

TUGAS AKHIR

PENGARUH TEPUNG SAGU SEBAGAI BAHAN TAMBAH TERHADAP KUAT TARIK BETON DAN KUAT LENTUR BETON



Disusun Oleh :

LEWI

4515041034

**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR**

2022



LEMBAR PENGAJUAN SEMINAR UJIAN TUTUP
(TUGAS AKHIR)

Judul Tugas Akhir :

**“PENGARUH TEPUNG SAGU SEBAGAI BAHAN TAMBAH
TERHADAP KUAT TARIK BETON DAN KUAT LENTUR
BETON”**

Disusun dan diajukan oleh :

N a m a : Lewi

NIM : 45 15 041 034

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 : Ir. Eka Yuniarto, ST. MT (.....)

Makassar,.....2022

Mengetahui :

Dekan Fakultas Teknik


Dr.H. Nasrullah, S.T., M.T.
NIDN.09-080773-01

Ketua Program Studi / Jurusan


Dr.Ir. Andi Rumpang Yusuf., M.T.
NIDN.00-010565-012



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 : LEWI
No.Stambuk : 45 15 041 034
Judul Tugas Akhir : "PENGARU TEPUNG SAGU SEBAGAI BAHAN TAMBAH TERHADAP KUAT TARIK BETON DAN KUAT LENTUR BETON"

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) : Ir. Eka Yuniarto, ST. MT (.....)
Anggota : Dr. Suryani Syahrir, ST. MT (.....)
: Ir. Fauzy Lebang, 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.00-010565-02

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN DAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : **LEWI**
Nomor Stambuk : **45 15 041 034**
Program Studi : **Teknik Sipil**
Judul Tugas Akhir : **PENGARUH TEPUNG SAGU SEBAGAI BAHAN
TAMBAH TERHADAP KUAT TARIK BETON DAN KUAT
LENTUR BETON**

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



(LEWI)
45 15 041 034

PENGARUH TEPUNG SAGU SEBAGAI BAHAN TAMBAH TERHADAP KUAT TARIK DAN KUAT LENTUR BETON

ABSTRAK

Beton adalah material konstruksi yang pada saat ini sudah sangat umum digunakan, hal lain yang mendasari pemilihan dan penggunaan beton sebagai bahan konstruksi adalah faktor efektifitas dan tingkat efisiensinya. Dalam penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan kuat tekan beton dan kuat tarik dengan bahan tambah tepung sagu. Metode penelitian ini yaitu dengan membandingkan beton normal kuat tekan dan kuat tarik dengan beton bahan tambah tepung sagu. Persentase penambahan tepung sagu 5%, 10%, 15% dan 20%. Dari hasil penelitian kuat tekan, kuat tarik dan kuat lentur yang sudah dilakukan bahwa beton yang menggunakan bahan tambah tepung sagu mengalami penurunan terhadap kuat tekan beton normal sebesar 8,7%, 1,9%, -4,8%, -8,2% dan pada pengujian kuat tarik beton variasi mengalami penerununan sebesar 2,3%, -1,4%, -3,5%, dan -9,5% terhadap beton normal sedangkan pada pengujian kuat lentur beton variasi mengalami penerununan sebesar 3,3%, -3,1%, -6,5% dan -12,8%. Dapat disimpulkan bahwa semakin banyak tepung sagu yang digunakan maka semakin menurun kuat tekan beton kuat tarik beton dan kuat lentur beton yang dihasilkan sama dengan beton normal.

Kata Kunci : Kuat Tekan Beton, Kuat Tarik Beton, Kuat Lentur Beton, Tepung Sagu.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah yang telah memberikan kesehatan dan kelancaran dalam penulisan tugas akhir ini yang berjudul **“PENGARUH TEPUNG SAGU SEBAGAI BAHAN TAMBAH KUAT TARIK DAN KUAT LENTUR BETON”**. Tugas akhir ini disusun berdasarkan hasil penelitian dan pengujian yang dilakukan di laboratorium Beton Universitas Bosowa Makassar.

Tugas Akhir ini merupakan suatu syarat akademik yang harus ditempu guna kelulusan studi Sarjana Strata Satu di Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar.

Dan penulisan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan-bantuan pihak lain dalam membentri arahan dan bimbingan, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penyusunan Tugas Akhir. Untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberi petunjuk dan pertolongan.
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 penyusunan Tugas Akhir ini.

4. Bapa Ir. Eka Yuniarto, ST. MT sebagai pembimbing II yang sudah meluangkan waktunya untuk membimbing dan mengarahkan penulis sehingga terselesainya penyusunan 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.

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



UNIVERSITAS
BOSOWA

DAFTAR ISI

JUDUL	I
LEMBAR PENGAJUAN	II
LEMBAR PENGESAHAN	III
SURAT PERNYATAAN.....	IV
ABSTRAK.....	V
KATA PENGANTAR	VI
DAFTAR ISI	IX
DAFTAR GAMBAR.....	XII
DAFTAR TABEL	XIII
DAFTAR NOTASI	XV
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	I-1
1.2 Rumusan Masalah	I-3
1.3 Tujuan Dan Manfaat Penelitian	I-3
1.3.1 Tujuan Penelitian	I-3
1.3.2 Manfaat penelitian.....	I-3
1.4 Pokok Bahasan Dan Batasan Masalah	I-4
1.4.1 pokok bahasan	I-4
1.4.2 batasan masalah	I-4
1.5 Sistem Penulisan	I-4
BAB II KAJIAN PUSTAKA	
2.1 Tinjauan Umum.....	II-1
2.1.1 Pengertian Beton	II-1
2.1.2 Sifat – Sifat Beton	II-3
2.1.3 Kelompok Beton	II-8
2.1.4 Keunggulan Beton	II-11
2.2 Bahan – Bahan Penyusunan Beton Normal	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	Sagu	II-22
2.4	Pengujian Karakteristik.....	II-22
2.4.1	Kadar Air.....	II-22
2.4.2	Kadar Lumpur	II-23
2.4.3	Berat Isi	II-23
2.4.4	Berat Jenis Dan Penyerapan Untuk Agregat Kasar	II-24
2.4.5	Analisa Saringan.....	II-26
2.5	Perencanaan Campuran (Mix Design).....	II-26
2.6	Uji Slump.....	II-39
2.7	Pengujian	II-40
2.7.1	Uji Kuat Tarik Beton.....	II-40
2.7.2	Uji Kuat Lentur Beton.....	II-41
2.8	Penelitian Terdahulu	II-41
BAB III METODE PENELITIAN		
3.1	Bagan Alir Penelitian	III-1
3.2	Waktu Dan Lokasi	III-2
3.3	Tahanan Penelitian	III-2
3.4	Variabel Penelitian	III-4
3.4.1	Notasi Dan Jumlah Sampel.....	III-5
3.5	Metode Analisis.....	III-6
3.5.1	Analisis Spesifikasi	III-6
3.5.2	Hubungan Tepung Sagu Dengan Kuat Tarik Dan Kuat Lentur Beton	III-6
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 Design.....	IV-3
4.1.4	Pengujian Slump Test.....	IV-3
4.1.5	Tabel Hasil Uji Kuat Tekan Beton Normal	IV-4
4.1.6	Hasil Kuat Tarik Beton Normal.....	IV-6
4.1.7	Hasil Kuat Lentur Beton Normal.....	IV-6
4.1.8	Hasil Kuat Tekan Beton Variasi.....	IV-7
4.1.9	Hasil Kuat Tarik Beton Variasi	IV-7
4.1.10	Hasil Kuat Lentur Beton Normal.....	IV-8
4.2	Pembahasan.....	IV-8
4.2.1	Pengaruh Bahan Tambah Tepung Sagu Terhadap Kuat Tekan Beton Normal.....	IV-8
4.2.2	Pengaruh Bahan Tambah Tepung Sagu Terhadap Kuat Tarik Beton Normal.....	IV-9
4.2.3	Pengaruh Bahan Tambah Tepung Sagu Terhadap Kuat Lentur Beton Normal.....	IV-11
4.3	Hubungan Kuat Tekan Dengan Kuat Tarik Serta Hubungan Kuat Tekan Dengan Kuat Lentur Beton Variasi	IV-13
4.3.1	Hubungan Kuat Tekan Dengan Kuat Tarik Beton Var	IV-13
4.3.2	Hubungan Kuat Tekan Dengan Kuat Lentur Beton Var	IV-14

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Kesimpulan	V-1
5.2	Saran	V-1

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pasir.....	II-19
Gambar 2.2 Batu Pecah	II-20
Gambar 3.1 Lokasi Tempat Penelitian.....	III-2
Gambar 4.1 Gambar gradasi penggabungan agregat.....	IV-2
Gambar 4.2 Perbandingan Kuat Tekan Beton Normal Terhadap Bahan Tambah Tepung Sagu	IV-9

UNIVERSITAS

BOSOWA

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kelas dan Mutu Beton.....	II-9
Tabel 2.2 Spesifikasi Semen Portland Komposit (PCC)	II-16
Tabel 2.3 Faktor perkalian deviasi standar	II-27
Tabel 2.4 Nilai margin jika data tidak tersedia untuk menetapkan nilai deviasi standar	II-28
Tabel 2.5 kekuatan rata-rata perlu jika data tidak tersedia untuk menetapkan nilai deviasi standar	II-28
Tabel 2.6 Perkiraan Kuat Tekan Beton Pada FAS 0.50	II-29
Tabel 2.7 Type Agregat Dan Perkiraan Kadar Air Bebas	II-30
Tabel 2.8 Persyaratan nilai FAS maksimum untuk berbagai pembetonan dilingkungan khusus.....	II-32
Tabel 2.9 Ketentuan minimum untuk beton bertulang dalam air .	II-32
Tabel 2.10 Ketentuan untuk beton yang berhubungan dengan air tanah yang mengandung sulfat.....	II-33
Tabel 2.11 Penetapan nilai slump adukan beton	II-40
Tabel 3.1 Komposisi Beton Variasi	III-5
Tabel 3.2 Variasi Benda Uji Kuat Tarik	III-5
Tabel 3.3 Variasi Benda Uji Kuat Lentur	III-5
Tabel 3.4 Agregat Kasar	III-6
Tabel 3.5 Agregat Halus	III-6
Tabel 4.1 Rekapitulasi Hasil Pengujian Agregat Halus	IV-1
Tabel 4.2 Rekapitulasi Hasil Pengujian Agregat Kasar	IV-1

Tabel 4.3 Komposisi Kebutuhan Bahan Campuran Beton Normal Per 3 Silinder	IV-3
Tabel 4.4 Komposisi Kebutuhan Bahan Campuran Beton Variasi Per 3 Silinder	IV-3
Tabel 4.5 Nilai Slump.....	IV-4
Tabel 4.1.5 Hasil Uji Kuat Tekan Beton Normal	IV-4
Tabel 4.1.6 Hasil Kuat Tarik Beton Normal	IV-6
Tabel 4.1.7 Hasil Kuat Lentur Beton Normal.....	IV-6
Tabel 4.1.8 Hasil Kuat Tekan Beton Variasi.....	IV-7
Tabel 4.1.9 Hasil Kuat Tarik Beton Variasi.....	IV-7
Tabel 4.1.10 Hasil Kuat Lentur Beton Variasi.....	IV-8
Tabel 4.12 Presentase Kenaikan Kuat Tekan Beton Normal Dengan Beton Variasi	IV-9
Tabel 4.13 Presentase Kenaikan Kuat Tarik Beton Normal Dengan Beton Variasi	IV-11
Tabel 4.14 Presentase Kenaikan Kuat Lentur Beton Normal Dengan Beton Variasi	IV-12
Tabel 4.15 Data Xi Dan Yi Dari Pengujian	IV-13
Tabel 4.16 Hubungan Kuat Tekan Beton Dengan Kuat Lentur Beton Variasi	IV-15

DAFTAR NOTASI

E_c = Modulus elastisitas beton, MPa

$\sqrt{f'_c}$ = Kuat tekan beton, MPa

W = Kadar air (%)

W_1 = Berat agregat sebelum dioven (gr)

W_2 = Berat agregat setelah dioven (gr)

V = Volume wadah (liter, cm^3)

A = Berat benda uji kondisi SSD (gr)

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

C = Berat benda uji kering oven (gr)

P = beban tekan maksimum (N)

A = luas penampang silinder = $\frac{1}{4}\pi D^2$ (mm^2)

f_{ct} = kuat tarik belah (MPa)

P = beban tekan maksimum

d = diameter benda uji silinder (mm)

L = panjang benda uji silinder (mm)

π = Konstanta (Phi)

a = Jarak dari perletakan ke gaya (mm)

b = Lebar penampang balok (mm)

h = tinggi penampang balok (mm)

PCC = *Portland Composite Cement*

WC = *White Cement*

MPa = *Mega Pascal*

N = *Newton*

SNI = Standar Nasional Indonesia

SSD = *Saturated Surface Dry*

Cm = Centimeter

mm = Milimeter

kg = Kilogram

kN = Kilo Newton

m³ = Meter Kubik

mm² = Milimeter Persegi



UNIVERSITAS
BOSOWA

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pemakaian beton sebagai bahan konstruksi telah lama dikenal di Indonesia. Salah satu bahan utama yang sering digunakan pada konstruksi bangunan. Beton merupakan suatu material hasil dari campuran semen, agregat halus, agregat kasar, air dan kadang-kadang dengan bahan tambah yang bervariasi. Semen dan air membentuk pasta semen yang berfungsi sebagai bahan pengikat, agregat halus dan kasar sebagai bahan pengisi dan penguat, sedangkan serat tambahan untuk memperbaiki sifat beton. Pemilihan beton sebagai bahan utama struktur bangunan karena mempunyai kelebihan, mudah dibentuk sesuai kebutuhan, harga relatif murah, dan bahan susun yang mudah didapatkan.

Beton merupakan salah satu pilihan bahan konstruksi dalam hal pembangunan yang menuntut adanya peningkatan kekuatan beton pada saat ini. Pemanfaatan sagu sendiri sebagai bahan tambah pada campuran beton masih jarang yang menggunakannya. Hal ini merupakan alasan 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 tarik dan kuat lentur beton yang

terbaik pada beton normal dan beton yang menggunakan bahan tambah tepung sagu. Metode perencanaan campuran dalam penelitian ini adalah metode DOE.

Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa perbandingan komposisi campuran yang masuk dalam spesifikasi adalah beton normal = 1 semen : 2,44 pasir : 3,71 batu pecah : 0,64 air dan beton dengan bahan tambah tepung sagu 10% = 1 semen : 1,88 pasir : 3,71 batu pecah : 0,65 tepung sagu : 0,64 air dan hasil pengujian kuat tekan dengan penambahan tepung 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 sagu.

Sehingga penulis mencoba memanfaatkan tepung sagu sendiri sebagai bahan tambah pada campuran beton, maka penelitian ini berjudul:

“Pengaruh Tepung Sagu Sebagai Bahan Tambah Terhadap Kuat Tarik & Kuat Lentur Beton”

1.2. Rumusan Masalah

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

1. Mendapatkan perbandingan campuran beton normal dengan kuat tekan 20 Mpa.
2. Bagaimana pengaruh penambahan tepung sagu terhadap kuat tarik beton.
3. Bagaimana pengaruh penambahan tepung sagu terhadap kuat lentur beton.

1.3. Tujuan dan Manfaat Penelitian

1.3.1. Tujuan Penelitian

Tujuan Penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk menganalisis pengaruh penambahan tepung sagu terhadap kuat tarik beton.
2. Untuk menganalisis pengaruh penambahan tepung sagu terhadap kuat lentur beton.

1.3.2. Manfaat Penelitian

Manfaat Penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Memberikan sumbangan ilmiah dalam ilmu teknik sipil, yaitu membuat inovasi dalam pembuatan beton.
2. Sebagai pijakan dan referensi pada penelitian - penelitian selanjutnya yang berhubungan dengan 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. Memperoleh campuran beton standard kuat tekan $f'c$ 20 MPa.
3. Membentuk benda uji dengan tepung sagu sebagai bahan tambah pada beton.
4. Membuat pengujian beton vari asi.
5. Melakukan pengujian kuat tarik dan kuat lentur beton pada umur 28 hari.

1.4.2. Batasan Masalah

Penelitian ini dibatasi pada masalah-masalah yang akan dianalisa yaitu :

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. 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

Beton didefinisikan sebagai campuran dari bahan penyusunnya yang terdiri dari bahan semen hidrolis (*portland cement*), agregat kasar, agregat halus, dan air dengan atau tanpa menggunakan bahan tambah (*admixture* atau *additive*). DPU- LPMB memberikan definisi tentang beton sebagai campuran antara semen portland atau semen hidrolis yang lainnya, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan campuran tambahan yang membentuk massa padat (*SNI 03-2847-2002*).

Nugraha, Paul (2007), mengungkapkan bahwa pada beton yang baik, setiap butir agregat seluruhnya terbungkus dengan mortar. Demikian pula halnya dengan ruang antar agregat, harus terisi oleh mortar. Jadi kualitas pasta atau mortarmenentukan kualitas beton. Semen adalah unsur kunci dalam beton, meskipun jumlahnya hanya 7-15% dari campuran. Beton dengan jumlah semen yang sedikit (sampai 7%) disebut beton kurus (*lean concrete*), sedangkan beton dengan jumlah semen yang banyak disebut beton gemuk (*rich concrete*).

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 ialah fungsi dari bahan penyusunnya yang terdiri dari bahan semen hidrolis (*Portland cement*), agregat kasar, agregat halus, air, dan bahan tambah (*admixture atau additive*). Hingga saat ini beton masih sebagai pilihan primer dalam pembuatan struktur. Selain karena kemudahan dalam mendapatkan material penyusunnya, hal itu juga dikarenakan oleh penggunaan tenaga yang relatif besar sehingga dapat mengurangi perkara penyediaan lapangan kerja. Hal yang menjadi pertimbangan pada proses produksinya berupa kekuatan tekan yang tinggi ser 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 ialah bahan yang mempunyai kuat tekan yang cukup besar, kekuatan beton ditentukan oleh faktor air semen, tingkat pemadatan, jenis semen, jenis agregat dan perawatan. Tetapi beton memiliki kuat tarik yang rendah, pada elemen struktur yang betonnya mengalami tegangan tarik diperkuat dengan batang baja tulangan sehingga terbentuk suatu struktur komposit, kemudian dikenal dengan sebutan beton bertulang. Kuat tekan

beton sangat diperhitungkan hampir di semua perencanaan konstruksi beton.

Desain campuran diperlukan untuk menentukan jumlah setiap bahan *mix desig* yang dibutuhkan untuk mencapai kuat tekan beton yang direncanakan. Selain itu, campuran beton harus dikultur dalam keadaan homogen sempurna dengan kemampuan kerja yang konstan sehingga tidak terjadi segregasi. Kekuatan beton ditentukan oleh rasio bahan utama serta kepadatan campuran komponen-komponen yang membentuk beton. Semakin kecil rongga yang tercipta dalam campuran beton maka semakin tinggi kuat tekan beton yang dihasilkan.

2.1.2 Sifat - Sifat Beton

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

1. Kemampuan Dikerjakan (workability)

Workability adalah ukuran seberapa mudah campuran komponen-komponen beton untuk menghasilkan mortar dengan sifat-sifat sedemikian rupa sehingga campuran dapat dengan mudah diangkut, dituangkan, dicetak dan dipadatkan sesuai dengan tugasnya. Kualitas beton. Dapat diukur dari ketebalannya menggunakan alat slump (slump test) dengan bentuk kerucut terpotong. Nilai setting bervariasi tergantung pada jenis pekerjaan 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 cenderung mengandung rongga yang disebabkan oleh adanya gelembung udara selama penuangan. Rongga udara ini membentuk saluran kapiler, memungkinkan air dari luar menembus atau merusak beton. Beton secara alami tidak kedap air jika kapiler tidak ditutup kembali. Oleh karena itu, untuk menghasilkan beton tahan air, beton harus sepadat mungkin dan rasio air-semen untuk hidrasi semen harus diminimalkan. 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, kedap air turun.
- d. Gradasi agregat (memenuhi spesifikasi).

4. Kuat Tarik Beton

Kuat tarik beton biasanya 8%-15% dari kuat tekan beton, kekuatan tarik adalah suatu sifat yang penting yang mempengaruhi perambatan dan ukuran dari retak didalam struktur. Kekuatan tarik biasanya ditentukan dengan menggunakan percobaan pembebanan silinder, dimana silinder yang ukurannya sama dengan benda uji dalam percobaan kuat tekan diletakkan pada sisinya di atas mesin uji dan beban tekan P dikerjakan secara merata dalam arah diameter disepanjang benda uji.

5. Kuat Lentur Beton

kemampuan balok beton yang diletakan pada dua perletakan untuk menahan gaya dengan arah tegak lurus sumbu benda uji, yang diberikan kepadanya, sampai benda uji patah, dinyatakan dalam *Mega Pascal (MPa)* gaya per satuan luas.

6. Kekenyalan

Beton sebenarnya bukanlah benda yang elastis. Grafik defleksi (kekuatan Bintang) untuk beton yang mengeras penuh menunjukkan garis miring sedikit vertikal sampai tegangan kerja maksimum tercapai. Modulus elastisitas beton biasanya diukur pada beban maksimum 50%. Beton kuat tekan tinggi biasanya memiliki modulus elastisitas yang banyak.

7. Rangkak

Perubahan bentuk dari peningkatan beban atau perubahan sebagian saat beban dihilangkan. Tekanan konstan pada beton memendek:

- a. Perpendekan yang dapat kembali semula. Perpendekan ini erat hubungannya dengan kekenyalan.
- b. Perpendekan yang terus meningkat, atau pemendekan yang berubah ketika beban dikurangi sebagian, disebabkan oleh penurunan porositas internal. Aliran pasta semen, pergerakan kristal di dalam agregat, dan pembentukan tekanan air oleh gelombang semen di bawah tekanan. Sifat mulur ini harus diperhitungkan dalam struktur yang dibebani secara permanen.

8. Penyusutan

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

- a. Susut awal beton, masih dalam keadaan cair/plastis, akibat dehidrasi oleh semen sebesar 1% dari kadar absolut semen kering.
- b. Penyusutan beton berlanjut saat mengeras dan mengering.

9. Sifat Panas Beton

Sifat panas beton disebabkan oleh hidrasi semen oleh air, terutama pada beton tebal, dimana panas terkonsentrasi pada beton. Untuk menghindari panas yang berlebihan, cobalah yang berikut ini:

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

10. 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.

2.1.2. 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 B₀.
- 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 B₁, 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	σ'_{bk} (Kg/cm ³)	σ'_{bm} (Kg/cm ³)	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/m³, 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/m³ – 2400 kg/m³ 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 bangunan yang paling banyak digunakan dalam konstruksi beton. Menurut ASTM C-150 1985, semen Portland dibuat dengan cara menggiling klinker, yang terdiri dari tanah kalsium silikat hidrolik bersama dengan bahan utama, umumnya dengan satu atau lebih bentuk kalsium sulfat sebagai aditif yang didefinisikan sebagai semen hidrolik.

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

Tipe I : *Ordinary Portland Cement (OPC)*, adalah semen serba guna tanpa persyaratan khusus (panas hidrasi, ketahanan terhadap sulfat, kekuatan awal).

Tipe II : *Moderate Sulphate Cement*, semen untuk beton yang kuat terhadap sulfat sedang dan memiliki 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 penghubung yang penting dan banyak digunakan dalam konstruksi fisik di sektor konstruksi bangunan. Semen yang digunakan dalam konstruksi beton harus memenuhi rencana kekuatan dan spesifikasi teknis yang ditentukan. Semen portland terbuat dari mineral kristal yang dihaluskan, komponen utamanya adalah kalsium silikat dan aluminium silikat. Menambahkan air ke mineral ini menghasilkan pasta yang mengering menjadi konsistensi seperti batu. Ini menghasilkan berat jenis 3,12 hingga 3,16 dan densitas sekitar 1500 kg/cm³. Konstituen utama semen Portland adalah kapur (CaO), silika (SiO₂), alumina (Al₂O₃), beberapa magnesia (MgO), dan beberapa alkali. Gypsum (CaSO₄ · 2H₂O)

ditambahkan untuk mengatur waktu pengerasan semen, sedangkan oksida besi terkadang ditambahkan untuk mengontrol komposisi.

Semen Portland komposit adalah pengikat hidrolis yang dibuat dengan menggiling semen Portland dan gipsum bersama-sama dengan satu atau lebih bahan anorganik. Bahan anorganik antara lain terak tanur sembur, pozzolan, senyawa silikat dan batugamping, dengan total kandungan anorganik 6-35% dari berat komposit semen Portland. Semen Portland dianggap sebagai semen yang ramah lingkungan dan digunakan di hampir semua jenis konstruksi.

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)
Pengujian Kimia			
SO ₃		Max 4,0	2,16
MgO		Max 6,0	0,97
Hilang Pijar		Max 5,0	1,98
Pengujian Fisika			
Kehalusan - Dengan alat <i>Belaine</i> Sisa diatas ayakan 0,045 mm	<i>m²/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> Pemuaian Penyusutan	% %	Max 0,8 Max 0,2	- 0,02
Kuat Tekan 3 Hari 7 Hari 28 Hari	<i>Kg/cm²</i> <i>Kg/cm²</i> <i>Kg/cm²</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 penguraian alami dari batuan atau pasir yang dihasilkan oleh industri batu pecah. Syarat agregat halus adalah:

- a. Bentuk pasir yang berfungsi sebagai pengisi tidak boleh mengandung bahan organik atau tanah liat.
- 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 penghancuran alami dari batu pecah atau bahan yang berasal dari industri penghancuran. Persyaratan 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. Dengan kata lain, tidak boleh mengandung zat yang 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 dalam campuran beton dan berperan penting dalam bereaksi dengan semen untuk membantu membangun kekuatan pasta semen. Perhatian harus diberikan pada kemurnian dan kualitas air untuk pencampuran beton, karena kualitas air mempengaruhi kekuatan beton. Pada umumnya campuran beton membutuhkan air yang memenuhi standar air minum. Tujuan utama penggunaan air adalah hidrasi. Ini adalah reaksi kimia antara semen dan air yang mengeraskan campuran dari waktu ke waktu. Air untuk perawatan dan pembuatan beton harus bebas dari minyak, asam, alkali, garam, organik, atau zat lain yang dapat merusak beton atau tulangnya. Disarankan untuk menggunakan air minum yang bersih, tidak berasa dan

tidak berbau. Air yang digunakan harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

- a. Tidak mengandung lebih dari 2 gram/liter lumpur atau bahan terapung lainnya.
- b. Tidak mengandung garam, asam atau zat organik yang merusak beton dan mengandung 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 yang mempengaruhi pasta semen. Terlalu banyak air dapat menyebabkan banyak lecet setelah proses hidrasi selesai, dan terlalu sedikit air tidak akan sepenuhnya mencapai proses hidrasi dan 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 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.

2.4. Pengujian Karakteristik Agregat

Pengujian karakteristik agregat meliputi:

2.4.1. Kadar Air

Kadar air adalah perbandingan berat air yang terkandung dalam agregat dengan berat agregat kering yang dinyatakan dalam persen (%). Berat air yang terkandung dalam agregat sangat besar pengaruhnya terhadap penanganan agregat khususnya beton. Dengan mengetahui kadar air yang terkandung dalam agregat, maka faktor koreksi kadar air campuran beton dilakukan di lapangan pada saat penuangan, sehingga membuat perencanaan mix design lebih akurat.

Adapun rumus kadar air ditunjukkan pada persamaan 1 berikut:

$$W = \frac{W_1 - W_2}{W_2} - 100 \%$$

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 produksi beton mutu tinggi harus bebas dari tanah liat, lumpur dan zat organik yang mengurangi kekuatan. Rumus kandungan lumpur ditunjukkan pada Persamaan 2 di bawah ini.

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

Dengan:

W : Kadar Lumpur (%)

W_1 : Berat agregat sebelum dioven (gr)

W_2 : Berat agregat setelah dioven (gr)

2.4.3. Berat isi

Massa jenis suatu agregat adalah perbandingan antara beratnya dengan volume yang ditempatinya. Berat jenis agregat dapat diukur dalam keadaan lepas dan padat. Rumus untuk berat dimensi ditunjukkan pada Persamaan 3 di bawah ini:

$$\text{Berat volume agregat} = \frac{W}{V}$$

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.

$$\text{Berat jenis kering} = \frac{c}{A-B}$$

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 (SSD kering) adalah perbandingan berat kering suatu permukaan jenuh dengan berat air yang kandungannya sama dengan kandungan agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu. Rumus untuk berat jenis permukaan ditunjukkan pada Persamaan 5 di bawah ini.

$$\text{Berat jenis kering} = \frac{A}{A-B}$$

Dengan:

A : Berat benda uji kondisi SSD (gr)

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

3. Berat jenis semu adalah rasio berat agregat kering oven dengan berat air, yang merupakan kandungan agregat jenuh pada suhu

tertentu. Rumus untuk kerapatan semu ditunjukkan pada Persamaan 6 di bawah ini.

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

Dengan:

B : Berat benda uji kondisi SSD (gr)

C : Berat benda uji kering oven(gr)

4. Daya serap adalah persentase air yang harus diserap untuk menjenuhkan agregat pada saat permukaan mengering (JPK). Persamaan penyerapan ditunjukkan pada Persamaan 7 di bawah ini.

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

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:

$$F_{kasar} = \frac{\sum \% \text{komulatif tertahan saringan no } 100 \text{ s} / d \text{ saringanmaks}}{100}$$

2.5. Perencanaan Campuran (Mix Design)

Sejak tahun 1975, Metode Desain Campuran Beton British DOE (Department for the Environment) Inggris (The British Mix Design Method) telah menggantikan Catatan Jalan No. 4 seperti yang dijelaskan dalam Merancang Campuran Beton Biasa. DOE dijadikan sebagai rencana standar oleh Kementerian Pekerjaan Umum di Indonesia dan diterbitkan dalam Buku Standar SNI 3847 - 2013. Metode ini digunakan karena merupakan cara termudah untuk mendapatkan hasil yang akurat. Langkah-langkah dalam metode ini secara longgar dapat digambarkan sebagai berikut:

- A. Menentukan kuat tekan beton (f_c') yang dibutuhkan.

Penentuan kuat tekan diperlukan karena desain struktur dan kondisi lokal.

- B. Penetapan nilai deviasi standar (s)

Standar deviasi ditentukan berdasarkan tingkat pengendalian mutu pelaksanaan campuran beton. Semakin tinggi kualitas implementasi maka semakin kecil nilai standar deviasinya. Jika kumpulan data tes kurang dari 30 item tes, nilai standar deviasi dikoreksi oleh faktor penskalaan pada Tabel 2.4 di bawah ini.

Tabel 2.3 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 (ambil maksimum dari kedua persamaan). Jika tidak ada catatan hasil pengujian sebelumnya untuk menghitung standar deviasi yang memenuhi persyaratan, batasannya didasarkan pada Tabel 2.5 di bawah ini.

Tabel 2.4 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 memiliki catatan atau pengalaman tentang hasil pengujian beton sebelumnya yang memenuhi persyaratan ini, kekuatan rata-rata $f'cr$ harus ditentukan dari Tabel 2.6 di bawah ini.

Tabel 2.5 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. Menentukan jenis semen yang digunakan dalam campuran. Jenis atau jenis semen yang akan digunakan harus ditentukan dalam desain beton. Secara umum, semen Tipe I dan Tipe III yang banyak digunakan adalah semen fast setting (pengaturan awal rendah). Ada lima jenis semen: semen tipe I, II, III, IV dan V. Tabel 2.7 di bawah ini menunjukkan hubungan antara jenis semen, kuat tekan, umur beton, dan jenis agregat.

Tabel 2.6 Perkiraan Kuat Tekan Beton Pada FAS 0.50

Type semen	Jenis agregat kasar	Kuat tekan pada umur (hari)			
		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. Menentukan jenis agregat halus dan agregat kasar. Tentukan jenis agregat yang akan digunakan, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 8.7 di bawah ini. Apakah Anda menggunakan pasir dan kerikil alam atau pasir alam dan batu pecah mempengaruhi kekuatan dan kadar air bebas.

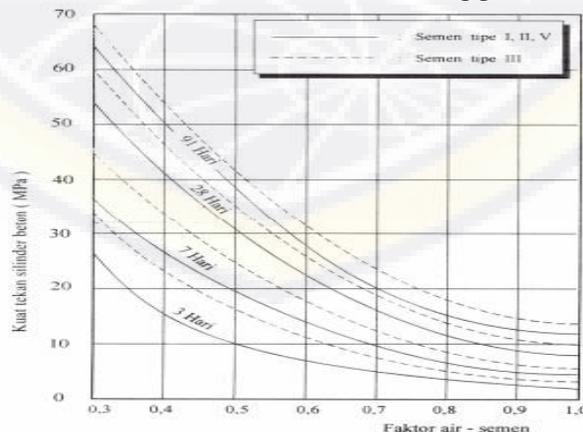
Tabel 2.7 Type Agregat Dan Perkiraan Kadar Air Bebas

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

Sumber: Buku Panduan Laboratorium Struktur Dan Bahan Universitas 45 Makassar

- G. Menetapkan faktor air semen.
- Tentukan FAS berdasarkan jenis semen yang digunakan dan kuat tekan rata-rata selinder/kubus dengan umur rencana.
 - Tentukan 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), nilai yang diperoleh menjadi nilai FAS maksimum. Penentuan nilai FAS maksimum diberikan pada Tabel 2.9 di bawah ini.

Tabel 2.8 Persyaratan nilai FAS maksimum untuk berbagai pementonan dilingkungan khusus.

Jenis Pementonan	Fas Maksimum	Semen Minimum (kg/m ³)
Beton didalam ruang bangunan :		
a. Keadaan sekeliling non-korosif.	0,60	275
b. Keadaan sekeliling korosif akibat kondensasi atau uap korosi.	0,52	325
Beton diluar ruang bangunan		
a. Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung.	0,55	325
b. Terlindung dari hujan dan terik matahari langsung.	0,60	275
Beton diluar ruang bangunan		
a. Mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	0,55	325
b. Mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah.	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 2.9 Ketentuan minimum untuk beton bertulang dalam air

Jenis beton	Kondisi lingkungan berhubungan dengan	Faktor air semen maksimum	Type semen	Kandungan semen minimum (kg/m ³)	
				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 2.10 Ketentuan untuk beton yang berhubungan dengan air tanah yang mengandung sulfat.

no	Konsentrasi sulfat sebagai SO ₂			Type semen	Kandungan semen minimum berdasarkan ukuran agregat maksimum (kg/m ³)			Nilai fas maks.
	Dalam tanah		Sulfat (SO ₂) dalam air tanah (g/l)		40 mm	20 mm	10 mm	
	Total SO ₂ (%)	SO ₂ 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 modulus air-semen berdasarkan kuat tekan rata-rata dan modulus air semen ambient di atas, diperoleh modulus air-semen minimum untuk digunakan dalam perhitungan selanjutnya (periksa dari fase kecil > fase besar).

I. Penetapan kadar air bebas

Penentuan kadar air bebas (air di luar air jenuh) didasarkan pada kemerosotan yang dipilih, ukuran agregat maksimum, dan jenis agregat. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 2.7.

J. Penetapan nilai slump

Menentukan nilai slump memerlukan pengalaman dalam implementasi tertentu, tetapi sudut bentang dapat digunakan sebagai panduan, seperti pada tabel untuk menentukan nilai slump.

- 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 / m³) beton.

Penetapan kadar semen perlu per m³ beton (kg/m³) digunakan rumus sebagai berikut:

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

L. Penentuan Estimasi Berat Jenis Komposit.

Taksiran berat isi total agregat kasar dan halus dapat dihitung

dengan menggunakan 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

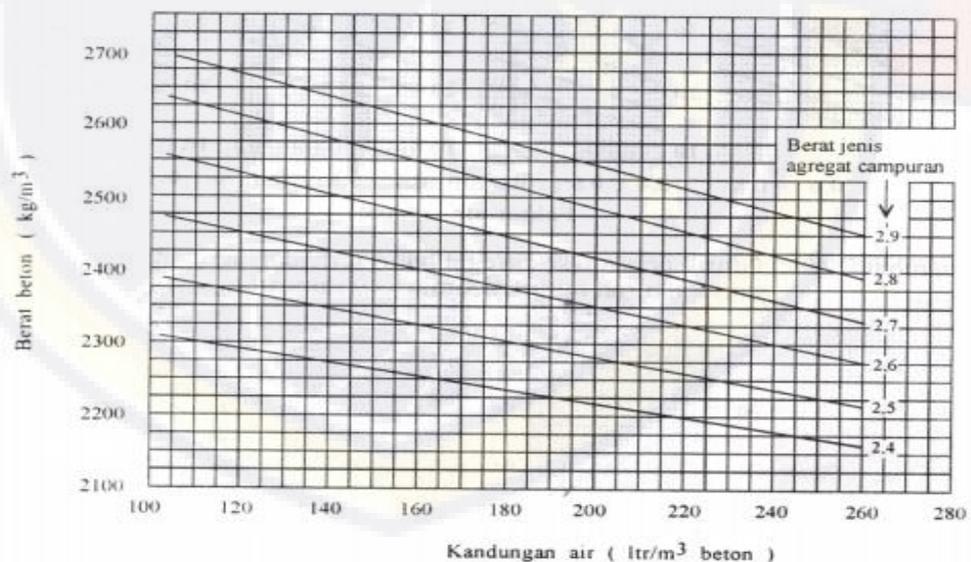
$b\%$ = persentase penggabungan agregat kasar terbaik

M. Penentuan berat volume beton segar (basah).

Gambar 2.2 digunakan untuk memperkirakan berat jenis beton basah.

Ini adalah representasi grafis dari hubungan antara berat jenis basah beton, kadar air bebas, dan kepadatan ikatan SSD, disajikan dalam bentuk grafis berikut:

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



Sumber: Rancang Campuran Beton SNI 03 – 2834 – 2000

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 (kg/m^3)

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

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

O. Hasil desain campuran beton teoritis (bahan dalam keadaan SSD).

Campuran beton teoritis adalah bagian dari campuran yang agregatnya masih dalam keadaan SSD (masih sulit untuk diterapkan dalam prakteknya).

Air = W_a (kg/m^3)

Semen = W_s (kg/m^3)

Pasir = A (kg/m^3)

Kerikil = B (kg/m^3)

Berat komponen beton teoritis adalah berat keadaan SSD (mengandung air / agregat kering permukaan), sehingga perlu dikoreksi (dikoreksi) sesuai dengan keadaan agregat pada saat penempatan.

P. Koreksi campuran beton.

Untuk mencocokkan berat agregat dengan keadaan pada saat sintesis, perlu dilakukan koreksi terhadap agregat agar dapat segera dikeluarkan. Koreksi dimaksudkan untuk mengkompensasi kandungan air seketika dari agregat (seperti hasil pencampuran teoritis, keadaan agregat tidak selalu SSD).

Ada dua jenis koreksi campuran beton:

- Koreksi secara eksak (rasional)

Penjelasan rumus koreksi yang tepat (berdasarkan definisi kadar air dan kadar air):

$$\begin{aligned} BL &= BK + W\% \times BL \quad \rightarrow \quad BL - (W\% \times BL) = BK \\ & \quad \quad \quad (1 - W\%) \times BL = BK \\ & \quad \quad \quad \rightarrow \quad BL = \frac{BK}{1 - W\%} \dots\dots\dots a) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} BK &= SSD - R\% \times BK \quad \rightarrow \quad BK + R\% \times BK = BSSD \\ & \quad \quad \quad (1 + R\%) \times BK = BSSD \\ & \quad \quad \quad \rightarrow \quad BK = \frac{BSSD}{(1 + R\%)} \dots\dots\dots b) \end{aligned}$$

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

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

- 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)

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

Berat koreksi kerikil (k)

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

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

Semen = Ws

Pasir = BLp

Kerikil = BLk

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

Bobot dari komponen-komponen di atas merupakan satuan pengukuran berat, yang akan dilakukan di lapangan dan untuk setiap bobot diperoleh massanya.

- Koreksi cara pendekatan (estimate)

Koreksi ini didasarkan pada perkiraan, karena definisi infiltrasi dan kadar air berorientasi pada berat lapangan. Perbaikannya adalah:

Semen = Ws (kg/m³) beton

Pasir = BLp = A - (Rp% - Wp%) x A/100 (kg/m³) beton

Kerikil = BLk = B - (Rk% - Wk%) x B/100 (kg/m³) beton

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

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

2.6. 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 2.11 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, kaisan 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

2.7. Pengujian

2.7.1. Uji Kuat Tarik Beton

Untuk kuat tarik besarnya angka yang dicatat pada saat pengujian adalah besarnya beban P pada saat benda uji hancur maka untuk mendapatkan besarnya tegangan hancur (kuat tarik dari benda uji silinder beton) tersebut dilakukan perhitungan dengan rumus :

$$f_t = \frac{2 \times P}{\pi \times D \times L}$$

f_t = Tegangan tarik belah (kg/cm²)

P = Beban maksimum yang dikenakan pada benda uji (kN)

L = Panjang benda uji (cm)

D = Diameter benda uji (cm)

2.7.2. Uji Kuat Lentur Beton

Sedang untuk kuat lentur besarnya angka yang dicatat pada saat pengujian adalah besarnya beban P pada saat benda uji hancur maka untuk mendapatkan besarnya tegangan hancur (kuat lentur dari benda uji balok beton) tersebut dilakukan perhitungan dengan rumus :

$$f_{lt} = \frac{\frac{1}{8} qL^2 + \frac{1}{4} PL^2}{\frac{1}{6} bh^2}$$

Dengan :

f_{lt} = Kuat lentur (MPa)

q = Berat benda per meter panjang (berat benda uji dibagi panjang benda uji) (g/mm)

P= Beban maksimum yang dikenakan pada benda uji (N)

L= Panjang antar tumpuan benda uji (mm)

b= lebar benda uji (mm) cccch = tinggi benda uji (mm)

2.8. Penelitian Terdahulu

Penelitian tentang kekuatan tarik dan kuat lentur beton telah banyak dilakukan oleh para peneliti di masa lalu. Ada beberapa referensi untuk mendukung penulis dalam mengerjakan penelitian ini.

1. Rio Herdianto Rahamudin (2016) melakukan penelitian yang berjudul **“Pengujian kuat tarik belah dan kuat tarik lentur beton ringan beragregat kasar (batu apung) dan abu sekam padi sebagai substitusi parsial semen”** Pengujian bertujuan untuk mengetahui kadar optimum penggunaan Abu sekam padi sebagai substitusi parsial semen yang berkaitan dengan kuat Tarik belah dan kuat Tarik lentur beton. Pengujian dilakukan terhadap tiga jenis variasi penambahan Abu sekam padi dan agregat normal yaitu 10%, 15%, dan 20%. Benda uji beton berbentuk silinder 100/200 mm dan balok 100x100x500 mm.

Hasil pengujian menghasilkan beton ringan dengan berat isi 1440 kg/m³, dengan kuat tekan beton maksimum sebesar 14,59 Mpa, kuat Tarik belah dan kuat Tarik lentur beton yaitu 1,61 Mpa dan 3,48 Mpa pada kadar substitusi parsial ASP sebesar 15% dari berat semen.

2. Dian Alvis Abdilah (2009) melakukan penelitian yang berjudul **“Studi Kekuatan Tarik dan Lentur Beton dengan Menggunakan Kaca Sebagai Filler dan Pengganti Agregat Halus Pada Campuran**

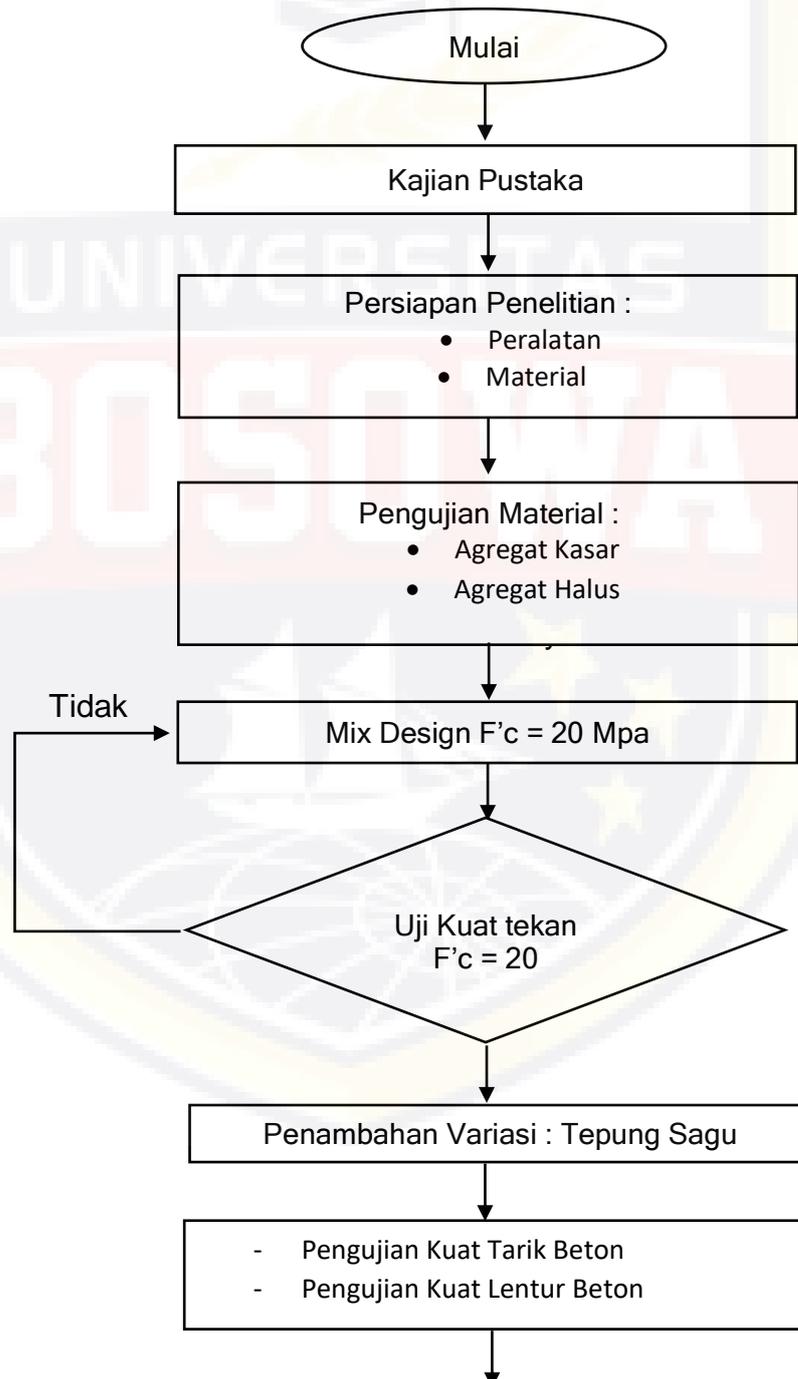
Beton” Pada penelitian ini akan dibuat dua variasi kaca sebagai filler (5 % dan 10 %) dan dibuat dua variasi kaca sebagai agregat halus (20% dan 30%). Hasil dari pengujian menunjukkan bahwa penggunaan kaca sebagai filler dan agregat halus akan menurunkan kekuatan tarik dari beton, hasil ini didapat dari hasil uji tarik belah dan uji pembebanan tiga titik, dimana uji keduanya berguna untuk mengetahui kekuatan tarik beton secara tidak langsung.

3. Dewi Anggraeni dan Jean Marzel Ngantung (2018) dengan judul **“kajian kuat tekan beton menggunakan campuran tepung sari sagu sebagai bahan tambah agregat halus”** 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.

BAB III
METODE PENELITIAN

3.1 Bagan Alir Penelitian

Tahapan pelaksanaan penelitian ini dapat dilihat dari garis besar





Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian

3.2 Waktu dan Lokasi

Pemeriksaan, pembuatan dan pengujian benda uji dilakukan di Laboraturium Struktur Dan Bahan Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa.



Gambar 3.2 Lokasi Tempat Penelitian

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
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 mengidentifikasikan 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 Terkait

Variabel terikat merupakan variable yang sifatnya mutlak atau tetap.

penelitian ini, variabel terikat meliputi :

- a. Semen.
- b. Agregat Kasar.
- c. Agregat Halus.
- d. 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

3.4.1 Notasi dan Jumlah Sampel

Tabel 3.1 Variasi Benda Uji Kuat Tekan

No	Notasi Sampel	Semen (a)	Agregat Kasar (b)	Agregat Halus (c)	Air (d)	Tepung Sagu	Jumlah Sampel Umur 28 hari
1	Beton Normal	100 %	100 %	100 %	100 %	-	20
2	BV-1	100 %	100 %	100 %	100 %	5%	3
3	BV-2	100 %	100 %	100 %	100 %	10%	3
4	BV-3	100 %	100 %	100 %	100 %	15%	3
5	BV-4	100 %	100 %	100 %	100 %	20%	3
Total benda uji beton normal dan beton variasi							32

Tabel 3.2 Variasi Benda Uji Kuat Tarik

No	Notasi Sampel	Semen (a)	Agregat Kasar (b)	Agregat Halus (c)	Air (d)	Tepung Sagu	Jumlah Sampel Umur 28 hari
1	Beton Normal	100 %	100 %	100 %	100 %	-	3
2	BT-1	100 %	100 %	100 %	100 %	5%	3
3	BT-2	100 %	100 %	100 %	100 %	10%	3
4	BT-3	100 %	100 %	100 %	100 %	15%	3
5	BT-4	100 %	100 %	100 %	100 %	20%	3
Jumlah							12

Tabel 3.3 Variasi Benda Uji Kuat Lentur

No	Notasi Sampel	Semen (a)	Agregat Kasar (b)	Agregat Halus (c)	Air (d)	Tepung Sagu	Jumlah Sampel Umur 28 hari
1	Beton Normal	100 %	100 %	100 %	100 %	-	1
2	BL-1	100 %	100 %	100 %	100 %	5%	1
3	BL-2	100 %	100 %	100 %	100 %	10%	1
4	BL-3	100 %	100 %	100 %	100 %	15%	1
5	BL-4	100 %	100 %	100 %	100 %	20%	1
Jumlah							5

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 ³	SNI 1973 – 2008
Kadar Air	0,5 % - 2 %	SNI 1971 – 2011
Kadar Lumpur	≤ 1 %	SNI 03 – 4142 - 1996

Tabel 3.4 Agregat Kasar

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 ³	SNI 1973 – 2008
Kadar Air	3 % - 5 %	SNI 1971 – 2011
Kadar Lumpur	≤ 5 %	SNI 03 – 4142 - 1996

Tabel 3.5 Agregat Halus

3.5.2 Hubungan Tepung Sagu Dengan Kuat Tarik Dan Kuat Lentur Beton

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

NO .	KARAKTERISTIK AGREGAT	INTERVAL	HASIL PENGAMATAN	KETERANGAN
1	Kadar Lumpur	Maksimal 5%	3,32%	Memenuhi
2	Kadar Air	3% - 5%	3,40%	Memenuhi
3	Berat Isi	1,4 - 1,9 gr/cm ³		
	- Lepas		1.48 gr/cm ³	Memenuhi
	- Padat		1.71 gr/cm ³	Memenuhi
4	Absorpsi	0,2 - 2%	1,12 %	Memenuhi
5	Berat Jenis Spesifik			
	- Bj. Curah	1,6 - 3,2	2,45	Memenuhi
	- Bj. SSD	1,6 - 3,2	2.48	Memenuhi
	- Bj. Semu	1,6 - 3,2	2.52	Memenuhi

Sumber : Hasil Pengujian

Tabel. 4.2 Rekapitulasi Hasil Pengujian Agregat Kasar

NO .	KARAKTERISTIK AGREGAT	INTERVAL	HASIL PENGAMATAN	KETERANGAN
1	Kadar Lumpur	Maksimal 1%	0,93 %	Memenuhi
2	Kadar Air	0,5 - 2%	0,81 %	Memenuhi
3	Berat Isi	1,6 - 1,9 gr/cm ³		
	- Lepas		1.63 gr/cm ³	Memenuhi
	- Padat		1.75 gr/cm ³	Memenuhi
4	Absorpsi	Max 4%	2,59%	Memenuhi
5	Berat Jenis Spesifik			
	- Bj. Curah	1,6 - 3,2	2.56	Memenuhi
	- Bj. SSD	1,6 - 3,2	2.63	Memenuhi
	- Bj. Semu	1,6 - 3,2	2.74	Memenuhi

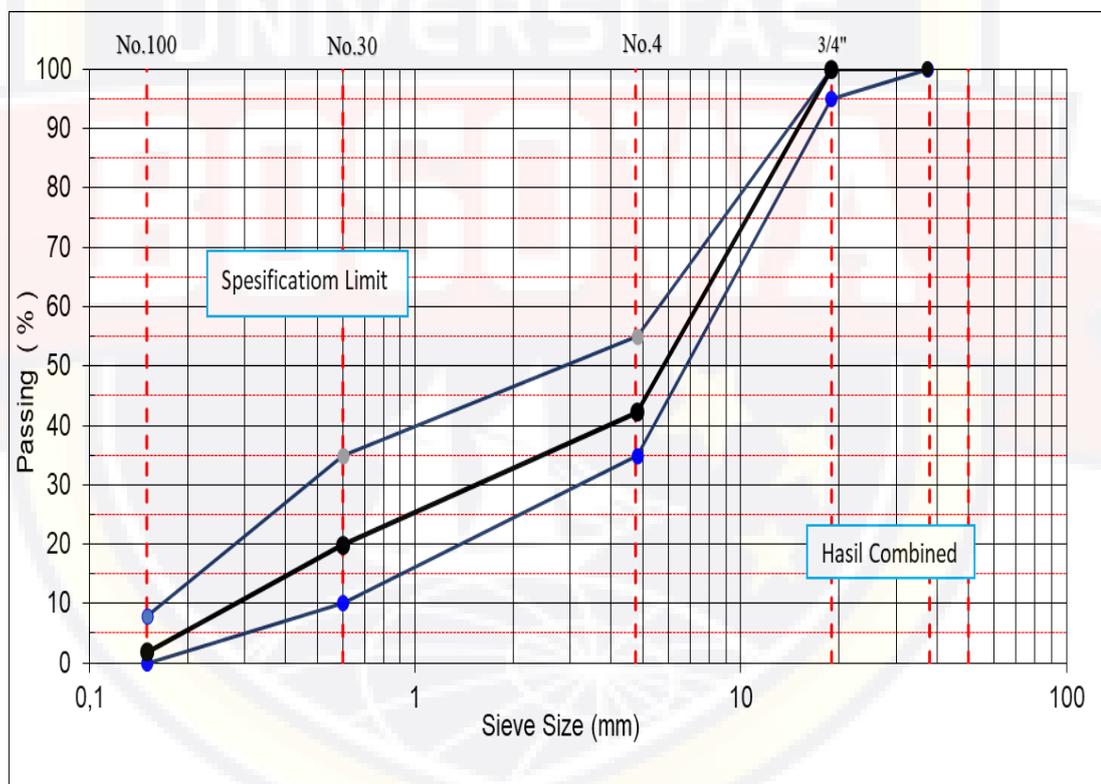
Sumber : Hasil Pengujian

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 Pakkato, 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



Sumber : Hasil Pengujian Analisa Saringan,

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 03-2834-2000 untuk komposisi beton normal sedangkan beton variasi dilakukan sesuai variasi yang telah ditentukan.

Tabel 4.3 Komposisi kebutuhan bahan campuran beton normal per 3 slinder

BAHAN BETON	BERAT/M ³ BETON (kg)	VOLUME BENDA UJI	BERAT UTK 3 SAMPEL (kg)
Air	217.03	0.00530	4.14
Semen	379.63	0.00530	7.24
Pasir	764.40	0.00530	14.58
Bp 1-2	1112.75	0.00530	21.01

Sumber : Hasil Mix Design

Tabel 4.4 Komposisi kebutuhan bahan campuran beton variasi per 3 slinder

NO	TEPUNG SAGU	SEMEN	PASIR	KERIKIL	AIR	TEPUNG SAGU	JUMLAH SAMPEL
	%	KG	KG	KG	KG	KG	
1	5	7.24	14.58	21.01	4.14	0.362	3
2	10	7.24	14.58	21.01	4.14	0.724	3
3	15	7.24	14.58	21.01	4.14	1.086	3
4	20	7.24	14.58	21.01	4.14	1.448	3

Sumber : Hasil Mix Design

4.1.4 Pengujian Slump Test

Pengukuran slump test dilakukan untuk mengetahui workability campuran beton. Workability suatu campuran beton adalah ukuran seberapa mudah campuran tersebut dapat diaduk, diangkut, dituang dan dipadatkan tanpa adanya pemisahan (separation) dari komponen-komponen beton. Daya dukung beban dipengaruhi oleh komposisi campuran, kondisi fisik, dan jenis bahan campuran.

Tabel 4.5 Nilai Slump

NO	NOTASI	NILAI SLUMP (CM)
1	BN	8
2	BTS 5	8
3	BTS 10	8
4	BTS 15	8
5	BTS 20	8

Sumber : Hasil Pengujian

4.1.5 Tabel Hasil Uji Kuat Tekan Beton Normal

Tabel 4.6 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Normal

No Benda Uji	Luas Penampang (cm ²)	Umur (Hari)	Beban Maksimum (KN)	Kekuatan Tekan (N/mm ²)
1	176.786	28	350	19.8
2	176.786	28	390	22.06
3	176.786	28	380	21.49
4	176.786	28	340	19.23
5	176.786	28	370	20.93
6	176.786	28	360	20.36
7	176.786	28	355	20.08
8	176.786	28	345	19.52
9	176.786	28	340	19.23
10	176.786	28	405	22.91
11	176.786	28	370	20.93
12	176.786	28	350	19.8
13	176.786	28	370	20.93
14	176.786	28	350	19.8
15	176.786	28	395	22.34
16	176.786	28	375	21.21
17	176.786	28	365	20.65
18	176.786	28	345	19.52
19	176.786	28	370	20.93
20	176.786	28	355	20.08
Jumlah				411.8
Kuat Tekan Rata-rata (f'cr)				20.59
Standar Deviasi				1.009
Kuat Tekan Karakteristik (f'cr)				21.94

Sumber : Hasil Pengujian

Untuk menghitung kekuatan tekan beton rata – rata

$$f_{cr} = \frac{\sum f'c}{N} \text{ (Mpa)} = \frac{411.8}{20} \text{ (Mpa)} = 20.59 \text{ Mpa}$$

Untuk menghitung standar deviasi

$$S_r = \sqrt{\frac{\sum (f'c - f_{cr})^2}{n-1}} = 1.009$$

Untuk menghitung kuat tekan karakteristik

$$f_{cr} = f'c - 1.34 S_r \quad \text{Persamaan I}$$

$$f_{cr} + 1.34 S_r = f'c$$

$$\begin{aligned} f'c &= 20.59 + 1.34 (1.009) \\ &= 21.94 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

$$f_{cr} = f'c - 2.3 (1.009) + 3.5 \quad \text{Persamaan II}$$

$$\begin{aligned} f'c &= f_{cr} + 2.3 (1.009) - 3.5 \\ &= 20.59 + 2.32 - 3.5 \end{aligned}$$

$$= 19.41 \text{ Mpa}$$

Gunakan nilai terbesar

Faktor modifikasi untuk 20 sampel adalah 1.08

$$f_c = \frac{21.94}{1.08} = 20.32 \text{ Mpa}$$

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 Tarik Beton Normal

Tabel 4.7 Hasil Pengujian Kuat Tarik

No Benda Uji	Diameter	Tinggi	Luas	Umur	Beban	Kekuatan Tarik
	(cm)	(cm)	(cm)	(Hari)	Maksimum (KN)	(N/mm ²)
1	15	30	176.786	28	250	3.54
2	15	30	176.786	28	237	3.35
3	15	30	176.786	28	221	3.13
				Jumlah	708	10.02
					Rata-rata	3.34

Sumber : Hasil Pengujian

$$f_{ct} = \frac{2P}{\pi L D}$$

$$T1 = \frac{2(250 \times 1000)}{3,14 \times 300 \times 150} = \frac{2(250000)}{141300} = 3,54 \text{ Mpa}$$

$$T2 = \frac{2(237 \times 1000)}{3,14 \times 300 \times 150} = \frac{2(237000)}{141300} = 3,35 \text{ Mpa}$$

$$T3 = \frac{2(221 \times 1000)}{3,14 \times 300 \times 150} = \frac{2(221000)}{141300} = 3,13 \text{ Mpa}$$

4.1.7 Hasil Kuat Lentur Beton Normal

Tabel 4.8 Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton Normal

No Benda Uji	Diameter	Tinggi	Luas	Umur	Beban	Kekuatan Tarik
	(mm)	(mm)	(mm)	(Hari)	Maksimum (KN)	(N/mm ²)
1	150	150	450	28	31	4.13

Sumber : Hasil Pengujian

Kuat Lentur (Modulus Of Repture) :

$$f_r = \frac{P L}{b d^2} = \frac{31000 \times 450}{150 \times 150^2} = \frac{13950000}{3375000} = 4,13 \text{ Mpa}$$

4.1.8 Hasil Kuat Tekan Beton variasi

Tabel 4.9 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Variasi

No Benda Uji	Tepung Sagu	Semen PCC	Berat Sampel	Luas Penampang	Beban Maksimum	Kuat Tekan	Kekuatan Tekan Rata-Rata
	%	%	gram	cm ²	KN	Mpa	
1	5%	100%	12.040	176.768	405	22.9	22.4
2			11.940	176.768	395	22.3	
3			11.925	176.768	390	22.1	
1	10%	100%	12.120	176.768	385	21.8	21.0
2			11.935	176.768	370	20.9	
3			11.875	176.768	360	20.4	
1	15%	100%	12.080	176.768	355	20.1	19.6
2			12.035	176.768	340	19.2	
3			12.155	176.768	345	19.5	
1	20%	100%	12.030	176.768	340	19.2	18.9
2			11.945	176.768	330	18.7	
3			11.950	176.768	330	18.7	

Sumber : Hasil Pengujian

4.1.9 Hasil Kuat Tarik Beton Variasi

Tabel 4.10 Hasil Pengujian Kuat Tarik Beton Variasi

No Benda Uji	Tepung Sagu	Semen PCC	Berat Sampel	Luas Penampang	Beban Maksimum	Kuat Tarik	Kekuatan Tekan Rata-Rata
	%	%	gram	cm ²	KN	Mpa	
1	5%	100%	12.045	176.768	245	3.5	3.42
2			12.040	176.768	245	3.5	
3			11.920	176.768	235	3.3	
1	10%	100%	12.040	176.768	233	3.3	3.29
2			12.165	176.768	235	3.3	
3			11.875	176.768	230	3.3	
1	15%	100%	12.000	176.768	230	3.3	3.22
2			11.185	176.768	228	3.2	
3			11.940	176.768	225	3.2	
1	20%	100%	11.985	176.768	216	3.1	3.02
2			12.030	176.768	220	3.1	
3			11.930	176.768	205	2.9	

Sumber: Hasil Pengujian

4.1.10 Hasil Kuat Lentur Beton Variasi

Tabel 4.11 Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton Variasi

No Benda Uji	Tepung Sagu	Berat Sampel	Ukuran Benda Uji			Umur	Beban	Kekuatan Lentur
			B	d	L			
	%	Gram	(mm)	(mm)	(mm)	(Hari)	Maksimum (KN)	(N/mm ²)
1	5	31.160	150	150	450	28	32	4.26
2	10	31.150	150	150	450	28	30	4.00
3	15	31.150	150	150	450	28	29	3.86
4	20	30.600	150	150	450	28	27	3.60

Sumber: Hasil Pengujian

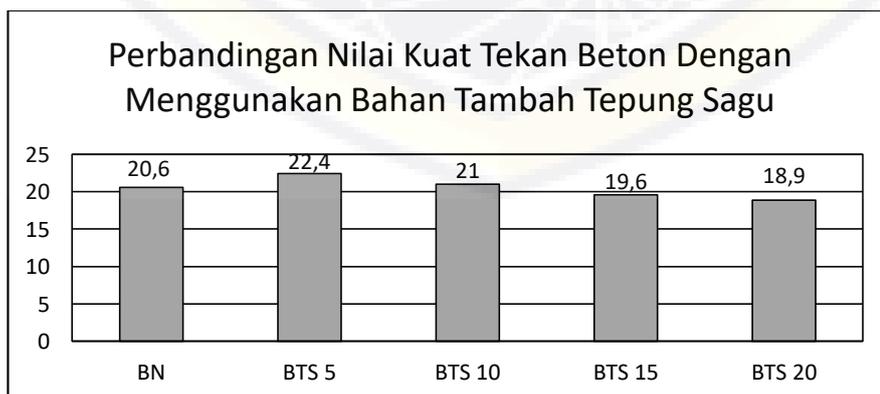
4.2 Pembahasan

4.2.1 Pengaruh Bahan Tambah Tepung Sagu Terhadap Kuat Tekan

Beton Normal

Pada penelitian ini, Tepung Sagu menjadi material bahan tambah semen dengan presentase yang berbeda-beda yakni 5 %, 10 %, 15% dan 20 %. Berdasarkan Gambar.4.2 di bawah ini, dapat di gambarkan gambar perbandingan kuat tekan beton normal terhadap bahan tambah Tepung Sagu sebagai berikut :

Gambar.4.2 Perbandingan Kuat Tekan Beton Normal Terhadap Bahan Tambah Tepung Sagu



Sumber: Hasil Pengujian

Dari Gambar 4.2 dapat dijelaskan bahwa nilai kuat tekan rata – rata dari bahan tambah Tepung Sagu ke dalam semen dengan jumlah berbeda-beda yakni, 5%, 10%, 15% dan 20% berturut-turut 22,4 Mpa, 21 Mpa, 19,6 Mpa dan 18,9 Mpa.

Adapun perbandingan presentase kenaikan kuat tekan beton normal dengan beton variasi yakni :

Tabel 4.12 Presentase Kenaikan Kuat Tekan Beton Normal Dengan Beton Variasi

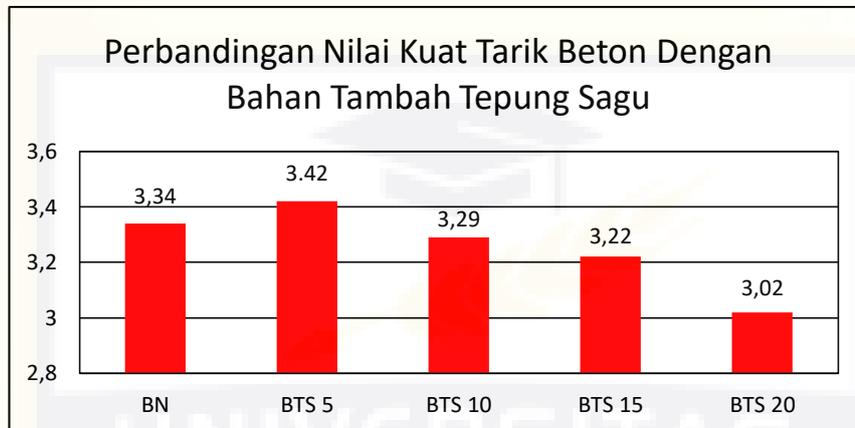
PERSENTASE SELISIH KENAIKAN BETON NORMAL DENGAN BETON VARIASI			
No	Notasi	Hasil Kuat Tekan	Selisih%
1	Beton Normal	20,6	8,7
2	Beton Variasi 5%	22,4	
3	Beton Normal	20,6	1,9
4	Beton Variasi 10%	21	
5	Beton Normal	20,6	-4,8
6	Beton Variasi 15%	19,6	
7	Beton Normal	20,6	-8,2
8	Beton Variasi 20%	18,9	

4.2.2 Pengaruh Bahan Tambah Tepung Sagu Terhadap Kuat Tarik

Beton Normal

Berdasarkan Gambar.4.3 di bawah ini, dapat di gambarkan gambar perbandingan kuat tekan beton normal terhadap bahan tambah Tepung Sagu sebagai berikut :

Gambar.4.3 Perbandingan Kuat Tarik Normal Terhadap Bahan Tambah Tepung Sagu



Sumber: Hasil Pengujian

Dari Gambar 4.3 dapat dijelaskan bahwa nilai kuat Tarik beton rata – rata dari bahan tambah Tepung Sagu ke dalam semen dengan jumlah berbeda-beda yakni, 5%, 10%, 15% dan 20% berturut-turut 3,42 Mpa, 3,29 Mpa, 3,22 dan 3,02 Mpa. Adapun perbandingan presentase kenaikan kuat tekan beton normal dengan beton variasi yakni :

Tabel 4.13 Presentase Kenaikan Kuat Tarik Beton Normal Dengan Beton Variasi

Persentase Selisih Kenaikan Beton Normal Dengan Beton Variasi			
No	Notasi	Hasil Kuat Tekan	Selisih%
1	Beton Normal	3,34	2,3
2	Beton Variasi 5%	3,42	
3	Beton Normal	3,34	-1,4
4	Beton Variasi 10%	3,29	
5	Beton Normal	3,34	-3,5
6	Beton Variasi 15%	3,22	

7	Beton Normal	3,34	-9,5
8	Beton Variasi 20%	3,02	

4.2.3 Pengaruh Bahan Tambah Tepung Sagu Terhadap Kuat lentur

Beton Normal

Berdasarkan Gambar.4.4 di bawah ini, dapat di gambarkan gambar perbandingan kuat lentur beton normal terhadap bahan tambah Tepung Sagu sebagai berikut :

Gambar.4.4 Perbandingan Kuat Lentur Beton Normal Terhadap Bahan Tambah Tepung Sagu



Sumber: Hasil Pengujian

Dari Gambar 4.4 dapat dijelaskan bahwa nilai kuat tekan rata – rata dari bahan tambah Tepung Sagu ke dalam semen dengan jumlah berbeda-beda yakni, 5% ,10%, 15% dan 20% berturut-turut 4.27Mpa, 4,000 Mpa, 3,60Mpa dan 3,33Mpa.

Adapun perbandingan presentase kenaikan kuat lentur beton normal

dengan beton variasi yakni :

Tabel 4.14 Presentase Kenaikan Kuat Lentur Beton Normal Dengan Beton Variasi

PERSENTASE SELISIH KENAIKAN BETON NORMAL DENGAN BETON VARIASI			
No	Notasi	Hasil Kuat Tekan	Selisih%
1	Beton Normal	4,13	3,3
2	Beton Variasi 5%	4,27	
3	Beton Normal	4,13	-3,1
4	Beton Variasi 10%	4,00	
5	Beton Normal	4,13	-6,5
6	Beton Variasi 15%	3,86	
7	Beton Normal	4,13	-12,8
8	Beton Variasi 20%	3,60	

Sumber: Hasil Pengujian

4.3 Hubungan Kuat Tekan dengan Kuat Tarik Serta Hubungan Kuat Tekan Dengan Kuat Lentur Beton Variasi

4.3.1 Hubungan Kuat Tekan Dengan Kuat Tarik Beton Variasi

Kolerasi antar kuat tekan dan kuat tarik belah dapat di hitung dengan menggunakan metode curve fitting dengan persamaan berikut :

$$\sum_{i=1}^3 (aX_i - Y_i \cdot \sqrt{X_i}) = 0$$

Dimana :

X_i = Kuat Tekan Beton sampe ke-i

Y_i = Kuat Tarik sampe ke-i

A = Faktor Kolerasi antara Kuat Tekan dan Kuat Tarik

Tabel 4.1.5 Data Xi Dan Yi Dari Pengujian

No	Xi	Yi
1	0	0
2	22,4	3,42
3	21	3,29
4	19,6	3,22
5	18,9	3,02

$$\sum_{i=1}^3 (aX_i - Y_i \cdot \sqrt{X_i}) =$$

$$(aX_0 - Y_0 \cdot \sqrt{X_0}) + (aX_1 - Y_1 \cdot \sqrt{X_1}) + (aX_2 - Y_2 \cdot \sqrt{X_2}) + (aX_3 - Y_3 \cdot \sqrt{X_3}) +$$

$$(aX_4 - Y_4 \cdot \sqrt{X_4}) = 0$$

$$(a0 - 0 \cdot \sqrt{0}) + (a22,4 - 3,42 \cdot \sqrt{22,4}) + (a21 - 3,29 \cdot \sqrt{21}) + (a19,6 - 3,22 \cdot \sqrt{19,6}) + (a18,9 - 3,02 \cdot \sqrt{18,9}) \text{ Mpa} = 0$$

$$(63 a - 58,646) \text{ Mpa} = 0 \quad a = 0,931 \text{ Mpa}$$

Persamaan f'_c dan f_{ct} beton variasi tepung sagu :

$$F_{ct} = a \sqrt{f'_c} \quad \rightarrow \quad F_{ct} = 0,931 \sqrt{f'_c}$$

No	Xi	Yi	Fct
1	0	0	0
2	22.4	3,42	4,41
3	21	3,29	4,27

4	19.6	3,22	4,12
5	18,9	3,02	4,05

Gambar 4.5 Grafik Hubungan Kuat Tekan Dengan Kuat Tarik Beton variasi.



Sumber: Hasil Pengujian

4.3.2 Hubungan Kuat Tekan Dengan Kuat Lentur Beton Variasi

Peraturan SNI 03-2847-2002 menetapkan nilai modulus keruntuhan lentur untuk beton normal (tanpa tulangan) yaitu : $f'r = 0,7 \sqrt{f'c}$

Dari nilai tersebut dapat dibuat suatu hubungan antara kuat tekan dan kuat lentur beton seperti pada table dibawah ini :

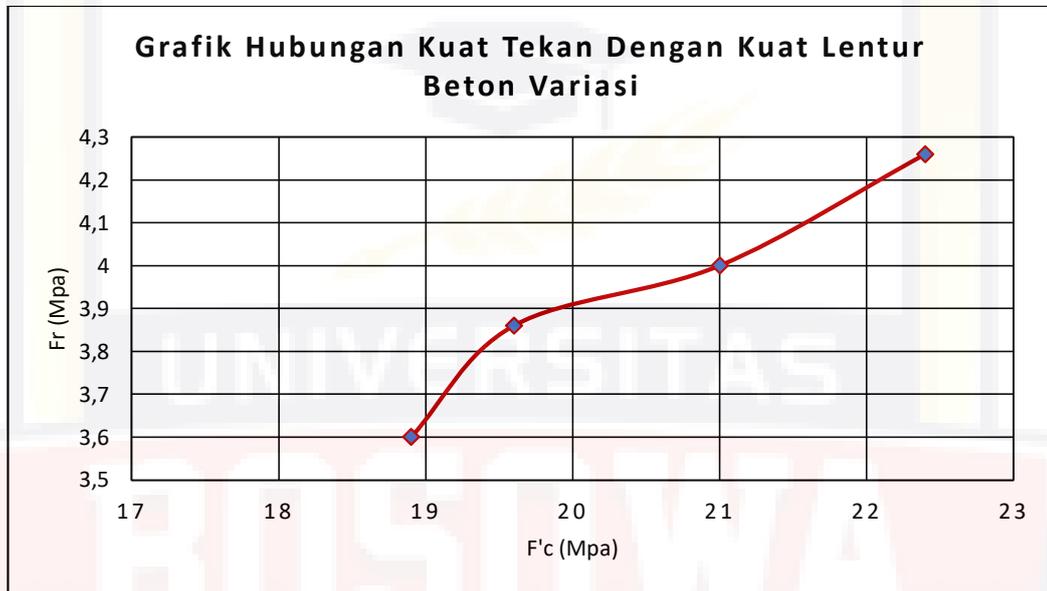
Tabel 4.16 Hubungan Kuat Tekan Beton Dengan Kuat Lentur Beton Variasi

$f'c$ (Mpa)	Fr (Mpa)	$\sqrt{f'c}$ (Mpa)	$\frac{fr}{\sqrt{f'c}}$
22.4	4.26	4,7	0,91
21	4.00	4,6	0,87
19.6	3.86	4,4	0,88
18,9	3.60	4,3	0,84

Nilai $fr/\sqrt{f'c}$ yang didapat menunjukkan hubungan kuat tekan dan kuat

lentur balok beton bertulang, yang dalam penelitian ini berkisar 0,82 sampai 0,72.

Gambar 4.6 Grafik Hubungan Kuat Tekan Dengan Kuat Lentur Beton variasi.



Sumber: Hasil Pengujian



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilaksanakan dapat di simpulkan bahwa:

1. Pengaruh tepung sagu sebagai bahan tambah dalam perendaman selama 28 hari terhadap kuat tarik beton mendapatkan nilai 3,42 Mpa, 3,29 Mpa, 3,22 Mpa dan 3,02 Mpa.
2. Pengaruh tepung sagu sebagai bahan tambah dalam perendaman selama 28 hari terhadap kuat lentur beton mendapatkan nilai 4,26 Mpa, 4,00 Mpa, 3,86 Mpa dan 3,60 Mpa.

5.2 Saran

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

1. Dibutuhkan penelitian yang lebih lanjut tentang tepung sagu pada campuran beton terhadap pengujian kuat tarik beton.
2. Dibutuhkan penelitian yang lebih lanjut tentang tepung sagu pada campuran beton terhadap pengujian kuat lentur beton.

DAFTAR PUSTAKA

- Dewi Anggraeni dan Jean Marzel Ngantung (2018) *“Kajian Kuat Tekan Beton Menggunakan Campuran Tepung Sari Sagu Sebagai Bahan Tambah Agregat Halus”* Teknik Sipil Universitas Sains dan Teknologi Jayapura.
- Dewi, Sari Utama & Prasetyo, Febri. 2021. *Analisa Penambahan Bottom Ash Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Belah Beton*. Universitas Teknokrat Indonesia.
- Dian Alvis Abdilah (2009) *“Studi Kekuatan Tarik Dan Lentur Beton Dengan Menggunakan Kaca Sebagai Filler Dan Pengganti Agregat Halus Pada Campuran Beton”* Teknik Sipil Universitas Indonesia
- Enda, Enda Dedi. 2018. *Pengaruh Penggunaan Abu Sisa Pembakaran Sampah Organik Sebagai Substitusi Parsial Semen Terhadap Kuat Tekan Beton*. Politeknik Negeri Bengkalis.
- Fahrizal Zulkarnain , Bayu Indra Putra Nasution. 2018. *Pengaruh Penambahan Serat Kulit Pinang Dan Epoxy Resin Terhadap Kuat Tarik Belah Beton*. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
- Kristino, Febrian Yafet. 2017. *Studi Pengaruh Kadar Abu Tempurung Kelapa Terhadap Sifat Mekanik Beton Sebagai Substitusi Semen*. Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- Rahamudin, Rio Herdianto. 2016. *Pengujian Kuat Tarik Belah Dan Kuat Tarik Lentur Beton Ringan Beragregat Kasar (Batu Apung) Dan Abu Sekam Padi Sebagai Substitusi Parsial Semen*. Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado.

L

A

M

P

I

R

A

N





LABORATORIUM TEKNIK SIPIL
BOSOWA MAKASSAR

JL. URIP SUMOHARJO. KM.4 TELP. (0411)452991 - 45279fax.(0411)4245668.
Webside: www.tekniksipil45makassar.info / email: tsipil@yahoo.com

REKAPITULASI AGREGAT HALUS

NO .	KARAKTERISTIK AGREGAT	INTERVAL	HASIL PENGAMATAN	KETERANGAN
1	Kadar Lumpur	Maksimal 5%	3,32%	Memenuhi
2	Kadar Air	3% - 5%	3,40%	Memenuhi
3	Berat Isi	1,4 - 1,9 gr/cm ³		
	- Lepas		1.48 gr/cm ³	Memenuhi
	- Padat		1.71 gr/cm ³	Memenuhi
4	Absorpsi	0,2 - 2%	1,12 %	Memenuhi
5	Berat Jenis Spesifik			
	- Bj. Curah	1,6 - 3,2	2,45	Memenuhi
	- Bj. SSD	1,6 - 3,2	2.48	Memenuhi
	- Bj. Semu	1,6 - 3,2	2.52	Memenuhi

REKAPITULASI AGREGAT HALUS

NO .	KARAKTERISTIK AGREGAT	INTERVAL	HASIL PENGAMATAN	KETERANGAN
1	Kadar Lumpur	Maksimal 1%	0,93 %	Memenuhi
2	Kadar Air	0,5 - 2%	0,81 %	Memenuhi
3	Berat Isi	1,6 - 1,9 gr/cm ³		
	- Lepas		1.63 gr/cm ³	Memenuhi
	- Padat		1.75 gr/cm ³	Memenuhi
4	Absorpsi	Max 4%	2,59%	Memenuhi
5	Berat Jenis Spesifik			
	- Bj. Curah	1,6 - 3,2	2.56	Memenuhi
	- Bj. SSD	1,6 - 3,2	2.63	Memenuhi
	- Bj. Semu	1,6 - 3,2	2.74	Memenuhi

Diperiksa Oleh :
Kepala Laboratorium Struktur Dan Bahan Beton

Ir. Eka Yuniarto, ST. MT

Diuji Oleh :
Mahasiwa

Lewi



LABORATORIUM TEKNIK SIPIL BOSOWA MAKASSAR

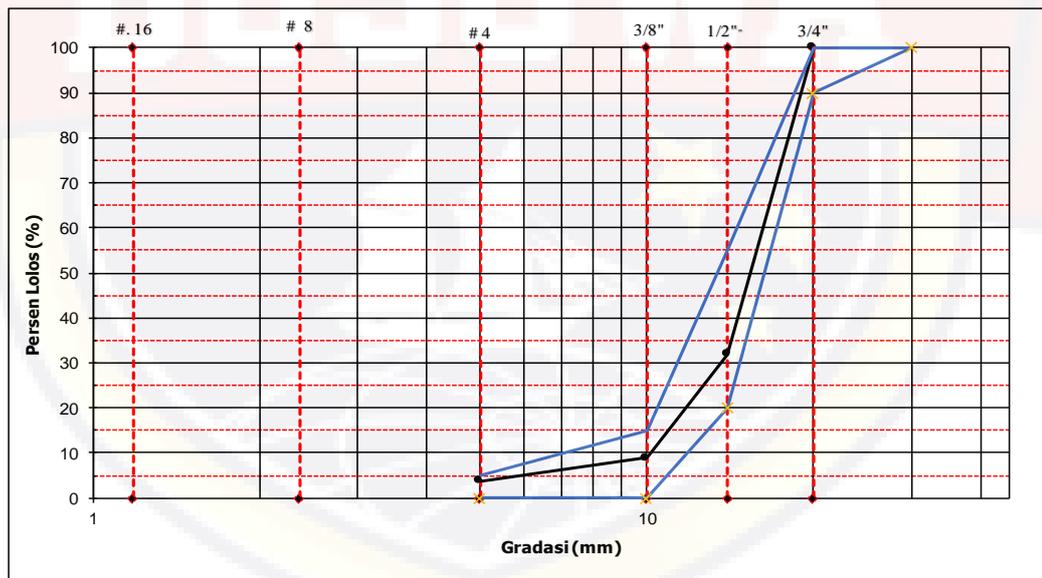
JL. URIP SUMOHARJO. KM.4 TELP. (0411)452991 – 45279fax.(0411)4245668.
Website: www.tekniksipil45makassar.info / email: tsipil@yahoo.com

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR

Material	: Batu pecah maks 20 mm	Nama	: Lewi
Tanggal	: 1 Mei 2021	Pembimbing	:
Sumber	: Tombongi		

1. Dr. Ir. H. Syarul Sariman, MT
2. Ir. Eka Yuniarto, 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





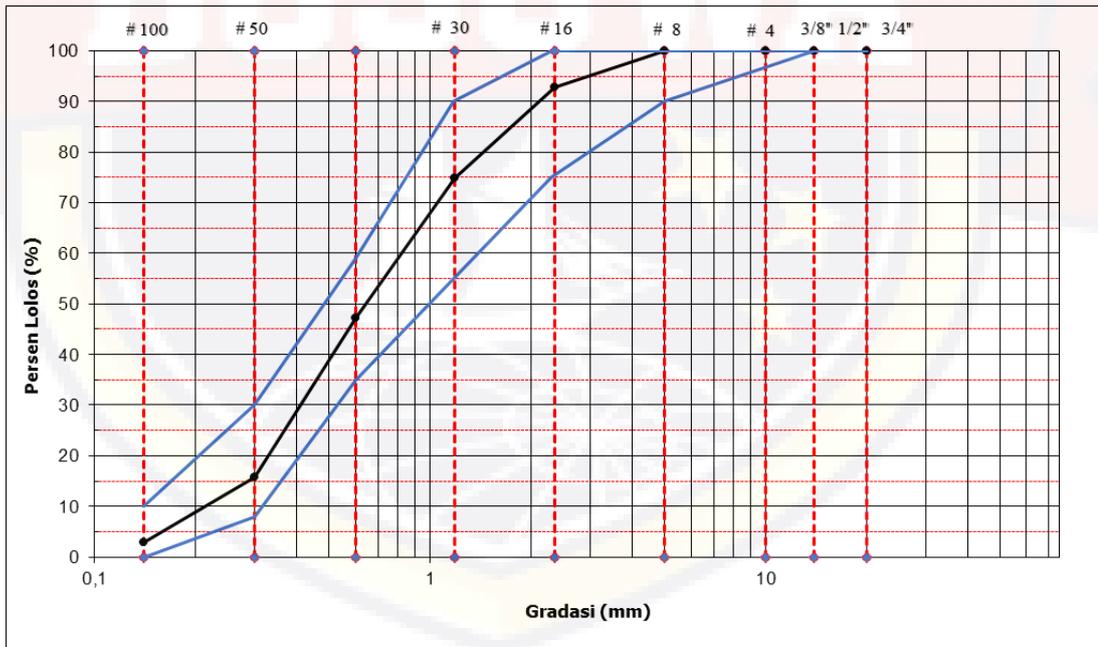
LABORATORIUM TEKNIK SIPIL BOSOWA MAKASSAR

**JL. URIP SUMOHARJO. KM.4 TELP. (0411)452991 – 45279fax.(0411)4245668.
Webside: www.tekniksipil45makassar.info / email: tsipil@yahoo.com**

ANALISA SARINGAN AGREGAT HALUS

Material	: Batu pecah maks 200 mm	Nama	: Lewi
Tanggal	: 1 Mei 2021	Pembimbing	:
Sumber	: Tombongj	1. Dr. Ir. H. Syarul Sariman, MT	
		2. Ir. Eka Yuniarto, ST. MT	

Saringan No	Total :	1500		Total :	1500		Rata-rata
	Sampel	1		Sampel	2		%
	Kumulatif Tertahan	% Tertahan	% Lolos	Kumulatif Tertahan	% Tertahan	% Lolos	Lolos
3/4"	0	0	100	0	0	100	100
1/2"	0	0	100	0	0	100	100
3/8"	0	0	100	0	0	100	100
No. 4	0,0	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





LABORATORIUM TEKNIK SIPIL BOSOWA MAKASSAR

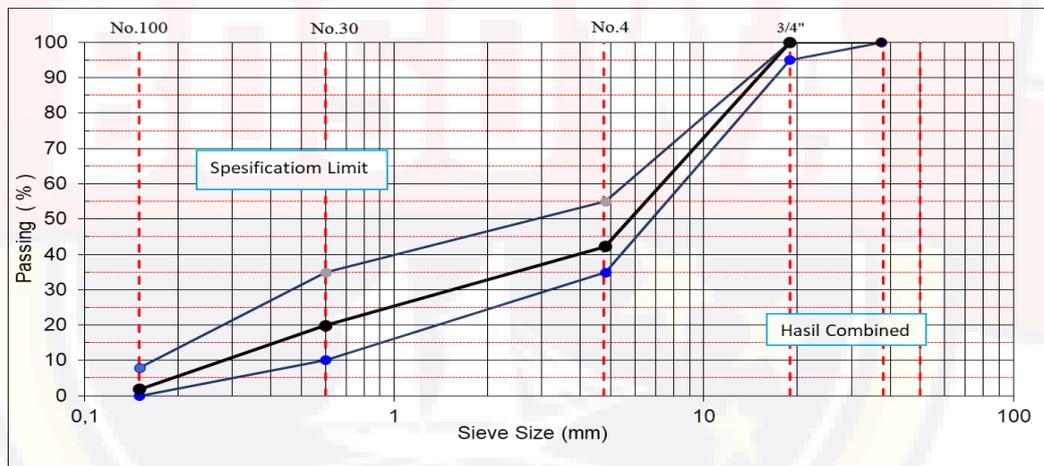
JL. URIP SUMOHARJO. KM.4 TELP. (0411)452991 – 45279fax.(0411)4245668.
Webside: www.tekniksipil45makassar.info / email: tsipil@yahoo.com

COMBINED AGGREGATE GRADING

Material	: Batu pecah maks 200 mm	Nama	: Lewi
Tanggal	: 1 Mei 2021	Pembimbing	:
Sumber	: Tombongj		

1. Dr. Ir. H. Syarul Sariman, MT
 2. Ir. Eka Yuniarto, ST. MT

ASTM SIEVE SIZE	AGGREGATE GRADING (AVERAGE)				COMBINED AGGREGATE GRADING BETON (Maksimum Nominal 20 mm)									ASTM C-33	
	a	b	c	d	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX		
3/4	100,00	100			100										95-100
1/2	31,92	100			59,2										-
3/8	8,86	100			45,3										-
No. 4	3,75	100			42,2										35-55
No.8	1,85	93			38,3										-
No.16	1,65	75			30,9										-
No. 30	1,53	47			19,8										10-35
No.50	1,41	16			7,17										-
No. 100	1,16	3			1,84										0-8
No. 200	0,93	1			0,78										-
AGREGATE		a. BP maks 20 mm				60									
BLENDING RATIO		b. Pasir				40									



Diperiksa Oleh :
Asisten Laboratorium Struktur Dan Bahan Beton

Maliana Alwi

Maliana Alwi , MT

Diuji Oleh :
Mahasiwa

Lewi

Lewi



LABORATORIUM TEKNIK SIPIL
BOSOWA MAKASSAR

JL. URIP SUMOHARJO. KM.4 TELP. (0411)452991 - 45279fax.(0411)4245668.
Webside: www.tekniksipil45makassar.info / email: tsipil@yahoo.com

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

Material : Batu pecah maks 200 mm Nama : Lewi
Tanggal : 1 Mei 2021 Pembimbing :
Sumber : Tombongi 3. Dr. Ir. H. Syarul Sariman, MT
4. Ir. Eka Yuniarto, ST. MT

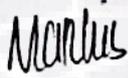
Lepas

No Benda Uji		I	II
Berat Container (A)	(gr)	7290	7065
Berat Container + Agregat (B)	(gr)	11890	12115
Berat Agregat (C) = (B) - (A)	(gr)	4600	5050
Volume Container (D)	(cm ³)	3018.34	2900.15
Berat Isi Agregat = C/D	(gr/cm ³)	1.52	1.57
Berat Isi Rata- Rata Agregat	(gr/cm ³)	1.63	

Padat

No Benda Uji		I	II
Berat Container (A)	(gr)	7290	7065
Berat Container + Agregat (B)	(gr)	12255	12450
Berat Agregat (C) = (B) - (A)	(gr)	4965	5385
Volume Container (D)	(cm ³)	3018.34	2900.15
Berat Isi Agregat = C/D	(gr/cm ³)	1.48	1.86
Berat Isi Rata- Rata Agregat	(gr/cm ³)	1.75	

Diperiksa Oleh :
Kepala Laboratorium Struktur Dan Bahan Beton


Marliani Alwi, ST

Diuji Oleh :
Mahasiwa


Lewi



LABORATORIUM TEKNIK SIPIL
BOSOWA MAKASSAR

JL. URIP SUMOHARJO. KM.4 TELP. (0411)452991 - 45279fax.(0411)4245668.
Webside: www.tekniksipil45makassar.info / email: tsipil@yahoo.com

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

Material : Pasir
Tanggal : 1 Mei 2022
Sumber : Tombongi
Nama : Lewi
Pembimbing :
1. Dr. Ir. H. Syarul Sariman, MT
2. Ir. Eka Yuniarto, ST. MT

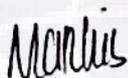
Lepas

No Benda Uji		I	II
Berat Container (A)	(gr)	7496	7565
Berat Container + Agregat (B)	(gr)	11865	11963
Berat Agregat (C) = (B) - (A)	(gr)	4369	4120
Volume Container (D)	(cm ³)	2825.02	3068.80
Berat Isi Agregat = C/D	(gr/cm ³)	1.55	1.41
Berat Isi Rata- Rata Agregat	(gr/cm ³)	1.48	

Padat

No Benda Uji		I	II
Berat Container (A)	(gr)	7496	7565
Berat Container + Agregat (B)	(gr)	12415	12480
Berat Agregat (C) = (B) - (A)	(gr)	4919	49115
Volume Container (D)	(cm ³)	2825.07	2914.16
Berat Isi Agregat = C/D	(gr/cm ³)	1.74	1.69
Berat Isi Rata- Rata Agregat	(gr/cm ³)	1.71	

Diperiksa Oleh :
Asisten Laboratorium Struktur Dan Bahan Beton


Maliana Alwi , MT

Diuji Oleh :
Mahasiwa


Lewi



LABORATORIUM TEKNIK SIPIL
BOSOWA MAKASSAR

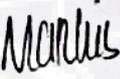
JL. URIP SUMOHARJO. KM.4 TELP. (0411)452991 - 45279fax.(0411)4245668.
Webside: www.tekniksipil45makassar.info / email: tsipil@yahoo.com

PEMERIKSAAN BERAT JENIS AGREGAT KASAR
(SNI) 1973 : 2008)

Material : Batu Pecah Maks 20 mm Nama : Lewi
Tanggal : 1 Mei 2022 Pembimbing :
Sumber : Bili-bili 1. Dr. Ir. H. Syarul Sariman, MT
2. Ir. Eka Yuniarto, ST. MT

		A	B	Rata - rata
Berat benda uji kering oven	B_k	2425.2	2421.5	2423.35
Berat benda uji kering - permukaan jenuh	B_j	2489.5	2482.9	2486.2
Berat benda uji didalam air	B_a	1542.3	1536.1	1539.2
		A	B	Rata - rata
Berat jenis (Bulk)	$\frac{B_k}{B_j - B_a}$	2.56	2.56	2.56
Berat jenis kering - permukaan jenuh	$\frac{B_j}{B_j - B_a}$	2.63	2.62	2.63
Berat jenis semu (Apparent)	$\frac{B_k}{B_k - B_a}$	2.75	2.73	2.74
Penyerapan (Absorption)	$\frac{B_j - B_k}{B_k} \times 100\%$	2.65	2.54	2.59

Diperiksa Oleh :
Asisten Laboratorium Struktur Dan Bahan Beton


Maliana Alwi , MT

Diuji Oleh :
Mahasiwa


Lewi



LABORATORIUM TEKNIK SIPIL BOSOWA MAKASSAR

JL. URIP SUMOHARJO. KM.4 TELP. (0411)452991 – 45279fax.(0411)4245668.
Webside: www.tekniksipil45makassar.info / email: tsipil@yahoo.com

PEMERIKSAAN BERAT JENIS AGREGAT HALUS (SNI) 1973 : 2008)

Material : Pasir Nama : Lewi
Tanggal : 1 Mei 2022 Pembimbing :
Sumber : Bili-bili 1. Dr. Ir. H. Syarul Sariman, MT
2. Ir. Eka Yuniarto, ST. MT

	A	B	Rata - rata
Berat benda uji jenuh - permukaan kering (SSD) _____ 500	500	500	500
Berat benda uji kering oven _____ B_k	493.3	495.6	494.5
Berat Piknometer diisi air (25°C) _____ B	667.9	675.8	671.9
Berat piknometer + benda uji (SSD) + air(25°C) _____ B_t	976.9	962.4	969.7

	A	B	Rata - rata
Berat jenis (Bulk) $\frac{B_k}{(B + 500 - B_t)}$	2.58	2.32	2.45
Berat jenis kering - permukaan jenuh $\frac{500}{(B + 500 - B_t)}$	2.62	2.34	2.48
Berat jenis semu (Apparent) $\frac{B_k}{(B + B_k - B_t)}$	2.68	2.37	2.52
Penyerapan (Absorption) $\frac{(500 - B_k)}{B_k} \times 100\%$	1.36	0.89	1.12

Diperiksa Oleh :
Asisten Laboratorium Struktur Dan Bahan Beton


Maliana Alwi , MT

Diuji Oleh :
Mahasiwa


Lewi



LABORATORIUM TEKNIK SIPIL
BOSOWA MAKASSAR

JL. URIP SUMOHARJO. KM.4 TELP. (0411)452991 - 45279fax.(0411)4245668.
Webside: www.tekniksipil45makassar.info / email: tsipil@yahoo.com

PEMERIKSAAN KADAR LUMPUR
AGREGAT KASAR

Material : Batu Pecah Maks 20 mm Nama : Lewi
Tanggal : 1 Mei 2022 Pembimbing :
Sumber : Bili-bili 1. Dr. Ir. H. Syarul Sariman, MT
2. Ir. Eka Yuniarto, 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	%	$(C/A) \cdot 100$	0,82	1,09
Kadar Lumpur Rata- rata		%	0,96	

Diperiksa Oleh :
Asisten Laboratorium Struktur Dan Bahan Beton

Diuji Oleh :
Mahasiwa


Maliana Alwi, MT


Lewi



LABORATORIUM TEKNIK SIPIL
BOSOWA MAKASSAR

JL. URIP SUMOHARJO. KM.4 TELP. (0411)452991 – 45279fax.(0411)4245668.
Webside: www.tekniksipil45makassar.info / email: tsipil@yahoo.com

PEMERIKSAAN KADAR LUMPUR
AGREGAT HALUS

Material : Pasir Nama : Lewi
Tanggal : 1 Mei 2022 Pembimbing :
Sumber : Bili-bili 1. Dr. Ir. H. Syarul Sariman, MT
2. Ir. Eka Yuniarto, ST. MT

Material	Volume (ml)	
	I	II
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 Beton

Maliana Alwi , MT

Diuji Oleh :
Mahasiwa

Lewi



LABORATORIUM TEKNIK SIPIL BOSOWA MAKASSAR

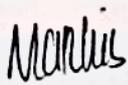
JL. URIP SUMOHARJO. KM.4 TELP. (0411)452991 - 45279fax.(0411)4245668.
Webside: www.tekniksipil45makassar.info / email: tsipil@yahoo.com

PEMERIKSAAN KADAR AIR AGREGAT KASAR

Material : Batu Pecah Maks 20 mm Nama : Lewi
Tanggal : 1 Mei 2022 Pembimbing :
Sumber : Bili-bili 1. Dr. Ir. H. Syarul Sariman, MT
2. Ir. Eka Yuniarto, ST. MT

			I	II
Berat benda uji	gram	A	1500.6	1500.4
Berat benda uji kering oven	gram	B	1485.1	1476.3
Berat Air	gram	$C = (A - B)$	15.5	24.1
Kadar Air	%	$(C/B)*100$	1.04	1.61
Kadar Air Rata- rata	%		1.32	

Diperiksa Oleh :
Asisten Laboratorium Struktur Dan Bahan Beton


Maliana Alwi , MT

Diuji Oleh :
Mahasiwa


Lewi



LABORATORIUM TEKNIK SIPIL BOSOWA MAKASSAR

JL. URIP SUMOHARJO. KM.4 TELP. (0411)452991 – 45279fax.(0411)4245668.
Webside: www.tekniksipil45makassar.info / email: tsipil@yahoo.com

PEMERIKSAAN KADAR AIR AGREGAT HALUS (SNI 1965 : 2008)

Material : Pasir Nama : Lewi
Tanggal : 1 Mei 2022 Pembimbing :
Sumber : Bili-bili 1. Dr. Ir. H. Syarul Sariman, MT
2. Ir. Eka Yuniarto, 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	

Diperiksa Oleh :
Asisten Laboratorium Struktur Dan Bahan Beton

Maliana Alwi , MT

Diuji Oleh :
Mahasiwa

Lewi



LABORATORIUM TEKNIK SIPIL BOSOWA MAKASSAR

JL. URIP SUMOHARJO. KM.4 TELP. (0411)452991 – 45279fax.(0411)4245668.
Webside: www.tekniksipil45makassar.info / email: tsipil@yahoo.com

RANCANGAN CAMPURAN BETON (CONCRETE MIX DESIGN)

Material	: Pasir	Nama	: Lewi
Tanggal	: 1 Mei 2022	Pembimbing	:
Sumber	: Bili-bili	1.	Dr. Ir. H. Syarul Sariman, MT
		2.	Ir. Eka Yuniarto, ST. MT

Data :

Slump	=	8 ± 2	cm
Kuat tekan yang disyaratkan F'c (Silinder)	=	20,0	Mpa
Deviasi Standar (Sr)	=	-	
Nilai Tambah (Margin)	=		
Kekuatan rata-rata yang ditargetkan F'cr	=	27	Mpa
Faktor Air Semen Bebas (Fas)	=	0,54	(Grafik)
Faktor Air Semen Maksimum	=	0,6	(Tabel)
Kadar Air Bebas	=	205	kg/m ³
Kadar Semen Maksimum	=	379,63	kg/m ³
Kadar Semen Minimum	=	325	(Tabel)
Berat Isi Beton	=	2463	(Grafik)
Berat Agregat Gabungan	=	1877,87	kg/m ³
Berat Agregat Halus	=	751,15	kg/m ³
Berat Agregat Kasar	=	1126,72	kg/m ³
Berat Jenis Gabungan	=	2,78	kg/m ³

a. Kuat tekan yang disyaratkan

Kuat tekan yang di syaratkan (silinder) : 20 Mpa

b. Menentukan devisiasi standar

Berdasarkan nilai kuat tekan yang di syaratkan yaitu (silinder) maka :

Devisiasi standar (Sr) : 0

c. Menghitung nilai tambah (margin)



LABORATORIUM TEKNIK SIPIL BOSOWA MAKASSAR

JL. URIP SUMOHARJO. KM.4 TELP. (0411)452991 – 45279fax.(0411)4245668.
Webside: www.tekniksipil45makassar.info / email: tsipil@yahoo.com

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

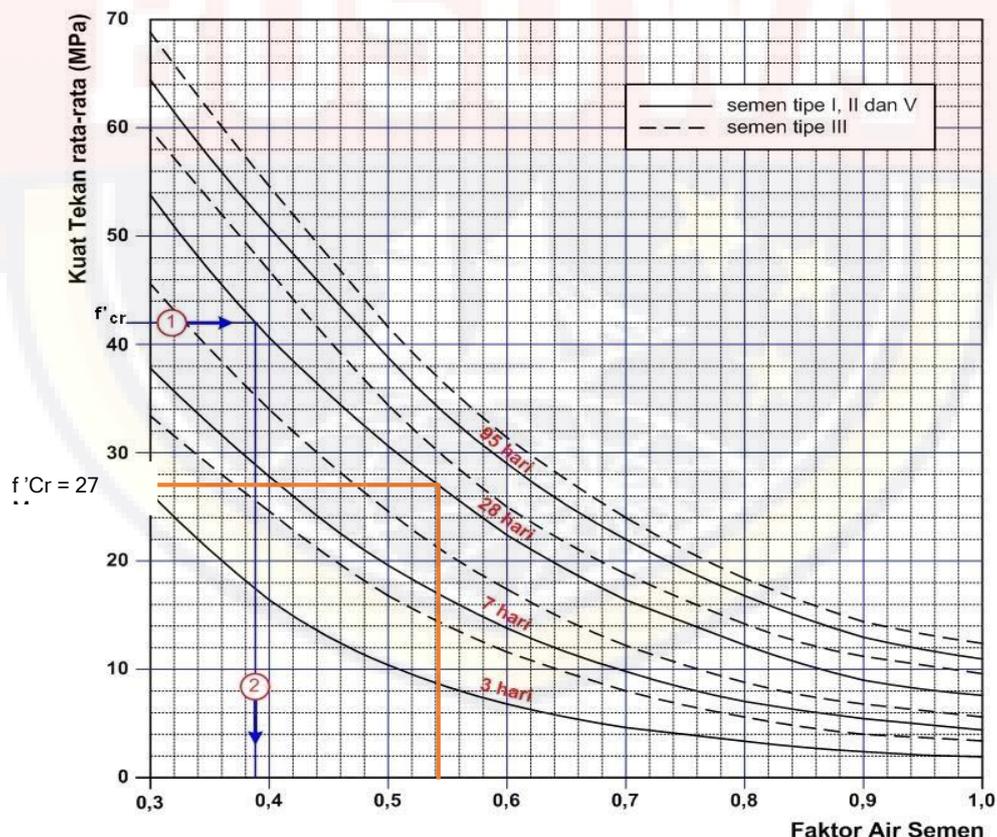
d. Menghitung kuat tekan rata-rata

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

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

e. Penetapan factor air semen

Besar factor air semen (FAS) diambil dari grafik



FAS = 0.55



LABORATORIUM TEKNIK SIPIL BOSOWA MAKASSAR

JL. URIP SUMOHARJO. KM.4 TELP. (0411)452991 – 45279fax.(0411)4245668.
Webside: www.tekniksipil45makassar.info / email: tsipil@yahoo.com

- 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/m³ beton
- Kadar air bebas batu pecah (W_c) : 225 kg/m³ 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
Kadar air bebas (W_f) = 205
Faktor air semen (fas) = 0,54 = 379,63 kg/m³

h. Berat jenis kering agregat



LABORATORIUM TEKNIK SIPIL BOSOWA MAKASSAR

JL. URIP SUMOHARJO. KM.4 TELP. (0411)452991 – 45279fax.(0411)4245668.
Webside: www.tekniksipil45makassar.info / email: tsipil@yahoo.com

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 (garfik) :

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

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

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

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

$$\text{Pasir}(B_{SSDp}) = 751,15 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Kerikil1-2}(B_{SSDK}) = 1126,72 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Jumlah} = 2462,50 \text{ kg/m}^3$$

k. Koreksi campuran beton untuk pelaksanaan

- Koreksi air :



LABORATORIUM TEKNIK SIPIL BOSOWA MAKASSAR

JL. URIP SUMOHARJO. KM.4 TELP. (0411)452991 – 45279fax.(0411)4245668.
Webside: www.tekniksipil45makassar.info / email: tsipil@yahoo.com

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

$$\begin{aligned}\text{Koreksi air} &= 205 - (3,60 - 1,83) \times (751,15 / 100) - (1,32 - 2,56) \times (1126,72 / 100) \\ &= 205 - 13,26 - (-13,97) \\ &= 205,71 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

- Koreksi pasir :

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

$$\begin{aligned}\text{Koreksi pasir} &= 751,15 + (3,60 - 1,83) \times (751,1 / 100) \\ &= 764,403 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

- Koreksi kerikil :

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

$$\begin{aligned}\text{Koreksi kerikil} &= 1126,72 + (1,32 - 2,56) \times (1126,72 / 100) \\ &= 1112,75 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

- sesudah koreksi :

Air (Wa)	=	205,71	kg/m ³
Semen (Ws)	=	379,63	kg/m ³
Pasir (B _{SSDP})	=	764,40	kg/m ³
Kerikil 1-2(B _{SSDK})	=	1112,75	kg/m ³
Jumlah	=	2462,5	kg/m ³

i. Volume silinder

Diketahui :

$$\text{diameter silinder} = 15 \text{ cm} \Rightarrow 0,15 \text{ m}$$

$$\text{tinggi silinder} = 30 \text{ cm} \Rightarrow 0,30 \text{ m}$$



LABORATORIUM TEKNIK SIPIL BOSOWA MAKASSAR

JL. URIP SUMOHARJO. KM.4 TELP. (0411)452991 – 45279fax.(0411)4245668.
Webside: www.tekniksipil45makassar.info / email: tsipil@yahoo.com

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

BAHAN BETON	BERAT/M ³ BETON (kg)	VOLUME BENDA UJI	BERAT UNTUK 1 SAMPEL (kg)	BERAT UTK 5 SAMPEL (kg)
Air	205,71	0.00530	1,31	6,54
Semen	379,63		2,41	12,07
Pasir	764,40		4,86	24,31
Bp Maks 20	1112,75		7,08	35,39

Diperiksa Oleh
Asisten Laboratorium Struktur dan Bahan

Marlina Alwi, ST

Makassar, 19 juli 2021

Diuji Oleh
Mahasiswa

Lewi

L

A

M

P

I

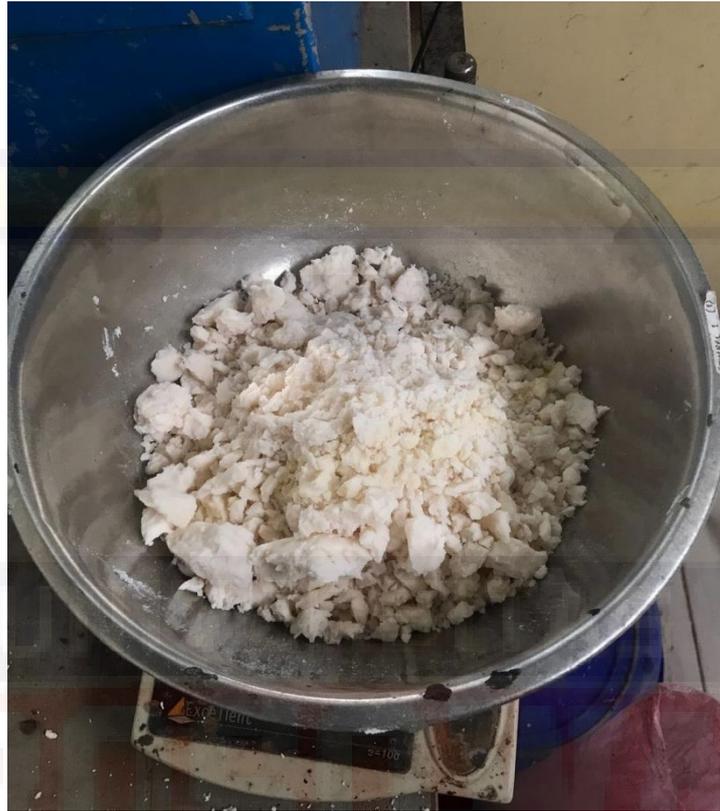
R

A

N

DOKUMENTASI





BAHAN TAMBAH TEPUNG SAGU



PENGUJIAN SLUMP TEST



PROSES PEMBUATAN CAMPURAN BETON





Proses Pengeringan Setelah Direndam
Selama 28 Hari



Proses Pengujian Kuat Tekan Beton



Proses Pengujian Kuat Tarik Beton



Proses Pengujian Kuat Lentur Beton