sipil  
Judul Tugas Akhir : **“PENGARUH PENAMBAHAN LEM PUTIH POLY VINYL ACETATE (PVAc) TERHADAP KUAT TEKAN BETON”**

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

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

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

Makassar, 05 September 2020

Yang Membuat Pernyataan



HERI SAPUTRA

45 13 041 084

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena atas segala berkah dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul **“PENGARUH PENAMBAHAN LEM PUTIH POLY VINYL ACETATE (PVAc) TERHADAP KUAT TEKAN BETON”** Tugas akhir ini di susun berdasarkan hasil penelitian dan pengujian yang di lakukan di laboratorium struktur dan bahan Universitas Bosowa Makassar. Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk meraih gelar sarjana Teknik pada Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar.

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

1. Kedua orang tua, serta keluarga tercinta yang selalu mendoakan, memberi dorongan moral dan motivasi dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Bapak Dr. Ridwan,ST,M,Si., Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar yang telah membantu penulis selama pendidikan.
3. Ibu Nurhadijah Yuniarti, ST,MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Bosowa Makassar yang telah membantu penulis selama pendidikan.

4. Bapak Arman Setiawan, ST,MT., selaku Dosen Pembimbing I, dan Bapak Eka Yuniarto, ST,MT., selaku Pembimbing II, yang telah meluangkan waktunya untuk membimbing dalam mengarahkan penulis mulai persiapan penulisan, penelitian sampai dengan penyelesaian Tugas Akhir ini.
5. Para Dosen dan staff yang telah membimbing penulis selama mengikuti pendidikan di Jurusan Teknik Sipil Universitas Bosowa Makassar.
6. Bapak Eka Yuniarto, ST,MT., selaku Kepala Laboratorium Struktur dan Bahan Jurusan Teknik Sipil Universitas Bosowa
7. Adinda Azizah sahidin, Selaku pembimbing di laboratorium yang telah banyak membimbing dan memberikan masukan dalam proses penelitian ini.
8. Teman – teman Angkatan 2013 Teknik Sipil Universitas Bosowa Makassar, yang telah membagi suka dan duka dengan penulis selama perkuliahan.

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

Akhirnya, semoga penulis tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun rekan – rekan mahasiswa lainnya di masa yang akan datang dan

semoga segala bantuan dari semua pihak bernilai ibadah disisi Tuhan Yang Maha Esa, Amin.

Makassar, .....

Heri Saputra



## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBARAN PENGAJUAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	viii
<b>BAB I       PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang.....	I-1
1.2 Rumusan Masalah.....	I-3
1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	I-3
1.3.1 Tujuan Penelitian.....	I-3
1.3.2 Manfaat Penelitian.....	I-3
1.4 Pokok Bahasan dan Batas Masalah.....	I-4
1.4.1 Pokok Bahasan.....	I-4
1.4.2 Batas Masalah.....	I-4
1.5 Sistem Penulisan.....	I-4
<b>BAB II      TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Pengertian Beton.....	II-1
2.1.1 Sifat – Sifat Beton.....	II-3
2.1.2 Kelebihan Beton.....	II-4
2.1.3 Kelemahan Beton.....	II-4
2.1.4 Jenis-Jenis Beton.....	II-4

2.1.5	Parameter mempengaruhi kekuatan beton....	II-5
2.2	Bahan Tambah Pada Beton.....	II-5
2.3	Semen Portland.....	II-8
2.4	Agregat.....	II-9
2.5	Lem Putih Poly Vinyl Acetate (PVAc).....	II-12
2.6	Air.....	II-12
2.7	Slump.....	II-14
2.8	Perawatan Beton.....	II-14
2.9	Kuat Tekan Beton.....	II-15
2.10	Penelitian Terdahulu.....	II-17
<b>BAB III</b>	<b>METODE PENELITIAN</b>	
3.1	Jenis penelitian.....	III-1
3.2	Tempat dan waktu.....	III-1
3.3	Data dan Sumber Data.....	III-1
3.4	Variabel Penelitian.....	III-1
3.5	Tahapan Penelitian.....	III-2
3.6	Alat dan Bahan.....	III-3
3.7	Bagan Alir Penelitian.....	III-3

3.8 Notasi dan jumlah Sampel.....	III-5
3.9 Metode Analisa.....	III-6
3.9.1 Analisis Spesifikasi Karakteristik Agregat.....	III-6
3.9.2 Pengaruh Lem Putih Poly Vinyl Acetate (PVAc) Terhadap Kuat Tekan Beton.....	III-7

## **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1 Pemeriksaan Karakteristik Agregat.....	IV-1
4.1.1 Hasil Pengujian Material.....	IV-1
4.1.2 Gradasi Gabungan Agregat.....	IV-3
4.2 Rancangan Campuran Beton Normal ( <i>Mix Design</i> )...	IV-3
4.3 Pengujian Kuat Tekan Beton Normal.....	IV-5
4.4 Mix Design Campuran Beton Variasi PVAc.....	IV-8
4.5 Nilai Slump.....	IV-9
4.6 Hasil Kuat Tekan Beton Variasi.....	IV-11
4.7 Pembahasan.....	IV-12

## **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1 Kesimpulan.....	V-1
5.2 Saran.....	V-2

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Penggunaan beton sebagai konstruksi bangunan telah lama di kenal dan paling banyak di pergunakan. Hal ini di karenakan beton memiliki sifat mudah dibentuk sesuai dengan keinginan, bahan dasar penyusun, mudah di dapatkan dan mudah dalam perawatan. Beton merupakan bahan yang sangat kuat, tahan karat dan tahan terhadap api. Selain itu, kelebihan beton yang lebih menonjol dibandingkan bahan konstruksi yang lain yaitu memiliki kuat tekan yang tinggi.

Beton di buat dari campuran semen, air dan agregat, baik agregat halus (pasir) maupun agregat kasar (kerikil). Selain itu, terkadang dalam campuran beton juga di beri bahan tambah yang sangat bervariasi mulai dari bahan kimia tambahan, serat, sampai bahan buangan non kimia pada perbandingan tertentu. Campuran tersebut apabila dituang ke dalam cetakan kemudian di biarkan akan mengeras seperti batuan. Pengerasan tersebut terjadi karena peristiwa reaksi kimia antara air dan semen sebagai perekat dengan agregat sebagai bahan pengisi, sehingga butiran-butiran agregat saling terekat dengan kuat dan terbentuklah masa yang kuat.

Menurut *SK SNI S-18-1990* : bahan tambah (admixture) adalah suatu bahan berupa bubuk atau cairan yang di tambahkan ke dalam

campuran beton selama pengadukan dalam jumlah tertentu, dengan tujuan untuk merubah beberapa sifatnya (Tjokrodimuljo, 1996:47). Menurut ASTM C.125-1995:61, "Standard Defenition of Terminology Relating to Concrete Agregates" dan dalam ACI SP-19, "Cement and Concrete Terminology", Admixture di definisikan sebagai material selain air, agregat dan semen hidrolik yang di campur dengan beton atau mortar yang di tambahkan sebelum atau selama pengadukan berlangsung. Bahan tambah di gunakan untuk memodifikasi sifat dan karakteristik dari beton, misalnya untuk kemudahan pengerjaan (*workability*) atau untuk lain yaitu penghematan energi.

Pada suatu proyek pembangunan, waktu yang di butuhkan beton untuk mencapai kekuatan 100% adalah pada saat berumur 28 hari. Lemputih Poli Vinil Asetat (*Poly Vinyl Acetate*) atau PVAc adalah salah satu bahan tambah sebagai campuran plesteran untuk mengurangi retak. Lem putih PVAc untuk selanjutnya dalam tulisan ini disebut PVAc merupakan lem berbasis air. Berdasarkan uraian diatas, maka di perlukan adanya penelitian/kajian mengenai pengaruh penambahan bahan tambah (PVAc). Sehubungan dengan hal ini, maka kami tertarik melakukan penelitian dengan judul. "Kuat Tekan Beton dengan Menggunakan Bahan Tambah lem putih Poli Vinil Asetat (*Poly Vinyl Acetate*) atau PVAc.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini yaitu :

1. Bagaimana pengaruh menggunakan bahan tambah lem putih *Poly Vinyl Acetate (PVAc)* terhadap kuat tekan beton umur 28 hari ?
2. Berapa perbandingan kuat tekan beton normal dengan beton yang menggunakan bahan tambah lem putih *Poly Vinyl Acetate (PVAc)* Umur 28 hari ?

## **1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian**

### **1.3.1 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan penelitian ini adalah Untuk Mengetahui pengaruh penggunaan lem putih Poly Vinyl Acetate (PVAc) terhadap kuat tekan beton.

### **1.3.2 Manfaat Penelitian**

Manfaat penelitian yang dilakukan terutama bagi peneliti adalah sebagai acuan dalam pelaksanaan di lapangan yang berhubungan dengan penggunaan bahan tambah Lem Putih Poly Vinyl Acetate (PVAc) dan menjadi referensi bagi penulis dan pembaca untuk diaplikasikan di dunia kerja dibidang teknik sipil. sehingga dapat menambah pengetahuan tentang teknologi beton dengan material yang ada di sekitar kita.

## **1.4 Pokok Bahasan dan Batas Masalah**

### **1.4.1 Pokok Bahasan**

1. Pengujian karakteristik agregat kasar dan agregat halus
2. Perancangan campuran beton
3. Memebuat benda uji, serta perawatannya
4. Mengetahui nilai kuat tekan rata-rata beton yang mengandung PVAc
5. Menganalisa hasil pengujian kuat tekan

### **1.4.2 Batasan Masalah**

Penelitian ini dilaksanakan dengan menggunakan batasan masalah sebagai berikut:

1. Mutu beton yang digunakan adalah  $f'c = 20 \text{ Mpa}$
2. Variasi substitusi lem putih poly vinly (PVAc) adalah 2%, 6%, 10%, 14%, 18% dari berat semen
3. Tidak dilakukan uji karakteristik pada lem putih poly vinly Acetate (PVAc)

## **1.5 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan dalam tugas akhir ini terdiri dari lima bab yang berurutan sebagai berikut :

**BAB I : PENDAHULUAN**

Bab ini merupakan pendahuluan yang menguraikan latar belakang, rumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, pokok bahasan dan batas masalah serta sistematika penulisan.

**BAB II : TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini membahas tentang teori- teori tentang beton secara umum, serta bahan campuran yang akan digunakan dalam penelitian ini.

**BAB III : METODE PENELITIAN**

Bab ini membahas tentang diagram alir penelitian, bahan dan alat penelitian, persiapan bahan campuran dan pembuatan benda uji.

**BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini membahas tentang hasil dan analisa pengujian slump dan kuat tekan beton.

**BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini merupakan penutup untuk memberikan kesimpulan dan saran dari hasil penelitian.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Pengertian Beton**

Beton merupakan bahan konstruksi yang terdiri dari bahan semen hidrolik (*portland cement*), agregat kasar, agregat halus, air. Untuk mengetahui dan mempelajari perilaku elemen gabungan diperlukan pengetahuan mengenai karakteristik masing-masing komponen. Nawy (1985:8) mendefinisikan bahwa beton sebagai sekumpulan interaksi mekanis dan kimiawi dari material pembentuknya.

Menurut Pedoman Pengerjaan Beton berdasarkan SKSNI T-15-1991-03 beton adalah suatu komposit dari beberapa bahan batu-batuan yang direkatkan oleh bahan ikat.

Berdasarkan SNI-03-2847-2002 definisi Beton adalah campuran antara semen portland atau semen hidrolik yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk massa padat. Seiring dengan penambahan umur, beton akan semakin mengeras dan akan mencapai kekuatan rencana ( $f'c$ ) pada usia 28 hari.

Beton normal adalah beton yang mempunyai berat isi 2200-2500 kg/m<sup>3</sup>. Menurut Pedoman Konstruksi dan Bangunan, Departemen Pekerjaan Umum, seluruh beton yang digunakan dalam pekerjaan harus memenuhi kuat tekan yang disyaratkan atau berdasarkan hasil uji

laboratorium yang berwenang, bila pengambilan contoh perawatan dan pengujian sesuai dengan SNI 03-1974-1990, SNI 03-48101998, SNI 03-2493-199, SNI 03-2458-199.

Menurut Nawy (1998) ada beberapa parameter yang dapat menentukan kekuatan beton, yaitu :

- 1) Kualitas semen;
- 2) Proporsi semen terhadap air dalam campuran;
- 3) Kekuatan dan kebersihan agregat;
- 4) Interaksi atau adhesi antara pasta semen dan agregat;
- 5) Pencampuran yang cukup dari bahan-bahan pembentuk beton;
- 6) Penempatan yang benar, penyelesaian dan kompaksi beton segar;
- 7) Perawatan pada temperatur yang tidak lebih rendah dari 500 F pada saat beton hendak mencapai kekuatannya;
- 8) Kandungan klorida tidak melebihi 0,15% dalam beton ekspos dan 1% untuk beton terlindung.

<b>Angka Konversi Nilai Kuat Tekan Beton</b>	
<b>Umur Beton (Hari)</b>	<b>Angka Konversi</b>
3	0,46
7	0,7
14	0,88
21	0,96
28	1

### 2.1.1 Sifat – Sifat Beton

#### 1) Segar (*Fresh Concrete*)

Beton segar adalah campuran beton yang telah selesai diaduk beberapa saat, karakteristiknya belum berubah atau masih plastis dan belum terjadi pengikatan. *Segregation* adalah kecenderungan butir-butir kasar yang terpisah dari mortar saat beton masih dalam keadaan segar. Kecenderungan air untuk naik ke permukaan pada beton yang baru dipadatkan dinamakan *bleeding*. *Bleeding* dipengaruhi oleh banyaknya air, susunan butir agregat, kelebihan pemadatan dan kecepatan hidrasi.

#### 2) Beton Keras (*Hardened Concrete*)

Beton keras adalah beton yang cukup kaku untuk menahan tekanan. Beton yang baik adalah beton yang kuat, tahan lama/awet, porositas kecil, kedap air, tahan aus dan sedikit mengalami perubahan volume (kembang susutnya kecil). Sifat beton keras antara lain :

- a. Durability (ketahanan akibat pengaruh luar), durabilitas adalah ketahanan beton keras terhadap pengaruh lingkungan selama umur pelayanannya.
- b. Elastisitas yaitu sifat perubahan yang terjadi pada beton apabila menerima beban tetap walaupun sangat kecil.

### 2.1.2 Kelebihan Beton

- 1) Material penyusunnya mudah didapatkan dan tersedia di alam Indonesia.
- 2) Mudah dibentuk sesuai dengan kegunaannya.
- 3) Pelaksanaannya relatif lebih muda.
- 4) Mempunyai kekuatan tekan yang tinggi.
- 5) Kuat tekan beton jika dikombinasikan dengan baja akan mampu memikul beban yang berat.
- 6) Biaya perawatan yang cukup rendah.

### 2.1.3 Kelemahan Beton

Kelemahan beton antara lain :

- 1) Hanya sekali pakai, berbeda dengan baja yang bisa didaur ulang.
- 2) Kuat tarik rendah sehingga mudah retak, dengan demikian perlu diberi baja tulangan.
- 3) Beton sulit untuk kedap air secara sempurna.
- 4) Beton bersifat getas (tidak daktail).
- 5) Bentuk yang telah dibuat sulit diubah lagi.

### 2.1.4 Jenis-Jenis Beton

Jenis-jenis beton antara lain :

- 1) Beton Normal
- 2) Beton Bertulang
- 3) Beton Pracetak
- 4) Beton Komposit

### 2.1.5 Parameter mempengaruhi kekuatan beton

Parameter yang mempengaruhi kekuatan beton antara lain :

- 1) Kualitas semen (PCC)
- 2) Proporsi semen dalam campuran
- 3) Kekuatan dan kebersihan agregat
- 4) Ikatan/adhesi antara pasta dari bahan-bahan pembentuk beton.
- 5) Pematatan beton dan perawatan

## 2.2 Bahan Tambah Pada Beton

Menurut *SK SNI S-18-1990* : bahan tambah (admixture) adalah suatu bahan berupa bubuk atau cairan yang ditambahkan ke dalam campuran beton selama pengadukan dalam jumlah tertentu, dengan tujuan untuk merubah beberapa sifatnya (Tjokrodimuljo, 1996:47).

Menurut ASTM C.125-1995:61, "*Standard Defenition of Terminology Relating to Concrete Agregates*" dan dalam ACI SP-19, "*Cement and Concrete Terminology*", Admixture didefinisikan sebagai material selain air, agregat dan semen hidrolis yang dicampur dengan beton atau mortar yang ditambahkan sebelum atau selama pengadukan berlangsung. Bahan tambah digunakan untuk memodifikasi sifat dan karakteristik dari beton, misalnya untuk kemudahan pengerjaan (*workability*) atau untuk lain yaitu penghematan energi.

Di Indonesia bahan tambah telah banyak digunakan. Bahan tambah yang digunakan harus memenuhi ketentuan yang diberikan SNI. Untuk bahan kimia, harus memenuhi ASTM C.494, "*Standard Specification for Chemical Admixture for Concrete*".

Menurut ASTM C.494 dan pedoman beton SKBI.1.4.53.1989 (Ulasan Pedoman Beton 1989 : 29), terdapat 7 jenis bahan tambah kimia yaitu :

1) Jenis A : mengurangi air (*Water Reducer*)

*Penerapan:*

- a. Untuk meningkatkan workabilitas
- b. Untuk meningkatkan kekuatan pada tingkat workabilitas yang sama
- c. Memisahkan partikel-partikel semen dan meningkatkan fluiditas beton
- d. Mengurangi kebutuhan air pencampur
- e. Dapat mempengaruhi waktu setting beton

*Keterangan:*

Kandungan klorida harus dibatasi, overdosis lignosulphonates dapat menyebabkan penundaan pengerasan yang berlarut-larut. Selanjutnya hal ini dapat mempengaruhi kekuatan dan porositas beton.

2) Jenis B : memperlambat pengikatan (*Retarder*)

Bahan tambahan untuk memperlambat hidrasi beton. Bahan ini berfungsi untuk memperlambat waktu perkerasan beton dalam waktu

yang lebih lama dibandingkan dalam keadaan normal, bahan tambahan yang biasa digunakan antara lain : *sucrose* (gula pasir) dan *polysaccharides, citric acid tartaric acid, salt of boric acid, salt of phosphoric, poly-phosphoric* dan *phosphoric acids*. (John Dransfield, Cement Admixtures Association, 2006; 1)

3) Jenis C : mempercepat pengikatan (*Accelerator*)

Bahan tambahan untuk mempercepat pengerasan beton. Bahan ini berfungsi untuk meningkatkan kekuatan beton dalam waktu yang lebih singkat dibandingkan dalam keadaan normal, bahan tambahan yang biasa digunakan antara lain : *alkali hydroxides, silicates, fluoro silicates, calcium nitrite, calcium nitrate, calcium* atau *sodium thiosulphate, calcium* atau *sodium thiocyanate, aluminium chloride, potassium, sodium* atau *lithium carbonate, sodium chloride, calcium chloride* (S. Nagataki, Rilem Technical Committee, 1995; 34)

4) Jenis D : A + B (*Water Reducer & Retarder*)

5) Jenis E : A + C ( *Water Reducer & Accelerator*)

6) Jenis F : Superplasticizer (*Water Reducer & High Range*)

Superplasticizer tersusun atas asam sulfonat yang berfungsi menghilangkan gaya permukaan pada partikel semen sehingga lebih menyebar, melepaskan air yang terikat pada kelompok partikel semen, untuk menghasilkan viskositas/kekentalan adukan pasta semen atau beton segar yang lebih rendah.

Adapun bahan tambah yang dipakai pada penelitian ini adalah bahan kimia (*chemical admixture*) adalah **Jenis C**, yaitu bahan tambah kimia jenis mempercepat waktu pengikatan beton (*Accelerator Admixture*). *Accelerator Admixtures* adalah bahan tambah yang berfungsi untuk mempercepat waktu pengikatan beton. Bahan ini digunakan untuk mengurangi lamanya waktu pengeringan (hidrasi), dan mempercepat pencapaian kekuatan beton. Bahan tambah yang digunakan adalah *Sikacim*, keunggulannya Mempercepat pengerasan beton (kekuatan awal beton).

### **2.3 Semen Portland**

Menurut Standar Industri Indonesia (SII 0013-1981), definisi Semen Portland adalah suatu bahan pengikat hidrolis (*hydraulic binder*) yang dihasilkan dengan menggiling klinker yang terdiri dari kalsium silikat hidrolis, yang umumnya mengandung satu atau lebih bentuk kalsium sulfat sebagai bahan tambahan yang digiling bersama-sama dengan bahan utamanya.

Kegunaan semen tipe PCC secara luas adalah bahan pengikat untuk konstruksi beton umum, pasangan batu bata, beton pra cetak, beton pra tekan, paving block, plesteran dan acian, dan sebagainya. Karakteristik semen PCC lebih mudah dikerjakan, kedap air, tahan sulfat, dan tidak mudah retak. Material ini terdiri dari beberapa unsur diantaranya terak, gypsum, dan bahan anorganik.” (Lamudi, 2016)

## 2.4 Agregat

Agregat adalah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran beton. Kira-kira 70 % beton diisi oleh agregat. Agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat beton, sehingga pemilihan agregat merupakan suatu bagian penting dalam pembuatan beton. Dari segi ekonomis lebih menguntungkan jika digunakan campuran beton dengan sebanyak mungkin bahan pengisi dan sedikit mungkin jumlah semen. Namun keuntungan dari segi ekonomis harus diseimbangkan dengan kinerja beton baik dalam keadaan segar maupun setelah mengeras.

Pengaruh kekuatan agregat terhadap beton begitu besar, karena umumnya kekuatan agregat lebih besar dari kekuatan pasta semennya. Namun kekasaran permukaan agregat berpengaruh terhadap kekuatan beton. Agregat dapat dibedakan berdasarkan ukuran butiran. Agregat yang mempunyai ukuran butiran besar disebut agregat kasar, sedangkan agregat yang berbutir kecil disebut agregat halus. Dalam bidang teknologi beton nilai batas daerah agregat kasar dan agregat halus adalah 4,75 mm atau 4,80 mm. Agregat yang butirannya lebih kecil dari 4,8 mm disebut agregat halus.

Agregat harus mempunyai bentuk yang baik (bulat dan mendekati kubus), bersih, keras, kuat dan gradasinya baik. Bila butiran agregat mempunyai ukuran yang sama (seragam) volume pori akan besar.

Sebaliknya bila ukuran butiranya bervariasi maka volume pori menjadi kecil. Hal ini karena butiran yang kecil dapat mengisi pori diantara butiran yang lebih besar sehingga pori-pori menjadi sedikit, dengan kata lain agregat tersebut mempunyai kemampuan tinggi. Agregat harus pula mempunyai kestabilan kimiawi dan dalam hal-hal tertentu harus tahan aus dan tahan cuaca.(Tjokrodimuljo,1996).

Untuk mendapatkan beton yang baik diperlukan agregat berkualitas baik pula. Menurut Tjokrodimuljo (2007), Pasir yang digunakan dalam adukan beton harus memenuhi syarat sebagai berikut ini.

- 1) Pasir harus terdiri dari butir-butir tajam dan keras. Hal ini dikarenakan dengan adanya bentuk pasir yang tajam, maka kaitan antar agregat akan lebih baik, sedangkan sifat keras untuk menghasilkan beton yang keras pula.
- 2) Butirnya harus bersifat kekal. Sifat kekal ini berarti pasir tidak mudah hancur oleh pengaruh cuaca, sehingga beton yang dihasilkan juga tahan terhadap pengaruh cuaca.
- 3) Pasir tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% dari berat kering pasir, lumpur yang ada akan menghalangi ikatan antara pasir dan pasta semen, jika konsentrasi lumpur tinggi maka beton yang dihasilkan akan berkualitas rendah.

4) Pasir tidak boleh mengandung bahan organik. Sedangkan menurut Tjokrodimuljo(2007) agregat kasar dibedakan menjadi 3 berdasarkan berat jenisnya, yaitu sebagai berikut.

#### 1. Agregat normal

Agregat normal adalah agregat yang berat jenisnya antar 2,5–2,7 gram/cm<sup>3</sup>. Agregat ini biasanya berasal dari granit, basal, kuarsa dan lain sebagainya. Beton yang dihasilkan mempunyai berat 2,3 gram/cm<sup>3</sup> dan biasa disebut beton normal.

#### 2. Agregat berat

Agregat berat adalah agregat yang berat jenisnya lebih dari 2,8 gram/cm<sup>3</sup>, misalnya magnetit (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>), barites (BaSO<sub>4</sub>) atau serbuk besi. Beton yang dihasilkan mempunyai berat jenis yang tinggi yaitu sampai dengan 5 gram/cm<sup>3</sup> yang digunakan sebagai dinding pelindung.

#### 3. Agregat ringan

Agregat ringan adalah agregat yang berat jenisnya kurang dari 2 gram/cm<sup>3</sup> misalnya tanah bakar (*bloated clay*), abu terbang (*fly ash*), busa terak tanur tinggi (*foamed blast furnace slag*). Agregat ini biasanya digunakan untuk beton ringan yang biasanya dipakai untuk elemen non-struktural.

## 2.5 Lem Putih *Poly Vinyl Acetate (PVAc)*

Merupakan bahan perekat berbasis air yang umumnya digunakan sebagai perekat kayu, kertas dan dapat dicampurkan dengan semen untuk acian dan penambal retak acian. Lem putih poly Vinyl Acetate (PVAc) termasuk dalam golongan Thermoplastik, sebab lem jenis ini dapat berubah ke bentuk semula setelah dikenakan panas.

Lem putih poly vinyl acetate ini ditambahkan pada mortar sebagai bahan tambah.



*Lem putih Poly Vinyl Acetate (PVAc)*

## 2.6 Air

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

namun dalam kenyataannya nilai faktor air semen yang dipakai sulit jika kurang dari 0,35. Kelebihan air dari jumlah yang dibutuhkan dipakai sebagai pelumas, tambahan air ini tidak boleh terlalu banyak karena kekuatan beton menjadi rendah dan beton menjadi keropos. Kelebihan air ini dituang (*bleeding*) yang kemudian menjadi buih dan terbentuk suatu selaput tipis (*laitance*). Selaput tipis ini akan mengurangi lekatan antara lapis-lapis beton dan merupakan bidang sambung yang lemah (Tjokrodimuljo,1996).

Air yang digunakan dapat berupa air tawar (dari sungai, danau, telaga, kolam, situ dan lainnya). Air yang digunakan sebagai campuran harus bersih, tidak boleh mengandung minyak, asam, alkali, zat organis atau bahan lainnya yang dapat merusak beton.

Dalam pemakaian air untuk beton sebaiknya air memenuhi syarat sebagai berikut:

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

## **2.7 Slump**

Nilai *slump* digunakan untuk pengukuran terhadap tingkat kelecakan adukan beton segar, yang berpengaruh pada tingkat kemudahan pengerjaan beton (*workability*). Semakin besar nilai *slump* maka beton semakin encer dan semakin mudah dikerjakan. Sebaliknya semakin kecil nilai *slump*, maka beton akan semakin kental dan semakin sulit dikerjakan.

## **2.8 Perawatan Beton**

Perawatan beton ialah suatu tahap akhir pekerjaan pembetonan, yaitu menjaga agar permukaan beton segar selalu lembab, sejak dipadatkan sampai proses hidrasi cukup sempurna (kira-kira selama 28 hari). Kelembaban permukaan beton itu harus dijaga agar air didalam beton segar tidak keluar. Hal ini untuk menjamin proses hidrasi semen (reaksi semen dan air) berlangsung dengan sempurna. Bila hal ini tidak dilakukan, maka oleh udara panas akan terjadi proses penguapan air dari permukaan beton segar, sehingga air dari dalam beton segar mengalir keluar, dan beton segar kekurangan air untuk hidrasi, sehingga timbul retak-retak pada permukaan betonya. (Tjokrodimuljo, 2007 ).

Untuk menghindari terjadinya retak-retak pada beton karena proses hidrasi yang terlalu cepat, maka dilakukan perawatan beton dengan cara :

- a. Menaruh beton segar di dalam ruangan yang lembab,
- b. Menaruh beton segar di atas genangan air,
- c. Menaruh beton segar di dalam air.

## 2.9 Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton adalah besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin tekan. Kuat desak beton merupakan sifat terpenting dalam kualitas beton dibanding dengan sifat-sifat lain.

Nilai kuat tekan beton seringkali menjadi parameter utama untuk mengenali kinerja beton, karena kuat tekan beton mengidentifikasi mutu dari sebuah struktur. Semakin tinggi tingkat kekuatan struktur yang dikehendaki, semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan. Kuat tekan beton diwakili oleh tegangan maksimum  $f'_c$  dengan satuan  $\text{kg/cm}^2$  atau MPa (Mega Pascal). Nilai kuat tekan beton umumnya relatif lebih tinggi dibandingkan dengan kuat tariknya, oleh karena itu untuk meninjau mutu beton biasanya secara kasar hanya ditinjau kuat tekannya saja (Tjokrodimuljo, 2007).

Kuat tekan silinder beton dapat dihitung dengan Persamaan 3.1 (SNI 031974-1990).



Gambar 3.1 Kuat tekan benda uji silinder

$$f'_c = \frac{P}{A} \dots\dots\dots (1)$$

Dimana :

$f'c$  = Kuat Tekan Beton (Mpa)

P = Beban tekan Maksimum (N)

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

Pengukuran kuat tekan beton dilakukan dengan membuat sempel benda uji berbentuk silinder dan kubus untuk di uji kekuatannya. Dalam penelitian ini benda uji yang digunakan berbentuk silinder. Berdasarkan kuat tekannya beton dapat dibagi beberapa jenis sebagaimana terdapat pada Tabel 3.1

Tabel 3.1 Beberapa jenis beton menurut kuat tekannya

Jenis Beton	Kuat Tekan
Beton Sederhana ( <i>plain Concrete</i> )	Sampai 10 Mpa
Beton Normal (Beton Biasa)	15-30 Mpa
Beton Pra Tegang	30-40 Mpa
Beton Kuat Tekan Tinggi	40-80 Mpa
Beton Kuat Tekan Sangat Tinggi	>80 Mpa

Sumber: (Tjokrodimuljo, 2007).

## 2.10 Penelitian Terdahulu

Sarito, Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta (PNJ) Kampus Baru UI Depok 16425, "Pengaruh penambahan lem putih poly vinyl acetate (PVAc) terhadap perilaku fisik dan mekanik pada mortar 1 semen : 5 pasir, Penelitian ini dilaksanakan untuk mengetahui sifat fisik dan mekanik mortar dengan perbandingan volume 1 semen : 5 pasir menggunakan bahan tambah lem putih PVAc sebanyak 0,0; 3,0; 6,0; 9,0; 12,0 dan 15,0 persen dari berat semen.

### 1. Dalam pelaksanaan pembuatan benda

uji ditemukan sifat mortar yang elastis, lebih porous, menyimpan air dan cepat menurun wopabilitasnya sehingga sulit diperoleh tingkat kepadatan yang optimun, dengan demikian akan berpengaruh terhadap nilai uji selanjutnya.

### 2. Penambahan lem putih PVAc pada mortar 1 semen : 5 pasir secara fisik menurunkan Fas, berat isi dan serapan air, secara mekanik menaikkan kuat tekan, kuat tarik, tingkat abrasi serta menurunkan kuat lentur, kuat lekat, serapan air dan modulus elastisitas.

### 3. Perendaman berpengaruh tidak menguntungkan terhadap sifat-sifat mortar, sehingga mortar tersebut tidak direkomendasikan digunakan pada bangunan atau bagian bangunan yang terbuka dan selalu mepadapat pengaruh air.

4. Terdapat persentase persentase PVAc optimum 1,5 % antara kuat tekan dengan modulus elastisitas pada 9,1 MPa, 5,0 % antara kuat tarik dengan kuat lentur pada 1,5 MPa, 10,5 % antara kuat tarik dengan kuat lentur pada 1,5 MPa dan 14 % antara kuat tarik dengan berat isi pada 1,8 MPa/ kg/dm<sup>2</sup>.



## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Jenis Penelitian**

Jenis penelitian pada tugas akhir ini adalah penelitian kuantitatif

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

Tempat penelitian Tugas Akhir ini dilakukan di Laboratorium Bahan dan Beton Jurusan Teknik Sipil Universitas Bosowa Makassar.

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

##### **1. Data primer**

Data primer dalam penelitian ini adalah data yang diperoleh langsung dari pengujian di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bosowa Makassar.

##### **2. Data sekunder**

Data sekunder dalam penelitian ini adalah jurnal – jurnal penelitian terdahulu , tabel - tabel dan grafik, dan buku - buku yang berkaitan dengan judul skripsi,

#### **3.4 Variabel Penelitian**

1. Variabel terikat dalam penelitian ini yaitu semen, agregat kasar, dan halus

2. Variable bebas dalam penelitian ini yaitu Lem Putih Poly Vinyl Acetate (PVAc).

### 3.5 Tahapan Penelitian

1. Kajian Pustaka
2. Persiapan alat dan bahan material
  - a. Agregat Kasar (Batu pecah 1-2)
  - b. Agregat Halus (Pasir)
  - c. Semen
  - d. Lem Putih Poly Vinyl Acetate (PVAc)
3. Pengujian Material :
  - a. Analisa saringan (*SNI 3423 – 2008*)
  - b. Berat Jenis (*SNI 1969 – 2008*)
  - c. Berat Isi (*SNI 1973 - 2008*)
  - d. Kadar Air (*SNI 1971 – 2011*)
  - e. Kadar Lumpur (*SNI 03 – 4142 – 1996*)
4. Pembuatan Benda Uji /*Mix Design* (*SNI 2847 -2013*)
  - a. Beton Normal
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*)
  - a. Beton Variasi

9. Pengujian Slump Beton (*SNI 1972 – 2008*)
10. Perawatan beton (Perendaman) selama 28 hari
11. Pengujian Kuat Tekan Beton  $F'c$  20 MPa (*SNI 1974 – 2011*)

### **3.6 Alat dan Bahan**

Secara umum alat yang di gunakan dalam penelitian ini adalah :

#### **3.2.1 Peralatan yang digunakan yaitu :**

- Peralatan Pengujian Karakteristik Agregat :  
Timbangan Digital, Saringan, Oven, Talam, Alat Penggetar Saringan.
- Peralatan Pembuatan Benda Uji :  
Portable concrete mixer, Slump Test, Cetakan Silinder 15 cm x 30 cm.
- Peralatan Pengujian Benda Uji Silinder :  
Mesin uji tekan, Dial dan data longer.

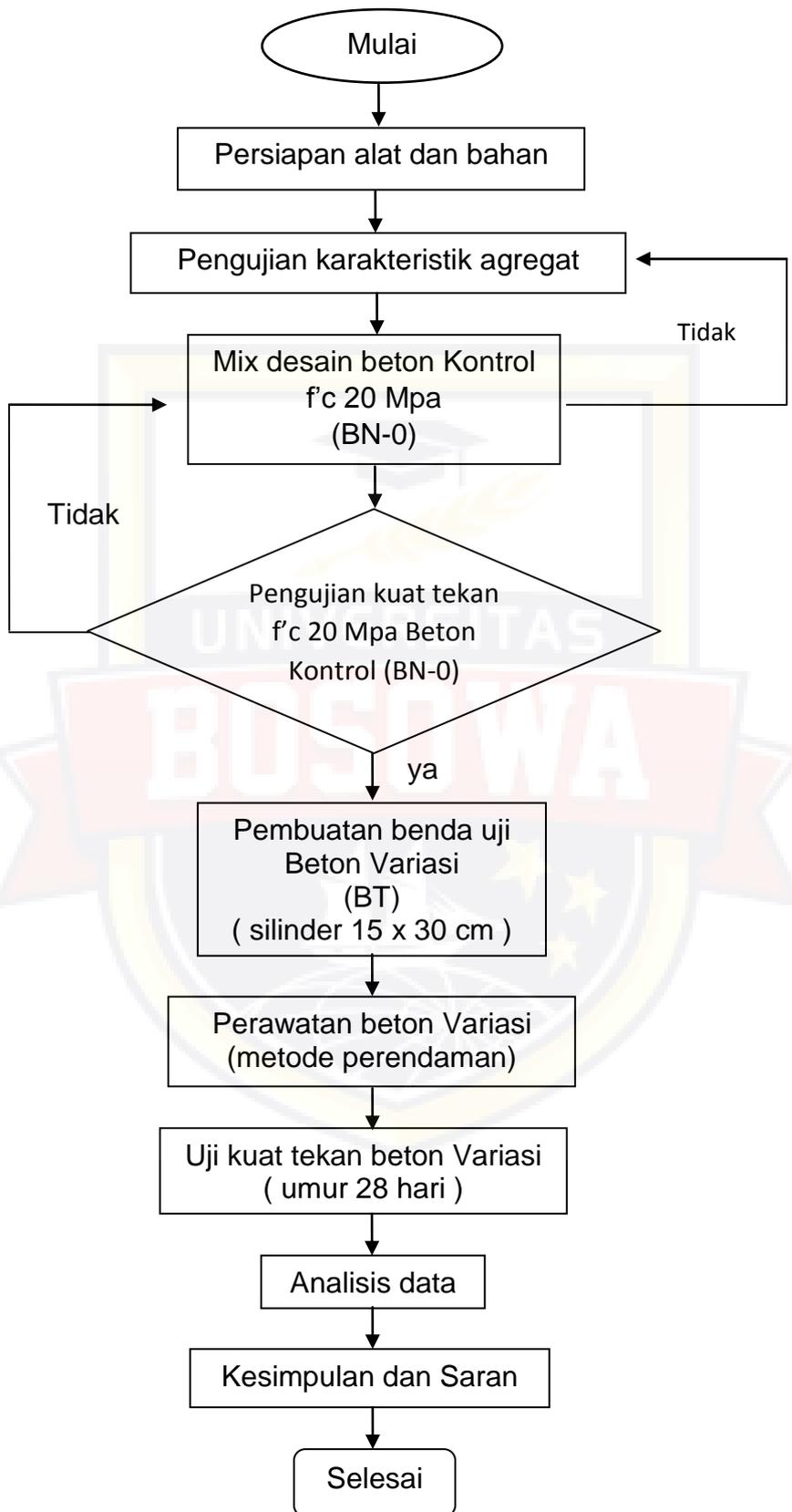
#### **3.2.2 Bahan yang di gunakan yaitu :**

Adapun bahan-bahan yang di gunakan diantaranya :

- Semen Portland tipe I (PCC), Agregat halus, Agregat Kasar, air, dan bahan tambah (PVAc).

### **3.7 Bagan Alir Penelitian**

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



**Gambar 3.1** Diagram alir kegiatan tinjauan

Keterangan : BN-0 = Beton Kontrol

BT = Bahan Tambah PVAc : 2%, 6%, 10%, 14%,  
18% dari berat semen

### 3.8 Notasi dan Jumlah Sampel

Tabel 3.1 Notasi Sampel

No	Variasi	Semen	PVAc	Notasi	Jumlah
1	Beton Kontrol	100 %	-	BN-0	20
2	Beton kontrol + PVAc	100 %	2 %	BT – 2%	3
3	Beton kontrol + PVAc	100%	6 %	BT – 6%	3
4	Beton kontrol + PVAc	100%	10 %	BT – 10%	3
5	Beton kontrol + PVAc	100%	14 %	BT – 14%	3
6	Beton kontrol + PVAc	100%	18 %	BT – 18%	3
<b>Total Sampel</b>					<b>35</b>

### 3.9 Metode Analisis

#### 3.9.1 Analisis Spesifikasi Karakteristik Agregat

##### 1. Agregat Kasar

Jenis Pengujian	Spesifikasi	SNI
Analisa Saringan	Daerah 1 -4	SNI 3423 - 2008
Berat Jenis	1,6 % – 3,2 %	SNI 1969 – 2008
Penyerapan	0,2 % – 4,6 %	SNI 1969 – 2008
Berat Isi	1,6 – 1,9 kg/liter	SNI 1973 – 2008
Kadar Air	0,5 % - 2 %	SNI 1971 – 2011
Kadar lumpur	$\leq 1$ %	SNI 03 – 4142 - 1996

##### 2. Agregat Halus

Jenis Pengujian	Spesifikasi	SNI
Analisa Saringan	Daerah 1 - 4	SNI 3423 - 2008
Berat Jenis	1,6 % – 3,2 %	SNI 1969 – 2008
Penyerapan	0,2 % – 2 %	SNI 1969 – 2008
Berat Isi	1,4 – 1,9 kg/liter	SNI 1973 – 2008
Kadar Air	3 % - 5 %	SNI 1971 – 2011
Kadar lumpur	$\leq 5$ %	SNI 03 – 4142 - 1996

### **3.9.2 Pengaruh Lem Putih Poly Vinyl Acetate (PVAc) terhadap kuat tekan beton**

Analisis pengaruh kuat tekan beton dengan menggunakan bahan tambah lem putih poly vinyl acetate (PVAc) .



## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian yang diperoleh dari pengujian karakteristik bahan pembentuk beton meliputi, Pemeriksaan karakteristik agregat kasar, agregat halus, Rencana campuran beton (*mix design*), Pengujian nilai *slump test*, Pengujian kuat tekan beton yang diambil dari sampel benda uji pada umur 28 hari yang dibuat pada saat pengecoran untuk semua variasi, Pengaruh penambahan bahan tambah terhadap kuat tekan sampel benda uji (silinder).

#### 4.1 Pemeriksaan Karakteristik Agregat

##### 4.1.1 Hasil Pengujian Material

###### 1) Agregat Halus

**Tabel 4.1** Hasil pemeriksaan karakteristik agregat halus

NO.	KARAKTERISTIK AGREGAT	HASIL PENGAMATAN	INTERVAL	KETERANGAN
1	Kadar Lumpur	4,53%	Maks 5%	Memenuhi
2	Kadar Air	4,78%	3% - 5%	Memenuhi
3	Berat Isi		1.4 - 1.9 kg/liter	
	Berat Isi lepas	1,41 kg/liter	-	Memenuhi
	Berat Isi padat	1,54 kg/liter	-	Memenuhi
4	Absorpsi	1,84%	Maks 2%	Memenuhi
5	- Bj. Curah	2,59%	1.6% - 3.3%	Memenuhi
	- Bj. SSD	2,64%	1.6% - 3.3%	Memenuhi
	- Bj. Semu	2,72%	1.6% - 3.3%	Memenuhi

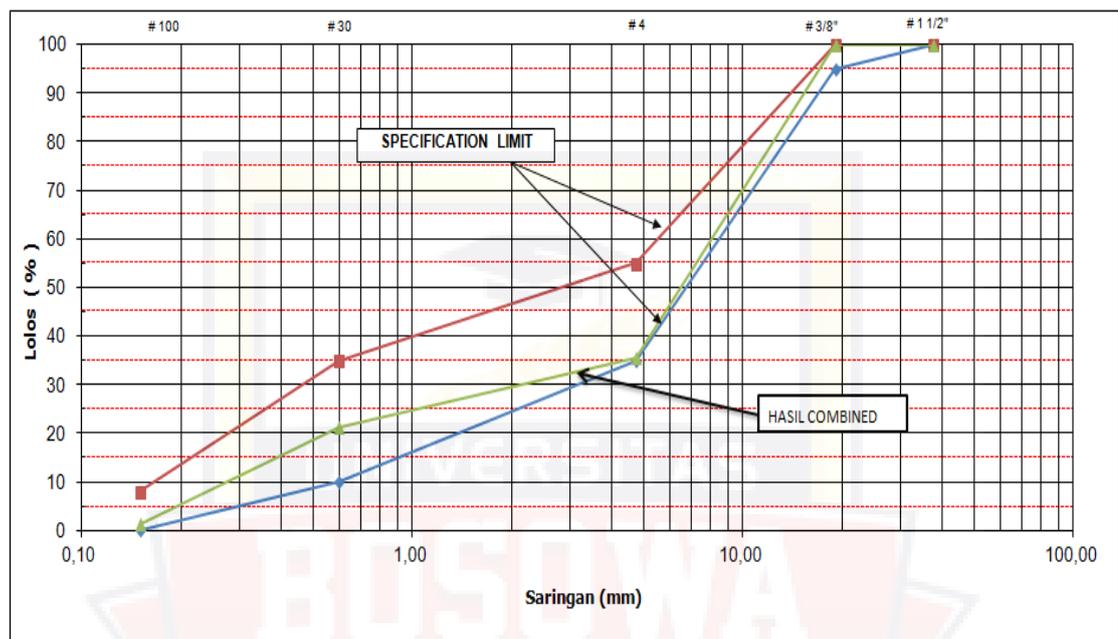
2) Agregat Kasar

**Tabel 4. 2** Hasil pemeriksaan karakteristik agregat kasar

<b>NO.</b>	<b>KARAKTERISTIK AGREGAT</b>	<b>HASIL PENGAMATAN</b>	<b>INTERVAL</b>	<b>KETERANGAN</b>
1	Kadar Lumpur	0,24%	Maks 1%	Memenuhi
2	Kadar Air	0,88%	0.5% - 2%	Memenuhi
3	Berat isi		1.6 - 1.9 kg/liter	
	- Berat isi lepas	1,61 kg/liter	-	Memenuhi
	- Berat isi padat	1,69 kg/liter	-	Memenuhi
4	Absorpsi	2,33%	Maks 4%	Memenuhi
5	- Bj. Curah	2,49%	1.6% - 3.3%	Memenuhi
	- Bj. SSD	2,55%	1.6% - 3.3%	Memenuhi
	- Bj. Semu	2,64%	1.6% - 3.3%	Memenuhi

#### 4.1.2 Gradasi Gabungan Agregat

Gradasi penggabungan agregat diperoleh berdasarkan pengujian karakteristik agregat yang dapat dilihat pada **Gambar 4.1** :



Sumber : Hasil Pengujian Analisa Saringan,

**Gambar 4.1** Gambar gradasi penggabungan agregat

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

#### 4.2 Rancangan Campuran Beton Normal (*Mix Design*)

Dari hasil perhitungan mix design beton kontrol 20 Mpa dengan menggunakan metode Standar Nasional Indonesia (SNI) Nomor 03-2834-2000, Adapun hasil perencanaan campuran beton dapat dilihat pada **tabel**

**4.3** berikut ini :

**Tabel 4.3** Bahan Komposisi Kebutuhan Campuran Beton kontrol

Slump	8 ± 2 cm
Kuat tekan yang disyaratkan (Silinder)	20,0 Mpa
Deviasi Standar (Sr)	- kg/cm <sup>2</sup>
Nilai Tambah (Margin)	7 Mpa
Kekuatan rata-rata yang ditargetkan	27 Mpa
Faktor Air Semen Bebas (Fas)	0,54 (Grafik)
Faktor Air Semen Maksimum	0,60 (Tabel)
Kadar Air Bebas	205 kg/m <sup>3</sup>
Kadar Semen Maksimum	379,63 kg/m <sup>3</sup>
Kadar Semen Minimum	325 (Tabel)
Berat Isi Beton	2350 (Grafik)
Berat Agregat Gabungan	1765,37 kg/m <sup>3</sup>
Berat Agregat Halus	600,23 kg/m <sup>3</sup>
Berat Agregat Kasar	1165,14 kg/m <sup>3</sup>
Berat Jenis Gabungan	2,58 kg/m <sup>3</sup>

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

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

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

$$V = 0,00530 \text{ m}^3 \text{ (Untuk 1 Benda Uji)}$$

- Perhitungan volume untuk 20 benda uji ( silinder 15 x 30 cm )

$$V = 0,00530 \text{ m}^3 \times 20$$

$$V = 0,10598 \text{ m}^3 \text{ ( Untuk 20 Benda Uji)}$$

- Hasil perhitungan mix design beton normal untuk 20 benda uji di lihat pada tabel 4.4 berikut ini :

**Tabel 4.4** Data perhitungan mix design

BAHAN BETON	BERAT/M <sup>3</sup> BETON (kg)	VOLUME BENDA UJI	BERAT UTK 20 SAMPEL (kg)
Air	211,60	0,1060	22,42
Semen	379,63	0,1060	40,23
Pasir	613,10	0,1060	64,97
B.P 1-2	1145,67	0,1060	121,41

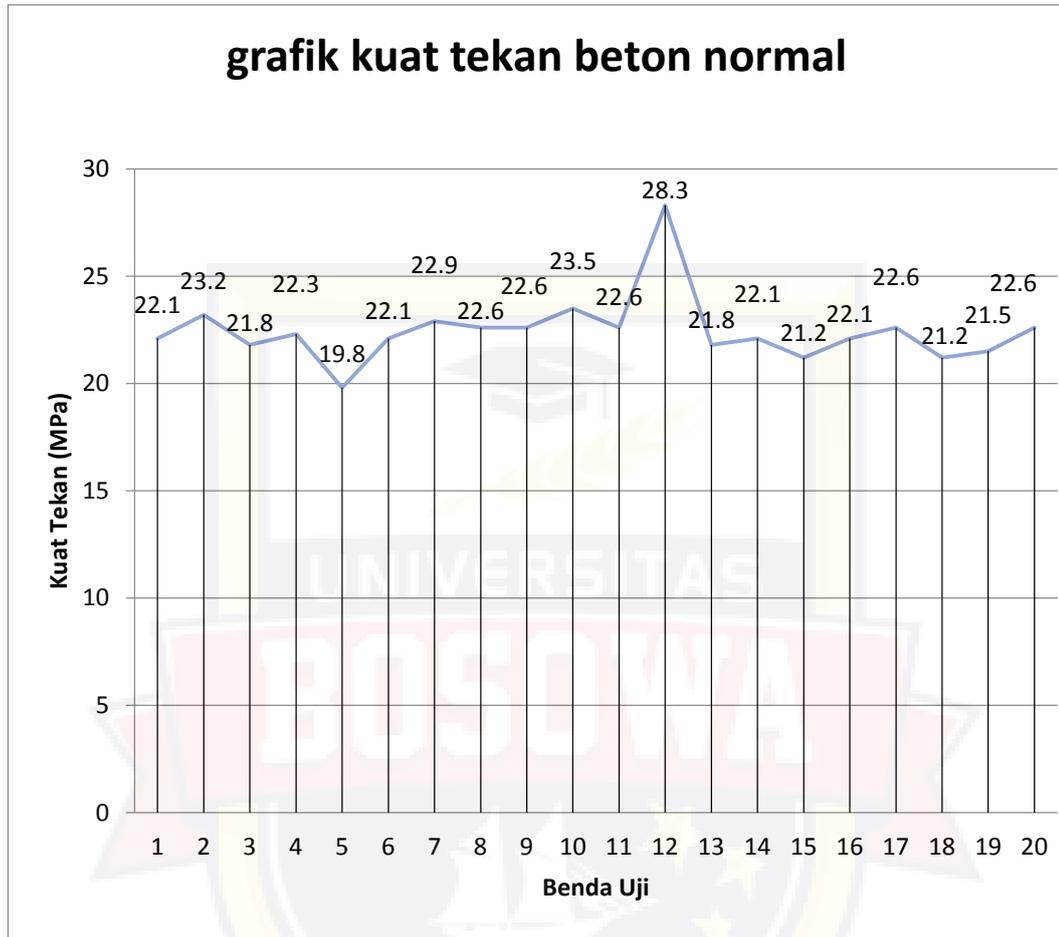
### 4.3 Pengujian Kuat Tekan Beton Normal

Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton kontrol di lihat pada tabel 4.5 berikut ini :

**Tabel 4.5** Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton kontrol

No Benda Uji	Slump ( cm )	Diameter ( cm )	Tinggi ( cm )	Luas	Umur ( hari )	Beban	Kekuatan Tekan ( N / mm <sup>2</sup> )
				Penampang ( cm <sup>2</sup> )		Maksimum ( KN )	
1	8	15	30	176,786	28	390	22,1
2	8	15	30	176,786	28	410	23,2
3	8	15	30	176,786	28	385	21,8
4	8	15	30	176,786	28	395	22,3
5	8	15	30	176,786	28	350	19,8
6	9	15	30	176,786	28	390	22,1
7	9	15	30	176,786	28	405	22,9
8	9	15	30	176,786	28	400	22,6
9	9	15	30	176,786	28	400	22,6
10	9	15	30	176,786	28	415	23,5
11	9	15	30	176,786	28	400	22,6
12	9	15	30	176,786	28	500	28,3
13	9	15	30	176,786	28	385	21,8
14	9	15	30	176,786	28	390	22,1
15	9	15	30	176,786	28	375	21,2
16	8	15	30	176,786	28	390	22,1
17	8	15	30	176,786	28	400	22,6
18	8	15	30	176,786	28	375	21,2
19	8	15	30	176,786	28	380	21,5
20	8	15	30	176,786	28	400	22,6
Jumlah						7935	448,8
Rata – Rata						397	22,4

Grafik 4.1 Grafik Kuat Tekan Beton kontrol



Standar Deviasi

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

$$S = 1,804$$

Kekuatan Tekan Rata Rata

$$f'_c = f_{cr}' - 1,34 S \quad \text{Pers I}$$

$$f'c = fcr' - 2,33 S + 3,5 \quad \text{Pers II}$$

Persamaan I

$$\begin{aligned} f'c &= fcr' - 1,34 x S \\ &= 22,4 - 1,34 x 1,804 \\ &= 22,4 - 2,418 \\ &= 20,0 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

Persamaan II

$$\begin{aligned} f'c &= fcr' - 2,33 x S + 3,5 \\ &= 22,4 - 2,33 x 1,804 + 3,5 \\ &= 21,739 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

Keterangan

- Digunakan nilai terbesar

Faktotr Modifikasi untuk 20 Sampel = 1.08

$$\begin{aligned} fc &= \frac{21,739}{1,08} \\ fc &= 20,128 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

Dari hasil pengujian kuat tekan beton kontrol di atas didapatkan nilai kuat tekan sebesar 20,128 Mpa. Nilai kuat tekan ini memenuhi standar dimana nilai kuat tekan yang ingin dicapai yaitu sebesar 20 Mpa. Nilai kuat tekan tersebut dapat di gunakan sebagai acuan untuk mencapai nilai kuat tekan pada beton variasi penambahan Lem Putih Poly Vinyl Acetate.

#### 4.4 Mix Design Campuran Beton Variasi PVAc

Pada penelitian ini digunakan mix design metode Standar Nasional Indonesia (SNI) Nomor 03-2834-2000 untuk komposisi beton normal sedangkan beton variasi dilakukan sesuai variasi yang telah ditentukan.

Komposisi bahan campuran beton variasi penambahan Lem Putih Poly Vinyl Acetate (PVAc), dapat di lihat pada tabel berikut :

**Tabel. 4.6** perencanaan Mix Design Beton Variasi penambahan PVAc/M<sup>3</sup> dari volume berat semen tanpa pengurangan.

Semen (kg)	pasir (kg)	Bp Maks 20 (kg)	air (liter)	VARIASI PENAMBAHAN PVAc (kg)				
				2,0%	6,0%	10,0%	14,0%	18,0%
379,63	617,87	1148,19	204,32	7,593	22,778	37,963	53,148	68,333

*Sumber : Hasil Mix Design*

**Tabel. 4.7** Perencanaan mix design variasi penambahan PVAc/ 3 sampel Benda Uji (silinder) dari volume berat semen tanpa pengurangan.

Semen (kg)	pasir (kg)	Bp Maks 20 (kg)	air (liter)	VARIASI PENAMBAHAN PVAc (kg)				
				2,0%	6,0%	10,0%	14,0%	18,0%
6,035	9,822	18,252	3,248	0,121	0,362	0,603	0,845	1,086

*Sumber : Hasil Mix Design*

#### 4.5 Nilai Slump

Pengukuran slump test dilakukan untuk mengetahui kelecakan (workability) adukan beton. Kelecakan adukan beton merupakan ukuran dari tingkat kemudahan campuran untuk diaduk, diangkut, dituang, dan dipadatkan tanpa menimbulkan pemisahan bahan penyusun beton (segregasi). Tingkat kelecakan ini dipengaruhi oleh komposisi campuran, kondisi fisik dan jenis bahan pencampurnya.

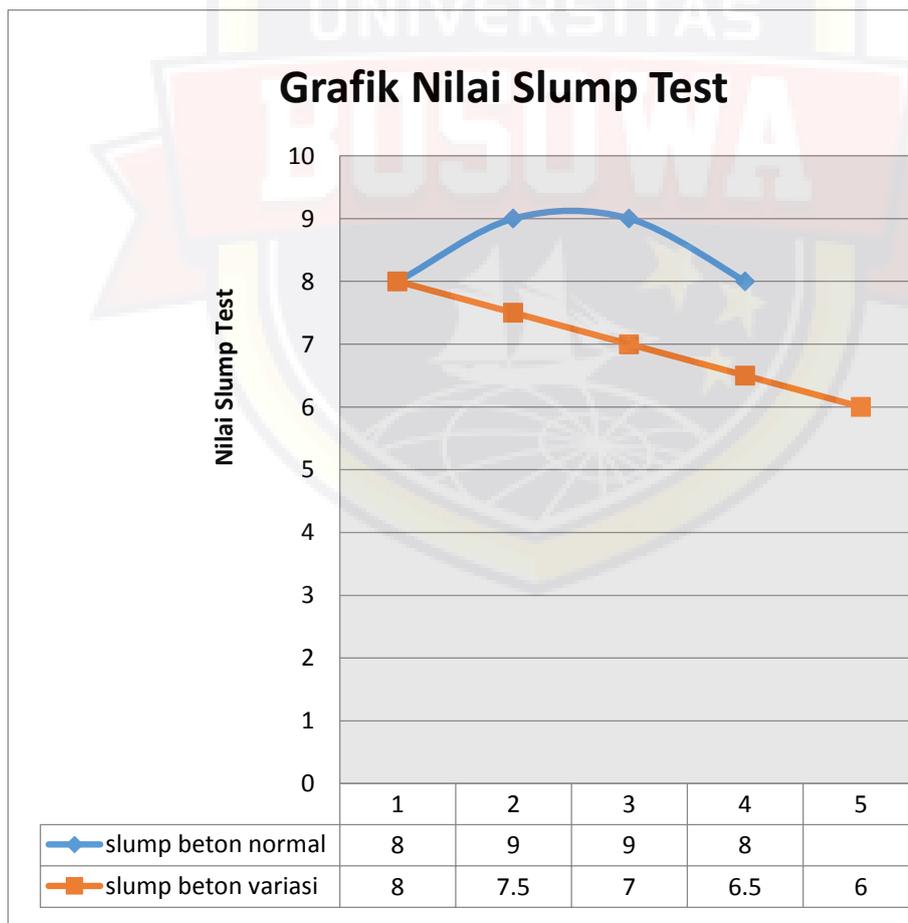
**Tabel 4.8** Nilai Slump

No	Notasi	Nilai Slump (cm)
1	BN	9
2	BT - 2%	8
3	BT - 6%	7,5
4	BT - 10%	7
5	BT - 14%	6,5
6	BT - 18%	6

*Sumber : Hasil Pengujian*

Untuk pengujian slump test pada penelitian ini di lakukan sebanyak 4 kali untuk slump test pada beton kontrol, berturut-turut yaitu sebesar 8 cm, 9 cm, 9 cm, 8 cm. Sehingga material ini memenuhi batas syarat nilai slump test untuk beton yaitu  $8 \pm 2$  cm, sedangkan pada beton variasi di lakukan sebanyak 5 kali, yaitu sebesar 8 cm, 7,5 cm, 7 cm, 6,5 cm, dan 6 cm. Perbedaan nilai slump pada beton variasi di sebabkan penggunaan lem putih yang dapat membuat material mengental, dan menggumpal sehingga membuat nilai slump test turun. Dapat di lihat pada Grafik 4.2

Grafik Nilai Slump Test 4.2



*Sumber : Hasil Pengujian slump test beton kontrol dan beton variasi*

#### 4.6 Hasil Kuat Tekan Beton Variasi

Setelah dilakukan pembuatan dan perawatan benda uji, selanjutnya dilakukan pengujian kuat tekan benda uji. Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada benda uji umur 28 hari, dapat di lihat pada tabel 4.9

**Tabel 4.9** Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Variasi

Notas sampel	Berat (kg)	Rata-Rata	Berat (kg)	Rata-Rata	Slump (mm)	Luas (cm <sup>2</sup> )	Umur (Hari)	Kuat Tekan (Mpa)	Kuat Tekan Rata - rata (Mpa)
	Sblm. Rendam		Stlh. Rendam						
BT-2%	11,940	11,865	12,015	11,922	8	176,786	28	13,69	13,88
	11,803		11,851		8	176,786	28	13,97	
	11,853		11,900		8	176,786	28	13,97	
BT-6%	11,405	11,221	11,466	11,297	7,5	176,786	28	12,44	10,80
	11,085		11,150		7,5	176,786	28	9,50	
	11,172		11,275		7,5	176,786	28	10,46	
BT-10%	11,315	11,225	11,445	11,340	7	176,786	28	8,99	8,65
	11,200		11,288		7	176,786	28	7,98	
	11,159		11,287		7	176,786	28	8,99	
BT-14%	11,070	11,004	11,192	11,125	6,5	176,786	28	7,98	7,00
	11,020		11,163		6,5	176,786	28	6,51	
	10,921		11,020		6,5	176,786	28	6,51	
BT-18%	11,760	11,937	11,950	12,091	6	176,786	28	5,49	5,83
	11,970		12,129		6	176,786	28	6,00	
	12,080		12,195		6	176,786	28	6,00	

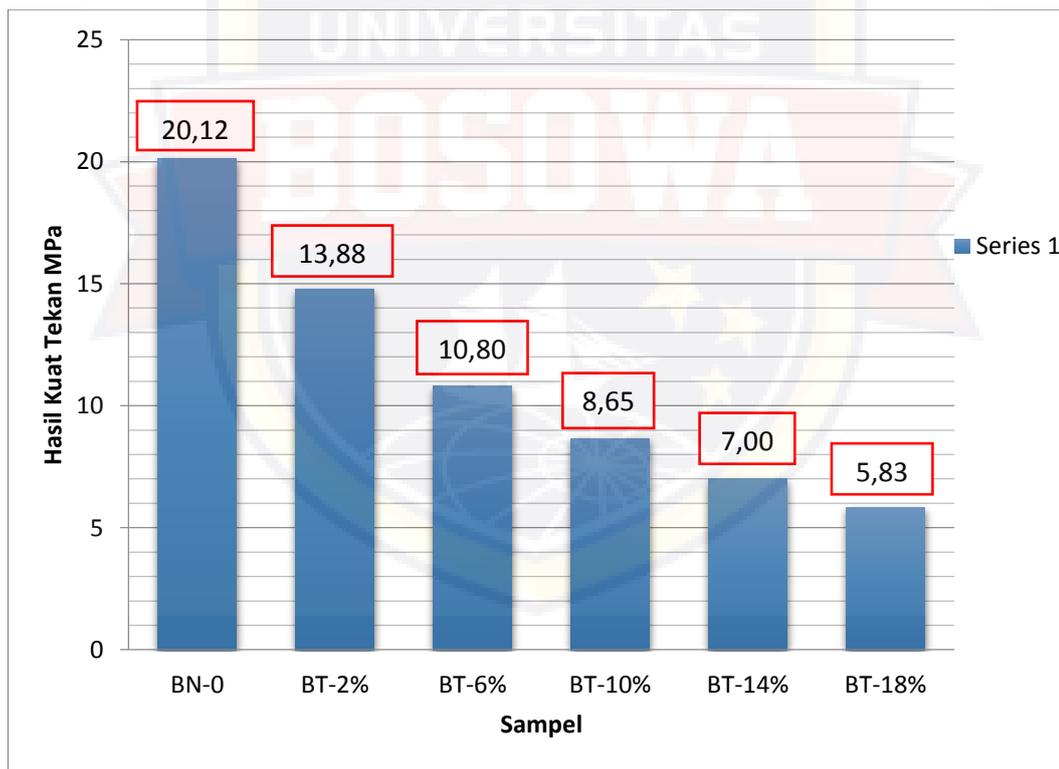
Sumber : Hasil Pengujian

#### 4.7 Pembahasan

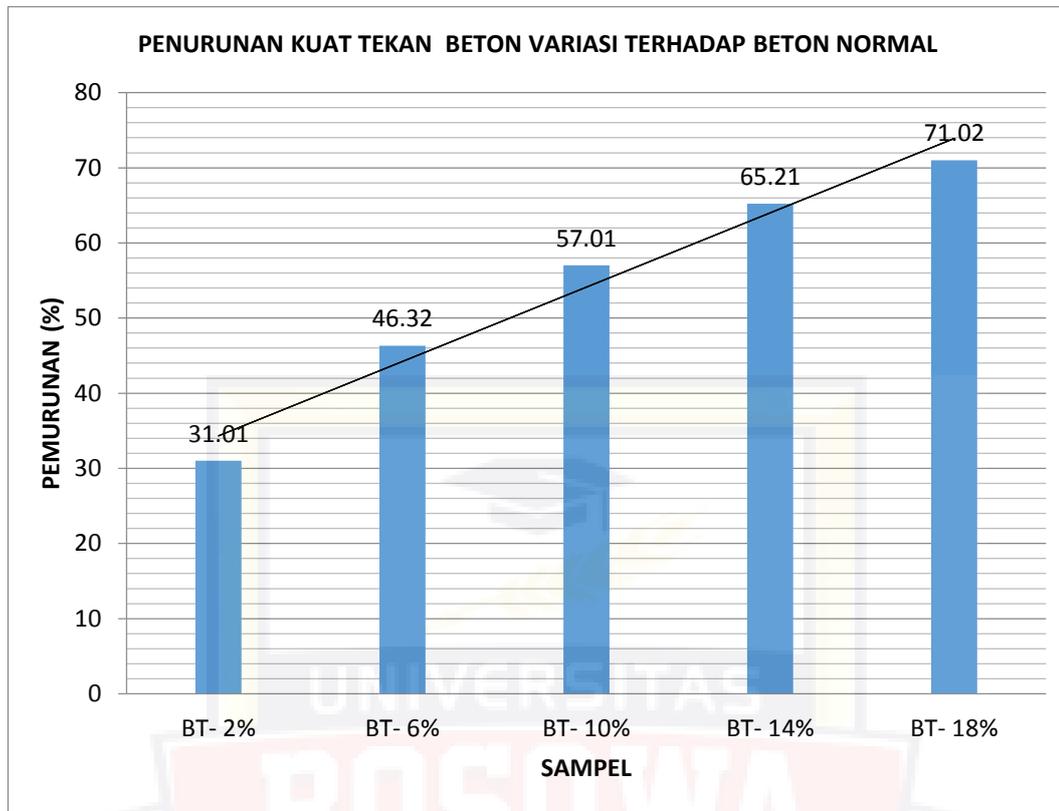
Pada penelitian ini, Lem Putih Poly Vinyl Acetate (PVAc) menjadi material penambah pada beton variasi, dengan presentase 2%, 6%, 10%, 14% dan 18 % dari total berat semen.

Berdasarkan **Gambar 4.2** dibawah ini, dapat di gambarkan perbandingan nilai kuat tekan beton kontrol dengan beton variasi menggunakan Lem Putih Poly Vinyl Acetate (PVAc) sebagai bahan tambah.

**Perbandingan Nilai Kuat Tekan Beton Normal dengan kontrol Menggunakan Bahan Tambah Lem Putih *Poly Vinyl Acetate (PVAc)***



**Gambar 4.2** Perbandingan Nilai Kuat Tekan Beton kontrol dengan Beton Variasi Menggunakan Bahan Tambah Lem Putih *Poly Vinyl Acetate (PVAc)*.



Item	0%	2%	6%	10%	14%	18%
Kuat Tekan Mpa	20,12	13,88	10,8	8,65	7	5,83
penurunan terhadap beton normal	0	6,24	9,32	11,47	13,12	14,29
Persentase Penurunan (%)	0	31,01	46,32	57,01	65,21	71,02

Dari **Gambar 4.2.** dapat dijelaskan bahwa nilai kuat tekan rata – rata dari presentase Lem Putih Poly Vinyl Acetate (PVAc), 2%, 6%, 10%, 14%, dan 18% didapatkan nilai kuat tekan rata – rata sebesar 13,88 Mpa, 10,80 Mpa, 8,65 Mpa, 7,00 Mpa, dan 5,83 Mpa.

**Tabel 4.10** Hasil Rembesan pada beton

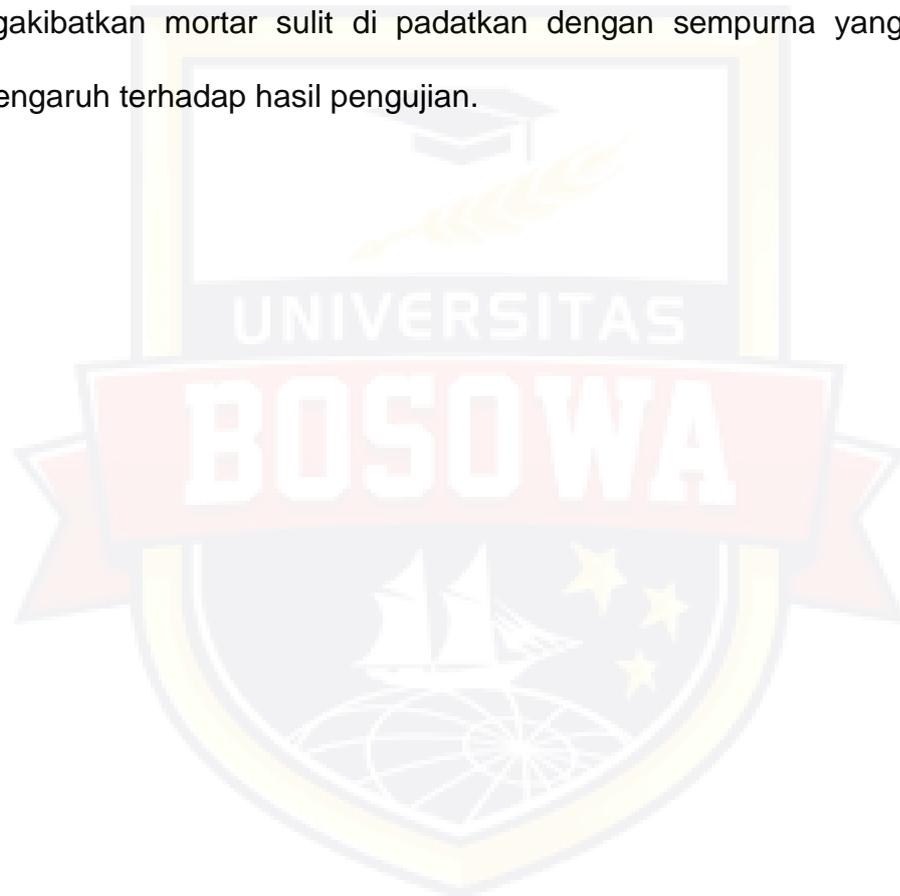
Notas sampel	Berat (kg)		Rata-Rata	Berat (kg)		Hasil rembesan (%)
	Sblm. Rendam			Stlh. Rendam	Rata-Rata	
BT-2%	11,940			12,015		0,057
	11,803	11,865		11,851	11,922	
	11,853			11,900		
BT-6%	11,405			11,466		0,076
	11,085	11,221		11,150	11,297	
	11,172			11,275		
BT-10%	11,315			11,445		0,115
	11,200	11,225		11,288	11,340	
	11,159			11,287		
BT-14%	11,070			11,192		0,121
	11,020	11,004		11,163	11,125	
	10,921			11,020		
BT-18%	11,760			11,950		1,154
	11,970	11,937		12,129	12,091	
	12,080			12,195		

Sumber : Hasil Pengujian

Dari **Tbel 4.10** dapat dijelaskan bahwa Semakin tinggi presentase Lem Putih Poly Vinyl Acetate (PVAc) yang digunakan maka besar pula rembesan yang di hasilkan.

Jadi semakin tinggi presentase Lem Putih Poly Vinyl Acetate (PVAc) yang digunakan maka maka hasil kuat tekan beton menjadi semakin menurun, dan Semakin besar rembesan yang di hasilkan. Kemungkinan Ini di sebabkan karena lem putih komponen penyusun terbesarnya adalah senyawa poly vinyl Acecate yang dalam kompisisi

pormulasinya di bantu dengan bahan adhesivelainnya, seperti poly vinyl alcohol (pva), dextrin, dan resol. karena kelarutan lem putih PVAc yang baik dalam air, maka lem jenis ini kurang tahan pada air atau uap air, karena daya tahannya terhadap air rendah. Dan penambahan lem putih PVAc menimbulkan mortar menjadi menggumpal dan elastis, sehingga mengakibatkan mortar sulit di padatkan dengan sempurna yang akan berpengaruh terhadap hasil pengujian.



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

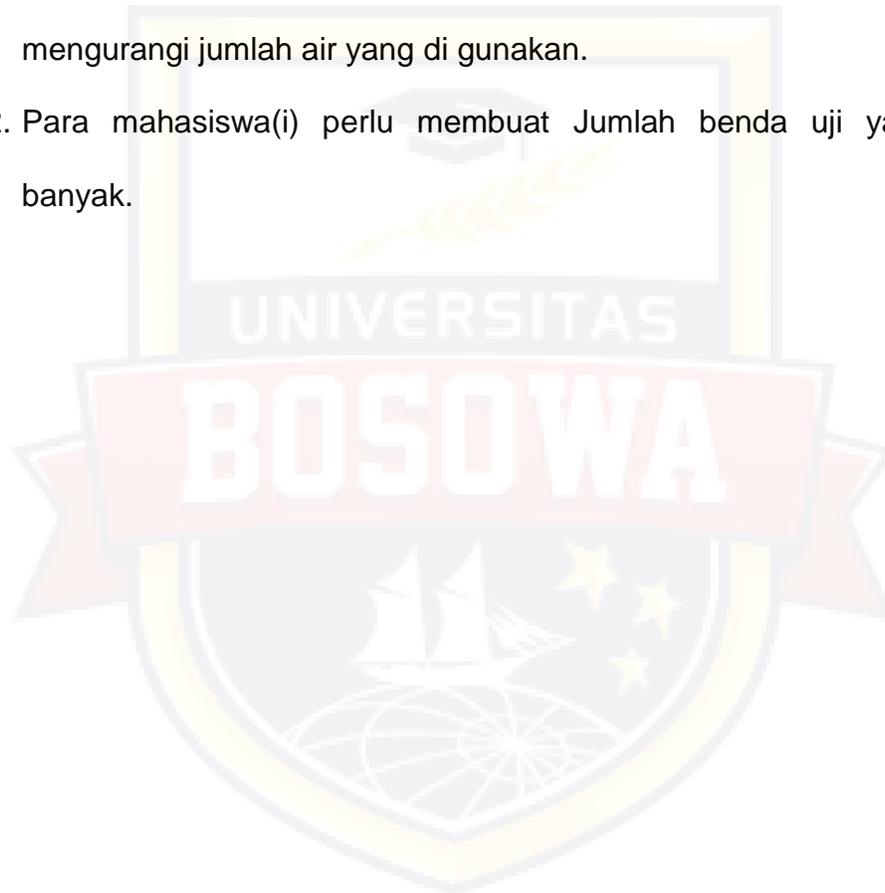
Berdasarkan hasil penelitian dan analisis data kuat tekan beton yang menggunakan bahan tambah Lem putih poly vinyl Acetate ( PVAc), maka dapat ditarik kesimpulan :

1. Hasil pengujian Nilai kuat tekan beton kontrol pada umur 28 hari adalah 20,128 Mpa. Dan untuk beton variasi bahan tambah menggunakan Lem Putih Poly Vinyl Acetate (PVAc) 2%,6%,10%,14%,18% pada umur 28 hari nilai kuat tekan adalah 13,88 Mpa, 10,80 Mpa, 8,65 Mpa, 7,00 Mpa dan 5,83 Mpa.
2. Hasil pengujian kuat tekan beton terhadap pengaruh penambahan lem putih poly vinily acetate (PVAc), dapat di simpulkan bahwa semakin banyak penambahan lem putih poly vinily acetate (PVAc) maka hasil kuat tekan beton menjadi semakin menurun, dan Semakin besar rembesan yang di hasilkan.

## 5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis data yang telah saya lakukan, maka dari penelitian tersebut saya dapat menyarankan bahwa :

1. Para mahasiswa(i) perlu melakukan penelitian lebih lanjut dengan mengurangi jumlah air yang di gunakan.
2. Para mahasiswa(i) perlu membuat Jumlah benda uji yang lebih banyak.



## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Astri Djumarno T. Pengaruh Penambahan Cebex 112 Terhadap Sifat-Sifat Mortar Dengan Pasir Agak Kasar, Skripsi, Jurusan Teknik Sipil dan lingkungan, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- [2] Dransfield, J., 2003, Part 3 Admixture, Advanced Concrete Technology Constituent Materials, Edited by John Newman & Ban Seng Choo, Elsevier Ltd.
- [3] Hartomo, A.J., Rusdiharsono,A., Hardjanto,D.,1992, Memahami Polimer Perekat, Andy Offset, Yogyakarta.
- [4] Lumbantobing, H.B., 2008, Sifat Mekanis Beton Tailing P.T. Freeport Indonesia, Timika, Papua, Tesis Program Magister Teknologi Bahan Bangunan, Jurusan Teknik Sipil dan lingkungan, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- [5] Neville, A.M. 1995, Properties of Concrete, Fourth and Final Edition, Addison Wesley Longman Limited.
- [6] Nugraha, P. dan Antoni, 2007, Teknologi Beton, dari Material, Pembuatan, ke Beton Kinerja Tinggi, Andi, Yogyakarta.
- [7] SNI 03-1968-1990, *Metode Pengujian Tentang Analisa Saringan Abgregat Halis dan Kasar*
- [8] SNI 1969-2008, *Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat kasar*

[9] SNI 1970-2008, *Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air*

*Agregat Halus*

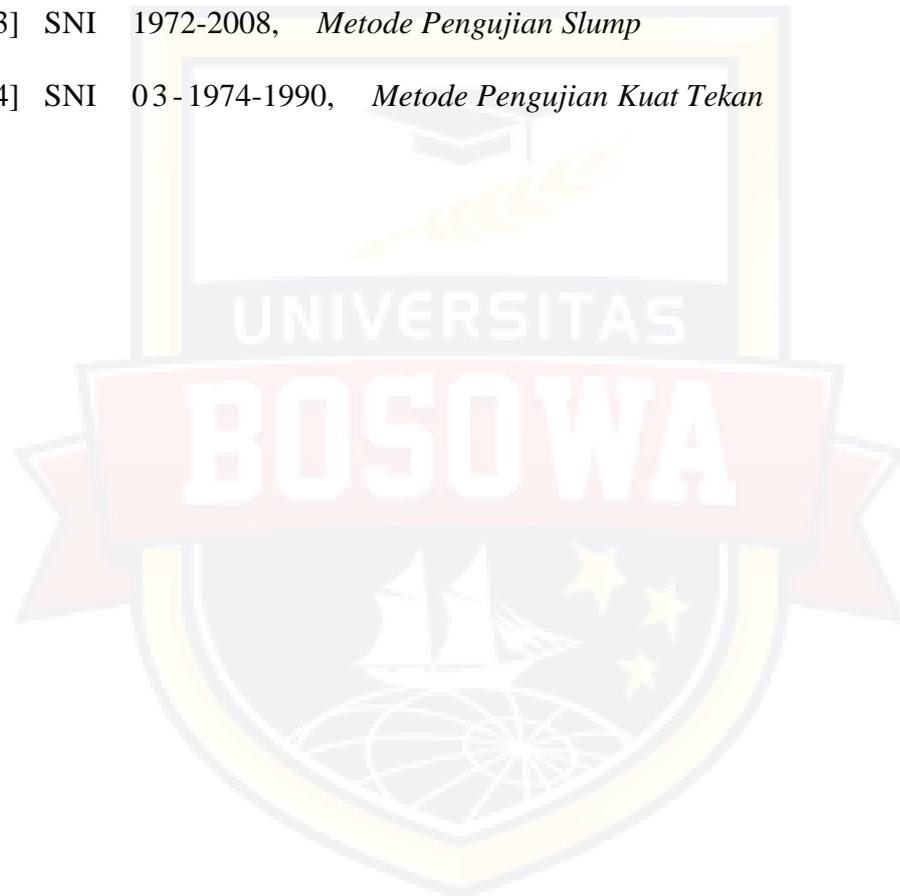
[10] SNI 03-1973-2008, *Metode Pengujian Berat isi*

[11] SNI 03-1971-2011, *Metode Pengujian Kadar Air*

[12] SNI 03-4142-1996, *Metode Pengujian Kadar Lumpur*

[13] SNI 1972-2008, *Metode Pengujian Slump*

[14] SNI 03-1974-1990, *Metode Pengujian Kuat Tekan*





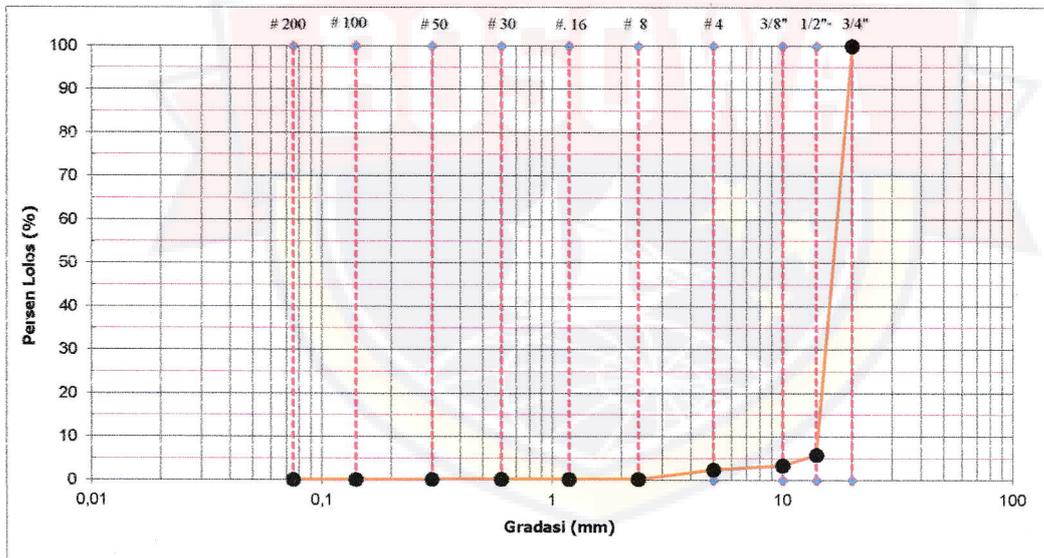
**LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN**  
**JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS BOSOWA**

**ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR**

Material : Batu Pecah Maksimum 20 mm  
 Tanggal : 15 /12/2019  
 Sumber : Bili-Bili

Nama : Heri Saputra  
 Pembimbing :  
 1. Arman Setiawan, ST.MT  
 2. Eka Yuniarto, ST.MT

Saringan No	Total : 2502			Total : 2504			Rata-rata
	Sampel	1		Sampel	2		%
	Kumulatif Tertahan	% Tertahan	% Lolos	Kumulatif Tertahan	% Tertahan	% Lolos	Lolos
3/4"	0	0	100	0	0	100	100
1/2"	2357,40	94,22	5,78	2356,50	94,11	5,89	5,83
3/8"	2419,80	96,71	3,29	2416,10	96,49	3,51	3,40
No. 4	2442,30	97,61	2,39	2443,50	97,58	2,42	2,40
No. 8	2496,40	99,78	0,22	2497,20	99,73	0,27	0,25
No. 16	2497,50	99,82	0,18	2498,00	99,76	0,24	0,21
No. 30	2497,90	99,84	0,16	2498,40	99,78	0,22	0,19
No. 50	2498,60	99,86	0,14	2499,20	99,81	0,19	0,16
No. 100	2498,80	99,87	0,13	2500,00	99,84	0,16	0,14
No. 200	2500,10	99,92	0,08	2501,80	99,91	0,09	0,08
Pan	2500,70	99,95	0,05	2501,90	99,92	0,08	0,07



Makassar, 20 Desember 2019

Diperiksa Oleh

Asisten Laboratorium Struktur dan Bahan

Marlina Alwi, ST

Diuji Oleh

Mahasiswa

Heri Saputra



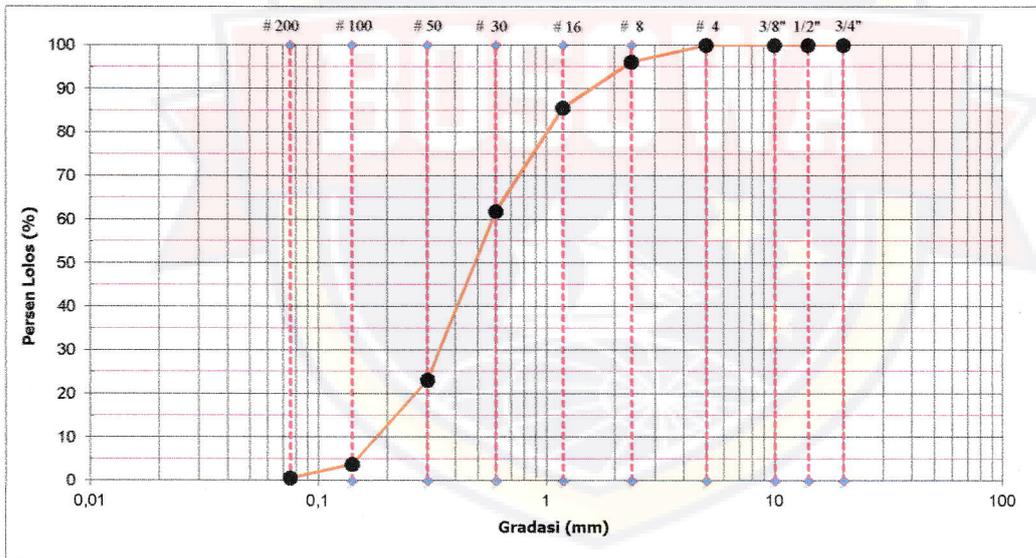
**LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN**  
**JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS BOSOWA**

**ANALISA SARINGAN AGREGAT HALUS**

Material : Pasir  
Tanggal : 15 /12/2019  
Sumber : Bili-Bili

Nama : Heri Saputra  
Pembimbing :  
1. Arman Setiawan, ST.MT  
2. Eka Yuniarto, ST.MT

Saringan No	Total : 1500			Total : 1500			Rata-rata
	Sampel	1		Sampel	2		%
	Kumulatif Tertahan	% Tertahan	% Lolos	Kumulatif Tertahan	% Tertahan	% Lolos	Lolos
3/4"	0	0	100	0	0	100	100
1/2"	0	0	100	0	0	100	100
3/8"	0	0	100	0	0	100	100
No. 4	0	0	100	0	0	100	100
No. 8	50,50	3,37	96,63	65,20	4	95,65	96,14
No. 16'	214,00	14,27	85,73	217,70	15	85,49	85,61
No. 30	596,40	39,76	60,24	547,60	37	63,49	61,87
No. 50	1358,80	90,59	9,41	947,60	63	36,83	23,12
No. 100	1492,40	99,49	0,51	1392,60	93	7,16	3,83
No. 200	1495,70	99,71	0,29	1485,30	99	0,98	0,63
Pan	1496,10	99,74	0,26	1495,60	100	0,29	0,28



Makassar, 20 Desember 2019

Diperiksa Oleh

Asisten Laboratorium Struktur dan Bahan

Marlina Alwi, ST

Diuji Oleh

Mahasiswa

Heri Saputra



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

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

Material : Batu Pecah Maksimum 20 mm  
Tanggal : 15 /12/2019  
Sumber : Bili-Bili

Nama : Heri Saputra  
Pembimbing :  
1. Arman Setiawan, ST.MT  
2. Eka Yuniarto, ST.MT

		A	B	Rata-Rata
Berat Benda Uji Kering Oven	$B_k$	2477,60	2478,50	2478,05
Berat Benda Uji Kering - Permukaan Jenuh	$B_j$	2536,10	2535,60	2535,85
Berat Benda Uji dalam Air	$B_a$	1537,00	1544,40	1540,70

		A	B	Rata-Rata
Berat Jenis ( Bulk )	$\frac{B_k}{B_j - B_a}$	2,48	2,50	2,49
Berat Jenis Kering - Permukaan Jenuh	$\frac{B_j}{B_j - B_a}$	2,54	2,56	2,55
Berat Jenis Semu ( Apparent )	$\frac{B_k}{B_k - B_a}$	2,63	2,65	2,64
Penyerapan ( Absorption )	$\frac{B_j - B_k}{B_k} \times 100\%$	2,36	2,30	2,33

Makassar, 20 Desember 2019

Diperiksa Oleh  
Asisten Laboratorium Struktur dan Bahan

Marlina Alwi, ST

Diuji Oleh  
Mahasiswa

Heri Saputra



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

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

Material : Pasir  
Tanggal : 15 /12/2019  
Sumber : Bili-Bili

Nama : Heri Saputra  
Pembimbing :  
1. Arman Setiawan, ST.MT  
2. Eka Yuniarto, ST.MT

	A	B	Rata - rata
Berat benda uji kering - permukaan jenuh	500,00	500,00	500,00
Berat benda uji kering oven $B_k$	490,70	491,20	490,95
Berat Píknometer diisi air (25°C) $B$	657,20	656,60	656,90
Berat píknometer + benda uji (SSD) $B_t$	966,90	967,80	967,35

	A	B	Rata - rata
Berat jenis ( Bulk ) $\frac{B_k}{(B + 500 - B_t)}$	2,58	2,60	2,59
Berat jenis kering - permukaan jenuh $\frac{500}{(B + 500 - B_t)}$	2,63	2,65	2,64
Berat jenis semu ( Apparent ) $\frac{B_k}{(B + B_k - B_t)}$	2,71	2,73	2,72
Penyerapan ( Absorption ) $\frac{(500 - B_k)}{B_k} \times 100\%$	1,90	1,79	1,84

Makassar, 20 Desember 2019

Diperiksa Oleh

Asisten Laboratorium Struktur dan Bahan

Marlina Alwi, ST

Diuji Oleh

Mahasiswa

Heri Saputra



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

**PEMERIKSAAN LOLOS SARINGAN NO.200 AGREGAT KASAR**

Material : Batu Pecah Maksimum 20 mm  
Tanggal : 15 /12/2019  
Sumber : Bili-Bili

Nama : Heri Saputra  
Pembimbing :  
1. Arman Setiawan, ST.MT  
2. Eka Yuniarto, ST.MT

			i	ii
Berat benda uji sebelum dicuci	gram	A	2000,20	2000,20
Berat benda uji setelah dicuci	gram	B	1994,30	1996,30
Berat Lumpur	gram	$C = (A - B)$	5,90	3,90
Kadar Lumpur	%	$(C/A) * 100$	0,29	0,19
Kadar Lumpur Rata- rata		%	0,24	

Makassar, 20 Desember 2019

Diperiksa Oleh

Diuji Oleh

Asisten Laboratorium Struktur dan Bahan

Mahasiswa

Marlina Aiwi, ST

Heri Saputra



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

**PEMERIKSAAN LOLOS SARINGAN NO.200 AGREGAT HALUS**

Material : Pasir  
Tanggal : 15/12/2019  
Sumber : Bili-Bili

Nama : Heri Saputra  
Pembimbing :  
1. Arman Setiawan, ST.MT  
2. Eka Yuniarto, ST.MT

			I	II
Berat benda uji sebelum dicuci	gram	A	1005,00	1002,20
Berat benda uji setelah dicuci	gram	B	955,90	960,30
Berat Lumpur	gram	C ( A - B )	49,10	41,90
Kadar Lumpur	%	(C/A)*100	4,89	4,18
Kadar Lumpur Rata- rata	%		4,53	

Makassar, 20 Desember 2019

Diperiksa Oleh

Diuji Oleh

Asisten Laboratorium Struktur dan Bahan

Mahasiswa

Marlina Alwi, ST

Heri Saputra



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

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

Material : Batu Pecah Maksimum 20 mm  
Tanggal : 15 /12/2019  
Sumber : Bili-Bili

Nama : Heri Saputra  
Pembimbing :  
1. Arman Setiawan, ST.MT  
2. Eka Yuniarto, ST.MT

			I	II
Berat benda uji	gram	A	1000,8	1000,8
Berat benda uji kering oven	gram	B	991,2	993
Berat Air	gram	$C = (A - B)$	9,6	7,8
Kadar Air	%	$(C/B) \cdot 100$	0,97	0,79
Kadar Air Rata- rata	%		0,88	

Makassar, 20 Desember 2019

Diperiksa Oleh

Asisten Laboratorium Struktur dan Bahan

Marlina Alwi, ST

Diuji Oleh

Mahasiswa

Heri Saputra





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

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

Material : Pasir  
Tanggal : 15 /12/2019  
Sumber : Bili-Bili

Nama : Heri Saputra  
Pembimbing :  
1. Arman Setiawan, ST.MT  
2. Eka Yuniarto, ST.MT

			i	ii
Berat benda uji	gram	A	500,7	500,6
Berat benda uji kering oven	gram	B	477,9	477,7
Berat Air	gram	$C = (A - B)$	22,8	22,9
Kadar Air	%	$(C/B) * 100$	4,77	4,79
Kadar Air Rata- rata		%	4,78	

Makassar, 20 Desember 2019

Diperiksa Oleh

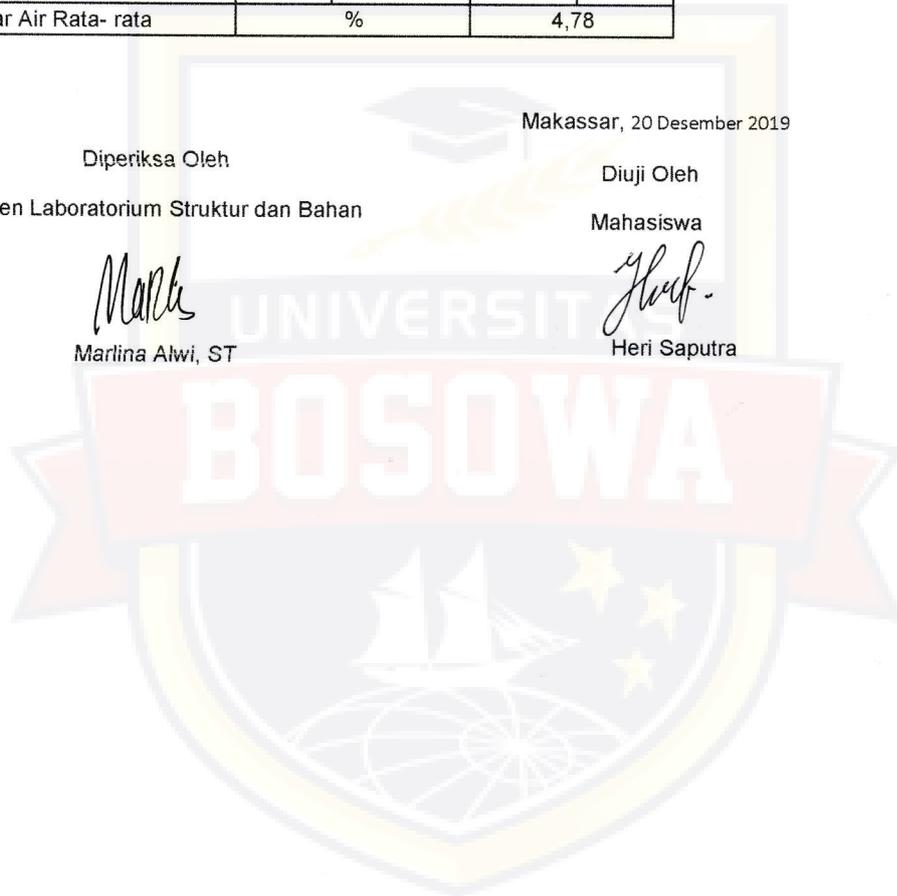
Asisten Laboratorium Struktur dan Bahan

Marlina Alwi, ST

Diuji Oleh

Mahasiswa

Heri Saputra





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

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

Material : Batu Pecah Maksimum 20 mm  
Tanggal : 15 /12/2019  
Sumber : Bili-Bili

Nama : Heri Saputra  
Pembimbing :

1. Arman Setiawan, ST.MT  
2. Eka Yuniarto, ST.MT

Lepas

Nomor Benda Uji		I	II
Berat Container (A)	(gr)	7482	7482
Berat Container + Agregat (B)	(gr)	12395	12350
Berat Agregat ( C ) = (B) - (A)	(gr)	4913	4868
Volume Container (D)	(cm <sup>3</sup> )	3046,96	3046,96
Berat Isi Agregat = $\frac{(C)}{(D)}$	(gr/cm <sup>3</sup> )	1,612	1,598
Berat Isi Rata-rata Agregat		1,605	

Padat

Nomor Benda Uji		I	II
Berat Container (A)	(gr)	7482	7482
Berat Container + Agregat (B)	(gr)	12655	12590
Berat Agregat ( C ) = (B) - (A)	(gr)	5173	5108
Volume Container (D)	(cm <sup>3</sup> )	3046,96	3046,96
Berat Isi Agregat = $\frac{(C)}{(D)}$	(gr/cm <sup>3</sup> )	1,698	1,676
Berat Isi Rata-rata Agregat		1,687	

Diperiksa Oleh

Asisten Laboratorium Struktur dan Bahan

Marina Alwi, ST

Makassar, 20 Desember 2019

Diuji Oleh

Mahasiswa

Heri Saputra



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

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

Material : pasir  
Tanggal : 15 /12/2019  
Sumber : Bili-Bili

Nama : Heri Saputra  
Pembimbing :  
1. Arman Setiawan, ST.MT  
2. Eka Yuniarto, ST.MT

Lepas

Nomor Benda Uji		I	II
Berat Container (A)	(gr)	7482	7482
Berat Container + Agregat (B)	(gr)	11790	11780
Berat Agregat ( C ) = (B) - (A)	(gr)	4308	4298
Volume Container (D)	(cm <sup>3</sup> )	3046,96	3046,96
Berat Isi Agregat = $\frac{(C)}{(D)}$	(gr/cm <sup>3</sup> )	1,414	1,411
Berat Isi Rata-rata Agregat		1,412	

Padat

Nomor Benda Uji		I	II
Berat Container (A)	(gr)	7482	7482
Berat Container + Agregat (B)	(gr)	12215	12140
Berat Agregat ( C ) = (B) - (A)	(gr)	4733	4658
Volume Container (D)	(cm <sup>3</sup> )	3046,96	3046,96
Berat Isi Agregat = $\frac{(C)}{(D)}$	(gr/cm <sup>3</sup> )	1,553	1,529
Berat Isi Rata-rata Agregat		1,541	

Diperiksa Oleh

Makassar, 20 Desember 2019

Asisten Laboratorium Struktur dan Bahan

Diuji Oleh

Marlina Alwi, ST

Mahasiswa

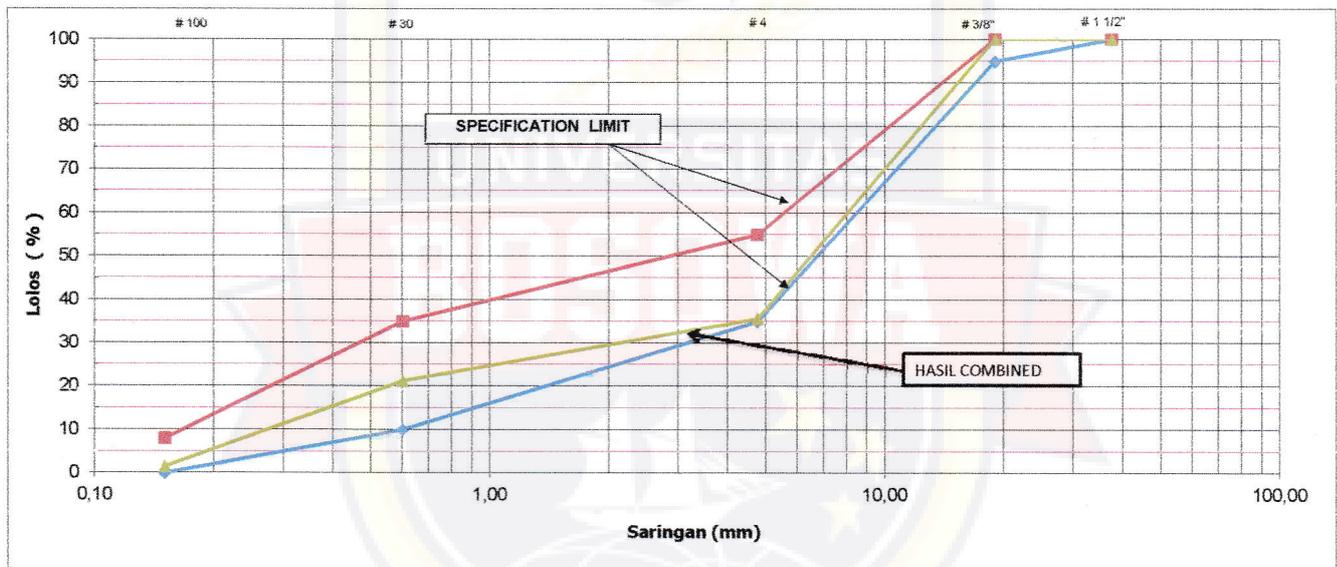
Heri Saputra



**GRADASI PENGGABUNGAN AGREGAT**  
**( COMBINED )**  
**( ASTM C 33-93 / SNI ASTM C136-2012 )**

No. Saringan	Gradasi Agregat Individu (Rata - Rata)				Gradasi Penggabungan Agregat BETON ( Maksimum Nominal 20 mm )											Spesifikasi 2010 Revisi 3	
	a	b	c	d	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI		
1 1/2"	100	100			100,0												100
3/8"	100,00	100			100,0												95 - 100
No. 4	2,40	100			35,6												35 - 55
No. 30	0,19	61,87			21,2												10 - 35
No. 100	0,14	3,83			1,4												0 - 8

Rasio Komposisi Agregat (% Terhadap Total Agregat)	a. Batu pecah 1-2 cm	66															
	b. Pasir	34															
Total Luas Permukaan Agregat (M <sup>2</sup> / KG)																	





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

Material : Batu Pecah Ukuran Maks 20 mm

**REKAPITULASI HASIL PENGAMATAN**

NO.	KARAKTERISTIK AGREGAT	HASIL PENGAMATAN	INTERVAL	KETERANGAN
1	Kadar Lumpur	0.24%	Maks 1%	Memenuhi
2	Kadar Air	0.88%	0.5% - 2%	Memenuhi
3	Berat isi		1.6-1.9 kg/liter	
	- Berat isi lepas	1,61 kg/liter	-	Memenuhi
	- Berat isi padat	1,69 kg/liter	-	Memenuhi
4	Absorpsi	2.33%	Maks 4%	Memenuhi
5	- Bj. Curah	2,49	1,6 - 3,3	Memenuhi
	- Bj. SSD	2,55	1,6 - 3,3	Memenuhi
	- Bj. Semu	2,64	1,6 - 3,3	Memenuhi

Makassar, 20 Desember 2019

Mengetahui

Diperiksa Oleh

Kepala Laboratorium Struktur dan Bahan

Asisten Laboratorium Struktur dan Bahan

Eka Yuniarto, ST.MT

Marlina Alwi, ST



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

Material : Pasir

**REKAPITULASI HASIL PENGAMATAN**

NO.	KARAKTERISTIK AGREGAT	HASIL PENGAMATAN	INTERVAL	KETERANGAN
1	Kadar Lumpur	4.53%	Maks 5%	Memenuhi
2	Kadar Air	4.78%	3% - 5%	Memenuhi
3	Berat Isi		1.4-1.9 kg/liter	
	Berat Isi lepas	1,41 kg/liter	-	Memenuhi
	Berat Isi padat	1,54 kg/liter	-	Memenuhi
4	Absorpsi	1.84%	Maks 2%	Memenuhi
5	- Bj. Curah	2,59	1,6 - 3,3	Memenuhi
	- Bj. SSD	2,64	1,6 - 3,3	Memenuhi
	- Bj. Semu	2,72	1,6 - 3,3	Memenuhi

Makassar, 20 Desember 2019

Mengetahui

Diperiksa Oleh

Kepala Laboratorium Struktur dan Bahan

Asisten Laboratorium Struktur dan Bahan

Eka Yuniarto, ST. MT

Marlina Alwi, ST



**RANCANG CAMPURAN BETON  
(CONCRETE MIX DESIGN)**

Material : Rancangan Campuran Beton (Mix Design) Normal  
Tanggal : 20 Desember 2019

**Data :**

Slump	8±2 cm
Kuat tekan yang disyaratkan (Silinder)	20,0 Mpa
Deviasi Standar (Sr)	- kg/cm <sup>2</sup>
Nilai Tambah (Margin)	7 Mpa
Kekuatan rata-rata yang ditargetkan	27 Mpa
Faktor Air Semen Bebas (Fas)	0,54 (Grafik)
Faktor Air Semen Maksimum	0,60 (Tabel)
Kadar Air Bebas	205 kg/m <sup>3</sup>
Kadar Semen Maksimum	379,63 kg/m <sup>3</sup>
Kadar Semen Minimum	275 (Tabel)
Berat Isi Beton	2350 (Grafik)
Berat Agregat Gabungan	1765,37 kg/m <sup>3</sup>
Berat Agregat Halus	600,23 kg/m <sup>3</sup>
Berat Agregat Kasar	1165,14 kg/m <sup>3</sup>
Berat Jenis Gabungan	2,58 kg/m <sup>3</sup>

a. Menentukan deviasi standar

Berdasarkan nilai kuat tekan yang disyaratkan yaitu (silinder), maka :

$$\text{Deviasi standar (Sr)} = - \text{ kg/cm}^2 = - \text{ MPa} > 4 \text{ MPa}$$

b. Menghitung nilai tambah (margin)

Tabel 5.3.22 SNI 2847- 2013

$$M = 70 \quad \text{Karena di bawah 21 Mpa}$$

c. Menghitung kuat tekan rata-rata

$$f'_{c_r} = f_c + M$$

$$f'_{c_r} = 20 + 7 = 27 \text{ Mpa}$$

d. Penetapan Faktor Air Semen

Besar faktor air semen (fas) diambil dari grafik

$$\text{- berdasarkan kuat tekan rata-rata (f'_{c_r})} = 0,540 \quad (\text{berdasarkan grafik korelasi fas dan f'_{c_r})}$$

e. Penetapan kadar air bebas

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

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

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

$$\text{Kadar air bebas} = (2/3 \times Wf) + (1/3 \times Wc)$$

$$= (2/3 \times 195) + (1/3 \times 225)$$

$$= 205 \text{ kg/m}^3 \text{ beton}$$

f. Penetapan kadar semen

$$\text{Kadar semen Maks} = \frac{\text{Kadar air bebas (Wf)}}{\text{Faktor air semen (fas)}} = \frac{205}{0,540} = 379,63 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Kadar semen minimum} = 275 \text{ kg/m}^3 \text{ beton} \quad (\text{diperoleh dari tabel} \Rightarrow \text{Terlindung dari Hujan dan terik matahari langsung})$$

g. Berat jenis gabungan agregat

$$\text{Bj. Gabungan} = \text{a. Bj. Spesifik SSD pasir} + \text{b. Bj. Spesifik SSD kerikil 1-2}$$

$$\text{Bj. Gabungan} = 0,340 \times 2,64 + 0,66 \times 2,55 = 2,58 = 2,6$$

h. Berat volume beton segar

Berdasarkan nilai bj. Gabungan 2.6 dan kadar air bebas 205 kg/m<sup>3</sup> (grafik), maka diperoleh :

$$\text{Berat volume beton segar} = \frac{2350}{2,6} = 903,85 \text{ kg/m}^3$$

i. Berat total agregat (pasir+kerikil)

Berat total agregat = Berat Volume Beton Segar - Kadar Air Bebas - Kadar Semen Maksimum

$$\begin{aligned} \text{Berat total agregat} &= 2350 - 205 - 379,63 = 1765,37 \text{ kg/m}^3 \text{ beton} \\ \text{Berat pasir} &= 34,0\% \times 1765,37 = 600,23 \text{ kg/m}^3 \text{ beton} \\ \text{Berat kerikil 1-2} &= 66,0\% \times 1765,37 = 1165,14 \text{ kg/m}^3 \text{ beton} \\ \text{Jumlah} &= 1765,37 \text{ kg/m}^3 \text{ beton} \end{aligned}$$

k. Hasil mix design SSD karakteristik agregat

Sebelum Koreksi

$$\begin{aligned} \text{Air (Wa)} &= 205,00 \text{ kg/m}^3 \\ \text{Semen (Ws)} &= 379,63 \text{ kg/m}^3 \\ \text{Pasir (B}_{SSDP}) &= 600,23 \text{ kg/m}^3 \\ \text{Kerikil 1-2 (B}_{SSDK}) &= 1165,14 \text{ kg/m}^3 \\ \text{Jumlah} &= 2350,00 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

Sesudah Koreksi

( Untuk semen, tidak dikoreksi)

$$\begin{aligned} \text{Air (Wa)} &= 204,32 \text{ kg/m}^3 \\ \text{Semen (Ws)} &= 379,63 \text{ kg/m}^3 \\ \text{Pasir (B}_{SSDP}) &= 617,87 \text{ kg/m}^3 \\ \text{Kerikil 1-2(B}_{SSDK}) &= 1148,19 \text{ kg/m}^3 \\ \text{Jumlah} &= 2350,00 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

l. Koreksi campuran beton untuk pelaksanaan

$$\begin{aligned} \text{Koreksi Air} &= \text{Jumlah Air} - (\text{Kadar Air Pasir} - \text{Absorpsi Pasir}) \times \frac{(\text{Jumlah Pasir})}{100} \\ &\quad - (\text{Kadar Air Kerikil 1-2} - \text{Absorpsi Kerikil 1-2}) \times \frac{(\text{Jumlah Kerikil 1-2})}{100} \\ &= 205 - (4,78 - 1,84) \times \frac{(600,23)}{100} \\ &\quad - (0,88 - 2,33) \times \frac{(1165,14)}{100} \\ &= 205 - 17,64 - 16,96 \\ &= 204,32 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Koreksi Pasir} &= \text{Jumlah Pasir} + (\text{Kadar Air Pasir} - \text{Absorpsi Pasir}) \times \frac{(\text{Jumlah Pasir})}{100} \\ &= 600,23 + (4,78 - 1,84) \times \frac{(600,23)}{100} \\ &= 617,8662 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Koreksi BP} &= \text{Jumlah Kerikil} + (\text{Kadar Air Kerikil 1-2} - \text{Absorpsi Kerikil 1-2}) \times \frac{(\text{Jumlah Kerikil 1-2})}{100} \\ &= 1165,14 + (0,88 - 2,33) \times \frac{(1165,14)}{100} \\ &= 1148,19 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

Perencanaan mix design adalah sebagai berikut :

BAHAN BETON	BERAT/M <sup>3</sup> BETON (kg)	VOLUME BENDA UJI	BERAT UTK 20 SAMPEL (kg)
Air	204,32	0,1060	21,65
Semen	379,63	0,1060	40,23
Pasir	617,87	0,1060	65,48
Bp Maks 20	1148,19	0,1060	121,68

Perhitungan Volume Benda Uji

Silinder 15 cm x 30 cm

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

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

$$V = 0,00530 \text{ m}^3 \text{ (Untuk 1 Benda Uji)}$$

$$V = 0,00530 \times 20$$

$$V = 0,10598 \text{ m}^3 \text{ ( Untuk 20 Benda Uji)}$$



# 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 : 20-01-2020

Di Uji : Laboratorium Bahan Struktur dan Bahan  
Diperiksa : Marlina Alwi ST

No Benda Uji	Tanggal Pembuatan	Perbandingan Campuran	Slump ( cm )	Berat ( kg )	Diameter ( cm )	Tinggi ( cm )	Luas	Umur ( hari )	Beban Maksimum	Kekuatan Tekan	Target benda uji Silinder ( 28 hari )	
		Semen : Pasir : Keikil					Permukaan ( cm <sup>2</sup> )		( KN )	( N / mm <sup>2</sup> )		
1	22/12/2019	1:1.7:3	8	12.379	15	30	176.786	28	390	22.1	20	
2	22/12/2019	1:1.7:3	8	12.435	15	30	176.786	28	410	23.2	20	
3	22/12/2019	1:1.7:3	8	12.439	15	30	176.786	28	385	21.8	20	
4	22/12/2019	1:1.7:3	8	12.435	15	30	176.786	28	395	22.3	20	
5	22/12/2019	1:1.7:3	8	12.510	15	30	176.786	28	350	19.8	20	
6	22/12/2019	1:1.7:3	9	12.205	15	30	176.786	28	390	22.1	20	
7	22/12/2019	1:1.7:3	9	12.420	15	30	176.786	28	405	22.9	20	
8	22/12/2019	1:1.7:3	9	12.397	15	30	176.786	28	400	22.6	20	
9	22/12/2019	1:1.7:3	9	12.513	15	30	176.786	28	400	22.6	20	
10	22/12/2019	1:1.7:3	9	12.329	15	30	176.786	28	415	23.5	20	
11	22/12/2019	1:1.7:3	9	12.625	15	30	176.786	28	400	22.6	20	
12	22/12/2019	1:1.7:3	9	12.383	15	30	176.786	28	500	28.3	20	
13	22/12/2019	1:1.7:3	9	12.309	15	30	176.786	28	385	21.8	20	
14	22/12/2019	1:1.7:3	9	12.416	15	30	176.786	28	390	22.1	20	
15	22/12/2019	1:1.7:3	9	12.400	15	30	176.786	28	375	21.2	20	
16	22/12/2019	1:1.7:3	8	12.375	15	30	176.786	28	390	22.1	20	
17	22/12/2019	1:1.7:3	8	12.490	15	30	176.786	28	400	22.6	20	
18	22/12/2019	1:1.7:3	8	12.350	15	30	176.786	28	375	21.2	20	
19	22/12/2019	1:1.7:3	8	12.475	15	30	176.786	28	380	21.5	20	
20	22/12/2019	1:1.7:3	8	12.500	15	30	176.786	28	400	22.6	20	
									Jumlah	7935	448.8	
									Rata - Rata	397	22.4	

Standar Deviasi

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

S = 1.804

Kekuatan Tekan Rata Rata

f'c	=	fcr'	-	1.34	S		Pers I
f'c	=	fcr'	-	2.33	S	+	3.5 Pers II

Persamaan I

f'c	=	fcr'	-	1.3	x	S	
	=	22.4	-	1.34	x	1.804	
	=	22.4	-	2.418			
	=	20.0		Mpa			

Persamaan II

f'c	=	fcr'	-	2.3	x	S	+	3.5
	=	22.4	-	2.3	x	1.804	+	3.5
	=	21.739		Mpa				

Keterangan

- Gunakan nilai terbesar

Faktor Modifikasi untuk 20 Sampel = 1.08

f <sub>c</sub>	=	21.739	/	1.08
f <sub>c</sub>	=	20.128		Mpa

Disetujui  
Kepala Laboratorium Struktur dan Bahan Jalar

Eka Yuniarto, ST, MT



**DOKUMENTASI BETON NORMAL**



**KEGIATAN MEMPERSIAPKAN MATERIAL AGREGAT HALUS DAN AGREGAT KASAR SEBELUM PENGUJIAN ANALISA SARINGAN**



**PENGUJIAN ANALISA SARINGAN**



**Pengujian Berat Jenis Agregat Kasar**



**Pengujian Berat Jenis Agregat Halus**



**Pengujian berat isi agregat kasar**



**Pengujian berat isi agregat Halus**



**Pengujian kadar air Agregat Kasar Dan Halus**



## Proses pembuatan benda uji Beton Normal



Penimbangan Agregat untuk pencampuran Beton Normal



Mempersiapkan Silinder Diameter 15 cm, Tinggi 30 cm



**Proses Mix Material beton normal**



**Pengambilan Nilai Slump Test beton normal**



**Pengisian Cetakan Benda Uji**



**Perendaman Beton Normal**



**Hasil Salah Satu Kuat Tekan Beton Normal**



**Contoh Keretakan Setelah Pengujian Kuat Tekan**

## Proses Pembuatan Benda Uji Beton Variasi



Penimbangan Agregat Untuk Pencampuran Beton Variasi



Penimbangan Lem Putih PVAc



**Mepersiapkan air**



**Pencampuran Lem putih PVAc ke dalam Air**



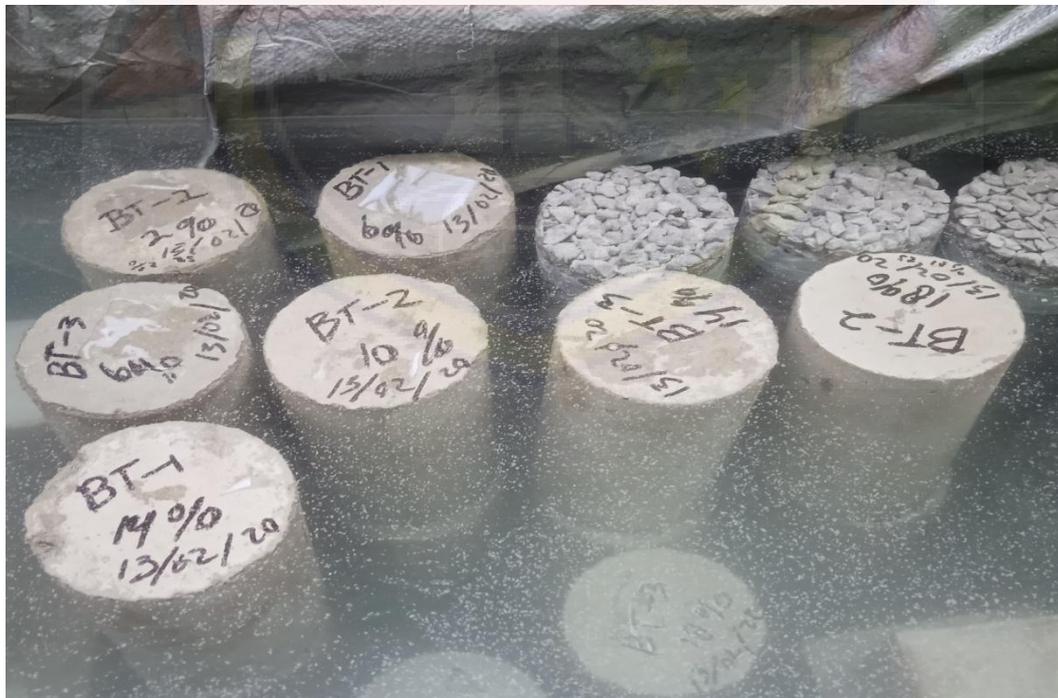
**Memasukan Campuran Lem Putih PVAc ke Mesin Pengaduk**



**Pengambilan Nilai Slump test Beton Variasi**



Benda Uji sebelum direndam



Masa Perendaman



**Penimbangan Benda Uji sebelum pengepungan**



**Pengepungan Benda Uji Beton Variasi**



**Pengujian Kuat Tekan Beton Variasi**



**Hasil Salah Satu Kuat Tekan Beton Variasi**



**Hasil Salah Satu Kuat Tekan Beton Variasi**



**Contoh Hasil Keretakan Setelah Kuat Tekan**

