

TUGAS AKHIR

**PENGARUH TEPUNG SAGU SEBAGAI BAHAN REDUKSI SEMEN TERHADAP  
KUAT TEKAN BETON DENGAN DAN TANPA ZAT TAMBAH**



Disusun Oleh :

**FAJAR PERKASA R**

**4515041045**

PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL

JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

2022



**LEMBAR PENGESAHAN SEMINAR TUTUP  
TUGAS AKHIR**

Judul : **“Pengaruh Kadar Tepung Sagu Sebagai Bahan Reduksi Semen Terhadap Kuat Tekan Beton Dengan Dan Tanpa Zat Tambah”**

Disusun Dan Diajukan Oleh :

N a m a : **Fajar Perkasa Ramdhan**

No.Stambuk : **45 15 041 045**

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Pada Program Studi Teknik Sipil / Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar

Telah Disetujui Oleh Komisi Pembimbing :

Pembimbing I : **Dr. Ir. H. Syahrul Sariman, MT** (.....)

Pembimbing II : **Dr. Ir. Hj. Hijriah, MT.** (.....)

Makassar, 18 Agustus 2022

Mengetahui :

Dekan Fakultas Teknik  
Universitas Bosowa Makassar



**(Dr. Ir. H. Nasrullah, ST, MT.)**  
NIDN: 09 080773 01

Ketua Program Studi Teknik Sipil  
Universitas Bosowa Makassar



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



**LEMBAR PENGESAHAN**

Berdasarkan surat keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar No.A.1203/FT/UNIBOS/VIII/2022 Tanggal 18 Agustus 2022, Perihal Pengangkatan panitia dan tim penguji Tugas Akhir, maka pada :

Hari / Tanggal : Jumat / 19 Agustus 2022  
N a m a : FAJAR PERKASA RAMDHAN  
No.Stambuk : 45 15 041 045  
Judul Tugas Akhir : "PENGARUH TEPUNG SAGU SEBAGAI  
BAHAN REDUKSI SEMEN TERHADAP  
KUAT TEKAN BETON DENGAN DAN TANPA  
ZAT TAMBAH"

Telah diterima dan disahkan oleh Panitia Tugas Akhir Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar setelah dipertahankan di depan tim penguji ujian sarjana strata satu (S-1) untuk memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar.

**TIM PENGUJI TUGAS AKHIR**

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

Sekretaris (Ex. Officio) : Dr. Ir. Hj. Hijriah, ST. MT

Anggota : Ir. Arman Setiawan, ST. MT

Ir. Eka Yuniarto, ST. MT

Makassar, Agustus 2022

Mengetahui :

Dekan Fakultas Teknik  
Univ. Bosowa Makassar

Dr. H. Nasrullah, ST. MT  
NIDN.09-08077301

Ketua Program Studi / Jurusan Sipil  
Univ. Bosowa Makassar

Dr. Ir. A. Rumpang Yusuf, MT.  
NIDN.00-010585-02

**SURAT PERNYATAAN**  
**KEASLIAN DAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR**

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : **FAJAR PERKASA RAMDHAN**  
Nomor Stambuk : **45 15 041 045**  
Program Studi : **Teknik Sipil**  
Judul Tugas Akhir : **PENGARUH TEPUNG SAGU SEBAGAI BAHAN REDUKSI SEMEN TERHADAP KUAT TEKAN BETON DENGAN DAN TANPA ZAT TAMBAH**

mengatakan dengan sebenarnya bahwa

1. Tugas akhir yang saya tulis ini merupakan hasil karya saya sendiri dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.
2. Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya tidak keberatan apabila Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa menyimpan, mengalihmediakan / mengalihformatkan, mengelola dalam bentuk data base, mendistribusikan dan 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 pelanggaran hak cipta dalam tugas akhir ini.

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

Makassar, Agustus 2022

Yang membuat pernyataan

  
**(FAJAR PERKASA R)**

**45 15 041 045**

**PENGARUH TEPUNG SAGU SEBAGAI BAHAN REDUKSI SEMEN  
TERHADAP KUAT TEKAN BETON DENGAN DAN TANPA ZAT  
TAMBAH**

**ABSTRAK**

Beton merupakan salah satu pilihan bahan konstruksi dalam hal pembangunan yang menuntut adanya peningkatan kekuatan beton pada saat ini. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan perbandingan campuran beton normal dan beton yang menggunakan bahan tambah tepung sagu dan juga mendapatkan kuat tekan beton yang terbaik pada beton normal dan beton yang menggunakan bahan tambah tepung sari sagu. Metode perencanaan campuran dalam penelitian ini adalah metode DOE. Hasil pengujian kuat tekan dengan penambahan tepung sagu 5% 10% dan 15% memiliki nilai kuat tekan sebesar 21,99 Mpa, 22,08 Mpa 20,85 Mpa masuk dalam mutu beton yang disyaratkan yaitu mutu beton K225.

**Kata Kunci** : Kuat Tekan Beton, Tepung Sagu.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah yang telah memberikan kesehatan dan kelancaran dalam penulisan seminar tugas akhir ini yang berjudul **“Pengaruh Tepung Sagu Sebagai Bahan Reduksi Semen Terhadap Kuat Tekan Beton Dengan Dan Tanpa Zat Tambah ”**. Tugas akhir ini disusun berdasarkan hasil penelitian dan pengujian yang dilakukan di laboratorium Beton Universitas Bosowa Makassar.

Laporan ini disusun untuk melengkapi syarat-syarat dalam menyelesaikan Mata Kuliah Seminar Tugas Akhir Pada Program Studi Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa

Dalam penyusunan laporan ini tentunya tidak terlepas dari kesulitan-kesulitan dan masalah, namun berkat bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak maka kesulitan-kesulitan dan masalah tersebut dapat teratasi. Untuk itu pada kesempatan ini disampaikan terima kasih kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberi kesehatan dan petunjuk.
2. Kedua Orang Tua dan saudara-saudara tercinta yang telah memberikan dukungan moral dan materi serta pengorbanan dan doa yang selalu mengiringi tiap langkah penulis hingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Dr. Ir. H. Syahrul Sariman, MT. sebagai pembimbing I yang sudah meluangkan waktunya untuk membimbing dan

mengarahkan penulis sehingga terselesainya penyusun Tugas Akhir ini.

4. Ibu Dr. Ir. Hj. Hijriah, M.T sebagai pembimbing II yang sudah meluangkan waktunya untuk membimbing dan mengarahkan penulis sehingga terselesainya penyusun Tugas Akhir ini.
5. Bapak Dekan, Para Wakil Dekan dan Staf Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar.
6. Bapak Dr. Ir. Andi Rumpang Yusuf, M.T. sebagai Ketua Jurusan Sipil beserta staf dan dosen pada Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Bosowa Makassar.
7. Teman-teman Angkatan 2015 Teknik Sipil Universitas Bosowa Makassar yang telah berjuang bersama, saling menyemangati, dan menghibur dalam penyelesaian Tugas Akhir ini..
8. Terutama kepada diri sendiri yang telah berjuang dan bertahan melewati berbagai tantangan dan rintangan.
9. Serta Pihak-pihak lain yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu yang telah memberikan sedikit atau banyak andil dan doa kepada saya dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini.


Penyusun menyadari akan segala kekurangan dan keterbatasan penulis sebagai manusia biasa, maka penulis dengan tangan terbuka

menerima segala saran dan kritik yang membangun guna penyempurnaan tugas akhir ini.

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

Makassar, Agustus 2022

Penulis





## DAFTAR ISI

JUDUL.....	i
LEMBAR PENGAJUAN SEMINAR TUTUP.....	ii
ABSTRAK .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL .....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR LAMPIRAN .....	xi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang .....	I-1
1.2. Rumusan Masalah .....	I-2
1.3. Tujuan dan manfaat penelitian .....	I-3
1.3.1. Tujuan Penelitian .....	I-3
1.3.2. Manfaat Penelitian .....	I-3
1.4. Ruang Lingkup dan Batasan Masalah .....	I-3
1.4.1. Ruang lingkup .....	I-3
1.4.2. Batasan Masalah .....	I-4
1.5. Sistematika Penulisan .....	I-5
<b>BAB II KAJIAN PUSTAKA</b>	
2.1. Tinjauan Umum.....	II-1
2.1.1 Pengertian Beton .....	II-1

2.1.2	Sifat-Sifat Beton .....	I-3
2.1.3	Kelompok Beton.....	II-7
2.1.4	Keunggulan Beton.....	II-11
2.2.	Bahan-Bahan Penyusun Beton .....	II-13
2.2.1	Semen Portland .....	II-13
2.2.2	Agregat .....	II-18
2.2.3	Air .....	II-20
2.3.	Bahan Tambah Penyusun Beton.....	II-21
2.3.1	Bahan Tambah .....	II-21
2.3.2	Tepung Sagu.....	II-21
2.3.3	Asam Sitrat .....	II-22
2.3.4	SIKA .....	II-24
2.4.	Pengujian Karakteristik Agregat .....	II-25
2.4.1	Kadar Air .....	II-25
2.4.2	Kadar Lumpur .....	II-25
2.4.3	Berat Isi.....	II-26
2.4.4	Berat Jenis dan Penyerapan Untuk Agregat Kasar .....	II-26
2.4.5	Analisa saringan.....	II-28
2.5.	Perencanaan Campuran (Mix Design).....	II-29
2.6.	Uji slmp .....	II-42
2.7.	Uji Kuat Tekan Beton .....	II-43
2.8.	Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kuat Tekan Beton.....	II-44
2.9.	Penelitian Terdahulu .....	II-46

### **BAB III METODE PENELITIAN**

3.1.	Bagan Alir Penelitian.....	I-1
3.2.	Waktu dan Lokasi Penelitian .....	III-2
3.3.	Tahapan Penelitian .....	III-2
3.4.	Variabel Penelitian .....	III-5
3.4.1	Notasi dan Jumlah Sampel .....	III-6
3.5.	Metode Analisa .....	III-6
3.5.1	Analisi Spesifikasi Karakteristik Agregat.....	III-6
3.5.2	Hubungan Kadar Tepung Sagu Dengan Kuat Tekan .....	III-7

### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1	Hasil pengujian. ....	IV-1
4.1.1	Karakteristik Agregat. ....	IV-1
4.1.2	Gradasi Gabungan Agregat. ....	IV-2
4.1.3	Mix Desing. ....	IV-3
4.1.4	Pengujian slump test. ....	IV-4
4.1.5	Hasil Kuat Tekan Beton Normal. ....	IV-5
4.1.6	Hasil Kuat Tekan Beton Variasi. ....	IV-7
4.2	Pembahasan. ....	IV-8
4.2.1	Pengaruh Penambahan Tepung Sagu Dengan dan Tanpa Zat Tambah Terhadap Kuat Tekan Beton .....	IV-8

**BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

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

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN**



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pembangunan yang semakin masiv di Indonesia menyebabkan kebutuhan akan teknologi konstruksi semakin dibutuhkan pada era sekarang ini. Salah satu material yang paling utama dibutuhkan dalam bidang kontruksi yaitu beton.

Kelebihan beton adalah dapat mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan konstruksi. Selain itu pula beton juga memiliki kekuatan mumpuni, tahan terhadap temperatur yang tinggi dan biaya pemeliharaan yang murah. Limbah pertanian, khususnya pertanian konservatif dari masyarakat lokal, setiap tahun terus bertambah karena minimnya pemanfaatan limbah (Kristianto, 2017). Ampas sagu merupakan salah satu limbah padat sisa pemerasan pati sagu (Kristianto, 2013). Didaerah Palopo merupakan daerah penghasil sagu tetapi pemanfaatan sagu sendiri sebagai bahan tambah pada campuran beton belumlah ada yang menggunakannya. Hal inilah yang melatarbelakangi mengapa dipilihnya material tepung sagu sebagai bahan tambah untuk dijadikan sebagai campuran beton. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan perbandingan campuran beton normal dan beton yang menggunakan bahan tambah tepung sagu dan juga mendapatkan kuat tekan beton yang terbaik pada beton normal dan beton yang menggunakan bahan tambah tepung sagu.

Dari permasalahan diatas penulis mencoba memanfaatkan tepung sago sendiri sebagai bahan tambah pada campuran beton, maka penelitian ini berjudul:

**“Pengaruh Kadar Tepung Sagu Sebagai Bahan Reduksi Semen Terhadap Kuat Tekan Beton Dengan Dan Tanpa Zat Tambah”**

**1.2 Rumusan Masalah**

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

1. Bagaimana cara memperoleh beton normal dengan kuat tekan ( $f_c$ ) 20 MPa.
2. Bagaimana pengaruh kadar tepung sago sebagai bahan reduksi semen terhadap kuat tekan beton.
3. Bagaimana pengaruh asam sitrat dan sika terhadap kuat tekan beton

**1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian**

**1.3.1 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini antara lain:

1. Untuk memperoleh nilai kuat tekan beton normal ( $f_c$ ) 20 MPa
2. Untuk Mengidentifikasi pengaruh kadar tepung sago sebagai bahan reduksi semen terhadap kuat tekan beton dengan dan tanpa zat tambah .

## **1.3.2 Manfaat Penelitian**

### **1. Manfaat Teoritis**

Adapun manfaat teoritis dari penulisan ini adalah:

- a. Memberikan sumbangan ilmiah dalam ilmu teknik sipil, yaitu membuat inovasi dalam pembuatan beton.
- b. Sebagai pijakan dan referensi pada penelitian - penelitian selanjutnya yang berhubungan dengan beton

### **2. Manfaat Praktis**

Adapun manfaat Praktis dari penulisan ini adalah :

- a. Bagi penulis

Dapat menambah wawasan dan pengalaman langsung tentang inovasi dalam pembuatan beton.

## **1.4 Pokok Bahasan dan Batasan Masalah**

### **1.4.1 Pokok Bahasan**

Pokok bahasan dalam penelitian ini meliputi:

1. Melakukan pengujian karakteristik agregat bahan penyusun beton.
2. Membentuk benda uji dengan tepung sagu sebagai bahan tambah
3. Membuat pengujian beton variasi.
4. Melakukan pengujian kuat tekan beton pada umur 28 hari

#### 1.4.2 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini antara lain:

1. Tidak meneliti kadar kandungan kimia yang terdapat dalam tepung sagu
2. Mutu beton kontrol (beton normal) 20 MPa.
3. *Curing* beton dilakukan selama 28 hari.
4. Bahan penyusun beton terdiri atas semen, batu pecah, pasir, tepung sagu dan juga air.
5. Tidak dilakukan pengujian keausan agregat.

#### 1.5 Sistematika Penulisan

Secara garis besar sistematika penulisan yang dapat disajikan sebagai berikut:

##### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini menguraikan latar belakang penulisan, rumusan masalah, tujuan dan manfaat, serta sistematika penulisan.

##### **BAB II KAJIAN PUSTAKA**

Bab ini berusaha menguraikan dan membahas bahan yang relevan dengan pokok bahasan study, sebagai dasar untuk mengkaji permasalahan yang ada dan menyiapkan landasan teori.

##### **BAB III METODE PENELITIAN**

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



## **BAB IV PEMBAHASAN DAN HASIL PENELITIAN**

Merupakan analisa hasil penelitian dan pembahasan yang meliputi penyajian hasil penelitian kuat tarik, kuat lentur dan pembahasan hasil penelitian.

## **BAB V PENUTUP**

Merupakan Bab yang terdiri dari kesimpulan akhir dari seluruh rangkaian penelitian dan pembahasan serta saran-saran bagi perbaikan, penggunaan dan pengembangan hasil penelitian.

## BAB II

### KAJIAN PUSTAKA

#### 2.1 Tinjauan Umum

##### 2.1.1 Pengertian Beton

Nama asing dari beton adalah *concrete*, diambil dari gabungan prefiks bahasa Latin *com*, yang artinya bersama-sama, dan *crescere* (tumbuh), yang maksudnya kekuatan yang tumbuh karena adanya campuran zat tertentu. Beton pada umumnya merupakan campuran dari tiga komponen, yaitu bahan yang mengikat seperti kapur atau semen, agregat, dan air. Untuk mendapatkan tujuan khusus atau sifat-sifat tertentu, beton di tambah dengan satu atau lebih admixture sebagai komponen keempat dalam campuran. Dalam campuran beton, air dan semen membentuk perekat atau matriks yang mana sebagai tambahan mengisi kekosongan agregat halus, melapisi permukaan agregat halus dan kasar, dan mengikat mereka bersama-sama. (Tjokrodimulyo, 2007)

Pengertian beton sendiri adalah merupakan campuran yang homogen antara semen, air dan agregat. Karakteristik beton adalah mempunyai tegangan hancur tekan yang tinggi serta tegangan hancur tarik yang rendah. Beton merupakan fungsi dari bahan penyusunnya yang terdiri dari bahan semen hidrolis (*Portland cement*), agregat kasar, agregat halus, air, dan bahan tambah (*admixture atau additive*). Sampai saat ini beton masih menjadi pilihan utama dalam pembuatan struktur. Selain karena

kemudahan dalam mendapatkan material penyusunnya, hal itu juga disebabkan oleh penggunaan tenaga yang cukup besar sehingga dapat mengurangi masalah penyediaan lapangan kerja. Hal yang menjadi pertimbangan pada proses produksinya berupa kekuatan tekan yang tinggi dan kemudahan pengerjaannya, serta kelangsungan proses pengadaan beton. Pada umumnya, beton mengandung rongga udara sekitar 1% - 2%, pasta semen (semen dan air) sekitar 25% - 40%, dan agregat (agregat halus dan agregat kasar) sekitar 60% - 75%. Untuk mendapatkan kekuatan yang baik, sifat dan karakteristik dari masing-masing bahan penyusun tersebut perlu dipelajari. Sifat beton yang meliputi : mudah diaduk, di salurkan, di cor, di padatkan dan diselesaikan, tanpa menimbulkan pemisahan bahan susunan adukan dan mutu beton yang disyaratkan oleh konstruksi tetap dipenuhi. (Tri Mulyono, 2003)

Beton merupakan bahan yang mempunyai kuat tekan yang cukup besar, kekuatan beton dipengaruhi oleh faktor air semen, tingkat pemadatan, jenis semen, jenis agregat dan perawatan. Namun beton memiliki kuat tarik yang rendah, pada elemen struktur yang betonnya mengalami tegangan tarik diperkuat dengan batang baja tulangan sehingga terbentuk suatu struktur komposit, yang kemudian dikenal dengan sebutan beton bertulang. Kuat tekan beton sangat diperhitungkan hampir pada semua perencanaan konstruksi beton.

Agar dihasilkan kuat desak beton yang sesuai dengan rencana diperlukan *mix design* untuk menentukan jumlah masing-masing bahan

susun yang dibutuhkan. Disamping itu, adukan beton harus diusahakan dalam kondisi yang benar-benar homogen dengan kelecakan tertentu agar tidak terjadi segregasi. Selain perbandingan bahan susunnya, kekuatan beton ditentukan oleh padat tidaknya campuran bahan penyusun beton tersebut. Semakin kecil rongga yang dihasilkan dalam campuran beton, maka semakin tinggi kuat desak beton yang dihasilkan.

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

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

#### **1. Kemampuan Dikerjakan (workability)**

Sifat workability merupakan ukuran dari tingkat kemudahan mengaduk bahan-bahan beton secara bersama, sampai menghasilkan adukan yang bersifat sedemikian rupa sehingga adukan mudah untuk diangkut, dituang, dicetak, dan dipadatkan menurut tujuan pekerjaan tanpa terjadi perubahan yang menimbulkan kesukaran dan menurunkan mutu beton. Kemampuan dikerjakan dapat diukur dari kekental dengan menggunakan alat slump (slump test) yang berbentuk kerucut terpancung. Pengambilan nilai slump tergantung dari jenis pengerjaan beton.

#### **2. Sifat Ketahanan Beton (Durability)**

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

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

### 3. Sifat Kedap Air

Beton mempunyai kecenderungan mengandung rongga-rongga yang diakibatkan oleh adanya gelembung udara pada saat pengecoran. Rongga udara ini akan membentuk saluran-saluran kapiler mengakibatkan air dapat merusak dari luar kedalam atau tembus kebeton. Jika saluran-saluran kapiler itu tidak tertutup kembali, sifat beton tersebut tidak kedap air. Jadi untuk membuat beton yang kedap air, beton harus dibuat sepadat mungkin dan perbandingan air semen harus direduksi seminimal mungkin untuk keperluan hidrasi semen.

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

- a. Perbandingan air dan semen dalam campuran beton (mutu dan porositas).

- b. Kepadatan (hasil pemadatan/penggetaran dengan vibrator).
- c. Selalu cukup air pada saat curing (4 minggu), umur beton bertambah, kepadatan air turun.
- d. Gradasi agregat (memenuhi spesifikasi).

#### 4. Kuat Beton

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

Faktor-faktor yang mempengaruhi kuat tekan beton, yaitu:

- a. Jenis semen dan kualitasnya
- b. Jenis dan kondisi agregat
- c. Tingkat perawatan
- d. Pengaruh suhu
- e. Umur beton itu sendiri.

#### 5. Kekenyalan

Beton sebenarnya bukan merupakan benda kental, dimana grafik deformasi (Stress Strength) beton yang telah mengeras dengan sempurna akan menunjukkan garis miring agak tegak lurus sampai mencapai tegangan kerja maksimum. Penentuan modulus kekentalan beton biasanya dilakukan pada pembebanan maksimum 50%. Biasanya beton yang memiliki kuat tekan tinggi, memiliki angka modulus kental yang tinggi.

## 6. Rangkak

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

- a. Perpendekan yang dapat kembali semula. Perpendekan ini erat hubungannya dengan kekenyalan.
- b. Perpendekan yang terus bertambah atau kalau beban dibebaskan, akan berubah sebagian, perpendekan ini disebabkan oleh penurunan pori-pori dalam. Aliran dari pasta semen, pergerakan Kristal dalam agregat dan terjadinya tekanan air dari gelombang semen karena adanya tekanan. Sifat rangkak ini perlu dipertimbangkan bagi konstruksi yang terus menerus mendapat beban.

## 7. Penyusutan

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

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

## 8. Sifat Panas Beton

Sifat panas beton diakibatkan karena hydrasi semen oleh air, terutama pada beton yang tebal, panas terkonsentrasi dalam beton. Untuk menghindari panas yang berlebihan, maka diusahakan :

- a. Penggunaan semen minimum dengan memenuhi persyaratan (kekuatan tetap terpenuhi).
- b. Penggunaan semen type V akan mengurangi panas hydras

## 9. Berat Beton

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

### 2.1.3 Kelompok Beton

#### 1. Beton berdasarkan kelas dan mutu beton.

Kelas dan mutu beton ini, di bedakan menjadi 3 kelas, yaitu :

- a. Beton kelas I adalah beton untuk pekerjaan-pekerjaan non struktural. Untuk pelaksanaannya tidak diperlukan keahlian khusus. Pengawasan mutu hanya dibatasi pada pengawasan ringan terhadap mutu bahan-bahan, sedangkan terhadap kekuatan tekan tidak disyaratkan pemeriksaan. Mutu kelas I dinyatakan dengan  $B_0$ .
- b. Beton kelas II adalah beton untuk pekerjaan-pekerjaan struktural secara umum. Pelaksanaannya memerlukan keahlian yang



cukup dan harus dilakukan di bawah pimpinan tenaga-tenaga ahli. Beton kelas II dibagi dalam mutu-mutu standar B<sub>1</sub>, K 125, K 175, dan K 225.

- c. Beton kelas III adalah beton untuk pekerjaan-pekerjaan struktural yang lebih tinggi dari K 225. Pelaksanaannya memerlukan keahlian khusus dan harus dilakukan di bawah pimpinan tenaga-tenaga ahli. Disyaratkan adanya laboratorium beton dengan peralatan yang lengkap serta dilayani oleh tenaga-tenaga ahli yang dapat melakukan pengawasan mutu beton secara kontinu.

Adapun pembagian beton ini, dapat dilihat dalam tabel 2.1 berikut ini:

Tabel 2.1 Kelas dan Mutu Beton

Kelas	Mutu	$\sigma'_{bk}$ (Kg/cm <sup>3</sup> )	$\sigma'_{bm}$ (Kg/cm <sup>3</sup> )	Tujuan	Pengawasan terhadap mutu kekuatan agregat tekan	
I	B0	-	-	Non Struktural	Ringan	Tanpa
II	B1	-	-	Struktural	Sedang	Kontinu
	K 125	125	200	Struktural	Ketat	Kontinu
	K 175	175	250	Struktural	Ketat	Kontinu
	K 225	225	200	Struktural	Ketat	Kontinu
III	K >225	>225	>300	Struktural	Ketat	Kontinu

(Sumber: Mulyono T, 2003)

2. Berdasarkan jenisnya, beton dibagi menjadi 6 jenis, yaitu :

a. Beton ringan

Beton ringan merupakan beton yang dibuat dengan bobot yang lebih ringan dibandingkan dengan bobot beton normal. Agregat yang digunakan untuk memproduksi beton ringan pun merupakan agregat ringan juga. Agregat yang digunakan umumnya merupakan hasil dari pembakaran shale, lempung, slates, residu slag, residu batu bara dan banyak lagi hasil pembakaran vulkanik. Berat jenis agregat ringan sekitar 1900 kg/m atau berdasarkan kepentingan penggunaan strukturnya berkisar antara 1440-1850 kg/m<sup>3</sup>, dengan kekuatan tekan umur 28 hari lebih besar dari 17,2 Mpa.

b. Beton normal

Beton normal adalah beton yang menggunakan agregat pasir sebagai agregat halus dan split sebagai agregat kasar sehingga mempunyai berat jenis beton antara 2200 kg/m<sup>3</sup> – 2400 kg/m<sup>3</sup> dengan kuat tekan sekitar 15 – 40 Mpa.

c. Beton berat

Beton berat adalah beton yang dihasilkan dari agregat yang memiliki berat isi lebih besar dari beton normal atau lebih dari 2400 kg/m. Untuk menghasilkan beton berat digunakan agregat yang mempunyai berat jenis yang besar.

d. Beton massa (*mass concrete*)

Dinamakan beton massa karena digunakan untuk pekerjaan beton yang besar dan masif, misalnya untuk bendungan, kanal, pondasi, dan jembatan.

*e. Ferro-cement*

Ferro-Cement adalah suatu bahan gabungan yang diperoleh dengan cara memberikan suatu tulangan yang berupa anyaman kawat baja sebagai pemberi kekuatan tarik dan daktil pada mortar semen.

*f. Beton serat (Fibre concrete)*

Beton serat (fibre concrete) adalah bahan komposit yang terdiri dari beton dan bahan lain berupa serat. Serat dalam beton ini berfungsi mencegah retak-retak sehingga menjadikan beton lebih daktil daripada beton normal.

#### **2.1.4 Keunggulan Beton**

Dari pemakaiannya yang begitu luas maka dapat diduga sejak dini bahwa struktur beton mempunyai banyak keunggulan dibanding material yang lain:

1. Ketersediaan (availability) material dasar.
  - a. Agregat dan air pada umumnya bisa didapat dari lokasi setempat. Semen pada umumnya juga dapat dibuat di daerah setempat, bila tersedia. Dengan demikian, biaya pembuatan relatif lebih murah karena semua bahan bisa didapat di dalam

negeri, bahkan bisa setempat. Bahan termahal adalah semen, yang bisa diproduksi di dalam negeri.

- b. Tidak demikian halnya dengan struktur baja, karena harus dibuat di pabrik, apalagi kalau masih harus impor. Pengangkutan menjadi masalah tersendiri bila proyek berada di tempat yang sulit untuk dijangkau, sementara beton akan lebih mudah karena masing-masing material bisa diangkut sendiri.
- c. Ada masalah lain dengan struktur kayu. Meskipun problemnya tidak seberat struktur baja, namun penggunaannya secara massal akan menyebabkan masalah lingkungan, sebagai salah satu penyebab utama kerusakan hutan.

2. Kemudahan untuk digunakan (versatility).

- a. Pengangkutan bahan mudah, karena masing-masing bisa diangkut secara terpisah.
- b. Beton bisa dipakai untuk berbagai struktur, seperti bendungan, pondasi, jalan, landasan bandar udara, pipa, perlindungan radiasi, insulator panas. Beton ringan bisa dipakai untuk blok panel. Beton arsitektural bisa untuk keperluan dekoratif.
- c. Beton bertulang bisa dipakai untuk berbagai struktur yang lebih berat, seperti jembatan, gedung, tandon air, bangunan maritim, landasan pacu pesawat terbang, kapal dan sebagainya.

3. Kemampuan beradaptasi (adaptability)

- a. Beton bersifat monolit sehingga tidak memerlukan sambungan seperti baja.
  - b. Beton dapat dicetak dengan bentuk dan ukuran berapapun, misalnya pada struktur cangkang (shell) maupun bentuk-bentuk khusus 3 dimensi.
  - c. Beton dapat diproduksi dengan berbagai cara yang disesuaikan dengan situasisekitar. Dari cara sederhana yang tidak memerlukan ahli khusus (kecuali beberapa pengawas yang sudah mempelajari teknologi beton), sampai alat modern di pabrik yang serba otomatis dan terkomputerisasi. Metode produksi modern memungkinkan industri beton yang profesional.
  - d. Konsumen energi minimal per kapasitas jauh lebih rendah dari baja, bahkan lebih rendah dari proses pembuatan batu bata.
4. Kebutuhan pemeliharaan yang minimal.
- Secara umum ketahanan (durability) beton cukup tinggi, lebih tahan karat, sehingga tidak perlu dicat seperti struktur baja, dan lebih tahan terhadap bahaya kebakaran.

## **2.2 Bahan-Bahan Penyusunan Beton Normal**

### **2.2.1 Semen Portland**

Semen Portland adalah bahan konstruksi yang paling banyak digunakan dalam perkejaan beton. Menurut ASTM C-150 1985, semen Portland didefinisikan sebagai semen hidrolik 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.

Menurut *ASTM C150*, semen Portland dibagi menjadi lima tipe, yaitu:

Tipe I : *Ordinary Portland Cement (OPC)*, semen untuk penggunaan umum, tidak memerlukan persyaratan khusus (panas hidrasi, ketahanan terhadap sulfat, kekuatan awal).

Tipe II : *Moderate Sulphate Cement*, semen untuk beton yang tahan terhadap sulfat sedang dan mempunyai panas hidrasi sedang.

Tipe III : *High Early Strength Cement*, semen untuk beton dengan kekuatan awal tinggi (cepat mengeras).

Tipe IV : *Low Heat of Hydration Cement*, semen untuk beton yang memerlukan panas hidrasi rendah, dengan kekuatan awal rendah.

Tipe V : *High Sulphate Resistance Cement*, semen untuk beton yang tahan terhadap kadar sulfat tinggi.

Semen merupakan bahan ikat yang penting dan banyak digunakan dalam pembangunan fisik disektor konstruksi sipil. Semen yang digunakan untuk pekerjaan beton harus disesuaikan dengan rencana kekuatan dan spesifikasi teknik yang diberikan. Semen Portland dibuat dari serbuk halus mineral kristalin yang komposisi utamanya adalah kalsium dan almunium silikat. Penambahan air pada mineral ini menghasilkan suatu pasta yang jika mongering akan mempunyai kekuatan seperti batu. Berat jenis yang dihasilkan berkisar antara 3.12 dan 3.16 dan berat volume sekitar 1500

kg/cm<sup>3</sup>. Bahan utama pembentuk semen Portland adalah kapur (CaO), silica (SiO<sub>3</sub>), alumina (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), sedikit magnesia (MgO), dan terkadang sedikit alkali. Untuk dapat mengontrol komposisinya, terkadang ditambah oksida besi, sedangkan gypsum (CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O) ditambahkan untuk mengatur waktu ikat semen.

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

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

Hasil pengujian kimia dan pengujian fisika dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Spesifikasi Semen Portland Komposit (PCC)

Jenis Pengujian	Satuan	SNI 15-7064 - 2004	Semen Tonasa (PCC)
<b>Pengujian Kimia</b>			
SO <sub>3</sub>		Max 4,0	2,16
MgO		Max 6,0	0,97
Hilang Pijar		Max 5,0	1,98
<b>Pengujian Fisika</b>			
Kehalusan - Dengan alat <i>Belaine</i> - Sisa diatas ayakan 0,045 mm	<i>m<sup>2</sup>/Kg</i> %	Min 280 -	365 9,0
Waktu Pengikatan ( <i>Alat Vicast</i> ) Setting awal Setting akhir	<i>Menit</i> <i>Menit</i>	Min 45 Max 375	120 300
Kekekalan dengan <i>Autoclave</i> Pemuaiian Penyusutan	% %	Max 0,8 Max 0,2	- 0,02
Kuat Tekan 3 Hari 7 Hari 28 Hari	<i>Kg/cm<sup>2</sup></i> <i>Kg/cm<sup>2</sup></i> <i>Kg/cm<sup>2</sup></i>	Min 125 Min 200 Min 200	185 263 410
Panas hidrasi 7 Hari 28 Hari	<i>Cal/gr</i> <i>Cal/gr</i>	Max 12 - -	2,75 6,00 72,21
Kandungan udara mortar	%	Max 12	5,25

(Sumber: PT. Semen Tonasa)



Selain semen Portland di atas, juga terdapat beberapa jenis semen lain:

1. *Blended Cement* (Semen Campur)

Semen campur dibuat karena dibutuhkannya sifat-sifat khusus yang tidak dimiliki oleh semen Portland. Untuk mendapatkan sifat khusus tersebut diperlukan material lain sebagai pencampur. Jenis semen campur:

- a) *Portland Pozzolan Cement* (PPC)
- b) *Portland Blast Furnace Slag Cement*
- c) *Semen Mosony*
- d) *Portland Composite Cement* (PCC)

2. *Water Proofed Cement*

*Water proofed cement* adalah campuran yang homogen antara semen Portland dengan "*Water proofing agent*", dalam jumlah yang kecil.

3. *White Cement* (Semen Putih) Semen putih dibuat untuk tujuan dekoratif, bukan untuk tujuan konstruktif.

4. *High Alumina Cement*

*High alumina cement* dapat menghasilkan beton dengan kecepatan pengerasan yang cepat dan tahan terhadap serangan sulfat, asam akan tetapi tidak tahan terhadap serangan alkali.

5. Semen Anti Bakteri

Semen anti bakteri adalah campuran yang homogen antara semen Portland dengan "*anti bacterial agent*" seperti *germicide*.

### 2.2.2 Agregat

Mengingat bahwa agregat menempati 70-75% dari total volume beton maka kualitas agregat sangat berpengaruh terhadap kualitas beton. Dengan agregat yang baik, beton dapat dikerjakan (*workable*), kuat, tahan lama (*durable*), dan ekonomis. Agregat yang digunakan dalam campuran beton dapat berupa agregat alam atau agregat buatan (*artificial aggregates*). Secara umum, agregat dapat dibedakan berdasarkan ukurannya, yaitu agregat kasar dan agregat halus. Agregat yang baik dalam pembuatan beton harus memenuhi persyaratan, yaitu (*PBI, 1971*):

1. Harus bersifat kekal, berbutir tajam dan kuat.
  2. Tidak mengandung lumpur lebih dari 5 % untuk agregat halus dan 1 % untuk agregat kasar.
  3. Tidak mengandung bahan-bahan organik dan zat-zat yang reaktif alkali, dan Harus terdiri dari butir-butir yang keras dan tidak berpori.
1. Agregat halus (pasir)
- Agregat Halus (pasir) adalah hasil disintegrasi alami batuan atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu. Syarat agregat halus adalah:
- a. Berupa pasir yang berfungsi sebagai bahan pengisi, harus bebas dari bahan organik dan lempung.
  - b. Tersaring dalam ukuran 4-100, gradasi berukuran  $n < 100$  dapat merusak campuran beton.

- c. Tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% terhadap berat kering.



Gambar 2.1 Pasir

## 2. Agregat Kasar (Batu Pecah)

Agregat Kasar adalah hasil disintegrasi alami batuan pecah atau bahan yang diperoleh dari industri pemecah batu. Syarat agregat kasar adalah:

- a. Agregat kasar memiliki partikel lebih besar daripada 4,75 mm.
- b. Harus berbutir keras dan tidak berpori.
- c. Tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1% dari berat kering.
- d. Tidak boleh mengandung zat yang dapat merusak beton seperti alkali.
- e. Butirannya harus bervariasi, tajam, kuat dan bersudut.



Gambar 2.2 Batu Pecah

### 2.2.3 Air

Air merupakan komponen penting dari campuran beton yang memegang peranan penting dalam bereaksi dengan semen dan mendukung terbentuknya kekuatan pasta semen. Kualitas air mempengaruhi kekuatan beton, maka kemurnian dan kualitas air untuk campuran beton perlu mendapat perhatian. Secara umum, untuk campuran beton diperlukan air yang memenuhi standar air minum. Tujuan utama dari penggunaan air adalah agar terjadi hidrasi, yaitu reaksi kimia yang terjadi antara semen dan air yang menyebabkan campuran tersebut menjadi keras setelah lewat beberapa waktu tersebut. Air untuk perawatan dan pembuatan beton tidak boleh mengandung minyak, asam, alkali, garam, bahan-bahan organik, atau bahan lain yang dapat merusak beton atau tulangnya. Sebaiknya digunakan air bersih, tidak berasa, tidak berbau, dan dapat diminum. Air yang dipergunakan harus memenuhi syarat sebagai berikut:

- a. Tidak mengandung lumpur dan benda melayang lainnya yang lebih dari 2 gram/liter.

- b. Tidak mengandung garam atau asam yang dapat merusak beton, zat organik dan sebagainya lebih dari 15 gram per liter.
- c. Tidak mengandung klorida (Cl) lebih dari 1 gram per liter.
- d. Tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gram per liter.

Faktor air semen (*water cement ratio*) adalah perbandingan berat air bebas dengan berat semen. Faktor air semen merupakan faktor pengaruh dalam pasta semen. Air yang berlebihan dapat menyebabkan banyaknya gelembung air setelah proses hidrasi selesai sedangkan air yang terlalu sedikit akan menyebabkan proses hidrasi tidak tercapai seluruhnya sehingga akan mempengaruhi kekuatan beton.

## **2.3 Bahan Tambah Penyusun Beton**

### **2.3.1 Bahan Tambah**

Bahan tambah merupakan bahan selain unsur pokok bahan dalam pembentukan beton konvensional (air, semen, dan agregat) yang ditambahkan kedalam adukan campuran material penyusun beton sebelum, selama atau setelah proses pencampuran. Bahan tambah ini biasanya ditambahkan kedalam campuran bertujuan untuk mengubah sifat-sifat beton dalam keadaan segar maupun setelah mengeras. Penelitian ini menggunakan tepung sari sagu.

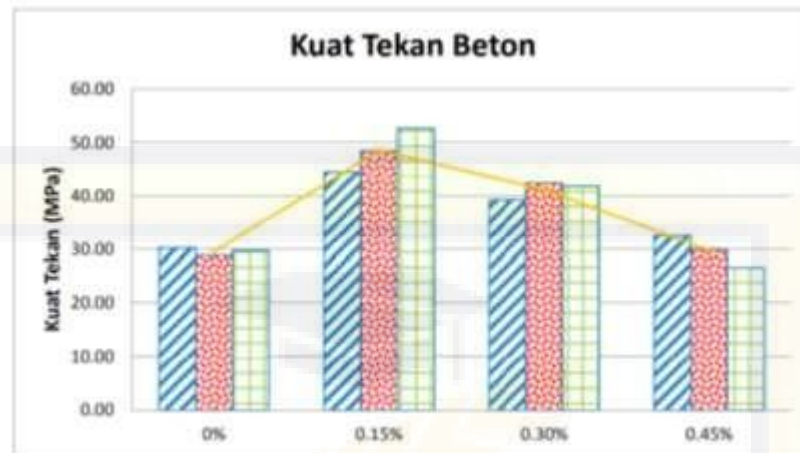
### **2.3.2 Sagu**

Sagu merupakan tanaman yang asalnya asli dari Indonesia. Diyakini bahwa pusat asal sagu adalah sekitar Danau Sentani,

Kabupaten Jayapura, Papua (Balai Penelitian Bioteknologi Perkebunan Indonesia, 2008). Areal sagu di Indonesia merupakan areal sagu terbesar di dunia, yaitu sekitar 1,128 juta ha, yang tersebar pada beberapa daerah, seperti daerah Salawati, Teminabuan, Bintuni, Mimika, Merauke, Wasior, Serui, Waropen, Mamberamo, Sarmi, dan Sentani. Sagu adalah tanaman tahunan yang dapat berkembang biak atau dibiakkan dengan anakan atau dengan biji.

### **2.3.3 Asam Sitrat**

Citric acid atau asam sitrat adalah asam organik lemah yang secara alami terdapat pada buah-buahan seperti jeruk, nanas dan pear (citrus). Citric acid memiliki rumus kimia  $C_6H_8O_7$  atau  $CH_2(COOH).COH(COOH).CH_2(COOH)$ . Citric acid termasuk dalam asam hydro-carboxylic (Mujiarto, 2009:25). Secara komersial menurut Ragil Widyorini, dkk. citric acid diproduksi melalui fermentasi dari bahan yang mengandung glukosa dan sukrosa (2012:61). Hasil pengujian kuat tekan beton dengan variasi penambahan citric acid 0%, 0,15%, 0,30%, dan 0,45% terhadap berat semen dapat dilihat pada Gambar 4 di bawah ini:



Gambar 4. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Dari Gambar 4 di atas dapat dilihat bahwa penambahan citric acid dengan kadar 0,00%, 0,15%, 0,30% dan 0,45% memiliki pengaruh terhadap kuat tekan beton. Pada penelitian ini nilai optimal variasi penambahan citric acid sehingga mendapatkan kuat tekan maksimal terjadi pada variasi penambahan 0,15% yaitu sebesar 48,46 MPa atau meningkat sebesar 63,72% dari beton normal (beton kontrol). Hal ini terjadi karena variasi penambahan 0,15% menghasilkan proporsi pembungkusan partikel semen yang tepat pada saat proses pembuatan beton (sesuai pembahasan pengaruh citric acid terhadap kelecakan beton segar), sehingga adonan beton tidak mengalami kelebihan air (apabila dibandingkan dengan variasi 0,30% dan 0,45%). Sebagai dampaknya adalah proses hidrasi semen pada beton variasi 0,15% berjalan dengan baik dan menghasilkan kuat tekan beton maksimal. (Joko Purnomo, Ida Nugroho Saputro, Sri Sumarni "PENGARUH PENGGUNAAN CITRIC ACID SEBAGAI RETARDER PADA BETON TERHADAP WAKTU PENGIKATAN SEMEN,

KELECAKAN BETON SEGAR DAN KUAT TEKAN BETON” : 2018)

### 2.3.4 Sika

Sika Tilefix-200 TA Sika Tilefix-200 TA adalah salah satu produk dari Sika Group. Di Indonesia sendiri anak perusahaan dari Sika Group dikenal dengan nama PT.Sika Indonesia. Sika Tilefix-200 TA merupakan Tile Adhesive polimer yang telah dikemas dengan menggabungkan semen dan pasir berkualitas dan beberapa campuran untuk menghasilkan daya rekat yang tinggi. (Mulyadi dan Domyati , 2019)

Pada penelitian terdahulu (Hendra,M.Yusuf,Gatot Setya Budi, “PEMANFAATAN BAHAN SIKA TILEFIX-200 TA SEBAGAI ADMIXTURE UNTUK BETON MUTU 25 MPA” : 2018 ) beton yang telah ditambahkan sika tilefix-200 TA sebagai admixture dalam campuran beton tersebut.

Berikut hasil uji kuat tekan beton pada penelitian ini

**Tabel 10.** Hasil kuat tekan karakteristik rata-rata (Hasil Penelitian)

Umur	Kuat Tekan Karakteristik Rata-Rata (Mpa)			
	Variasi 1	Variasi 2	Variasi 3	Variasi 4
0	0	0	0	0
3	21.935	16.623	20.145	22.266
7	31.292	23.998	21.212	24.877
14	32.483	26.687	25.297	26.702
28	39.709	31.777	30.981	34.042



## 2.4 Pengujian Karakteristik Agregat

Pengujian karakteristik agregat meliputi:

### 2.4.1 Kadar Air

Kadar air merupakan perbandingan anatar berat air yang terkandung dalam agregat dengan berat agregat dalam keadaan kering yang dinyatakan dengan persen (%). Berat air yang terkandung dalam agregat besar sekali pengaruhnya pada pekerjaan yang menggunakan agregat terutama beton. Dengan diketahuinya kadar air yang terkandung dalam agregat, maka perencanaan mix design menjadi lebih akurat karena adanya faktor koreksi kadar air campuran beton pada saat akan dilakukan pengecoran di lapangan.

Adapun rumus kadar air ditunjukkan pada persamaan 1 berikut:

$$W = \frac{W_1 - W_2}{W_2} - 100 \% \quad (1)$$

Dengan:

W : Kadar air (%)

$W_1$ : Berat agregat sebelum dioven (gr)

$W_2$  : Berat agregat setelah dioven (gr)

### 2.4.2 Kadar Lumpur

Agregat yang cocok untuk menghasilkan beton dengan mutu tinggi adalah harus bebas dari lempung, lanau dan bahan organik yang akan mengurangi kekuatannya. Adapun rumus kadar lumpur ditunjukkan pada persamaan 2 berikut:

$$W = \frac{(W_1 - W_2)}{W_1} - 100 \% \quad (2)$$

Dengan:

W : Kadar Lumpur (%)

$W_1$ : Berat agregat sebelum dioven (gr)

$W_2$  : Berat agregat setelah dioven (gr)

### 2.4.3 Berat isi

Berat isi agregat adalah perbandingan antara berat dengan volume yang ditempatinya. Menentukan berat isi agregat dapat dilakukan dalam keadaan lepas dan keadaan padat. Adapun rumus berat volume ditunjukkan pada persamaan 3 berikut:

$$\text{Berat volume agregat} = \frac{W}{V} \quad (3)$$

Dengan:

W : Berat benda uji (kg)

V : Volume wadah (liter,  $cm^3$ )

### 2.4.4 Berat Jenis dan penyerapan untuk agregat kasar

1. Berat jenis kering adalah perbandingan antara berat kering dan berat air yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu. Adapun rumus berat jenis kering ditunjukkan pada persamaan 4 berikut :

$$\text{Berat jenis kering} = \frac{c}{A-B} \quad (4)$$

Dengan:

A : Berat benda uji kondisi SSD (gr)

B : Berat benda uji kondisi SSD di air (gr)

C : Berat benda uji kering oven (gr)

2. Berat jenis permukaan (kering SSD) yaitu perbandingan antara berat kering permukaan jenuh dengan berat air yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu. Adapun rumus berat jenis permukaan ditunjukkan pada persamaan 5 berikut :

$$\text{Berat jenis kering} = \frac{A}{A-B} \quad (5)$$

Dengan:

A : Berat benda uji kondisi SSD (gr)

B : Berat benda uji kondisi SSD di air (gr)

3. Berat jenis semu adalah perbandingan antara berat agregat kering oven dengan berat air yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu. Adapun rumus berat jenis semu ditunjukkan pada persamaan 6 berikut :

$$\text{Berat jenis semu} = \frac{C}{C-B}$$

Dengan:

B : Berat benda uji kondisi SSD (gr)

C : Berat benda uji kering oven(gr)

4. Penyerapan adalah presentase yang menyatakan kebutuhan air yang akan diserap oleh agregat sehingga jenuh permukaan kering (JPK). Adapun rumus penyerapan ditunjukkan pada persamaan 7 berikut :

$$\text{Berat jenis semu} = \frac{A_c}{C} \times 100 \%$$

Dengan:

A : Berat benda uji kondisi SSD (gr)

C : Berat benda uji kering oven(gr)

#### 2.4.5 Analisa Saringan

Analisa saringan agregat adalah salah satu analisa untuk mengetahui distribusi ukuran agregat kasar dengan menggunakan ukuran saringan standar tertentu yang ditunjukkan dengan lubang saringan (mm) dan untuk menilai apakah agregat kasar yang akan digunakan cocok untuk produksi beton. Selain itu juga mendapatkan presentasi agregat kasar dalam campuran. Adapun modulus kehalusan yang diisyaratkan untuk agregat kasar yaitu 5.5 – 8.5. Adapun rumus modulus kehalusan ditunjukkan pada persamaan 8 berikut:

$$F_{kasar} = \frac{\Sigma \% \text{komulatif tertahan saringan no } 100 \text{ s / } d \text{ saringanmaks}}{100} \quad (8)$$

## 2.5 Perencanaan Campuran (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 3847 - 2013. Metode ini digunakan karena merupakan metode yang paling sederhana dengan menghasilkan hasil yang akurat. 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 structural dan kondisi setempat.

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 2.4 berikut ini.

Tabel 2.4 Faktor perkalian deviasi standar

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

Sumber : SNI – 2847 – 2013

C. Perhitungan nilai tambah (margin)

$m = 1,34 s$  MPa atau  $m = 2,33 s - 3,5$  MPa (diambil nilai yang terbesar dari kedua persamaan tersebut).

Apabila tidak tersedia catatan hasil uji terdahulu untuk perhitungan deviasi standar yang memenuhi ketentuan, maka nilai margin harus didasarkan pada tabel 2.5 berikut ini.

Tabel 2.5 Nilai margin jika data tidak tersedia untuk menetapkan nilai deviasi standar.

Persyaratan kuat tekan $f_c$ , Mpa	Margin (m), MPa
Kurang dari 21 Mpa	7,0
21 s/d 35	8,3
Lebih dari 35	10,0

Sumber: SNI – 2847 – 2013

D. Menetapkan kuat tekan rata-rata rencana.

Jika pelaksanaan tidak mempunyai catatan atau pengalaman hasil pengujian beton pada sebelumnya yang memenuhi persyaratan tersebut maka kekuatan rata-rata perlu  $f'_{cr}$  harus ditetapkan dari tabel 2.6 berikut ini.

Tabel 2.6 kekuatan rata-rata perlu jika data tidak tersedia untuk menetapkan nilai deviasi standar.

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

Sumber: SNI – 2847 – 2013

Kuat tekan beton rata-rata yang direncanakan dapat digunakan rumus:

$f'_{cr} = f'_c + M$ , dengan :  $f'_{cr}$  = kuat tekan rata-rata, dan  $M$  = Nilai tambah,  $f'_c$  = kuat tekan yang disyaratkan.

E. Menetapkan jenis semen yang digunakan dalam campuran.

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

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

Hubungan type semen, kuat tekan, umur beton dan jenis agregat dapat dilihat pada tabel 2.7 berikut ini:

Tabel 2.7 Perkiraan Kuat Tekan Beton Pada FAS 0.50

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

Sumber: *Buku Panduan Laboratorium Struktur Dan Bahan*

*Universitas 45 Makassar*

F. Menetapkan jenis agregat halus dan agregat kasar.

Penetapan jenis agregat yang akan digunakan apakah menggunakan pasir alam dan kerikil alam, atau pasir alam dan batu pecah, karena hal ini mempengaruhi kekuatan dan kadar air bebas sebagaimana diperlihatkan pada tabel 8.7 berikut ini.



Tabel 2.8 Type Agregat Dan Perkiraan Kadar Air Bebas

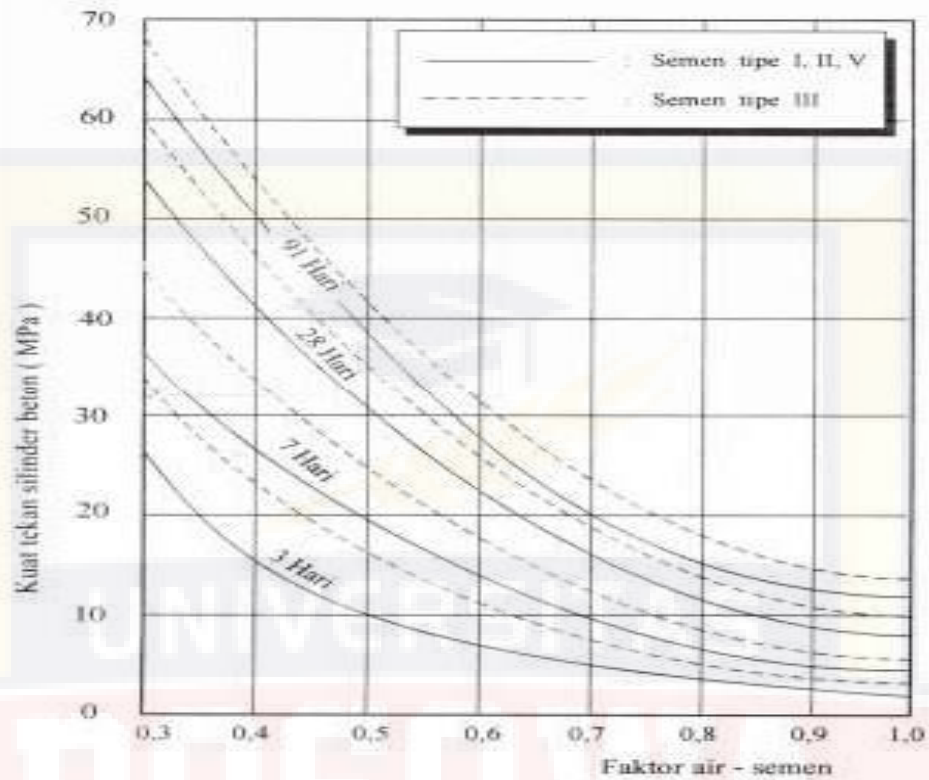
Slump (mm)		0 - 10	10 - 30	30 - 60	60 - 180
V.B (det)		12	6 - 12	3 - 6	0 - 3
Ukuran maks. Agregat (mm)	Jenis agregat	Kadar air bebas dalam (kg / m <sup>3</sup> )			
10	Alami	150	180	205	225
	Batu pecah	100	205	230	250
20	Alami	135	160	180	190
	Batu pecah	170	190	210	225
40	Alami	115	140	160	175
	Batu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

Sumber: Buku Panduan Laboratorium Struktur Dan Bahan Universitas  
45 Makassar

G. Menetapkan faktor air semen.

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

Grafik 2.1 Hubungan antara kuat tekan dan faktor air semen (benda uji selinder diameter 15 cm dan tinggi 30 cm).



Sumber: Rancang Campuran Beton SNI 03 – 2834 – 2000

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.

Penetapan nilai FAS maksimum dapat dilihat pada tabel 2.9 berikut ini.

Tabel 2.9 Persyaratan nilai FAS maksimum untuk berbagai pembeconan dilingkungan khusus.

Jenis Pembeconan	Fas Maksimum	Semen Minimum (kg/m <sup>3</sup> )
Beton didalam ruang bangunan : a. Keadaan sekeliling non-korosif. b. Keadaan sekeliling korosif akibat kondensasi atau uap korosi.	0,60 0,52	275 325
Beton diluar ruang bangunan a. Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung. b. Terlindung dari hujan dan terik matahari langsung.	0,55 0,60	325 275
Beton diluar ruang bangunan a. Mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti b. Mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah.	0,55	325
	Lihat tabel 2.10	
Beton yang selalu berhubungan dengan air tawar/payau/laut.	Lihat tabel 2.9	

Sumber: Rancang Campuran Beton SNI 03 – 2834 – 2000

Tabel 2.10 Ketentuan minimum untuk beton bertulang dalam air

Jenis beton	Kondisi lingkungan berhubungan dengan	Faktor air semen maksimum	Type semen	Kandungan semen minimum (kg/m <sup>3</sup> )	
				Agregat max	
				40mm	20mm
Bertulang atau prategang	Air tawar	0,50	Type I-V	280	300
	Air payau	0,45	Type I+pozzolan (15-40%) atau PPC	340	380
	Air laut	0,50	Type II atau V	290	330
		0,45	Type II atau V	330	370

Sumber: Rancang Campuran Beton SNI 03 – 2834 – 2000 dan

SNI – 2847 – 2013

Tabel 2.11 Ketentuan untuk beton yang berhubungan dengan air tanah yang mengandung sulfat.

No	Konsentrasi sulfat sebagai SO <sub>2</sub>			Type semen	Kandungan semen minimum berdasarkan ukuran agregat maksimum (kg/m <sup>3</sup> )			Nilai fas maks
	Dalam tanah		Sulfat (SO <sub>2</sub> ) dalam air tanah (g/l)		40 mm	20 mm	10 mm	
	Total SO <sub>2</sub> (%)	SO <sub>2</sub> dalam campuran air:tanah= 2:1 g/l						
1.	Kurang dari 0,2	Kurang dari 1,0	Kurang dari 0,3	Type I dengan atau tanpa pozzolan (15-40)%	80	300	350	0,50
2.	0,2 - 0,5	1,0 - 1,9	0,3 - 1,2	Type I	290	330	350	0,50
				Type I pozzolan (15-40%) atau PPC	270	310	360	0,55
				Type II atau type IV	250	290	340	0,55
3.	0,5 - 1,0	1,9 - 3,1	1,2 - 2,5	Type I pozzolan (15-40%) / PPC	240	380	430	0,45
				Type II atau type V	290	330	380	0,50
4.	1,0 - 2,0	3,1 - 5,6	2,5 - 5,0	Type II atau type V	330	370	420	0,45
5.	Lebih dari 2,0	Lebih dari 5,6	Lebih dari 5,0	Type II atau type V dengan lapisan pelindung	330	370	420	0,45

Sumber: Rancang Campuran Beton SNI 03 – 2834 – 2000

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

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 2.7.

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 :

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

K. Penetapan kadar semen (kg / m<sup>3</sup>) beton.

Penetapan kadar semen perlu per m<sup>3</sup> beton (kg/m<sup>3</sup>) 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 :

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

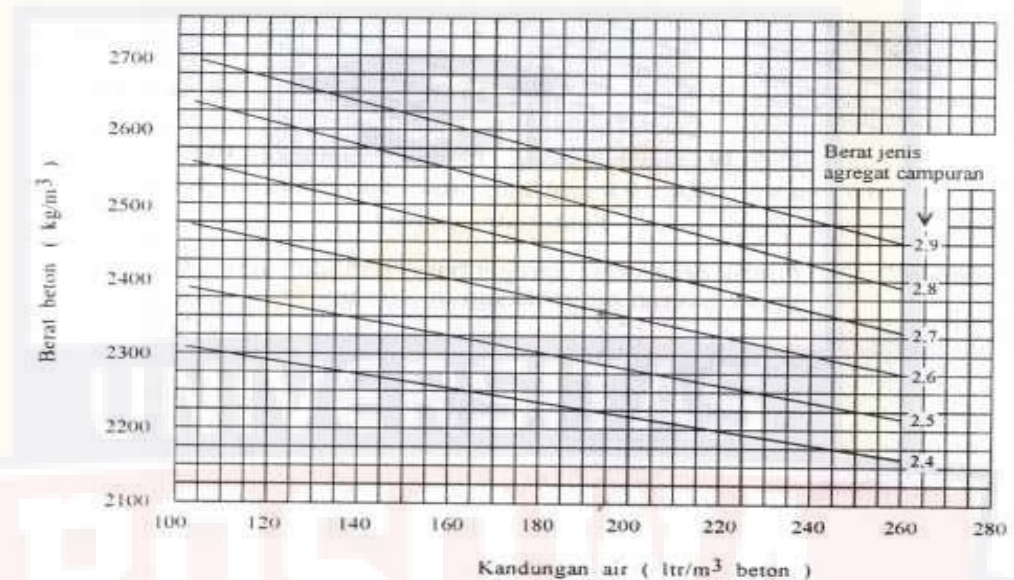
Dimana : a% = persentase penggabungan agregat halus terbaik

= b% = persentase penggabungan agregat kasar terbaik

M. Penentuan berat volume beton segar (basah).

Untuk memperkirakan berat volume basah beton digunakan gambar 2.2 yaitu grafik hubungan antara berat volume basah beton, kadar air bebas, dan berat jenis gabungan SSD yang dinyatakan dalam bentuk grafik berikut.

Grafik 2.2 Grafik hubungan kadar air, berat jenis gabungan dan berat beton.



N. 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 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )

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

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

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

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

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

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

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

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

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

P. Koreksi campuran beton.

Untuk penyesuaian takaran berat agregat sesuai kondisinya pada saat akan dicampur, maka perlu dikoreksi agar pengambilan agregat untuk dicampur dapat langsung diambil. Dimaksudkan koreksi tersebut adalah koreksi terhadap kadar air sesaat agregat (kondisi agregat tidak selamanya SSD seperti pada hasil campuran teoritis).

Koreksi campuran beton ada dua macam sebagai berikut:

- Koreksi secara eksak (rasional)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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)

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)



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

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

$$\text{Semen} = Ws$$

$$\text{Pasir} = BLp$$

$$\text{Kerikil} = BLk$$

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

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

- Koreksi cara pendekatan (estimate)

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

Koreksi tersebut adalah:

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

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

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

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

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

## 2.6 Uji Slump

Uji slump adalah suatu uji empiris/metode yang digunakan untuk menentukan konsistensi/kekakuan (dapat dikerjakan atau tidak) dari

campuran beton segar (*fresh concrete*) untuk menentukan tingkat workabilitynya. Kekakuan dalam suatu campuran beton menunjukkan berapa banyak air yang digunakan. Untuk itu uji slump menunjukkan apakah campuran beton kekurangan, kelebihan, atau cukup air.

Dalam suatu adukan / campuran beton, kadar air sangat diperhatikan karena menentukan tingkat workabilitynya atau tidak. Campuran beton yang terlalu cair akan menyebabkan mutu beton rendah, dan lama mengering. Sedangkan campuran beton yang terlalu kering menyebabkan adukan tidak merata dan sulit untuk dicetak.

Tabel 2.12 Penetapan nilai slump adukan beton

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

Sumber: Rancang Campuran Beton SNI 03 – 2834 – 2000

## 2.7 Uji Kuat Tekan Beton

Untuk kuat tekan beton mengidentifikasi mutu dari sebuah struktur semakin tinggi tingkat kekuatan struktur yang di

kehendaki, semakin tinggi pada mutu beton yang dihasilkan. Kekuatan tekan beton adalah perbandingan beton terhadap luas penampang beton. Kuat tekan silinder beton dapat dihitung dengan persamaan 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 ( $\text{mm}^2$ )

Berdasarkan kuat tekannya, beton dapat dibagi menjadi beberapa jenis seperti terlihat dalam table dibawah ini:

Tabel 2.13 Kuat Tekan Berdasarkan Jenis Beton

Jenis Beton	Kuat Tekan (MPa)
Beton Sederhana (Plain Concrete)	10
Beton Normal	15-30
Beton Prategang	30-40
Beton Kuat Tekan Tinggi	40-80
Beton Kuat Tekan Sangat Tinggi	>80

Sumber : SNI 03-1968-1990

## 2.8 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kuat Tekan Beton

### A. Faktor air semen (FAS) kepadatan

Berfungsi memungkinkan reaksi kimia yang menyebabkan pengikatan dan terjadinya pengerasan, sebagai pelican campuran kerikil, pasir dan semen dalam mempermudah pencetakan beton.

Kekuatan beton tergantung pada perbandingan faktor air semennya. Semakin nilai FAS, semakin rendah mutu kekuatan beton. Namun demikian nilai FAS yang semakin rendah tidak selalu berarti bahwa kekuatan beton semakin tinggi.

### B. Umur Beton

Kuat tekan beton akan bertambah sesuai dengan bertambahnya umur beton tersebut.

### C. Jenis dan kualitas semen

berbagai jenis semen yang dapat digunakan dalam pembuatan beton, misalnya semen dengan kadar alumina yang tinggi menghasilkan beton yang kuat hancurnya 24 jam sama dengan semen Portland biasa pada umur 28 hari

### D. Jenis dan kualitas semen

Kenyataannya menunjukkan bahwa penggunaan agregat batu pecah akan menghasilkan kekuatan tekan yang lebih besar dibandingkan dengan menggunakan batu koral dari sungai.

Tengangan dimana retak terbentuk Sebagian besar tergantung pada sifat agregat kasar. Kerikil yang licin menimbulkan tegangan yang lebih

rendah dibandingkan dengan batu pecah yang kasar dan bersudut karena lekatan mekanis dipengaruhi oleh sifat-sifat permukaan dan bentuk agregat kasar.

#### E. Perawatan (curing)

Perawatan berfungsi untuk menghindari panas hidrasi yang tidak diinginkan, terutama yang disebabkan oleh suhu. Sifat beton yang akan dihasilkan, terutama dari segi kekuatannya ditentukan oleh alat dan bahan yang digunakan pada proses curing.

### 2.8 Penelitian Terdahulu

Penelitian terhadap kuat tekan beton telah banyak dilakukan oleh peneliti yang dilakukan sebelumnya, ada beberapa referensi yang penulis dapatkan untuk membantu dalam pengerjaan penelitian ini.

1. **Dewi Anggraeni dan Jean Marzel Ngantung (2018)** melakukan penelitian yang berjudul **“KAJIAN KUAT TEKAN BETON MENGGUNAKAN CAMPURAN TEPUNG SARI SAGU SEBAGAI BAHAN TAMBAH AGREGAT HALUS”**. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan perbandingan campuran beton normal dan beton yang menggunakan bahan tambah tepung sari sagu dan juga mendapatkan kuat tekan beton yang terbaik pada beton normal dan beton yang menggunakan tambah tepung sari sagu. Metode perencanaan campuran dalam penelitian ini adalah metode DOE. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa

perbandingan komposisi campuran yang masuk dalam spesifikasi adalah beton normal = 1 semen : 2,44 pasir : 3,71 batupecah : 0,64 air dan beton dengan bahan tambah tepung sari sagu 10% = 1 semen : 1,88 pasir : 3,71 batupecah : 0,65 tepung sari sagu : 0,64 air dan hasil pengujian kuat tekan dengan penambahan tepung sari sagu 10% memiliki nilai kuat tekan rata-rata paling tinggi sebesar 21,12 Mpa dan masuk dalam mutu beton yang disyaratkan yaitu mutu beton K225 sedangkan untuk penambahan 13% dan 15% yang mempunyai kuat tekan rata-rata sebesar 17,20 Mpa dan 16,33 Mpa mengalami penurunan dan tidak masuk dalam mutu beton yang disyaratkan. Dengan demikian 10% adalah nilai maksimum untuk penambahan bahan tambah tepung sari sagu.

2. **Irmawati Darwis, Astriana, M. syahrul Ulum** (2011) melakukan penelitian berjudul **“PEMANFAATAN LIMBAH SERAT BATANG SAGU UNTUK PEMBUATAN BATAKO”**. Telah dilakukan penelitian tentang pemanfaatan limbah serat batang sagu untuk pembuatan batako yang dihasilkan dapat digunakan sebagai bahan konstruksi bangunan seperti dinding rumah. Bahan dasar pembuatan batako ini adalah semen dan pasir dengan komposisi campuran 1 : 7 dan serat batang sagu dengan Panjang tetap yaitu 5 mm. dimana dalam hal ini serat batang sagu ditambahkan dalam jumlah tertentu, yaitu 0% (tidak ada penambahan serat batang sagu), 5%, 10% dan 15%. Sampel batako yang telah dibuat

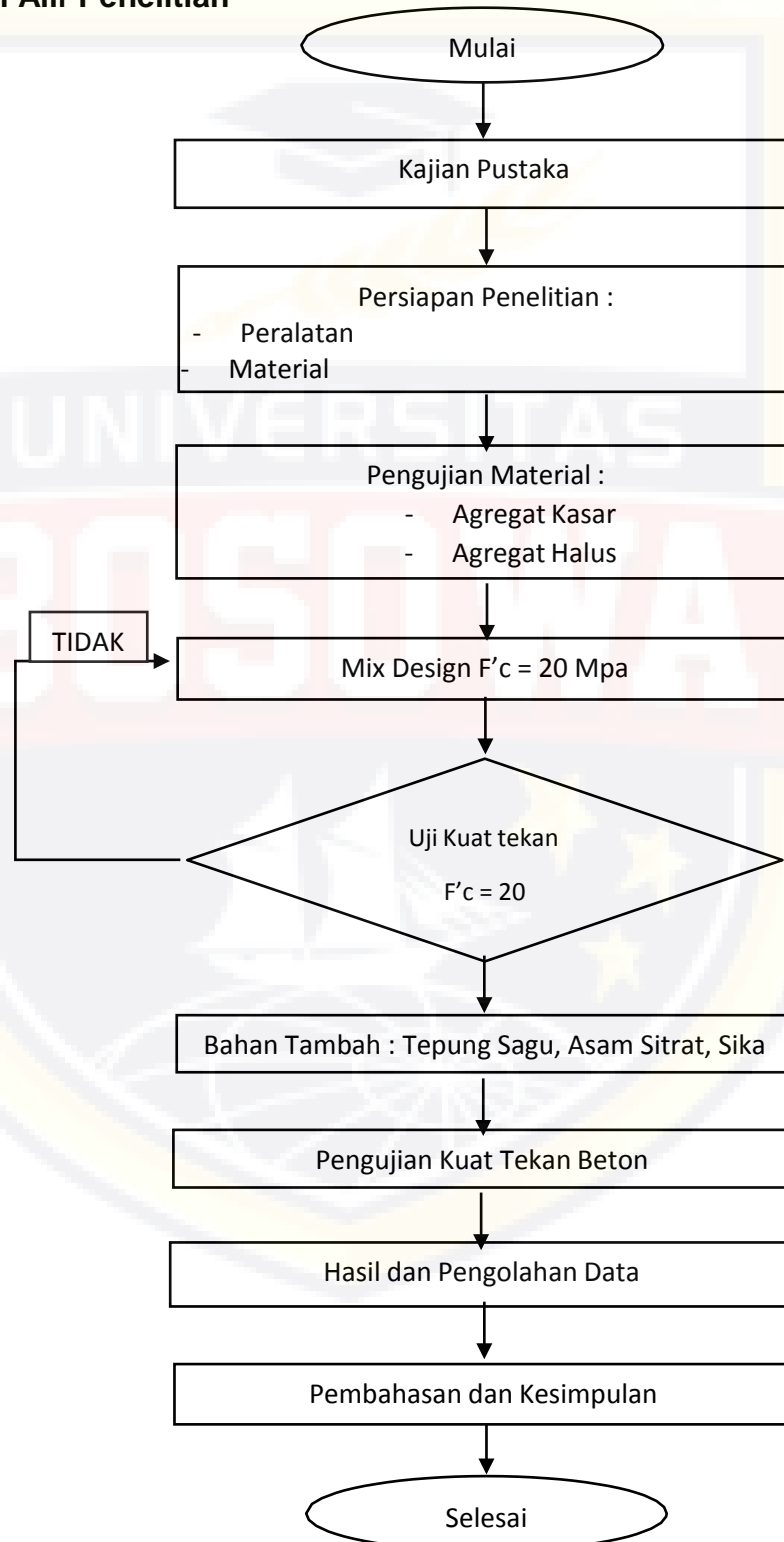
dikeringkan selama 1 bulan. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, diperoleh nilai kuat tekan optimal pada penambahan serat batang sago dengan komposisi 10% dengan nilai kuat tekan 2,03 N/mm<sup>2</sup>. pada komposisi ini, nilai maksimum kuat lentur yang diperoleh yaitu sebesar 3,02 N/mm<sup>2</sup>. nilai kuat tekan ini memenuhi SNI-3-0349-1989 dengan kelas batako mutu IV.



## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Bagan Alir Penelitian





### 3.2 Waktu dan Lokasi

Pemeriksaan, pembuatan dan pengujian benda uji di lakukan di Laboratorium Struktur dan Bahan, Jurusan Sipil, Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar pada bulan Oktober 2021 - November 2021

### 3.3 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. Tepung Sagu
  - e. Asam sitrat
  - f. Sika

#### 3. Pengujian Material :

##### *a. Analisa Saringan (SNI 3423 – 2008)*

Analisa saringan agregat ialah penentuan prosentase berat butiran agregat yang lolos dari satu set saringan kemudian angka-angka prosentase di gambarkan pada grafik pembagian butir.

##### *b. Berat Jenis (SNI 1969 – 2008)*

Berat Jenis adalah nilai perbandingan antara massa agregat dan volume dari bahan yang kita uji. Sedangkan berat isi adalah perbandingan berat agregat terhadap isi. Penyerapan

berarti tingkat atau kemampuan suatu bahan untuk menyerap air. Jumlah rongga atau pori yang di dapat pada agregat disebut porositas.

*c. Berat Isi (SNI 1973 – 2008)*

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

*d. Kadar Air (SNI 1971 – 2011)*

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

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

Tanah liat dan lumpur yang sering terdapat dalam agregat, berbentuk gumpalan atau lapisan yang menutupi lapisan butiran agregat. Tanah liat dan lumpur pada permukaan butiran agregat akan mengurangi kekuatan ikatan antara pasta semen dan agregat sehingga dapat mengurangi kekuatan dan ketahanan beton.

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

a. Beton Normal

5. Pengujian Slump Beton (SNI 1972 – 2008)

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

6. Perawat beton (Perendaman) selama 28 hari

7. Pengujian Kuat Tekan Beton  $F'c$  20 MPa (SNI 1974 – 2011)

Kekuatan tekan adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Kuat tekan beton mengidentifikasi mutu dari sebuah struktur. Semakin tinggi kekuatan struktur dikehendaki, semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan (Mulyono, 2004).

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

a. 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)

### 3.4 Variabel Penelitian

#### 1. Variabel Terikat

Variabel terikat merupakan variabel yang sifatnya mutlak atau tetap.

Pada penelitian ini, variabel terikat meliputi :

- a. Agregat Kasar
- b. Agregat Halus
- c. Air

#### 2. Variabel Bebas

Variabel bebas merupakan variabel yang sifatnya tidak terikat atau dapat diubah sesuai perencanaan. Variabel bebas pada penelitian ini meliputi:

- a. Tepung Sagu
- b. Semen
- c. Asam sitrat
- d. Sika

### 3.4.1 Notasi dan Jumlah Sampel

Tabel 3.1 Variasi Benda Uji

No.	Notasi Sampel	Semen (a)	Agregat Halus (b)	Agregat Kasar (c)	Air (d)	Asam Sitrat	Tepung Sagu (e)	Sika	Jumlah Sampel Umur 28 Hari
1.	Beton Normal	100%	100%	100%	100%	-	-	-	20
2.	AS 0.15% + TS 5% + SK 2%	100%	100%	100%	100%	0.15%	5%	2 %	3
3.	AS 0.15% + TS 10% + SK 2%	100%	100%	100%	100%	0.15%	10%	2 %	3
4.	AS 0.15% + TS 15% + SK 2 %	100%	100%	100%	100%	0.15%	15%	2 %	3
Jumlah									29

### 3.5 Metode Analisis

#### 3.5.1 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	1,4 - 1,9 gr/cm <sup>3</sup>	SNI 1973 - 2008
Kadar Air	0,5 % - 2 %	SNI 1971 - 2011
Kadar Lumpur	≤ 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 gr/cm <sup>3</sup>	SNI 1973 - 2008
Kadar Air	3 % - 5 %	SNI 1971 - 2011
Kadar Lumpur	≤ 5 %	SNI 03 - 4142 - 1996

### 3.5.2 Hubungan Kadar Tepung Sagu dengan Kuat Tekan

Dalam penelitian ini kadar tepung sagu yang digunakan dengan presentase 0%,5%,10%,15% dari semen. Dimana pengujian ini dilakukan dengan membandingkan hasil nilai kuat tekan beton normal dan nilai kuat tekan beton variasi terhadap kuat tekan beton yang direncanakan sebesar 20 Mpa. Sehingga nantinya akan diketahui kadar optimum dari penggunaan tepung sagu sebagai bahan reduksi semen terhadap nilai kuat tekan beton.

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Hasil Pengujian

##### 4.1.1 Karakteristik Agregat

Pengujian karakteristik agregat didasarkan pada SNI. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.1 dan 4.2

Tabel. 4.1 Hasil Pengujian Agregat Halus

No	Karakteristik Agregat	Spesifikasi Interval	Hasil Pemeriksaan	Keterangan
1	analisa saringan	-	Lampiran	Memenuhi
2	Kadar Lumpur	Maksimal 5 %	3.74%	Memenuhi
3	Kadar Air	3 % - 5 %	3.60%	Memenuhi
4	Berat Isi			
	- Lepas	1,4 - 1,9 gram/cm <sup>3</sup>	1,40 gram/cm <sup>3</sup>	Memenuhi
	-padat		1,52 gram/cm <sup>3</sup>	Memenuhi
5	Absorsi	0,2 % - 2 %	1.83%	Memenuhi
6	Berat Jenis Spesifik			
	- Berat Jenis Curah	1,6 - 3,2	2,47	Memenuhi
	- Berat Jenis SSD	1,6 - 3,2	2,51	Memenuhi
	- Berat Jenis Semu	1,6 - 3,2	2,59	Memenuhi

Sumber : Hasil Pengujian

Tabel. 4.2 Hasil Pengujian Agregat Kasar

No	Karakteristik Agregat	Spesifikasi Interval	Hasil Pemeriksaan	Keterangan
1	Analisa Saringan	-	Lampiran	Memenuhi
2	Kadar Lumpur	Maksimal 1 %	0.96%	Memenuhi
3	Kadar Air	0,5 % - 2 %	1.32%	Memenuhi
4	Berat Isi			
	- Lepas	1,6 - 1,9 gram/cm <sup>3</sup>	1,63 gram/cm <sup>3</sup>	Memenuhi
	- padat		1,71 gram/cm <sup>3</sup>	Memenuhi
5	Absorsi	0,2 % - 4 %	2.56%	Memenuhi
6	Berat Jenis Spesifik			
	- Berat Jenis Curah	1,6 - 3,2	2,88	Memenuhi
	- Berat Jenis SSD	1,6 - 3,2	2,96	Memenuhi
	- Berat Jenis Semu	1,6 - 3,2	3,11	Memenuhi

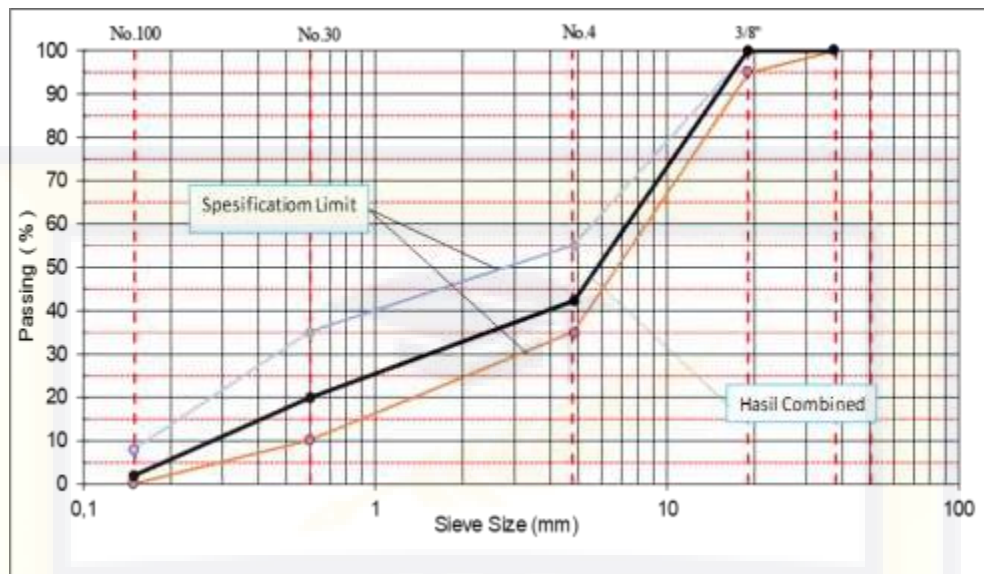
Sumber : Hasil Pengujian

Material yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari agregat alam yaitu agregat halus (pasir) dan agregat kasar (batu pecah ukuran maksimum 20 mm) yang berasal dari Bili-bili, Gowa. Berdasarkan pelaksanaan pemeriksaan agregat di Laboratorium Bahan dan Struktur Beton Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar, diperoleh hasil pemeriksaan karakteristik.

#### 4.1.2 Gradasi Gabungan Agregat

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





Gambar 4.1 Gambar gradasi penggabungan agregat

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

#### 4.1.3 Mix Design

Pada penelitian ini digunakan mix design metode Standar Nasional Indonesia (SNI) Nomor 03-2847-2013 untuk komposisi beton normal sedangkan beton variasi dilakukan sesuai variasi yang telah ditentukan.

Tabel 4.3 Komposisi kebutuhan bahan campuran beton normal per 1 silinder

BAHAN BETON	BERAT/M <sup>3</sup> BETON (kg)	VOLUME BENDA UJI	BERAT UNTUK 1 SAMPEL (kg)
Air	205,71	0.00530	1,31
Semen	379,63		2,41
Pasir	764,40		4,86
Bp Maks 20	1112,75		7,08

Sumber : Hasil Mix Design

*Tabel 4.4 Komposisi kebutuhan bahan campuran beton variasi per 3 slinder*

NO	NOTASI SAMPEL	SEMEN (kg)	BP	PASIR	AIR	TEPUNG SAGU (gr)	ASAM SITRAT (gr)	SIKA (gr)	JUMLAH
1	TS-1	7.23	21.24	14.58	3.93	361,5	10,84	144,6	3
2	TS-2	7.23	21.24	14.58	3.93	723	10,84	144,6	3
3	TS-3	7.23	21.24	14.58	3.93	1084	10,84	144,6	3

*Sumber : Hasil Mix Design*

#### **4.1.4 Pengujian Slump Test**

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 4.5 Nilai Slump*

NO	NOTASI	NILAI SLUMP (CM)
1	BN	8
2	TS 5	8
3	TS 10	8
4	TS 15	8

*Sumber : Hasil Pengujian*

#### 4.1.5 Hasil Kuat Tekan Beton Normal

Tabel 4.6 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Normal

No Benda Uji	berat bton segar	Diameter ( cm )	Tinggi ( cm )	Luas Penampang ( cm <sup>2</sup> )	Umur ( hari )	berat beton ssd	Beban Maksimum	Kekuatan Tekan	Target benda uji Silinder ( 28 hari )
	KG					( KN )	( N / mm <sup>2</sup> )		
1	12,37	15	30	176,63	28	12,29	350	19,82	20 Mpa
2	12,55	15	30	176,63	28	12,47	405	22,93	
3	11,62	15	30	176,63	28	11,56	340	19,25	
4	12,42	15	30	176,63	28	12,36	380	21,51	
5	12,28	15	30	176,63	28	12,19	365	20,67	
6	12,64	15	30	176,63	28	12,58	410	23,21	
7	12,46	15	30	176,63	28	12,39	385	21,80	
8	12,47	15	30	176,63	28	12,37	405	22,93	
9	12,41	15	30	176,63	28	12,34	395	22,36	
10	12,53	15	30	176,63	28	12,46	385	21,80	
11	12,47	15	30	176,63	28	12,41	390	22,08	
12	12,22	15	30	176,63	28	12,15	395	22,36	
13	12,12	15	30	176,63	28	12,07	350	19,82	
14	12,27	15	30	176,63	28	12,16	340	19,25	
15	12,51	15	30	176,63	28	12,44	360	20,38	
16	12,45	15	30	176,63	28	12,39	390	22,08	
17	12,52	15	30	176,63	28	12,43	380	21,51	
18	12,45	15	30	176,63	28	12,36	345	19,53	
19	12,61	15	30	176,63	28	12,53	410	23,21	
20	12,54	15	30	176,63	28	12,47	375	21,23	
Jumlah								427,74	
Kuat Tekan Rata - Rata (F'cr)								21,39	

Sumber : Hasil Pengujian

Untuk menghitung kuat tekan beton rata - rata

$$f'_{cr} = \frac{\sum f^c}{N} \text{ (Mpa)} = \frac{427,74}{20} \text{ (Mpa)} = 21,39 \text{ Mpa}$$

Untuk menghitung standar deviasi

$$S_r = \sqrt{\frac{\sum (f^c - f'_{cr})^2}{n-1}} = 1,33$$

Untuk menghitung kuat tekan rata-rata

$$f'_{cr} = f^c + 1,34 S_r$$

Persamaan 1

$$\begin{aligned}f'c &= f'cr - 1,34 Sr \\ &= 21,39 - 1,34 \times 1,33 \\ &= 21,39 - 1,782 \\ &= 19,6 \text{ Mpa}\end{aligned}$$

$$f'cr = f'c + 2,3 Sr - 3,5$$

Persamaan 2

$$\begin{aligned}f'c &= f'cr - 2,3 Sr + 3,5 \\ &= 21,39 - 2,3 \times 1,33 + 3,5 \\ &= 21,8 \text{ Mpa}\end{aligned}$$

Gunakan nilai terbesar

Faktor modifikasi untuk 20 sampel adalah 1.08

$$f'c = \frac{21,8}{1,08} = 20,18 \text{ Mpa}$$

Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada umur 28 hari dengan menggunakan silinder berukuran 15 cm x 30 cm sebanyak 20 buah seperti yang tercantum dalam tabel 4.6. Pengujian kuat tekan mengacu pada SNI 2847 2013 (Persyaratan Beton Struktur untuk Bangunan Gedung).

#### 4.1.6 Hasil Kuat Tekan Beton Variasi

Tabel 4.7 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Variasi Tanpa Bahan Zat Tambah

SIMBOL	NO BENDA UJI	TEPUNG SAGU	BERAT SAMPEL	LUAS PENAMPANG	BEBAN MAKSIMUM	KUAT TEKAN	KUAT TEKAN RATA-RATA
		%	Gram	cm	KN	Mpa	
TS 5%	1	5%	11.05	176.63	400	22.65	21.99
	2		11.105	176.63	395	22.36	
	3		10.98	176.63	370	20.95	
TS 10%	1	10%	10.85	176.63	395	22.36	22.08
	2		10.698	176.63	395	22.36	
	3		10.82	176.63	380	21.51	
TS 15%	1	15%	10.69	176.63	385	21.80	20.85
	2		11.05	176.63	370	20.95	
	3		11.105	176.63	350	19.82	

Sumber: Hasil Pengujian

Tabel 4.8 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Variasi Dengan Bahan Zat Tambah

SIMBOL	NO BENDA UJI	ASAM SITRAT	TEPUNG SAGU	SIKA	BERAT SAMPEL	LUAS PENAMPANG	BEBAN MAKSIMUM	KUAT TEKAN	KUAT TEKAN RATA-RATA
			%	%	Gram	cm	KN	Mpa	
AS 0,15%+ TS 5% + SK 2 %	1	0,15%	5%	2%	12.55	176.63	405	22.93	22.27
	2				12.055	176.63	395	22.36	
	3				12.323	176.63	380	21.51	
AS 0,15%+ TS 10% + SK 2 %	1	0,15%	10%	2%	12.05	176.63	410	23.21	22.74
	2				11.989	176.63	400	22.65	
	3				11.9	176.63	395	22.36	
AS 0,15% +TS 15% + SK 2 %	1	0,15%	15%	2%	11.65	176.63	390	22.08	21.42
	2				11.55	176.63	385	21.80	
	3				11.6	176.63	360	20.38	

Sumber: Hasil Pengujian

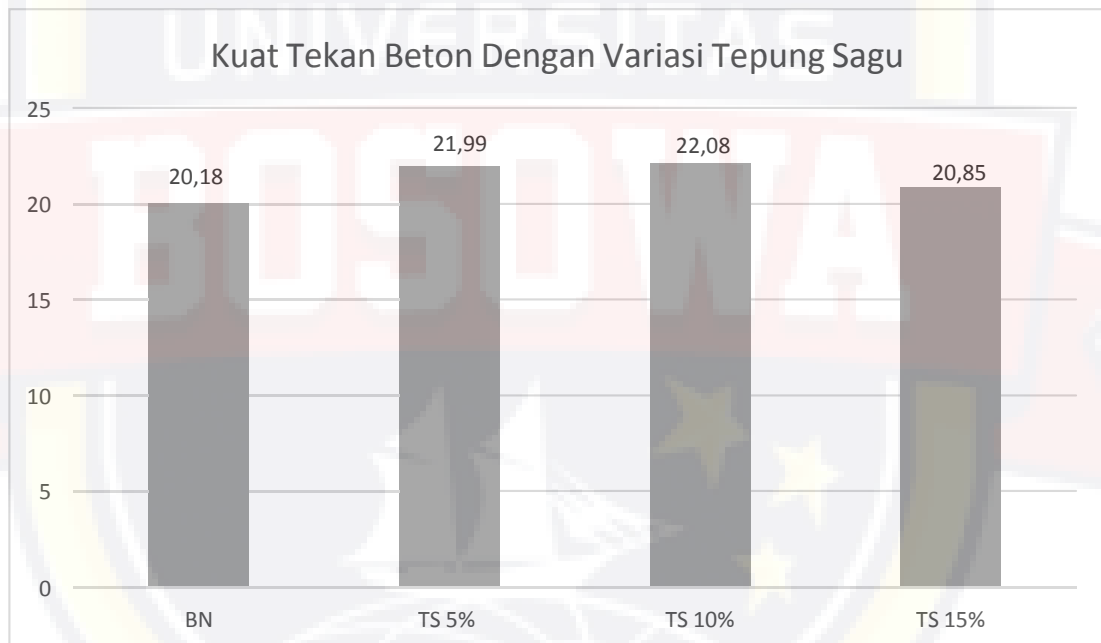
## 4.2 Pembahasan

### 4.2.1 Pengaruh Tepung Sagu Sebagai Bahan Reduksi Semen

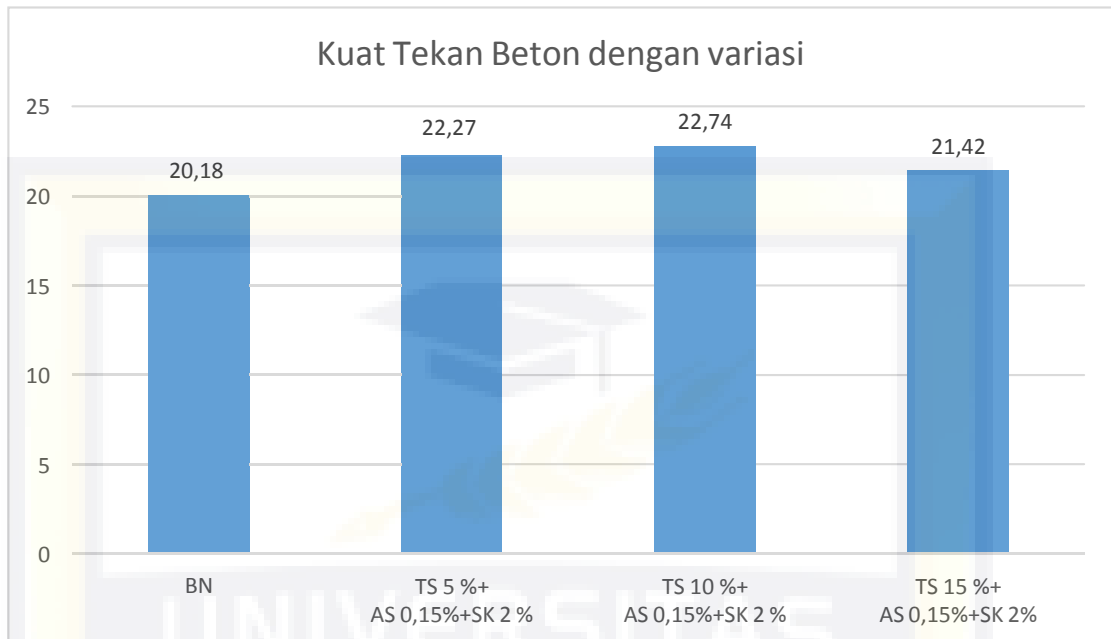
#### Terhadap Kuat Tekan Beton

Pada penelitian ini tepung sagu menjadi material substitusi terhadap semen dengan persentase yaitu 5% 10% dan 15% tepung sagu.

Berdasarkan Gambar.4.3 di bawah ini, dapat di gambarkan perbandingan kuat tekan beton normal dan beton dengan tepung sagu yaitu sebanyak 5% 10% dan 15% Variasi tepung sagu .

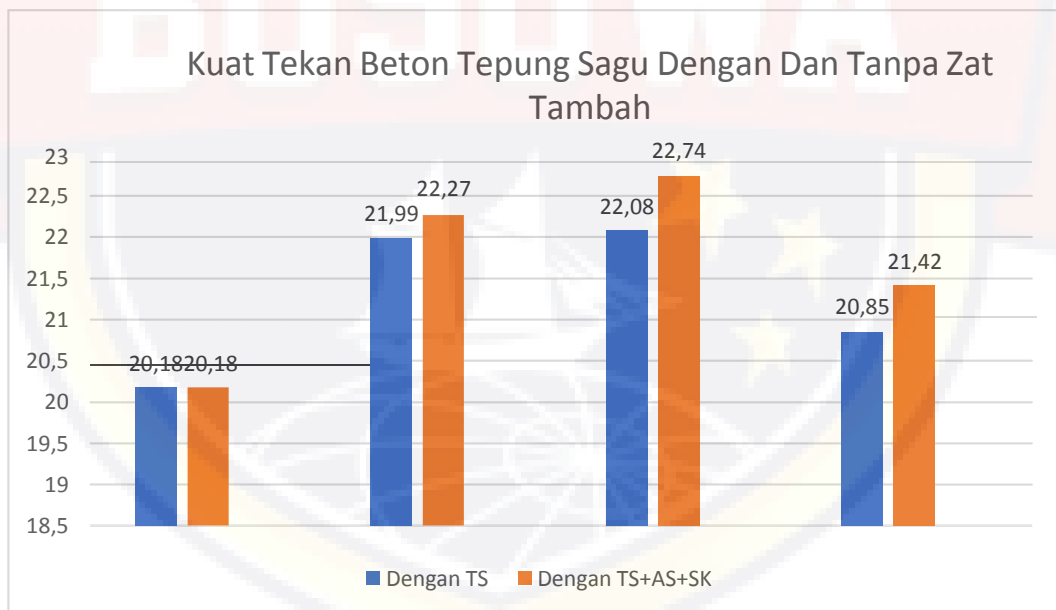


Gambar.4.4 Perbandingan Kuat Tekan Beton Normal dan Beton Variasi. Tanpa Bahan Tambah



Gambar.4.3 Perbandingan Kuat Tekan Beton Normal dan Beton

Variasi. Dengan Bahan Tambah



Gambar.4.4 Perbandingan Kuat Tekan Beton Dengan dan Tanpa

Zat Tambah

BTS 5% di dapatkan nilai kuat tekan rata-rata yaitu sebesar 21.99 Mpa. BTS 10% di dapatkan nilai kuat tekan rata-rata yaitu sebesar 22.08 Mpa. BTS 15% di dapatkan nilai kuat tekan rata-rata yaitu sebesar 20.85Mpa.

BTS 5% AS 0,15% SK 2% di dapatkan nilai kuat tekan rata-rata yaitu sebesar 22,27 Mpa. BTS 10% AS 0,15% SK 2% di dapatkan nilai kuat tekan rata-rata yaitu sebesar 22,74 Mpa. BTS 15% AS 0,15% SK 2% di dapatkan nilai kuat tekan rata-rata yaitu sebesar 21,42 Mpa.

Pengaruh penambahan tepung sagu pada beton 5%,10%,15% pada benda uji silinder berumur 28 hari mengalami kenaikan kuat tekan beton

Adapun persentase perbandingan kuat tekan beton normal dan beton variasi dapat dilihat pada tabel berikut :

*Tabel 4.8 presentase perbandingan kuat tekan beton normal dengan dan tanpa zat tambah yakni:*

No	Notasi	Hasil Kuat Tekan(Mpa)	Persentase%	Keterangan
1	BN	20.18	0%	-
2	BTS 5%	21.99	8,96 %	Kuat Tekan Naik
3	BTS 10%	22.08	9.42 %	Kuat Tekan Naik
4	BTS 15%	21,42	3.34%	Kuat Tekan Menurun

*Sumber: Hasil Pengujian*



No	Notasi	Hasil Kuat Tekan(Mpa)	Persentase%	Keterangan
1	BN	20.18	0%	-
2	BTS 5%+AS 0,15%+SK 2%	22,27	10.35%	Kuat Tekan Naik
3	BTS 10%+AS 0,15%+SK 2%	22,74	12.69%	Kuat Tekan Naik
4	BTS 15%+AS0.15%+ SK 2%	20.85	6.14%	Kuat Tekan Menurun

*Sumber: Hasil Pengujian*



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilaksanakan dapat di simpulkan bahwa:

1. Campuran beton normal dengan kuat tekan  $f'_c = 20$  MPa, diperoleh dengan campuran Air (205.71 liter), Semen (379.63 kg), Pasir (764.40 kg) dan Bp Maks. 20 (1112.75 kg).
2. Pengaruh tepung sagu sebagai reduksi semen dalam perendaman selama 28 hari terhadap kuat tekan beton mendapatkan nilai 21,99 Mpa, 22.08 Mpa dan 20,85 Mpa. sedangkan menggunakan zat tambah mendapatkan nilai 22.27 Mpa, 22.74 Mpa dan 21.42 Mpa. Sehingga pada pengaruh penambahan tepung sagu pada beton 5%,10%,15% pada benda uji silinder berumur 28 hari mengalami kenaikan kuat tekan beton.

#### 5.2 Saran

Dari hasil penelitian yang telah dilaksanakan adapun saran yang bisa di berikan semoga bermanfaat sebagai berikut :

1. Dibutuhkan penelitian lanjutan tentang tepung sagu pada campuran beton terhadap pengujian kuat tekan beton.
2. Jika nilai kuat tekan beton yang di inginkan sesuai dengan kuat tekan beton normal, dibutuhkan bahan tambah lainnya yang dapat lebih meningkatkan perekatan pada campuran beton.

## DAFTAR PUSTAKA

Bayu Pratam, Akhmad Suryadi dan Ir. Gerrad Apanno, 2020, Penambahan Serat Limbah Bubut Besi Terhadap Kuat Tarik dan Kuat Lentur Beton Normal, JOS MRK Volume 01.01, Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang.

Ir. Tri Mulyono, MT. 2003, Teknologi Beton, ANDI, Yogyakarta

Ir. Kardiyono Tjokrodimuljo, ME. 2007, Teknologi Beton, Biro Penerbit Teknik Sipil, Universitas Gadjah Mada

Ir. Kardiyono Tjokrodimuljo, ME. 1996, Teknologi Beton, Nafiri, Yogyakarta

Julianto, 2017, Pengaruh Penambahan Limbah Bubut Besi Terhadap Kuat Tekan Beton, Jurnal UIB Repostory, Universitas Internasional Batam.

Laboratorium Struktur Dan Bahan, Buku Panduan Laboratorium Struktur Bahan Dan Jalan, Universitas 45

Paul Nugraha, Antoni, 2007, Teknologi Beton, Andi Offest, Yogyakarta

Pt. Semen Tonasa, Spesifikasi semen portland, [sementonasa.ac.id](http://sementonasa.ac.id)

Puja Nifta Hadi Dan Agustinus Agus Setiawan, 2019, Studi Eksperimental Penambahan Limbah Bubut Sebagai Bahan Substitusi Parsial Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton, Jurnal Widyakala Volume 06.01, Universitas Pembangunan Jaya, Tangerang Selatan, Indonesia.

Soelarso Dan Sulmahdi Darwis, 2011, Pengaruh Penambahan Abu Sekam Padi (ASP) dan Tawas Pada Kuat Tekan Beton  $F'_{17,5}$  mpa, Jurnal Teknik Volume 07.01, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.

SNI 03 2834, 2000 dan 2013, Perancangan Campuran Beton, Badan Standar Nasional (BSN)

SNI 2847-2013, Deviasi standar, Badan Satandar Nasional (BSN)

SNI 03-1968,1990, Kuat Tekan Berdasarkan Jenis Beton, Badan Standar Nasional (BSN)





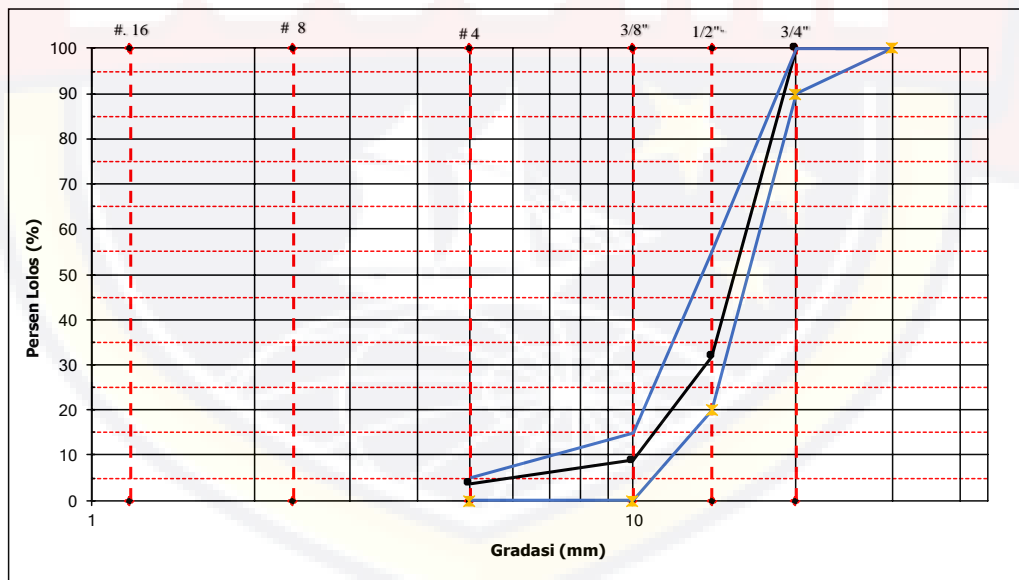
LABAROTARIUM STRUKTUR DAN BAHAN  
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS BOSOWA

**ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR**

Material : Batu pecah maks 20 mm  
Tanggal : 8 Juli 2022  
Sumber : Bili-bili

Nama : Fajar Perkasa R.  
Pembimbing :  
1. Dr. Ir. H Syahrul Sariaman, MT.  
2. Dr. Ir. Hj. Hijriah, ST. MT.

Saringan No	Total :	2500,3		Total :	2500		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"	1791,70	71,66	28,34	1612,50	64,50	35,50	31,92
3/8"	2282,70	91,30	8,70	2274,40	90,98	9,02	8,86
No. 4	2427,30	97,08	2,92	2385,70	95,43	4,57	3,75
No. 8	2456,30	98,24	1,76	2451,70	98,07	1,93	1,85
No. 16	2458,30	98,32	1,68	2459,60	98,38	1,62	1,65
No. 30	2460,10	98,39	1,61	2463,80	98,55	1,45	1,53
No. 50	2462,20	98,48	1,52	2467,80	98,71	1,29	1,41
No. 100	2469,30	98,76	1,24	2473,20	98,93	1,07	1,16
No. 200	2476,30	99,04	1,26	2477,30	99,09	1,06	1,16
Pan	2492,10	99,67	0,00	2496,20	99,85	0,00	0,00



Makassar, 10 Juli 2022

Diperiksa Oleh  
Asisten Laboratorium Struktur dan Bahan

Diuji Oleh  
Mahasiswa

Marlina Alwi, ST

Fajar Perkasa R.



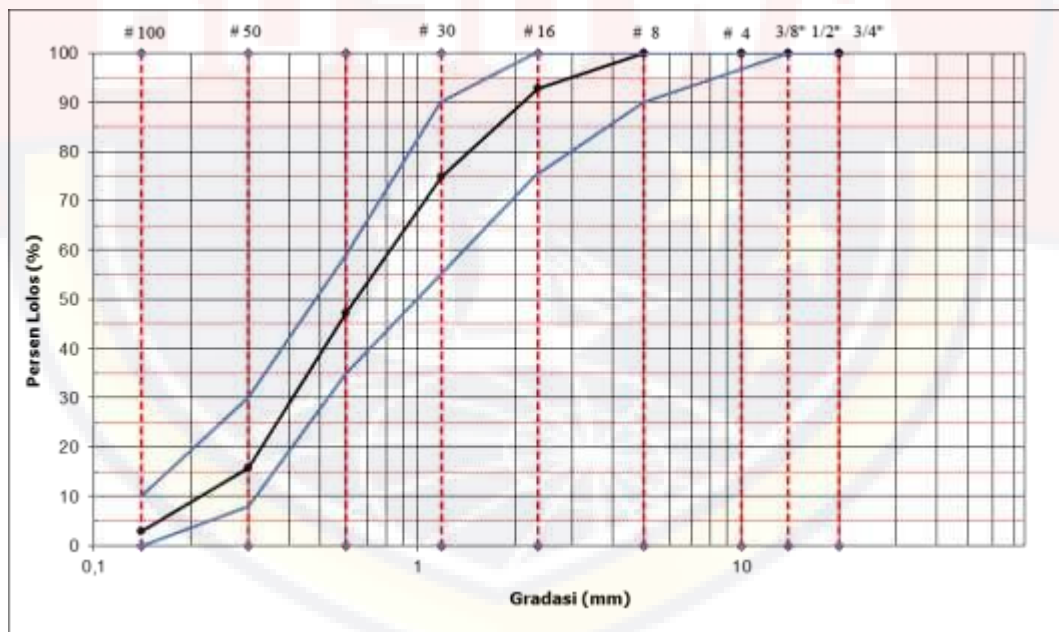
LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN  
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS BOSOWA

**ANALISA SARINGAN AGREGAT HALUS**

Material : Pasir  
Tanggal : 8 Juli 2022  
Sumber : Bili-bili

Nama : Fajar Perkasa R.  
Pembimbing :  
1. Dr. Ir. H Syahrul Sariaman, MT  
2. Dr. Ir. Hj. Hijriah, 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	0	100	0,00	0	100	100
No. 8	85,80	5,72	94,28	126,90	8,46	91,54	92,91
No. 16'	341,80	22,79	77,21	411,20	27,41	72,59	74,90
No. 30	795,40	53,03	46,97	785,80	52,39	47,61	47,29
No. 50	1260,50	84,03	15,97	1264,70	84,31	15,69	15,83
No. 100	1459,40	97,29	2,71	1454,50	96,97	3,03	2,87
No. 200	1491,10	99,41	0,88	1492,70	99,51	0,75	0,82
Pan	1495,70	99,71	0,00	1496,10	99,74	0,00	0,00



Diperiksa Oleh  
Asisten Laboratorium Struktur dan Bahan

Marlina Alwi, ST

Makassar, 10 Juli 2022

Diuji Oleh  
Mahasiswa

Fajar Perkasa R.









LABAROTARIUM STRUKTUR DAN BAHAN  
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS BOSOWA

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

Material : Pasir  
Tanggal : 8 Juli 2022  
Sumber : Bili-bili  
Nama : Fajar Perkasa R..  
Pembimbing :  
1. Dr. Ir. H Syahrul Sariaman, MT.  
2. Dr. Ir. Hj. Hijriah, ST. MT.

**Lepas**

Nomor Benda Uji		I	II
Berat Container (A)	(gr)	7496	7565
Berat Container + Agregat (B)	(gr)	11757	11779
Berat Agregat ( C ) = (B) - (A)	(gr)	4261	4214
Volume Container (D)	(cm <sup>3</sup> )	3022.95	3014.97
Berat Isi Agregat = $\frac{C}{D}$	(gr/cm <sup>3</sup> )	1.41	1.40
Berat Isi Rata-rata Agregat		1,40	

**Padat**

Nomor Benda Uji		I	II
Berat Container (A)	(gr)	7496	7565
Berat Container + Agregat (B)	(gr)	12010	12238
Berat Agregat ( C ) = (B) - (A)	(gr)	4514	4673
Volume Container (D)	(cm <sup>3</sup> )	3022.95	3014.97
Berat Isi Agregat = $\frac{C}{D}$	(gr/cm <sup>3</sup> )	1.49	1.55
Berat Isi Rata-rata Agregat		1,52	

Diperiksa Oleh  
Asisten Laboratorium Struktur dan Bahan

Marlina Alwi, ST

Makassar, 10 Juli 2022

Diuji Oleh  
Mahasiswa

Fajar Perkasa R..





LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN  
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS BOSOWA

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

Material : Pasir  
Tanggal : 9 Juli 2022  
Sumber : Bili-bili  
Nama : Fajar Perkasa R..  
Pembimbing :  
1. Dr. Ir. H Syahrul Sariaman, MT.  
2. Dr. Ir. Hj. Hijriah, ST. MT.

	A	B	Rata - rata
Berat benda uji kering - permukaan jenuh	500,3	500,4	500,175
Berat Benda Uji kering Oven Bk	491,1	490,6	491,4
Berat Piknometer diisi air (25°C) B	682,5	682,1	682,3
Berat piknometer + benda uji (SSD) Bt	978,6	988,4	983,5

		A	B	Rata-Rata
Berat Jenis ( Bulk)	$\frac{Bk}{(B + 500 - Bt)}$	2,41	2,53	2,47
Berat Jenis Kering - Permukaan Jenuh	$\frac{500}{B + 500 - Bt}$	2,45	2,58	2,51
Berat Jenis Semu ( Apparent )	$\frac{Bk}{B + Bk - Bt}$	2,51	2,66	2,59
Penyerapan ( Absorption )	$\frac{(500 - Bk)}{Bk} \times 100\%$	1,67	2,00	1,83

Diperiksa Oleh  
Asisten Laboratorium Struktur dan Bahan

Marlina Alwi, ST

Makassar, 10 Juli 2022

Diuji Oleh  
Mahasiswa

Fajar Perkasa R..



LABAROTARIUM STRUKTUR DAN BAHAN  
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS BOSOWA

**PEMERIKSAAN KADAR LUMPUR  
AGREGAT KASAR**

Material : Batu pecah maks 20 mm      Nama : Fajar Perkasa R..  
Tanggal : 9 Juli 2022      Pembimbing :  
Sumber : Bili-bili      1. Dr. Ir. H Syahrul Sariaman, MT.  
2. Dr. Ir. Hj. Hijriah, ST. MT.

			I	II
Berat benda uji sebelum dicuci	gram	A	2000,1	2000,6
Berat benda uji setelah dicuci	gram	B	1983,6	1978,8
Berat Lumpur	gram	$C = (A - B)$	16,50	21,80
Kadar Lumpur	%	$(C/A) * 100$	0,82	1,09
Kadar Lumpur Rata-rata		%	0,96	

Makassar, 10 Juli 2022

Diperiksa Oleh  
Asisten Laboratorium Struktur dan Bahan

Diuji Oleh  
Mahasiswa

Marlina Alwi, ST

Fajar Perkasa R..



LABAROTARIUM STRUKTUR DAN BAHAN  
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS BOSOWA

**PEMERIKSAAN KADAR LUMPUR  
AGREGAT HALUS**

Material : Pasir  
Tanggal : 9 Juli 2022  
Sumber : Bili-bili

Nama : Fajar Perkasa R..  
Pembimbing :  
1. Dr. Ir. H Syahrul Sariaman, MT.  
2. Dr. Ir. Hj. Hijriah, ST. MT.

Material	Volume (ml)	
Pasir (V1)	450	450
Lumpur (V2)	19	16
Volume Total (VT) = (V1+V2)	469	466
Kadar Lumpur (V2/VT*100)	4,05	3,43
Kadar Lumpur Rata-Rata (%)	3,74	

Diperiksa Oleh  
Asisten Laboratorium Struktur dan Bahan

Marlina Alwi, ST

Makassar, 10 Juli 2022

Diuji Oleh  
Mahasiswa

Fajar Perkasa R..





LABAROTARIUM STRUKTUR DAN BAHAN  
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS BOSOWA

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

Material : Pasir  
Tanggal : 9 Juli 2022  
Sumber : Bili-bili

Nama : Fajar Perkasa R..  
Pembimbing :  
1. Dr. Ir. H Syahrul Sariaman, MT.  
2. Dr. Ir. Hj. Hijriah, ST. MT.

			I	II
Berat benda uji	gram	A	500.5	500.4
Berat benda uji kering oven	gram	B	480.9	484.8
Berat Air	gram	$C = (A - B)$	19.6	15.6
Kadar Air	%	$(C/B) \cdot 100$	4.08	3.12
Kadar Air Rata- rata		%	3.60	

Makassar, 10 Juli 2022

Diperiksa Oleh  
Asisten Laboratorium Struktur dan Bahan

Diuji Oleh  
Mahasiswa

Marlina Alwi, ST

Fajar Perkasa R..



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN  
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS BOSOWA

**REKAPITULASI HASIL PENGUJIAN AGREGAT KASAR**

No	Karakteristik Agregat	Spesifikasi Interval	Hasil Pemeriksaan	Keterangan
1	Analisa Saringan	-	Lampiran	Memenuhi
2	Kadar Lumpur	Maksimal 1 %	0,96%	Memenuhi
3	Kadar Air	0,5 % - 2 %	1,32%	Memenuhi
4	Berat Isi			
	- Lepas	1,6 - 1,9 gram/cm <sup>3</sup>	1,63 gram/cm <sup>3</sup>	Memenuhi
	- padat		1,71 gram/cm <sup>3</sup>	Memenuhi
5	Absorsi	0,2 % - 4 %	2,56%	Memenuhi
6	Berat Jenis Spesifik			
	- Berat Jenis Curah	1,6 - 3,2	2,88	Memenuhi
	- Berat Jenis SSD	1,6 - 3,2	2,96	Memenuhi
	- Berat Jenis Semu	1,6 - 3,2	3,11	Memenuhi

**REKAPITULASI HASIL PENGUJIAN AGREGAT HALUS**

No	Karakteristik Agregat	Spesifikasi Interval	Hasil Pemeriksaan	Keterangan
1	analisa saringan	-	Lampiran	Memenuhi
2	Kadar Lumpur	Maksimal 5 %	3,74%	Memenuhi
3	Kadar Air	3 % - 5 %	3,60%	Memenuhi
4	Berat Isi			
	- Lepas	1,4 - 1,9 gram/cm <sup>3</sup>	1,40 gram/cm <sup>3</sup>	Memenuhi
	- padat		1,52 gram/cm <sup>3</sup>	Memenuhi
5	Absorsi	0,2 % - 2 %	1,83%	Memenuhi
6	Berat Jenis Spesifik			
	- Berat Jenis Curah	1,6 - 3,2	2,47	Memenuhi
	- Berat Jenis SSD	1,6 - 3,2	2,51	Memenuhi
	- Berat Jenis Semu	1,6 - 3,2	2,59	Memenuhi

Disetujui oleh  
Kepala Laboratorium Struktur Dan  
Bahan Beton

Diperiksa Oleh  
Asisten Laboratorium Struktur Dan  
Bahan Beton

Ir. Eka Yuniarto, ST. MT

Marlina Alwi, ST.







LABAROTARIUM STRUKTUR DAN BAHAN  
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS BOSOWA

- c. Menghitung nilai tambah ( margin )

Tabel 5.3.22 SNI 2847- 2013

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

M : 7 karena dibawah 21 Mpa

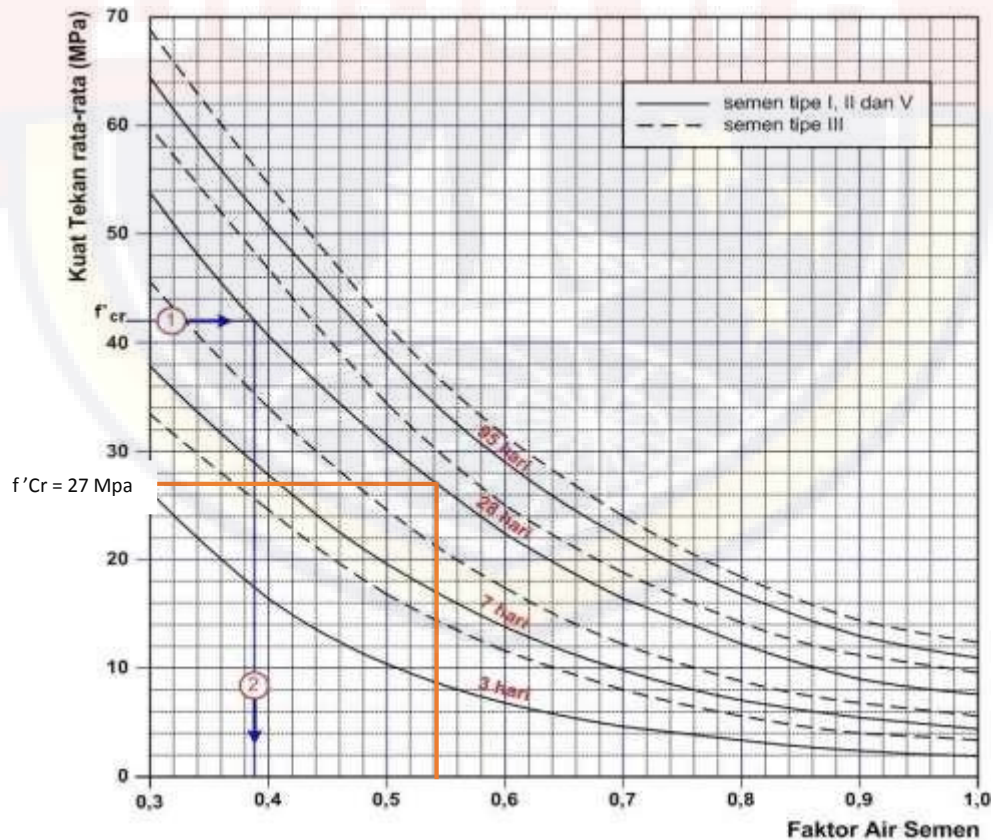
- d. Menghitung kuat tekan rata-rata

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

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

- e. Penetapan factor air semen

Besar factor air semen ( FAS ) diambil dari grafik



FAS = 0,54



- Berdasarkan nilai kuat tekan rata-rata maka nilai ( $f'_{cr}$ ) = 0.54  
(berdasarkan grafik korelasi FAS dan  $f'_{cr}$ )

f. Penetapan kadar air bebas

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

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

- Kadar bebas air alami ( $W_f$ ) : 195 kg/m<sup>3</sup> beton
- Kadar air bebas batu pecah ( $W_c$ ) : 225 kg/m<sup>3</sup> beton
- Kadar air bebas = (  $2/3 \times W_f$  ) + (  $1/3 \times W_c$  )

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

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

g. Penetapan kadar semen

- Kadar semen maksimum

$$\text{Kadar air bebas (Wf)} = \frac{205}{0,54} = 379,63 \text{ kg/m}^3$$
$$\text{Faktor air semen (fas)}$$



**h. Berat jenis kering agregat**

Berat jenis gabungan

$$= a \cdot B_j \text{ Spesifik SSD Pasir} + b \cdot B_j \text{ Spesifik SSD kerikil 1-2}$$

$$= 0,40 \times 2,51 + 0,60 \times 2,96$$

$$= 2,78$$

**i. Berat volume beton segar**

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

$$\text{Berat volume beton segar} = 2462,5 \text{ kg/m}^3$$

**j. Berat total agregat**

Rumus berat total agregat :

Berat volume beton segar - Kadar air bebas - kadar semen max.

- Berat total agregat

$$= 2462,5 - 205 - 379,63$$

$$= 1877,87 \text{ kg/m}^3$$

- Berat Pasir

$$= 40 \% \times 1877,87$$

$$= 751,15 \text{ kg/m}^3$$

- Berat keriki 1-2

$$= 60\% \times 1877,87$$

$$= 1126,72 \text{ kg/m}^3$$

- Sebelum koreksi

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

$$\text{Semen}(W_s) = 379,63 \text{ kg/m}^3$$



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN  
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS BOSOWA

$$\begin{aligned} \text{Pasir}(B_{SSDp}) &= 751,15 && \text{kg/m}^3 \\ \text{Kerikil1-2}(B_{SSDk}) &= 1126,72 && \text{kg/m}^3 \\ \text{Jumlah} &= && \text{kg/m}^3 \\ & && 2462,50 \end{aligned}$$

k. Koreksi campuran beton untuk pelaksanaan

- Koreksi air :

Jumlah air - ( kadar air Pasir - absorsi Pasir ) x jumlah Pasir/100 - (kadar air kerikil 1-2 - absorsi kerikil 1-2) x jumlah kerikil/100

$$\text{Koreksi air} = 205 - ( 3,60-1,83 ) \times ( 751,15 /100 ) - ( 1,32 - 2,56 ) \times ( 1126,72 /100 )$$

$$= 205 - 13,26 - ( - 13,97 )$$

$$= 205,71 \text{ kg/m}^3$$

- Koreksi Pasir :

Jumlah Pasir + ( kadar air Pasir - absorsi Pasir ) x jumlah Pasir /100

$$\text{Koreksi Pasir} = 751,15 + ( 3,60 - 1,83 ) \times ( 751,1 / 100 )$$

$$= 764,403 \text{ kg/m}^3$$

- Koreksi kerikil :

Jumlah kerikil - (kadar air kerikil 1-2 - absorsi kerikil 1-2) x jumlah kerikil / 100

$$\text{Koreksi kerikil} = 1126,72+ ( 1,32 - 2,56 ) \times ( 1126,72 / 100 )$$

$$= 1112,75 \text{ kg/m}^3$$

- sesudah koreksi :

$$\text{Air} (W_a) = 205,71 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Semen} (W_s) = 379,63 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Pasir} (B_{SSDp}) = 764,40 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Kerikil 1-2}(B_{SSDk}) = 1112,75 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Jumlah} = 2462,5 \text{ kg/m}^3$$



LABAROTARIUM STRUKTUR DAN BAHAN  
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS BOSOWA

i. Volume silinder

Diketahui :

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

BAHAN BETON	BERAT/M <sup>3</sup> BETON (kg)	VOLUME BENDA UJI	BERAT UNTUK 1 SAMPEL (kg)	BERAT UTK 3 SAMPEL (kg)
Air	205,71	0.00530	1,31	3,27
Semen	379,63		2,41	6,04
Pasir	764,40		4,86	12,15
Bp Maks 20	1112,75		7,08	17,69

Diperiksa Oleh  
Asisten Laboratorium Struktur dan Bahan

Marlina Alwi, ST

Makassar, 10 Juli 2022  
Diuji Oleh  
Mahasiswa

Fajar Perkasa R.



Proses pencampuran beton



**Proses penuangan campuran beton kedalam slinder**





**Proses perendaman beton**





Pengujian kuat tekan beton variasi