

TUGAS AKHIR

**ANALISIS KUAT TEKAN BETON DENGAN VARIASI ABU AMPAS TEBU
DAN ABU SEKAM PADI SEBAGAI BAHAN PENGGANTI**

PARSIAL SEMEN



Disusun Oleh :

SONI M. SINAWENI
45 11 041 014

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

2019



UNIVERSITAS
BOSOWA MAKASSAR

Jln. Urip Sumoharjo Km.4
Telp.(0411) 452901 – 452789 Fax. 452949
MAKASSAR

FAKULTAS TEKNIK

**LEMBAR PENGESAHAN UJIAN TUTUP
TUGAS AKHIR**

Judul : **“Analisis Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Abu Ampas Tebu Dan
Abu Sekam Padi Sebagai Bahan Pengganti Parsial Semen”**

Disusun dan diajukan oleh :

N a m a : **SONI M. SINAWENI**

No.Stambuk : **45 11 041 014**

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 : **Ir. H. SYAHRUL SARIMAN, MT** (.....)


Pembimbing II : **EKA YUNIARTO, ST. MT** (.....)

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik
Univ. Bosowa Makassar


(Dr. Ridwan, ST, MSi)
NIDN:09 101271 01

Ketua Jurusan Sipil
Univ. Bosowa Makassar


(Nurhadijah Yuniarti, ST, MT)
NIDN : 09 160682 01



UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

Jl. UripSumoharjo Km. 4Telp. (0411)452991 – 452789 psw 20 Makassar

FAKULTAS TEKNIK

LEMBAR PENGESAHAN

Berdasarkan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar No.196 / SK / FT / UNIBOS /III / 2019, Tanggal 04 Maret 2019, perihal Pengangkatan Panitia dan tim Penguji Tugas Akhir, maka pada :

Hari / Tanggal : Selasa / 12 Maret 2019

Nama : Soni M. Sinaweni

Nomor Stambuk : 45 11 041 014

Fakultas / Jurusan : Teknik / Teknik Sipil

Judul Tugas Akhir : **“ANALISIS KUAT TEKAN BETON DENGAN VARIASI ABU AMPAS TEBU DAN ABU SEKAM PADI SEBAGAI BAHAN PENGGANTI PARSIAL SEMEN”**

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

TIM PENGUJI TUGAS AKHIR

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

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

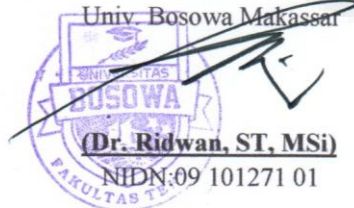
Anggota : Ir. Tamrin Mallawangeng, MT (.....)

Hj. Savitri P. Mulyani, ST. MT (.....)

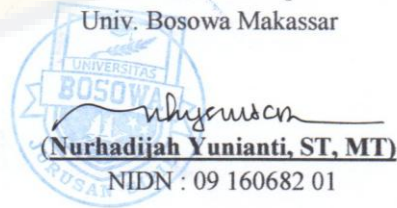
Makassar, Juli 2019

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik
Univ. Bosowa Makassar



Ketua Jurusan Sipil
Univ. Bosowa Makassar





FAKULTAS TEKNIK

Jalan Urip Sumihardjo Km. 4 Gd. 2 Lt.7
Makassar – Sulawesi Selatan 90231
Telp. 0411 452901- 452789 ext. 116
Fax. 0411 424568
<http://www.universitasbosowa.ac.id>

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN DAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : **SONI M. SINAWENI**
Nomor Stambuk : **4511041014**
Program Studi : **Teknik Sipil**
Judul Tugas Akhir : **“ANALISIS KUAT TEKAN BETON DENGAN VARIASI ABU AMPAS TEBU DAN ABU SEKAM PADI SEBAGAI BAHAN PENGGANTI PARSIAL SEMEN”**

Menyatakan 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, mengalih mediakan / mengalih formatkan, mengelola dalam bentuk data base, mendistribusikan dan menampilkanya 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, Juli 2019
Yang Menyatakan



SONI M. SINAWENI

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat Rahmat dan Hidayah-Nya sehingga Laporan Tugas Akhir ini dengan judul “Analisis Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Abu Ampas Tebu dan Abu Sekam Padi Sebagai Bahan Pengganti Parsial Semen” dapat terselesaikan dengan baik dan lancar.

Penyusunan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar.

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

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih yang sebesar-besarnya, khususnya kepada :

1. Kedua orang tua serta keluarga tercinta yang selalu mendoakan, memberikan dorongan moral dan motivasi dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Bapak Dr. Ridwan, ST., M.Si. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar yang telah membantu penulis selama pendidikan.

3. Ibu Nurhadijah Yunianti, ST. MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Bosowa yang telah membantu penulis selama pendidikan.
4. Ayahanda Ir. H. Syahrul Sariman, MT. selaku pembimbing I dan bapak Eka Yuniarto, ST. MT, selaku pembimbing II yang telah meluangkan waktu dalam memotivasi dan membimbing penulis mulai persiapan penulisan, penelitian sampai dengan penyelesaian skripsi ini.
5. Para dosen dan staff yang telah membimbing penulis selama mengikuti pendidikan di Jurusan Teknik Sipil Universitas Bosowa Makassar.
6. Bapak Eka Yuniarto., ST. MT selaku Kepala Laboratorium Struktur dan Bahan Jurusan Teknik Sipil Universitas Bosowa dan Bapak Hasrullah, ST. selaku pembimbing di Laboratorium yang telah banyak membimbing dan memberikan masukan dalam proses penelitian ini.
7. Teman-teman Jurusan Teknik Sipil yang tidak dapat penulis sebut satu persatu, khususnya teman-teman angkatan 2011 terima kasih atas bantuan dan motivasinya selama penyusunan skripsi ini.
8. Teman – teman kos pondokan “92” dan pondok “Ainun” yang tidak dapat penulis sebut satu persatu terima kasih atas bantuan dan motivasinya selama penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari sepenuhnya, bahwa dalam penulisan dan penyusunan skripsi ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, segala kritikan dan saran yang sifatnya membangun senantiasa penulis harapkan demi kesempurnaan skripsi ini.

Akhir kata penulis berharap semoga tulisan dalam skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak, Amin.

Wassalamu Alaikum Wr.Wb. dan Salam Sejahtera

Makassar, Maret 2019



PENULIS

**ANALISIS KUAT TEKAN BETON DENGAN VARIASI ABU AMPAS TEBU DAN
ABU SEKAM PADI SEBAGAI BAHAN PENGGANTI PARSIAL SEMEN**

Oleh: Soni M. Sinaweni¹⁾, Syahrul Sariman²⁾, Eka Yuniarto³⁾

ABSTRACT

Ampas tebu lazimnya disebut bagasse, adalah hasil samping dari proses ekstraksi (pemerahan) cairan tebu sekitar 35-40% dari berat tebu yang digiling. Sisa pembakaran ampas tebu ini berupa abu yang memiliki kadar silika yang cukup tinggi sehingga dapat digunakan sebagai alternative bahan substitusi semen dalam campuran beton abu sekam padi yang melimpah di Indonesia masih tidak dimanfaatkan dengan baik, sehingga abu sekam padi dapat dimanfaatkan sebagai pengganti parsial semen. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh variasi abu ampas tebu dan abu sekam padi sebagai pengganti sebagian semen terhadap kuat tekan beton. variasi abu ampas tebu yang digunakan yaitu: 0%, 5%, 7,5%, 10% dan 15%, dan penggunaan abu sekam padi dengan proporsi tetap sama dengan abu ampas tebu yaitu: 0%, 5%, 7,5%, 10% dan 15%. Hasil penelitian menunjukkan kadar optimum penambahan abu ampas tebu dan abu sekam padi sebagai substitusi semen sebesar 15% dengan kuat tekan rata-rata sebesar 15,21 Mpa.

Kata Kunci : *Beton, Abu Ampas Tebu, Abu Sekam Padi, Kuat Tekan.*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR GRAFIK	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
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	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 Sistematika Penulisan	I-5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Beton.....	II-1

2.1.1 Sifat – Sifat Beton	II-2
2.1.2 Keunggulan Beton	II-6
2.2 Bahan – Bahan Penyusun Beton	II-8
2.2.1 Semen	II-8
2.2.2 Agregat Halus (Pasir)	II-9
2.2.3 Agregat Kasar (Batu Pecah)	II-10
2.2.4 Air	II-11
2.3 Bahan Tambah Penyusun Beton	II-12
2.3.1 Abu Ampas Tebu	II-12
2.3.2 Abu Sekam Padi	II-14
2.4 Perencanaan Campuran (Mix Design)	II-16
2.5 Nilai Slump	II-27
2.6 Kuat Tekan	II-28
2.6.1 Faktor – Faktor Yang Mempengaruhi Kuat Tekan Beton	II-29
2.7 Penelitian Terdahulu	II-30

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Bagan Alir Penelitian	III-1
3.2 Metode Pengujian	III-2
3.2.1 Pengujian Karakteristik Agregat	III-2
3.2.2 Pengujian Slump	III-3
3.2.3 Pengujian Kuat Tekan	III-3
3.3 Penentuan Mix Design Beton Kontrol $f'c$ 20 MPa	III-3
3.4 Variabel Penelitian	III-4

3.4.1 Variabel Terikat.....	III-4
3.4.2 Variabel Bebas	III-4
3.5 Notasi dan Jumlah Sampel	III-4

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Karakteristik Material	IV-1
4.2 Perencanaan Campuran Beton.....	IV-3
4.2.1 Perencanaan Campuran Beton Normal 20 MPa	IV-3
4.2.2 Komposisi Campuran Beton Variasi Abu Ampas Tebu dan Abu Sekam padi.....	IV-5
4.3 Pengujian Kuat Tekan.....	IV-5
4.3.1 Pengujian Kuat Tekan Beton Normal.....	IV-5
4.3.2 Pengujian Kuat Tekan Beton Variasi Abu Ampas Tebu dan Abu Sekam Padi	IV-7

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan	V-1
5.2 Saran	V-1

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Komposisi Kimia Abu Ampas Tebu	II-13
Tabel 2.2 Komposisi Kimia Abu Sekam Padi	II-15
Tabel 2.3 Faktor Perkalian Deviasi Standar	II-16
Tabel 2.4 Nilai margin jika data tidak tersedia untuk menetapkan nilai deviasi standar.....	II-17
Tabel 2.5 Kekuatan rata-rata perlu jika data tidak tersedia untuk menetapkan nilai deviasi standar	II-17
Tabel 2.6 Perkiraan Kuat Tekan Beton Pada FAS 0.50	II-18
Tabel 2.7 Type Agregat Dan Perkiraan Kadar Air Bebas	II-18
Tabel 2.8 Persyaratan nilai FAS maksimum untuk berbagai pembetonan dilingkungan khusus.....	II-20
Tabel 2.9 Ketentuan minimum untuk beton bertulang dalam air	II-20
Tabel 2.10 Ketentuan untuk beton yang berhubungan dengan air tanah yang mengandung sulfat.....	II-21
Tabel 2.11 Penetapan nilai slump adukan beton	II-27

Tabel 3.1	Pemeriksaan Agregat Halus	III-2
Tabel 3.2	Pemeriksaan Agregat Kasar	III-3
Tabel 3.3	Notasi dan Jumlah Sampel	III-5
Tabel 4.1	Hasil Pemeriksaan Karakteristik Agregat Halus (Pasir) ..	IV-1
Tabel 4.2	Hasil Pemeriksaan Karakteristik Agregat Kasar (Batu Pecah)	IV-2
Tabel 4.3	Data hasil perhitungan mix design beton kontrol.....	IV-4
Tabel 4.4	Data hasil perhitungan mix design beton kontrol untuk 20 silinder	IV-4
Tabel 4.5	Komposisi beton Variasi Abu Ampas Tebu dan Abu Sekam Padi Untuk Satu Silinder	IV-5
Tabel 4.6	Kekuatan Tekan Beton Normal (Beton Kontrol)	IV-6
Tabel 4.7	Kuat Tekan Beton Variasi Abu Ampas Tebu dan Abu Sekam Padi.....	IV-8

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Semen Portland Composite	II - 9
Gambar 2.2 Agregat Halus (Pasir)	
.....	II-10
Gambar 2.3 Agregat Kasar	II-11
Gambar 2.4 Abu Ampas Tebu	II-13
Gambar 2.5 Abu Sekam Padi	II-14
Gambar 3.1 Flow Chart (Bagan alir penelitian)	III-1

DAFTAR GRAFIK

	Halaman
Grafik 2.1 Hubungan antara kuat tekan dan faktor air semen (benda uji selinder diameter 15 cm dan tinggi 30 cm).	II-19
Grafik 2.2 Grafik hubungan kadar air, berat jenis gabungan dan berat beton	II-23
Grafik 4.1 Rata-rata Persen Lolos Agregat Halus.....	IV-2
Grafik 4.2 Rata-rata Persen Lolos Agregat Kasar.....	IV-3
Grafik 4.4 Kuat Tekan Beton Normal.....	IV-7
Grafik 4.5 Kuat Tekan Beton Variasi Abu Ampas Tebu dan Abu Sekam Padi	IV-8

DAFTAR LAMPIRAN

A. PENGUJIAN KARAKTERISTIK AGREGAT HALUS

- A.1 Analisa Saringan Agregat Halus
- A.2 Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus
- A.3 Kadar Lumpur Agregat Halus
- A.4 Kadar Air Agregat Halus
- A.5 Berat Isi / Berat Volume

B. PENGUJIAN KARAKTERISTIK AGREGAT KASAR

- B.1 Analisa Saringan Agregat Kasar
- B.2 Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar
- B.3 Kadar Lumpur Agregat Kasar
- B.4 Kadar Air Agregat Kasar
- B.5 Berat Isi / Berat Volume

C. PERHITUNGAN COMBINED GRADING (GRADASI GABUNGAN)

D. PERHITUNGAN MIX DESIGN

- D.1 Mix Design Beton Normal 20 MPa
- D.2 Mix Design Beton Variasi Abu Ampas Tebu dan Abu Sekam Padi

E. HASIL PENGUJIAN SLUMP

F. PENGUJIAN KUAT TEKAN

- F.1 Kuat Tekan Beton Normal
- F.2 Kuat Tekan Beton Variasi Abu Ampas Tebu dan Abu Sekam Padi

G. DOKUMENTASI

B



A

B

1

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dewasa ini perkembangan konstruksi di Indonesia semakin meningkat. Menurut artikel Kementerian Perindustrian Republik Indonesia akibat terjadinya peningkatan pembangunan konstruksi beton maka permintaan terhadap kebutuhan semen juga mengalami peningkatan bahkan konsumsi semen mencapai 48 juta ton pada tahun 2011 atau naik 17,7% dari tahun 2010. Kebutuhan permintaan semen yang tinggi tidak diimbangi dengan adanya produksi semen yang berimbang sehingga Indonesia masih membutuhkan semen untuk memenuhi kebutuhan pembangunan di Indonesia. Menjawab kebutuhan ini maka perlu dipikirkan suatu alternatif bahan pengganti semen dalam sebuah konstruksi beton untuk dapat mengurangi pemakaian semen.

Abu ampas tebu adalah abu yang diperoleh dari hasil pembakaran ampas tebu. Pada pabrik penghasil gula pasir, ampas tebu digunakan sebagai bahan bakar untuk boiler yang digunakan dalam proses pengolahan tebu. Sisa pembakaran ampas tebu ini berupa abu yang disinyalir memiliki kadar silika yang cukup tinggi sehingga dapat digunakan sebagai alternatif bahan substitusi semen dalam campuran beton, Sedangkan Abu sekam padi adalah hasil pembakaran kulit terluar padi yang mempunyai potensi dalam perkuatan beton pada proporsi campuran semen. Hal ini dikarenakan abu sekam padi mempunyai sifat

pozzolan yang tinggi dan mengandung silica dan keberadaan sekam padi yang melimpah di Indonesia masih tidak termanfaatkan dengan baik. Diantara sekian banyak kegunaan sekam padi, sebagian besarnya dimanfaatkan untuk keperluan-keperluan tradisional seperti perapian, abu gosok, pembakaran batu-bata, campuran batu-bata dan sebagainya.

Bagi industri semen di tanah air, bahan baku semen yang digunakan berupa batu kapur, tanah liat, pasir silika, pasir besi dan fly ash yang berasal dari abu sisa pembakaran batubara. Abu terbang (Fly Ash) ini tidak mempunyai kemampuan mengikat seperti halnya semen. Tetapi dengan kehadiran air dan ukuran partikelnya yang halus, oksida silika yang dikandung oleh abu terbang akan bereaksi secara kimia dengan kalsium hidroksida yang terbentuk melalui proses hidrasi semen dan menghasilkan zat yang dapat mengikat. Fly ash dapat diganti dengan bahan-bahan yang lain yang mempunyai kandungan silika oksida tinggi seperti abu sekam padi. Pemanfaatan limbah abu ampas tebu dan abu sekam padi sebagai bahan pengganti semen juga mengurangi pencemaran lingkungan karena berkurangnya emisi gas rumah kaca khususnya CO₂ akibat produksi semen.

Peneliti pada penelitian ini mencoba membuat beton dengan menggunakan bahan limbah berupa abu ampas tebu dan abu sekam padi sebagai pengganti sebagian semen. Dengan alasan tersebut diatas maka pada penelitian ini akan dikaji pengaruh penggunaan abu ampas tebu dan abu sekam padi sebagai bahan pengganti sebagian semen. Oleh karena itu penelitian ini berjudul : **ANALISIS KUAT TEKAN BETON DENGAN**

VARIASI ABU AMPAS TEBU DAN ABU SEKAM PADI SEBAGAI BAHAN PENGGANTI PARSIAL SEMEN.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian yang telah dipaparkan maka dapat dirumuskan masalah yang akan diteliti yaitu bagaimana pengaruh penggunaan abu ampas tebu dan abu sekam padi sebagai bahan pengganti parsial semen terhadap kuat tekan beton?

1.3 Tujuan dan Manfaat penelitian

1.3.1 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh variasi abu ampas tebu dan abu sekam padi sebagai pengganti sebagian semen terhadap kuat tekan beton.

1.3.2 Manfaat Penelitian

Diharapkan dari penelitian ini dapat memberi manfaat antara lain:

- Memberikan informasi tentang pengaruh penggunaan abu ampas tebu dan abu sekam padi sebagai bahan pengganti sebagian semen terhadap kuat tekan beton.
- Menambah referensi dan pengetahuan bagi dunia pendidikan khususnya jurusan teknik sipil tentang perkembangan teknologi beton terutama beton bermutu tinggi.

- Memanfaatkan limbah ampas tebu dan sekam padi yang mengandung pozolan untuk mengurangi pemakaian semen Portland pada pembuatan beton

1.4 Pokok Bahasan dan Batasan Masalah

1.4.1 Pokok bahasan

Pokok bahasan yang dipaparkan dalam penulisan ini yaitu :

- Membuat campuran beton normal dengan menggunakan semen sebagai bahan pengikatnya.
- Membuat campuran beton variasi abu ampas tebu dan abu sekam padi sebagai pengganti sebagian semen dengan mempertahankan komposisi agregat kasar dan agregat halus.
- Melakukan perawatan beton dengan direndam dalam bak perendaman selama 28 hari.
- Pengujian kuat tekan beton.
- Menganalisis hasil campuran beton.

1.4.2 Batasan Masalah

Dalam pembahasan ini penulis memberikan batasan masalah dengan maksud agar tujuan dari pada penulisan dapat tercapai dan dipahami, adapun batasan tersebut adalah sebagai berikut :

- Tidak meneliti kandungan kimia yang terdapat dalam abu ampas tebu dan abu sekam padi.

- Mutu beton kontrol (beton normal) 20 MPa.
- Komposisi abu ampas tebu dan abu sekam padi direncanakan melakukan pendekatan perbandingan berat terhadap berat semen pada beton kontrol.
- Variasi abu ampas tebu + abu sekam padi terhadap berat semen adalah 15%.
- Variasi abu ampas tebu dan abu sekam padi yaitu : 15% : 0%, 7,5% : 7,5%, 5% : 10%, 0% : 15%, 10% : 5%.
- Sifat beton yang ditinjau adalah kuat tekan.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan adalah dengan membagi kerangka masalah dalam beberapa Bab agar penulisan menjadi lebih jelas. Secara garis besar penulisan ini terdiri dari 5 (lima) Bab dimulai dengan Pendahuluan, kemudian dilanjutkan dengan penjelasan teori-teori dasar atau tinjauan pustaka serta mengadakan penelitian dalam laboratorium dan selanjutnya mengolah data-data hasil pemeriksaan yang diakhiri dengan kesimpulan dan saran-saran.

BAB I PENDAHULUAN

Merupakan Bab pengantar sebelum memasuki pembahasan yang sebenarnya dan memberikan suatu gambaran umum secara singkat mengenai penelitian ini. Meliputi latar belakang masalah, tujuan penelitian, pokok bahasan dan batasan masalah serta metode penelitian.

BAB II KAJIAN PUSTAKA

Merupakan bagian yang membahas teori-teori dari beton sebagai objek penelitian, tinjauan umum dan spesifikasi material beton, syarat dasar agregat terhadap mutu beton, slump test serta kuat tekan beton.

BAB III METODOLOGI DAN PELAKSANAAN PENELITIAN

Merupakan Bab yang membahas tentang bagan alir penelitian, persiapan sampel material baku, pemeriksaan agregat pembuatan mix design, pengujian slump test, pembuatan benda uji serta pengujian kuat tekan.

BAB IV PEMBAHASAN DAN HASIL PENELITIAN

Merupakan analisa hasil penelitian dan pembahasan yang meliputi penyajian hasil penelitian kuat tekan 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.

B



A

B

2

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Beton

Beton adalah bahan bangunan yang terbentuk dari campuran antara semen, agregat halus, agregat kasar, dan air dengan atau tanpa bahan tambah membentuk massa padat. Agregat yang biasanya berbentuk kerikil dan pasir adalah merupakan bahan pengisi, sedangkan semen dan air lebih berperan sebagai bahan perekat dari pada bahan pengisi. Mutu beton sangat bergantung dari komposisi material dan cara pencampurannya.

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

Untuk mendapatkan beton yang bermutu tinggi, maka yang harus diperhatikan adalah waktu pelaksanaannya, yang terlebih dahulu memilih bahan dan memeriksa bahan yang akan digunakan harus memenuhi standar spesifikasi yang telah ditentukan, dan type semen yang akan digunakan dan yang lebih penting lagi adalah factor air semen (f.a.s).

curing (pematangan) beton yaitu perawatan beton untuk dapat mencapai kekuatan yang diinginkan.

2.1.1 Sifat- Sifat Beton

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

A. Kemampuan dikerjakan (workability)

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

B. Sifat Ketahanan Beton (Durability)

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

- Pengaruh cuaca dan pemekuan pada musim dingin, serta pengembangan dan penyusutan yang diakibatkan oleh basah dan kering atau panas dan dingin yang silih berganti.
- 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.

C. Sifat Kedap Air

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

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

- Perbandingan air dan semen dalam campuran beton (mutu dan porositas).
- Kepadatan (hasil pemadatan/penggetaran dengan vibrator).
- Selalu cukup air pada saat curing (4 minggu), umur beton bertambah, kedap air turun.
- Gradasi agregat (memenuhi spesifikasi).

D. Kuat Tekan Beton

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

Faktor-faktor yang mempengaruhi kuat tekan beton, yaitu:

- Jenis semen dan kualitasnya.
- Jenis dan kondisi agregat.
- Tingkat perawatan.
- Pengaruh suhu.
- Umur beton itu sendiri.

E. Kekenyalan

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

F. Rangkak

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

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

G. Penyusutan

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

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

H. Sifat Panas Beton

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

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

I. 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 Keunggulan Beton

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

A. Ketersediaan (availability) materi dasar.

- 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.
- 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.
- 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.

B. Kemudahan untuk digunakan (versatility).

- Pengangkutan bahan mudah, karena masing-masing bisa diangkut secara terpisah.
- 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.
- Beton bertulang bisa dipakai untuk berbagai struktur yang lebih berat, seperti jembatan, gedung, tandon air, bangunan maritim, landasan pacu pesawat terbang, kapal dan sebagainya.

C. Kemampuan beradaptasi (adaptability)

- Beton bersifat monolit sehingga tidak memerlukan sambungan seperti baja.
- Beton dapat dicetak dengan bentuk dan ukuran berapapun, misalnya pada struktur cangkang (shell) maupun bentuk-bentuk khusus 3 dimensi.
- 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.

- Konsumen energi minimal per kapasitas jauh lebih rendah dari baja, bahkan lebih rendah dari proses pembuatan batu bata.

D. 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 Penyusun Beton

2.2.1 Semen

Semen yang paling banyak digunakan dalam pekerjaan beton ialah semen Portland. Menurut ASTM C-150,1985. Semen Portland didefinisikan sebagai semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak besi (klinker) yang mengandung kalsium silikat yang bersifat hidrolis, digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih Kristal senyawa kalsium sulfat dan boleh ditambah dengan bahan lain. Semen digunakan dalam pembuatan beton sebagai bahan pengikat antara satu komponen penyusun beton dengan komponen lainnya dan banyak dipakai dalam pembangunan fisik. Penambahan air pada semen akan menghasilkan suatu pasta semen yang jika mengering akan mempunyai kekuatan seperti batu, sedangkan jika ditambah air dan

pasir akan menjadi mortar semen, dan jika ditambah lagi dengan kerikil atau batu pecah disebut beton.

Senyawa kimia utama yang menyusun semen Portland yaitu:

- (a). Trikalsium Silikat ($3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$) yang disingkat menjadi C_3S .
- (b). Dikalsium Silikat ($2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$) yang disingkat menjadi C_2S .
- (c). Trikalsium Aluminat ($3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$) yang disingkat menjadi C_3A .
- (d). Tetrakalsium Aluminoferrit ($4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$) yang disingkat menjadi C_4AF .



Gambar 2.1. Semen Portland Composite

2.2.2 Agregat Halus (Pasir)

Agregat Halus (pasir) adalah hasil disintegrasi alami batuan atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu. Syarat agregat halus adalah :

- a. Berupa pasir yang berfungsi sebagai bahan pengisi, harus bebas dari bahan organik dan lempung.

- b. Tersaring dalam ukuran 4-100, gradasi berukuran $n < 100$ dapat merusak campuran beton.
- c. Tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% terhadap berat kering.



Gambar 2.2. Agregat Halus (Pasir)

2.2.3 Agregat Kasar (Batu Pecah)

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

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



Gambar 2.3. Agregat Kasar

2.2.4 Air

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

- a. Tidak mengandung lumpur dan benda melayang lainnya yang lebih dari 2 gram/liter.
- b. Tidak mengandung garam atau asam yang dapat merusak beton, zat organik dan sebagainya lebih dari 15 gram per liter.
- c. Tidak mengandung klorida (Cl) lebih dari 1 gram per liter.
- d. Tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gram per liter.

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

2.3 Bahan Tambah Penyusun Beton

2.3.1 Abu Ampas Tebu

Ampas tebu adalah limbah yang dihasilkan dari proses penggilingan tebu setelah di ambil niranya. Pada proses penggilingan tebu, terdapat 5 kali proses penggilingan dari batang tebu sampai menjadi ampas tebu. Dimana pada hasil penggilingan pertama dan kedua dihasilkan nira mentah yang berwarna kuning kecoklatan, kemudian pada proses penggilingan ketiga, keempat dan kelima menghasilkan nira dengan volume yang berbeda-beda. Setelah gilingan terakhir menghasilkan ampas tebu kering.

Ampas tebu yang berlimpah tersebut telah dimanfaatkan sebagai bahan bakar ketel uap (pesawat untuk memproduksi uap pada suatu

jumlah tertentu setiap jamnya dengan suatu tekanan dan suhu tertentu) dimana energi yang dihasilkan dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik tenaga uap (Ari Prasetyo).

Ampas tebu mempunyai rapat total (bulk density) sekitar 0,125 gr/cm³, kandungan kelembaban (*moisture content*) sekitar 48% menurut Hugot (HandBook of cane Sugar Engineering, 1986, dalam skripsi ady wiyono). Nilai diatas diambil dari penelitian terhadap ampas tebu basah. Ampas tebu basah mempunyai kapasitas kalor dalam jumlah yang besar.



Gambar 2.4. Abu Ampas Tebu

Tabel. 2.1. Komposisi kimia abu ampas tebu

No.	Senyawa	Jumlah (%)
1	SiO ₂	46 - 81
2	Al ₂ O ₃	1 - 19
3	Fe ₂ O ₃	2 - 12
4	CaO	2 - 4
5	K ₂ O	0,2 – 1,8
6	MgO	1 - 4
7	Na ₂ O	0,2 - 4
8	P ₂ O ₅	0,5 - 4

Sumber : Penelitian skripsi Emelda Sihotang, dalam skripsi Ady Wiyono

Dari data diatas dapat dilihat bahwa kandungan atau komposisi senyawa kimia yang dominan adalah SiO₂ (silica) sebesar 46-81 %.Komposisi tersebut menguntungkan abu ampas tebu bila bahan ini digunakan sebagai bahan pengisi dalam campuran beton.

2.3.2 Abu Sekam Padi

Abu sekam padi adalah hasil pembakaran kulit terluar padi yang mempunyai potensi dalam perkuatan beton pada proporsi campuran semen.Hal ini dikarenakan abu sekam padi mempunyai sifat pozzolan yang tinggi dan mengandung silika.

Bahan-bahan berlignoselulosa umumnya dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan komposit baik yang menggunakan matriks polimer sintetis seperti resin thermosetting maupun matriks keramik seperti semen. Salah satu bahan berlignoselulosa yang potensial dikembangkan sebagai agregat komposit semen yaitu sekam padi.

Sekam padi merupakan bahan berlignoselulosa yang mengandung silika tinggi. Silika sekam padi dalam bentuk kristalin (quartz dan opal) dan amorf terkonsentrasi pada bagian permukaan luar dan sedikit pada bagian dalam sekam (Jauberthie et al., 2000). Kandungan kimia sekam padi terdiri atas 50 % selulosa, 25-30 % lignin, dan 15-20 % silica (Ismail & Waliuddin, 1996). Porositas sekam padi yang sangat tinggi yaitu sekitar 79 % menyebabkan sekam padi dapat menyerap air dalam jumlah yang banyak (Kaboosi, 2007). Namun demikian karena mengandung lignin dan silika yang cukup tinggi menyebabkan sekam padi sulit terdekomposisi

oleh air dan jamur perusak dan pembusuk sehingga cocok digunakan sebagai agregat komposit semen. Walaupun sekam padi dapat digunakan sebagai agregat komposit semen ringan, namun potensil menghasilkan reaksi alkali silika. Reaksi alkali silika pertama kali dilaporkan pada akhir tahun 1930 dan sekarang menjadi sangat terkenal di bidang konstruksi karena reaksi ini menyebabkan kerusakan pada struktur beton (Hicks, 2007).

Proses pembakaran menjadi abu akan menghilangkan za-zat organik dan meninggalkan sisa yang banyak mengandung silika. Perlakuan panas pada sekam menghasilkan perubahan struktur yang berpengaruh pada tingkat aktivitas pozzolan dan kehalusan butiran abu. Berikut adalah komposisi kimia abu sekam padi.



Gambar 2.5. Abu sekam padi

Tabel 2.2 Kandungan Kimia Abu Sekam Padi

No	Komponen	Prosentase komposisi (%)
1	SiO ₂	94.5
2	Al ₂ O ₃	1.05
3	Fe ₂ O ₃	1.05
4	CaO	0.25
5	MgO	0.23
6	SO ₄	1.13
7	CaO bebas	-
8	Na ₂ O	0.78
9	K ₂ O	1

Sumber : Loly S. K. Lubis 2004, dalam M. Ainur Rofiqi, 2015

Dari tabel diatas, terlihat bahwa abu sekam padi mempunyai kandungan silika hingga 94%. Komposisi silika yang cukup besar membuat abu sekam padi bisa dijadikan sebagai material pengganti semen portland.

2.4 Perencanaan Campuran (Mix Design)

Perencanaan campuran beton (mix design) menggunakan metode DOE (Department of Environment) berasal dari inggris (The British Mix Design Method), tercantum dalam Design of Normal Concrete Mixes telah menggantikan Road Note No.4 sejak tahun 1975. Di Indonesia DOE digunakan sebagai standar perencanaan Dinas Pekerjaan Umum dan dimuat dalam buku standar SNI 3847 - 2013. Metode ini digunakan karena merupakan metode yang paling sederhana dengan menghasilkan hasil

yang akurat. Langkah metode ini secara garis besar dapat diuraikan sebagai berikut :

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

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

B. Penetapan nilai deviasi standar (s)

Deviasi standar ditetapkan berdasarkan tingkat mutu pengendalian pelaksanaan pencampuran betonnya. Semakin baik mutu pelaksanaannya maka semakin kecil nilai deviasi standarnya. Jika jumlah data hasil pengujian kurang dari 30 benda uji sehingga dilakukan koreksi terhadap nilai standar deviasi dengan suatu faktor perkalian pada tabel 2.3 berikut ini.

Table 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)

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

Apabila tidak tersedia catatan hasil uji terdahulu untuk perhitungan deviasi standar yang memenuhi ketentuan, maka nilai margin harus didasarkan pada tabel 2.4 berikut 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 mempunyai catatan atau pengalaman hasil pengujian beton pada sebelumnya yang memenuhi persyaratan tersebut maka kekuatan rata-rata perlu f'_{cr} harus ditetapkan dari tabel 2.4 berikut 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. Menetapkan jenis semen yang digunakan dalam campuran.

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

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

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

Tabel 2.6 Perkiraan Kuat Tekan Beton Pada FAS 0.50

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

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

F. Menetapkan jenis agregat halus dan agregat kasar.

Penetapan jenis agregat yang akan digunakan apakah menggunakan pasir alam dan kerikil alam, atau pasir alam dan batu pecah, karena hal ini mempengaruhi kekuatan dan kadar air bebas sebagaimana diperlihatkan pada tabel 2.7 berikut ini.

Tabel 2.7 Type Agregat Dan Perkiraan Kadar Air Bebas

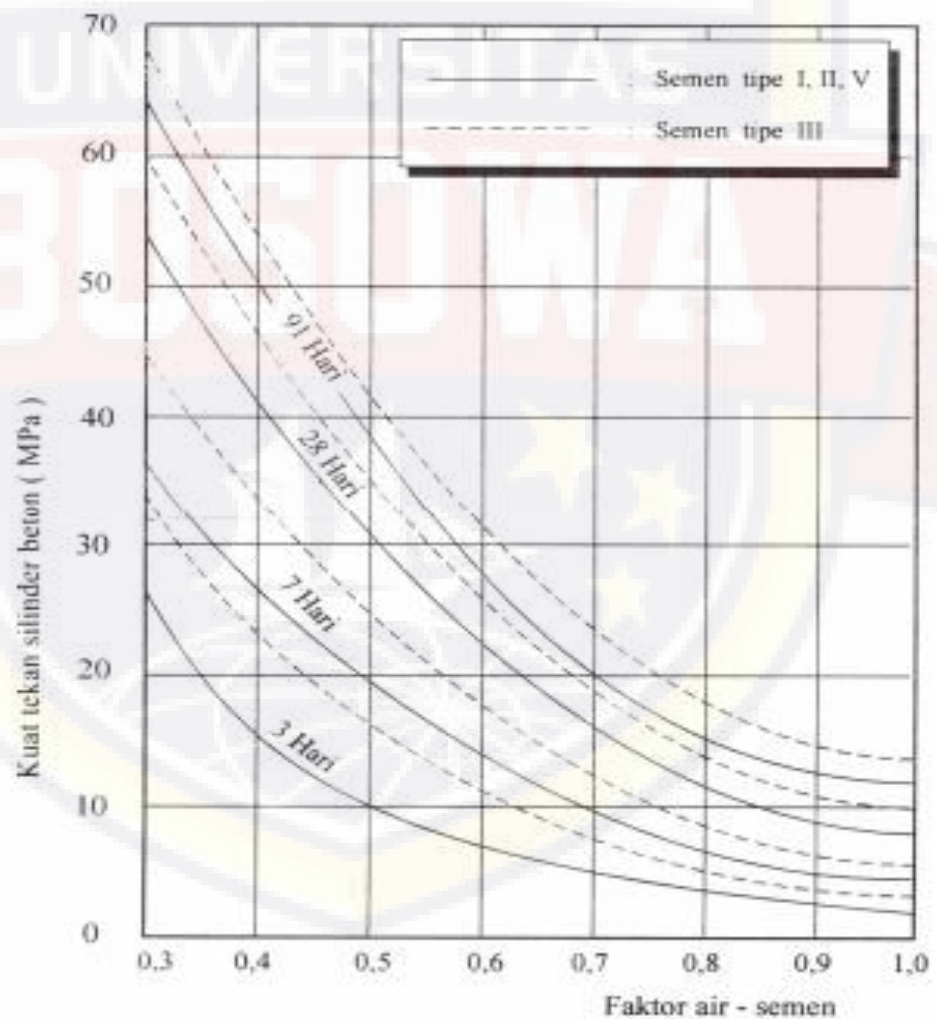
Slump (mm)		0 - 10	10 - 30	30 - 60	60 - 180
V.B (det)		12	6 - 12	3 - 6	0 - 3
Ukuran maks. Agregat (mm)	Jenis agregat	Kadar air bebas dalam (kg / m ³)			
10	Alami	150	180	205	225
	Batu pecah	100	205	230	250
20	Alami	135	160	180	190
	Batu pecah	170	190	210	225
40	Alami	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175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

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

G. Menetapkan faktor air semen.

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

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



Sumber :Rancang Campuran Beton SNI 03 – 2834 – 2000

H. Menetapkan faktor air semen maksimum.

Jika nilai FAS maksimum lebih rendah dari nilai FAS sebelumnya (langkah G) maka nilai yang diambil adalah FAS maksimum. Penetapan nilai FAS maksimum dapat dilihat pada tabel 2.8 berikut ini.

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

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

Sumber : Rancang Campuran Beton SNI 03 – 2834 – 2000

Tabel 2.9 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.

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

I. Penetapan kadar air bebas

Penetapan besar kadar air bebas (air yang diluar air jenuh) ditetapkan berdasarkan nilai slump yang dipilih, ukuran maksimum agregat, dan type agregat. Hal ini dapat dilihat pada tabel 2.7.

J. Penetapan nilai slump

Untuk menetapkan nilai slump memerlukan pengalaman pelaksanaan beton, tetapi untuk ancang-ancang slump dapat dijadikan patokan seperti pada tabel penetapan nilai slump tergantung dari :

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

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

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

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

L. Penetapan perkiraan berat jenis spesifik gabungan.

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

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

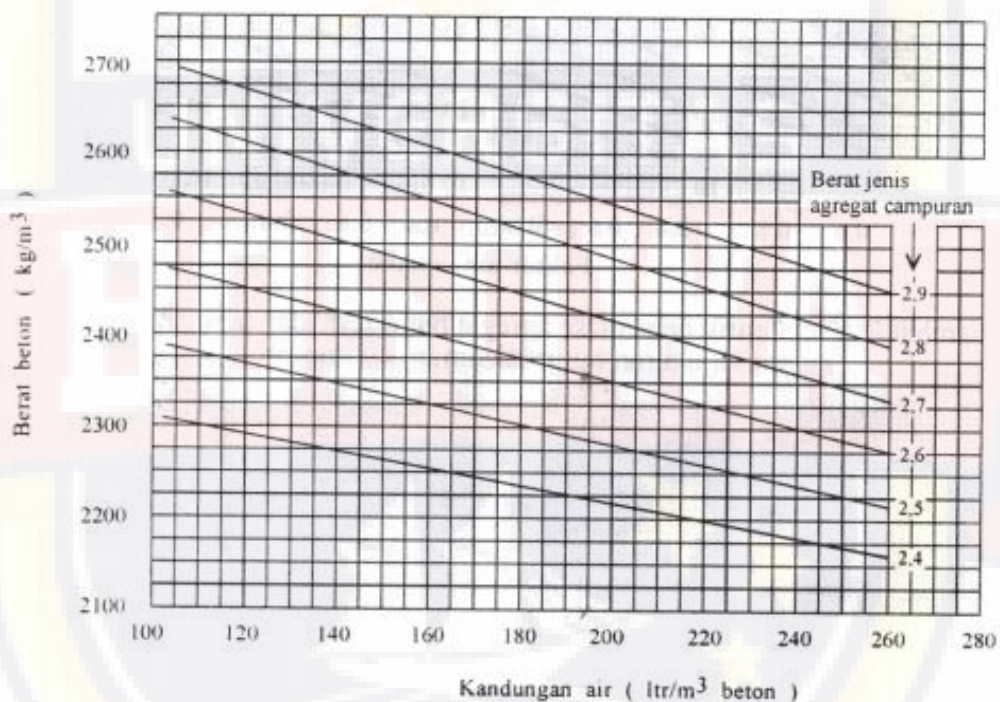
Dimana : $a\%$ = persentase penggabungan agregat halus terbaik

$b\%$ = persentase penggabungan agregat kasar terbaik

M. Penentuan berat volume beton segar (basah).

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

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



Sumber : Rancang Campuran Beton SNI 03 – 2834 – 2000

N. Penetapan proporsi agregat.

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

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

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

$B\%$ = Persentase penggabungan agregat kasar

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

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

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

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

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

Air = W_a (kg/m^3) beton

Semen = W_s (kg/m^3) beton

Pasir = A (kg/m^3) beton

Kerikil = B (kg/m^3) beton

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

P. Koreksi campuran beton.

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

Koreksi campuran beton ada dua macam sebagai berikut :

- Koreksi secara eksak (rasional)

Uraian rumus :

BK = berat kering mutlak (oven)

BL = berat lapangan (sesuai kondisi agregat)

W% = kadar air agregat (sesuai kondisi agregat)

R% = resapan agregat (terhadap berat kering)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Berat koreksi pasir (p)

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

Berat koreksi kerikil (k)

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

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

Semen = W_s

Pasir = BLp

Kerikil = BLk

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

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

- Koreksi cara pendekatan (estimate)

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

Semen = W_s (kg/m³) beton

Pasir = $BL_p = A - (R_p\% - W_p\%) \times A/100$ (kg/m³) beton

Kerikil = $BL_k = B - (R_k\% - W_k\%) \times B/100$ (kg/m³) beton

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

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

2.5 Nilai Slump

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

Tabel 2.11. 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

Sumber : Rancang Campuran Beton SNI 03 – 2834 – 2000

2.6 Kuat Tekan

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

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

Dimana :

$f'c$ = Kuat tekan (MPa)

P_{maks} = Beban tekan maksimum (N)

A = Luas permukaan benda uji tertekan (mm²)

Laju kenaikan kuat tekan beton agropolimer kemungkinan akan bertambah seiring dengan umur beton agropolimer yang semakin bertambah. Hal ini terjadi karena Calcium Silikat Hidrat (CSH) yang

dihasilkan melalui reaksi pozzolanik akan bertambah keras dan kuat seiring berjalannya waktu.

2.6.1 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kuat Tekan Beton

A. Faktor air semen (FAS) dan kepadatan

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

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

B. Umur beton

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

C. Jenis dan kualitas semen

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

D. Jenis dan lekuk bidang permukaan agregat

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

Tegangan dimana retak terbentuk sebagian besar tergantung pada sifat agregat kasar. Kerikil yang licin menimbulkan tegangan yang lebih rendah dibandingkan dengan batu pecah yang kasar dan bersudut karena lekatan mekanis dipengaruhi oleh sifat-sifat permukaan dan bentuk agregat kasar.

E. Perawatan (curing)

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

2.7 Penelitian Terdahulu

Adi Wiyono, dalam skripsi yang berjudul "Pengaruh Pengganti Sebagian Semen Dengan Abu Ampas Tebu Terhadap Kualitas Mortar Berdasarkan Kuat Tekan Dan Penyerapan Air" melakukan penelitian dengan menggunakan abu ampas tebu sebagai bahan substitusi semen pada pembuatan mortar dengan variasi campuran 2%, 4%, 6%, 8%, dan 10%. Dari hasil penelitiannya didapatkan bahwa kuat tekan mortar tanpa campuran abu ampas tebu atau normal adalah sebesar 23,76 Mpa, sedangkan untuk kuat tekan rata-rata mortar yang dicampur dengan abu ampas tebu adalah sebesar 0 %, 2 %, 4 %, 6 %, 8 %, dan 10 %, berturut-turut adalah 23,76 Mpa 24,72 Mpa, 22,64 MPa, 22,24 MPa, 25,04 MPa, dan 19,04 MPa.

Steven A T M Rajagukguk, 2015 dalam skripsi yang berjudul “Pengaruh Abu Ampas Tebu Sebagai Bahan Tambah Semen Terhadap Sifat – Sifat Mekanik Beton Dengan Menggunakan Pasir Siantar”, melakukan penelitian dengan mereduksi semen dengan abu ampas tebu sebesar 5%, 7,5%, 10%, dan 12,5%. Dari penelitian yang dilakukannya diperoleh hasil nilai kuat tekan berturut – turut adalah 26,76 Mpa, 25,13 Mpa, 24,46 Mpa, 23,96, sedangkan kuat tekan beton normalnya yaitu sebesar 25,64 Mpa,

Loli Siti Khadijah Lubis 2004, dalam tesis yang berjudul “Pengaruh Penggunaan Abu Sekam Padi Sebagai Material Pengganti Semen Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Beton” melakukan penelitian terhadap beton. Proporsi campuran yang digunakan adalah 0%, 5%, 10%, 20%, 30%, 40%, dan 50% dari berat semen. Hasil pengujian kuat tekan menunjukkan bahwa campuran dengan pengurangan 20% menjadi kadar optimum dalam peningkatan kuat tekan.

Lydia Wanty Maya 2012, dalam skripsi yang berjudul “Pemanfaatan Biopozzolan Abu Sekam Padi Sebagai Fly Ash Dalam Pembuatan Semen Untuk Meningkatkan Kualitas Fisis Mortar” melakukan penelitian terhadap pembuatan semen. Dengan proporsi abu sekam padi sebanyak 0%, 10%, 12.5%, 15%, 17.5%, dan 20% dari keseluruhan baham pembuatan semen. Hasil pengujian kuat tekan menunjukkan bahwa campuran dengan penambahan abu sekam padi sebanyak 17.5% kedalam proporsi bahan semen dapat meningkatkan kuat tekan mortar. Pengujian kuat tekan

mortar dengan penambahan 10% abu sekam padi yang direndam dalam larutan $MgSO_4$ pada hari ke 7 dan ke 28 tidak memenuhi standar SNI.

Maria dan Chris 2012, dalam skripsi yang berjudul “Pemanfaatan Abu Sekam Padi Dengan Treatment Hcl Sebagai Pengganti Semen Dalam Pembuatan Beton” melakukan penelitian terhadap beton dengan menambahkan abu sekam padi dengan atau tanpa Alkali Treatment dalam campuran beton. Penelitian ini menghasilkan beton pozzolanic yang memiliki kuat tekan yang cukup baik dengan mutu > 25 Mpa.

Bernadus Henri Efendi, 2014 dalam skripsi yang berjudul “Pengaruh Komposisi Solid Material Abu Terbang Dan Abu Sekam Padi Pada Beton Geopolimer Dengan Alkaline Activator Sodium Silikat Dan Sodium Hidroksida” melakukan penelitian terhadap beton geopolimer. Dengan melakukan variasi terhadap solid material (Fly Ash dan Abu Sekam Padi) dengan variasi perbandingan 100:0, 95:5, 90:10, 85:15, 80:20, 75:25 dengan penambahan alkalin aktivator berupa Sodium Silikat dan Sodium Hidroksida dengan perbandingan $NaOH 2 : 1 Na_2SiO_3$. Pada penelitian ini beton geopolimer dengan proporsi Fly Ash sebesar 100% menghasilkan kuat tekan tertinggi yaitu sebesar 21,20305 MPa pada umur 28 hari dan dapat digunakan sebagai beton struktural apabila pengerjaannya dilakukan dengan benar.

B



A

B

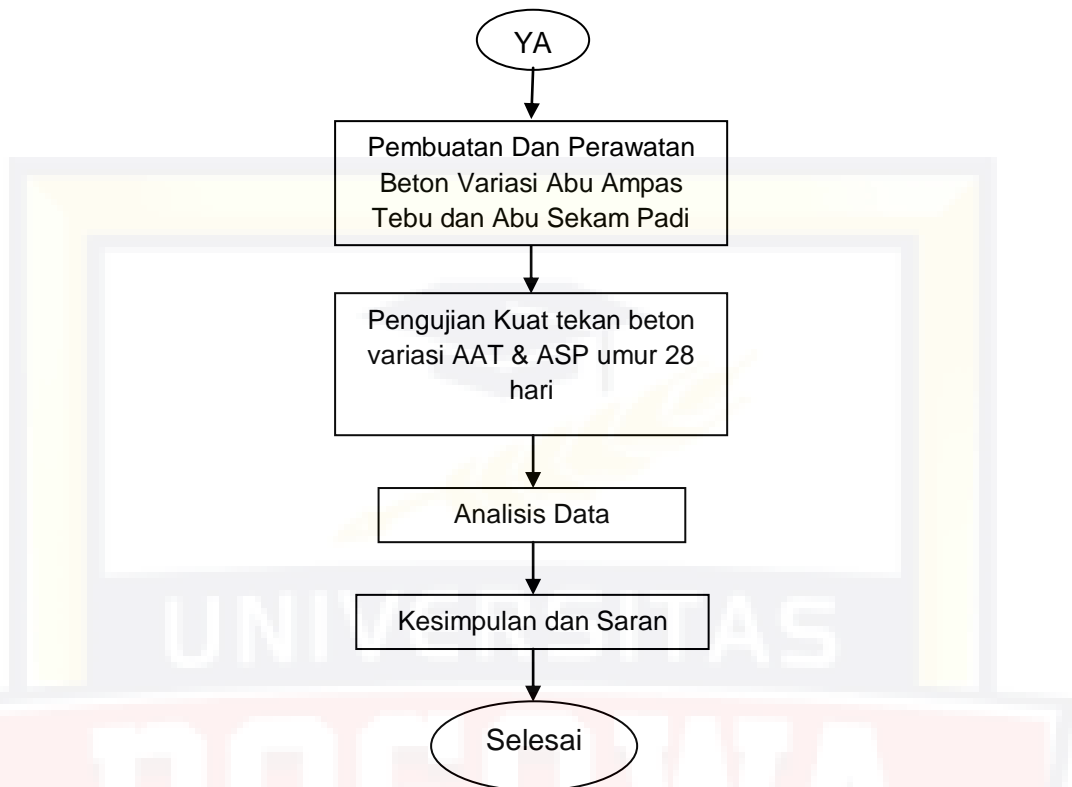
3

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Bagan Alir Penelitian





Gambar 3.1 Flow Chart (Bagan alir penelitian)

3.2 Metode Pengujian

3.2.1 Pengujian Karakteristik Agregat

Sebelum pembuatan benda uji beton, dilakukan pengujian terhadap karakteristik agregat halus dan kasar. Pemeriksaan karakteristik agregat yang dilakukan dalam penelitian ini mengacu pada SNI yang meliputi :

Tabel 3.1 Pemeriksaan Agregat Halus

No	Jenis Pemeriksaan	Standar Yang Digunakan
1	Pemeriksaan Analisa Saringan	SNI 342 - 2008
2	Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan	SNI 1969 - 2008
3	Pemeriksaan Kadar Air	SNI 1971 - 2011
4	Pemeriksaan kadar lumpur	SNI 03 4142 1996
5	Pemeriksaan berat isi / volume	SNI 1973 - 2008

Tabel 3.2 Pemeriksaan Agregat Kasar

No	Jenis Pemeriksaan	Standar Yang Digunakan
1	Pemeriksaan Analisa Saringan	SNI 342 - 2008
2	Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan	SNI 1969 - 2008
3	Pemeriksaan Kadar Air	SNI 1971 - 2011
4	Pemeriksaan kadar lumpur	SNI 03 4142 1996
5	Pemeriksaan berat isi / volume	SNI 1973 - 2008

3.2.2 Pengujian Slump

Pengujian slump merupakan pengujian workability. Pengujian ini menentukan kemudahan pengerjaan dari beton tersebut.

Pengujian nilai slump dilakukan mengikuti standar SNI-1972-2008.

Nilai slump dapat ditentukan dengan rumus sebagai berikut :

$$S = Ta - Tr$$

S = Slump, Ta = Tinggi awal, Tr = Tinggi runtuh

3.2.3 Pengujian Kuat Tekan

Sifat yang paling penting dari beton adalah kuat tekan beton. Kuat tekan biasanya berhubungan dengan sifat-sifat lain, maksudnya apabila kuat tekan beton tinggi, sifat-sifat lainnya juga baik (Tjokrodimulyo K, 1995). Pengujian kuat tekan beton dilakukan mengikuti standar SNI 2847 : 2013.

3.3 Penentuan Mix Design Beton Kontrol $f_c' 20 \text{ MPa}$

Mix design dilakukan untuk mengetahui proporsi kebutuhan material (kerikil, pasir, semen dan air) dalam campuran beton. Metode rancangan adukan beton yang dipakai adalah metode yang biasa dipakai oleh

Departemen Pekerjaan Umum yaitu metode DOE (Departemen of Environment) yang merupakan pengembangan dari metode rancangan adukan beton cara Inggris (The British Mix Design Method) dan dimuat dalam SNI 03 – 2834 – 2000 berdasarkan ketentuan umum rancang campur menurut SNI – 2847 – 2013.

3.4 Variabel Penelitian

3.4.1 Variabel Terikat

Variabel terikat merupakan variable yang sifatnya mutlak atau tetap.

Pada penelitian ini, variabel terikat meliputi :

- Komposisi agregat kasar dan agregat halus.

3.4.2 Variabel Bebas

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

- Komposisi semen
- Komposisi abu ampas tebu dan abu sekam padi

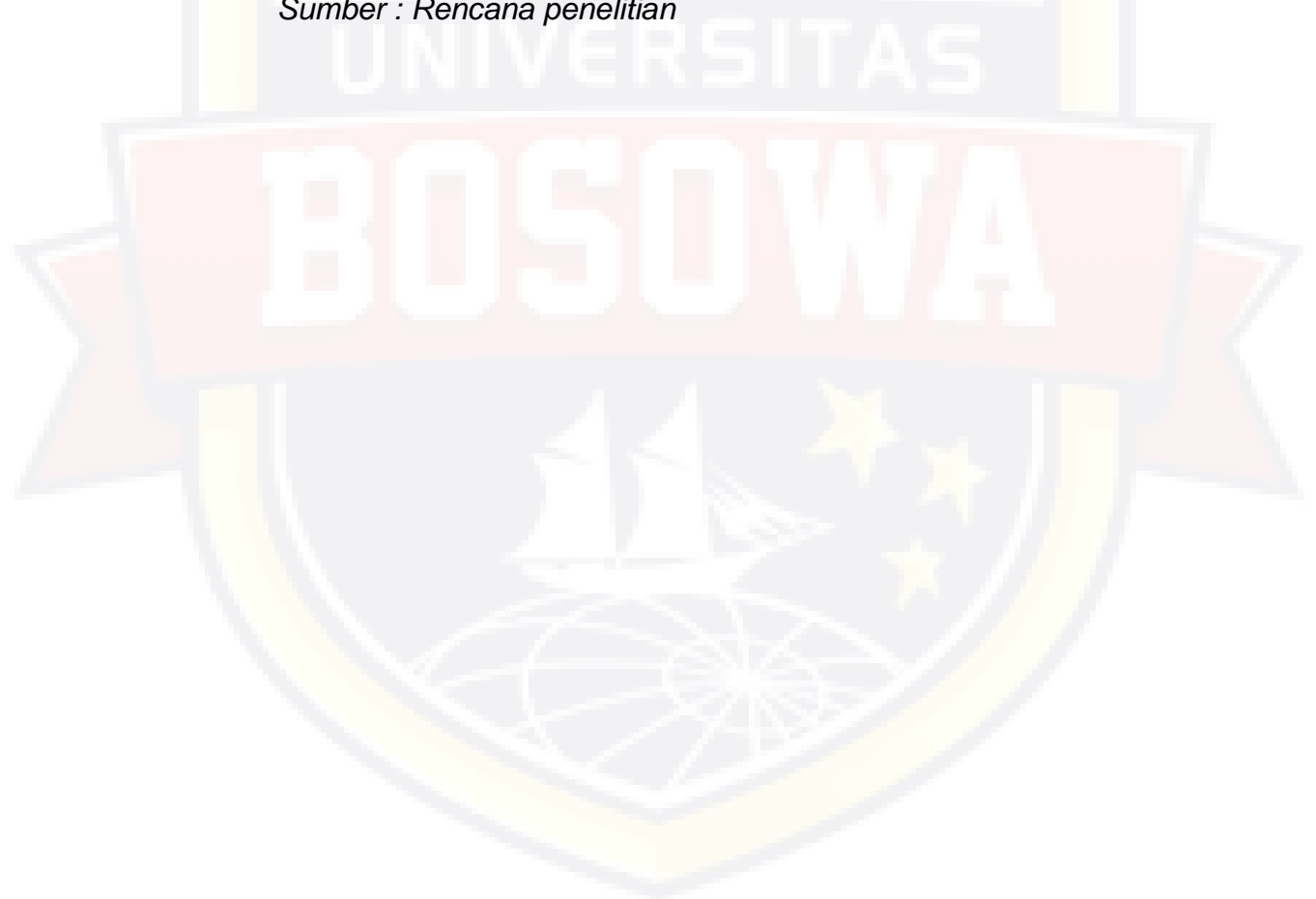
3.5 Notasi dan Jumlah Sampel

Notasi dan jumlah sampel yang direncanakan harus diketahui dan dipahami agar tidak terjadi kekeliruan dalam pengujian kuat tekan beton.

Tabel 3.3. Notasi dan Jumlah Sampel

Notasi Sampel	Perbandingan campuran (%)			Jumlah benda uji umur 28 hari
	Abu Apas Tebu	Abu Sekam Padi	Semen	
Beton Normal	0	0	100	20
ATSP - 1	0	15	85	3
ATSP - 2	5	10	85	3
ATSP - 3	7,5	7,5	85	3
ATSP - 4	10	5	85	3
ATSP - 5	15	0	85	3

Sumber : Rencana penelitian



B



A

B

4

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Karakteristik Material

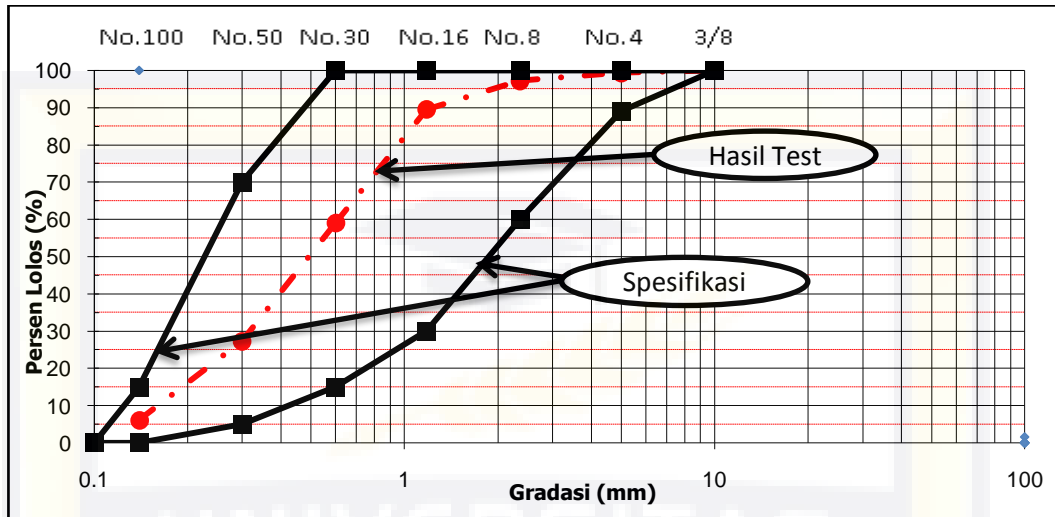
Material yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari agregat alam yaitu agregat halus (pasir) dan agregat kasar (batu pecah) yang berasal dari bili-bili (Gowa). Berdasarkan pelaksanaan pemeriksaan agregat di laboratorium Struktur dan Bahan Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar, diperoleh hasil pemeriksaan karakteristik yang ditunjukkan pada Tabel 4.1. untuk agregat halus dan Tabel 4.2 untuk agregat kasar yaitu sebagai berikut:

Tabel 4.1. Hasil Pemeriksaan Karakteristik Agregat Halus (Pasir)

No	Jenis Pengujian	Hasil Penelitian	Spesifikasi	Keterangan
1	Analisa Saringan	Lihat Lampiran A.1	Lihat Lampiran A.1	Memenuhi
2	Berat Jenis Bulk	2.40	1.6 – 3.3	Memenuhi
	Berat Jenis SSD	2.54	1.6 – 3.3	Memenuhi
	Berat Jenis Semu	2.78	1.6 – 3.3	Memenuhi
3	Penyerapan	5.78	0.2% – 2%	Tdk Memenuhi
4	Kadar Air	3.66	3 – 5	Memenuhi
5	Kadar Lumpur	9.64	0.2 – 6	Tdk Memenuhi
6	Berat Isi Lepas	1,46	1,4 – 1,9 kg/ltr	Memenuhi
	Berat Isi Padat	1,57	1,4 – 1,9 kg/ltr	Memenuhi

Sumber : Hasil pemeriksaan laboratorium

Grafik 4.1 Rata-rata Persen Lolos Agregat Halus



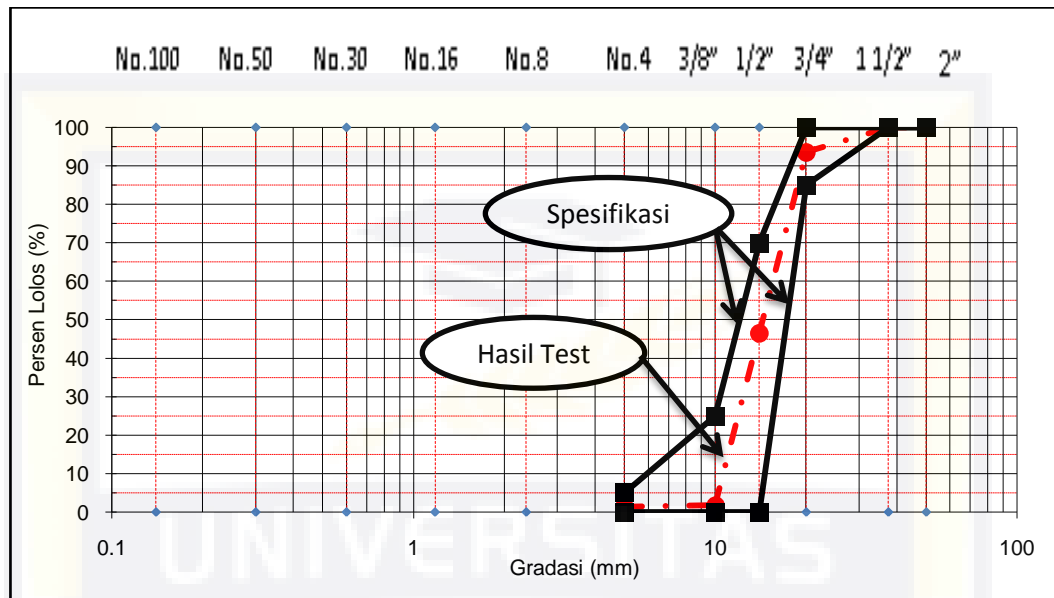
Sumber : Hasil pemeriksaan laboratorium

Tabel. 4.2. Hasil Pemeriksaan Karakteristik Agregat Kasar (Batu Pecah)

No	Jenis Pengujian	Hasil Pemeriksaan	Spesifikasi	Keterangan
1	Analisa Saringan	Lihat Lampiran B.1	Lihat Lampiran B.1	Memenuhi
2	Berat Jenis Bulk	2.52	1.6 - 3.3	Memenuhi
	Berat Jenis SSD	2.58	1.6 - 3.3	Memenuhi
	Berat Jenis Semu	2.67	1.6 - 3.3	Memenuhi
3	Penyerapan	2.27	0.2% - 4%	Memenuhi
4	Kadar Air	0.87	0.5% - 2%	Memenuhi
5	Kadar Lumpur	1,72	0.2% - 1%	Tdk Memenuhi
6	Berat Isi Lepas	1,42	1,4 - 1,9 kg/ltr	Memenuhi
	Berat Isi Padat	1,62	1,4 - 1,9 kg/ltr	Memenuhi

Sumber : Hasil pemeriksaan laboratorium

Grafik 4.2 Rata-rata Persen Lolos Agregat Kasar Batu Pecah



Sumber : Hasil pemeriksaan laboratorium

Dari tabel dan grafik diatas menunjukkan semua karakteristik dari agregat kasar dan agregat halus memenuhi syarat spesifikasi. Hal ini berarti agregat kasar dan agregat halus tersebut juga sangat baik dijadikan bahan dalam pembuatan campuran beton.

4.2 Perencanaan Campuran Beton

4.2.1 Perencanaan Campuran Beton Normal 20 MPa

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

Tabel 4.3 Data hasil perhitungan mix design beton kontrol

Nilai Slump	10 ± 2 cm
Kuat tekan yang disyaratkan	20 MPa
Deviasi standar	-
Nilai tambah (margin)	7,00
Kekuatan rata-rata yang ditargetkan	27 MPa
Faktor air semen bebas (Fas)	0,53
Faktor air semen maksimum	0,60
Kadar air bebas	202 kg/m ³
Kadar semen maksimum	381 kg/m ³
Kadar semen minimum	275 kg/m ³
Berat isi beton	2327 kg/m ³
Berat agregat gabungan	1744,83 kg/m ³
Berat agregat halus	732,83 kg/m ³
Berat agregat kasar	1012,00 kg/m ³
Berat jenis gabungan	2,56 kg/m ³

Sumber : Hasil perhitungan

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

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

$$V = \frac{1}{4} \times 3,14 \times (0,15)^2 \times 0,30 \text{ m} = 0,00530 \text{ m}^3 \text{ (1 benda uji)}$$

Perhitungan untuk 1 benda uji

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

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

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

Tabel 4.4 Data perhitungan mix design untuk 20 silinder

Bahan Beton	Berat /M ³ Beton (kg)	Volume Benda Uji (m ³)	Berat Untuk 1 Sampel (kg)	Berat Untuk 20 Sampel (kg)
Air	231,37	0,0064	1,47	29,42
Semen	380,50	0,0064	2,42	48,39
Pasir	717,29	0,0064	4,56	91,22
B. Pecah	997,83	0,0064	6,34	126,89

Sumber : Hasil perhitungan

4.2.2 Komposisi Campuran Beton Variasi Abu Ampas Tebu dan Abu

Sekam Padi

Komposisi bahan campuran beton variasi abu ampas tebu dan abu sekam padi dilakukan pendekatan perbandingan berat semen pada beton normal. Untuk komposisi beton agropolimer dapat dilihat pada tabel 4.4 berikut ini :

Tabel 4.5 Komposisi beton variasi abu ampas tebu dan abu sekam padi untuk satu silinder.

No	Kode	Semen (kg)	Variasi		Pasir (kg)	Batu Pecah (kg)	Air (kg)	Jumlah Benda Uji
	Sampel		AAT	ASP				
1	ATSP - 1	2.06	0.000	0.363	4.56	6.340	1.470	3 buah
2	ATSP - 2	2.06	0.121	0.242	4.56	6.340	1.470	3 buah
3	ATSP - 3	2.06	0.182	0.182	4.56	6.340	1.470	3 buah
4	ATSP - 4	2.06	0.242	0.121	4.56	6.340	1.470	3 buah
5	ATSP - 5	2.06	0.363	0.000	4.56	6.340	1.470	3 buah

Sumber : Hasil perhitungan

4.3 Pengujian Kuat Tekan

4.3.1 Pengujian Kuat Tekan Beton Normal

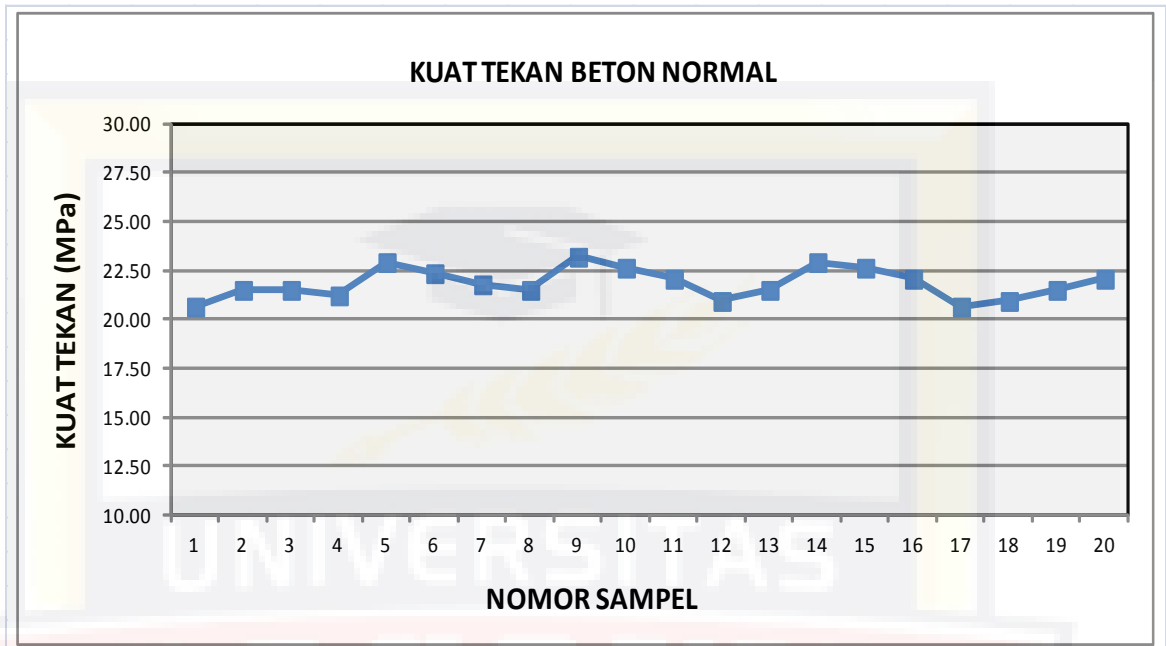
Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui kekuatan dari beton itu sendiri apabila diberi beban. Pengujian kuat tekan dilakukan dengan cara memberikan beban maksimum pada benda uji sampai benda uji tersebut tidak bisa menerima beban (hancur). Hasil pengujian kuat tekan beton normal (beton kontrol) pada umur 28 hari dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.6 Kekuatan Tekan Beton Normal (Beton Kontrol)

No Benda Uji	Tanggal Pembuatan	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Luas Penampang (mm ²)	Beban Maksimum (KN)	Kuat Tekan (Mpa)
I	21 Juli 2018	150	300	17662.50	365	20.67
II	21 Juli 2018	150	300	17662.50	380	21.51
III	21 Juli 2018	150	300	17662.50	380	21.51
IV	21 Juli 2018	150	300	17662.50	375	21.23
V	21 Juli 2018	150	300	17662.50	405	22.93
VI	21 Juli 2018	150	300	17662.50	395	22.36
VII	21 Juli 2018	150	300	17662.50	385	21.80
VIII	21 Juli 2018	150	300	17662.50	380	21.51
IX	21 Juli 2018	150	300	17662.50	410	23.21
X	21 Juli 2018	150	300	17662.50	400	22.65
XI	22 Juli 2018	150	300	17662.50	390	22.08
XII	22 Juli 2018	150	300	17662.50	370	20.95
XIII	22 Juli 2018	150	300	17662.50	380	21.51
XIV	22 Juli 2018	150	300	17662.50	405	22.93
XV	22 Juli 2018	150	300	17662.50	400	22.65
XVI	22 Juli 2018	150	300	17662.50	390	22.08
XVII	22 Juli 2018	150	300	17662.50	365	20.67
XVIII	22 Juli 2018	150	300	17662.50	370	20.95
XIX	22 Juli 2018	150	300	17662.50	380	21.51
XX	22 Juli 2018	150	300	17662.50	390	22.08
					Fcm =	21.89

Sumber : Hasil perhitungan

Grafik 4.4 Kuat Tekan Beton Normal



Sumber : Hasil perhitungan

Dari hasil pengujian kuat tekan beton normal diatas didapatkan nilai kuat tekan rata - rata sebesar 21,89 MPa dan nilai kuat tekan karakteristik sebesar 20,51 MPa. Nilai kuat tekan karakteristik ini memenuhi standar dimana nilai kuat tekan karakteristik yang ingin dicapai yaitu sebesar 20 MPa. Nilai kuat tekan tersebut dapat digunakan sebagai acuan untuk mencari nilai kuat tekan pada beton variasi abu ampas tebu dan abu sekam padi.

4.3.2 Pengujian Kuat Tekan Beton Variasi Abu Ampas Tebu dan Abu Sekam Padi

Hasil pengujian kuat tekan beton variasi abu ampas tebu dan abu sekam padi pada umur 28 hari dapat dilihat pada tabel berikut :

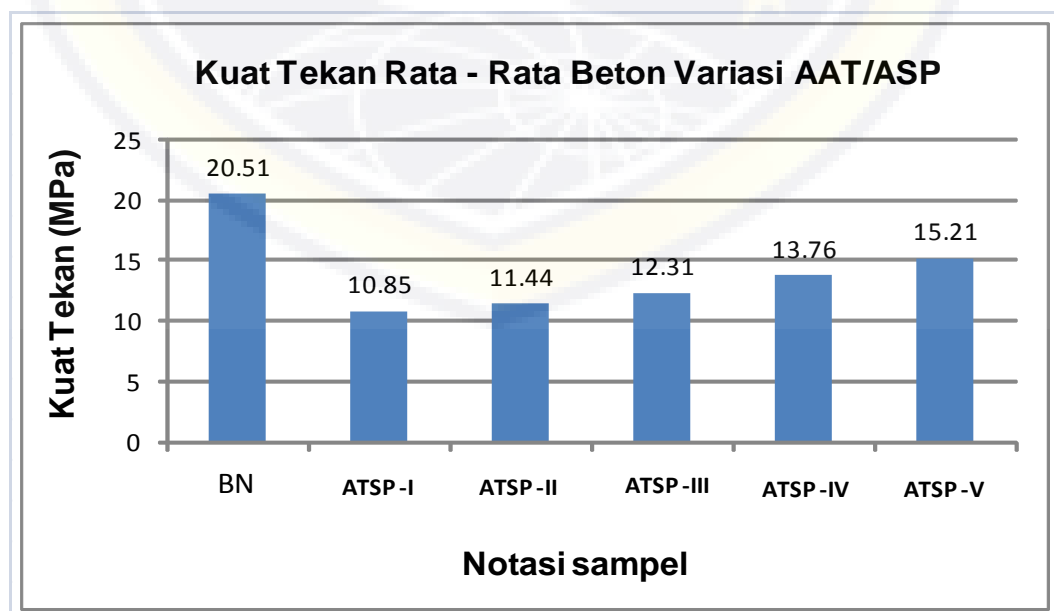
Tabel 4.7 Kuat Tekan Beton Variasi Abu Ampas Tebu dan Abu Sekam Padi

Notasi Sampel	Perbandingan Campuran (%)			Kuat tekan (MPa)	
	SEMEN	AAT	ASP	Per Sampel	Rata – rata
ATSP – I	85	0	15	10,18	10,85
				10,47	
				11,92	
ATSP – II	85	5	10	11,05	11,44
				12,21	
				11,05	
ATSP - III	85	7,5	7,5	11,92	12,31
				12,21	
				12,79	
ATSP - IV	85	10	5	13,66	13,76
				13,37	
				14,25	
ATSP - V	85	15	0	15,41	15,21
				14,83	
				15,41	

Sumber : Hasil perhitungan

Dari pengujian kuat tekan beton variasi abu ampas tebu dan abu sekam padi pada tabel diatas dapat dijelaskan seperti pada grafik berikut :

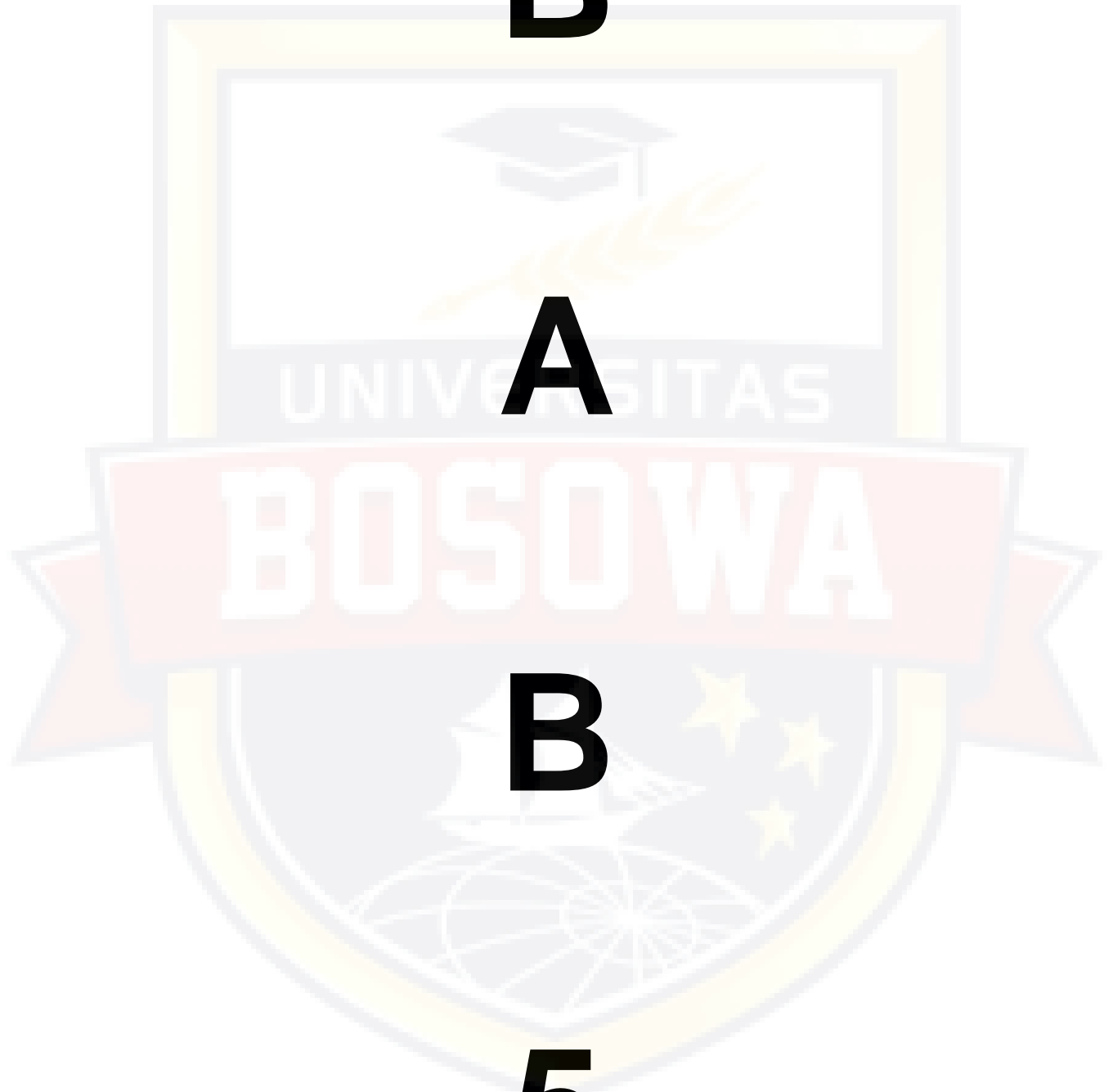
Grafik 4.5 Kuat Tekan Beton Variasi Abu Ampas Tebu Dan Abu Sekam Padi



❖ **Pembahasan**

Dari grafik diatas terlihat bahwa kuat tekan maksimum terdapat pada variasi ATSP-V yaitu dengan perbandingan abu ampas tebu : abu sekam padi : semen 15% : 0% : 85%, dengan nilai kuat tekan rata – rata 15,21 Mpa, apabila persentase abu ampas tebu dikurangi dan digantikan dengan abu sekam padi maka kuat tekannya cenderung terjadi penurunan. Hal ini terlihat jelas pada variasi ATSP – I dimana persentase abu ampas tebu sebesar 0% sedangkan persentase abu sekam padi sebesar 15%. Ini juga bisa disebabkan karena porositas abu sekam padi yang sangat tinggi yaitu sekitar 79% menyebabkan sekam padi dapat menyerap air dalam jumlah yang banyak (Kaboosi, 2007). Masalah yang mungkin terjadi dalam pemanfaatan sekam padi untuk pembuatan beton yaitu besarnya nilai absorpsi air yang terjadi. Hal ini dapat menyebabkan beton menjadi keropos sehingga menurunkan kuat tekannya.

B



A

B

5

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilaksanakan dapat disimpulkan bahwa :

1. Dengan penambahan abu ampas tebu dan abu sekam padi sebagai bahan pengganti parsial semen akan menurunkan kuat tekan beton.
2. Semakin tinggi persentase abu ampas tebu, dalam hal ini pada persentase 15% terhadap berat semen menghasilkan kuat tekan yang cenderung lebih tinggi daripada kuat tekan pada kondisi variasi lainnya, Sehingga abu ampas tebu lebih baik digunakan dalam campuran beton dibandingkan dengan abu sekam padi namun pada penelitian ini hasilnya tidak memenuhi dengan kuat tekan yang direncanakan.

5.2 Saran

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

1. Sebagai langkah lanjutan, perlu adanya penelitian-penelitian lebih lanjut untuk mendapatkan komposisi campuran yang

tepat sehingga dapat menghasilkan kuat tekan beton variasi abu ampas tebu dan abu sekam padi tinggi dan baik.

2. Abu sekam padi harus dibakar kembali terlebih dahulu sebelum digunakan sebagai prekursor beton variasi abu ampas tebu dan abu sekam padi, agar kandungan silika yang dihasilkan dapat lebih optimum.



DAFTAR PUSTAKA

Anam dan Trianto., 2013, *Pengaruh Penggunaan Bone Ash dan Rice Husk Ash terhadap Sifat Mekanis Pasta Semen*, Jurnal SEMINAR NASIONAL – 1 BMPTTSSI - KonTekS 7, hal M-79.

Anonim, (2000), SNI 03 - 2834 – 2002., *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*, Badan Standarisasi Nasional.

Anonim, (2013) SNI 2847:2013., *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung*, Badan Standarisasi Nasional.

ASTM C136, Standard Specification for Concrete Aggregates

Efendi, Bernadus Henri., 2014. *Pengaruh Komposisi Solid Material Abu Terbang Dan Abu Sekam Padi Pada Beton Geopolimer Dengan Alkaline Activator Sodium Silikat Dan Sodium Hidroksida*. Skripsi Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atmajaya Yogyakarta.

Fitriani, Dian Rahma., 2010. *Pengaruh Modulus Alkali dan Kadar Aktivator Terhadap Kuat Tekan Fly Ash – Based Geopolymer Mortar*. Skripsi Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.

Hugot (HandBook of cane Sugar Engineering, 1986, kandungan kelembaban (*moisture content*))

Hardjito, Djwantoro., 2002, *Geopolimer Beton Tanpa Semen yang Ramah Lingkungan*, Fakultas Teknik Universitas Unika Widya Mandira, Kupang

Ismail & Waliuddin, 1996, Kandungan kimia sekam padi

Kaboosi, 2007, Porositas sekam padi

Maria, Chris, Handoko, Dan Paravita., 2012, *Pemanfaatan Abu Sekam Padi Dengan Treatment Hcl Sebagai Pengganti Semen Dalam Pembuatan Beton*, Jurnal Teknik Sipil Universitas Kristen Petra.

Maya, Lydia Wanti., 2012, *Pemanfaatan Biopozzolan Abu Sekam Padi Sebagai Fly Ash Dalam Pembuatan Semen Untuk Meningkatkan Kualitas Fisis Mortar*, Skripsi Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanudin, Makassar.

Rajagukguk, Steven A T M., 2015 “Pengaruh Abu Ampas Tebu Sebagai Bahan Tambah Semen Terhadap Sifat – Sifat Mekanik Beton Dengan Menggunakan Pasir Siantar”, Skripsi Jurusan Teknik Sipil, Departemen Teknik Sipil, Universitas Sumatera Utara

Rofiqi M Ainur., 2015, *Penggunaan Abu Sekam Padi Sebagai Material Pengganti Semen Dan Limbah Serbuk Marmer Sebagai Pengisi Pada Campuran Beton*, Skripsi Jurusan Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember.

Septia, P., 2011, *Studi Literatur Pengaruh Konsentrasi NaOH dan Rasio NaOH : Na₂SiO₃, Rasio Air / Prekursor, Suhu Curing, dan Jenis Prekursor terhadap Kuat Tekan Beton Geopolimer*, Skripsi Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.

Teknologi Bahan I., 2011. *Teknologi Beton*.

Tumilarir, Steffie. A-Ut (HAKI)., 2016. *Perancangan dan Kriteria Penerimaan Mutu Beton Menurut SNI 2847-2013, Materi seminar HAKI Komda Sulawesi Selatan, Makassar*.

Witono, Adi., “Pengaruh Pengganti Sebagian Semen Dengan Abu Ampas Tebu Terhadap Kualitas Mortar Berdasarkan Kuat Tekan Dan Penyerapan Air”, Skripsi Jurusan Teknik Sipil, Universitas Tribhuwana Tungadewi, Malang.



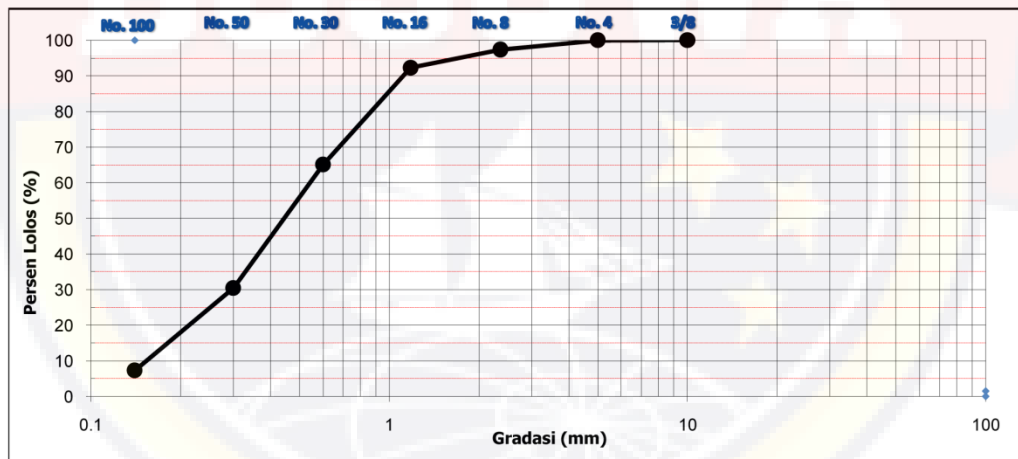
LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS BOSOWA

A. 1 ANALISA SARINGAN AGREGAT HALUS

Mateial : Pasir
Tanggal : 19 Desember 2016
Sumber : Bili-bili

Nama : SONI M.SINAWENI
Nim : 45 11 041 014

Saringan No	Total : 1503.4			Total : 1503.2			Total			Rata-rata
	Sampel 1			Sampel 2			Sampel 3			%
	Kumulatif Tertahan	% Tertahan	% Lolos	Kumulatif Tertahan	% Tertahan	% Lolos	Kumulatif Tertahan	% Tertahan	% Lolos	Lolos
3/8"	0.0	0	100	0.0	0	100				100.00
No. 4	0.3	0.020	99.980	0.0	0.000	100.000				99.99
No. 8	37.0	2.461	97.539	42.0	2.794	97.206				97.37
No. 16'	109.5	7.283	92.717	122.8	8.169	91.831				92.27
No. 30	505.7	33.637	66.363	544.9	36.249	63.751				65.06
No. 50	1038.6	69.083	30.917	1053.1	70.057	29.943				30.43
No. 100	1388.7	92.371	7.629	1400.1	93.141	6.859				7.24
Pan	1502.8	99.960	0.040	1503.1	99.993	0.007				0.02





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

A.2 Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Halus

Material : Pasir
Tanggal : 9 Juni 2018
Sumber : Bili - Bili

Nama : SONI M. SINAWENI

Nim : 45 11 041 014

	A	B	Rata - rata
Berat benda uji kering - permukaan jenuh (SSD) _____ 500	500	500	500
Berat benda uji kering oven _____ B_k	473.2	472.2	472.7
Berat Piknometer diisi air (25°C) _____ B	662.1	670.7	666.4
Berat piknometer + benda uji (SSD) + air(25°C) _____ B_t	964.8	973.6	969.2

	A	B	Rata - rata
Berat jenis (Bulk) $\frac{B_k}{(B + 500 - B_t)}$	2.40	2.40	2.40
Berat jenis kering - permukaan jenuh $\frac{500}{(B + 500 - B_t)}$	2.53	2.54	2.54
Berat jenis semu (Apparent) $\frac{B_k}{(B + B_k - B_t)}$	2.78	2.79	2.78
Penyerapan (Absorption) $\frac{(500 - B_k)}{B_k} \times 100\%$	5.66	5.89	5.78

Mengetahui
Asisten Laboratorium

Marlina

Marlina Alwi, ST



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

A.3 PEMERIKSAAN KADAR LUMPUR AGREGAT HALUS

Material : Pasir
Tanggal : 9 Juni 2018
Sumber : Bili - Bili

Nama : Soni M. Sinaweni
Nim : 45 11 041 014

			I	II
Berat benda uji sebelum dicuci	gram	A	1502.4	1500.5
Berat benda uji setelah dicuci	gram	B	1372.4	1340.9
Berat lumpur	gram	C (A - B)	130	159.6
Kadar lumpur	%	(C/A)*100	8.65	10.64
Kadar Lumpur Rata- rata		%	9.64	



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

A.4 PEMERIKSAAN KADAR AIR AGREGAT HALUS

Material : Pasir
Tanggal : 9 Juni 2018
Sumber : Bili - Bili

Nama : SONI M. SINAWENI
Nim : 45 11 041 014

			I	II
Berat benda uji	gram	A	1500.1	1500.0
Berat benda uji kering oven	gram	B	1445.3	1445.1
Berat Air	gram	C (A - B)	54.8	54.9
Kadar Air	%	$(C/A)*100$	3.65	3.66
Kadar Air Rata- rata		%		3.66

Mengetahui :

Asisten Laboratorium

Marlina Alwi, ST



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

A.5 PEMERIKSAAN BERAT ISI AGREGAT HALUS
(PB - 0203 - 76 / SNI 1970 : 2008)

Material : Pasir Sungai
Tanggal : 11 Desember 2016
Sumber : Bili-bili

Nama
Nim

SONI M. SINAWENI
: 45 11 041 013

Lepas

Nomor Benda Uji		I	II
Berat Container (A)	(gr)	6000	5783
Berat Container + Agregat (B)	(gr)	9034	8712
Berat Agregat (C) = (B) - (A)	(gr)	3034	2929
Volume Container (D)	³ (cm)	2031.2	2031.2
Berat Isi Agregat = $\frac{(C)}{(D)}$	³ (gr/cm)	1.494	1.442
Berat Isi Rata-rata Agregat		1.468	

Padat

Nomor Benda Uji		I	II
Berat Container (A)	(gr)	8000	5783
Berat Container + Agregat (B)	(gr)	9288	9066
Berat Agregat (C) = (B) - (A)	(gr)	3288	3283
Volume Container (D)	³ (cm)	2031.2	2150
Berat Isi Agregat = $\frac{(C)}{(D)}$	³ (gr/cm)	1.619	1.527
Berat Isi Rata-rata Agregat		1.573	

Mengetahui
Asisten Laboratorium


Marina Alwi, ST



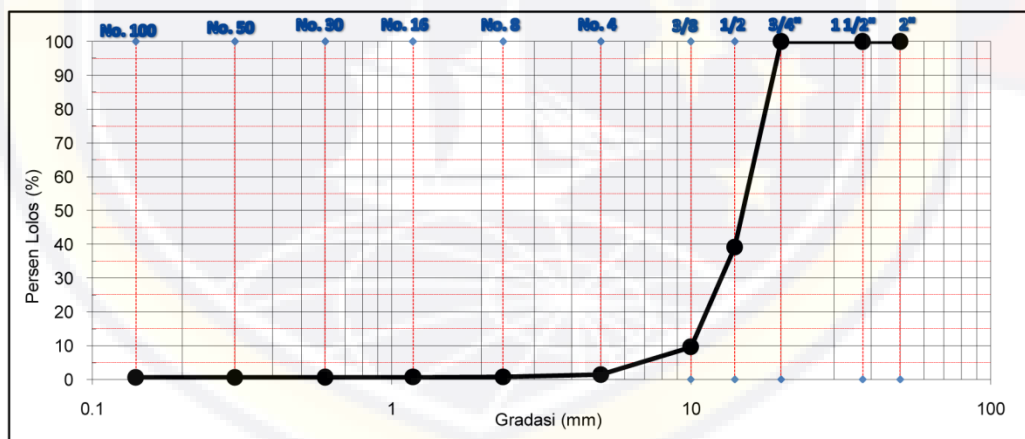
LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS BOSOWA

B.1 ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR

Mateial : Batu Pecah 1-2
Tanggal : 19 Desember 2016
Sumber : Bili-bili

Nama SONI M. SINAWENI
Nim 45 11 041 014

Saringan No	Total : 2502.4			Total : 2503.9			Total :			Rata-rata
	Sampel 1			Sampel 2			Sampel 3			%
	Kumulatif Tertahan	% Tertahan	% Lolos	Kumulatif Tertahan	% Tertahan	% Lolos	Kumulatif Tertahan	% Tertahan	% Lolos	Lolos
2"	0	0	100	0	0	100				100
1 1/2"	0	0	100	0	0	100				100
3/4"	0.0	0.000	100.000	0.0	0.000	100.000				100
1/2"	1640.6	65.561	34.439	1411.2	56.360	43.640				39.03943
3/8"	2323.7	92.859	7.141	2204.8	88.055	11.945				9.543255
No. 4	2480.2	99.113	0.887	2457.1	98.131	1.869				1.378116
No. 8	2490.1	99.508	0.492	2483.6	99.189	0.811				0.651132
No. 16'	2491.4	99.560	0.440	2484.8	99.237	0.763				0.601194
No. 30	2491.6	99.568	0.432	2485.7	99.273	0.727				0.579226
No. 50	2493.4	99.640	0.360	2487.5	99.345	0.655				0.507316
No. 100	2493.9	99.660	0.340	2488.0	99.365	0.635				0.487342
Pan	2502.3	99.996	0.004	2503.3	99.976	0.024				0.013979





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

B.2 PEMERIKSAAN BERAT JENIS AGREGAT KASAR

Material : Batu Pecah 1-2
Tanggal : 12 Desember 2016
Sumber : Bili - Bili

Nama ; SONI M. SINAWENI
Nim : 45 : 11 041 014

		A	B	Rata-Rata
Berat Benda Uji Kering Oven	B_k	1955.7	1955.9	1955.8
Berat Benda Uji Kering - Permukaan Jenuh	B_j	2000.1	2000.3	2000.2
Berat Benda Uji dalam Air	B_a	1225.9	1223.2	1224.6

		A	B	Rata-Rata
Berat Jenis (Bulk)	$\frac{B_k}{B_j - B_a}$	2.53	2.52	2.52
Berat Jenis Kering - Permukaan Jenuh	$\frac{B_j}{B_j - B_a}$	2.58	2.57	2.58
Berat Jenis Semu (Apparent)	$\frac{B_k}{B_k - B_a}$	2.68	2.67	2.67
Penyerapan (Absorption)	$\frac{B_j - B_k}{B_k} \times 100\%$	2.27	2.27	2.27

Mengetahui
Asisten Laboratorium


Marlina Alwi, ST



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

B.3 PEMERIKSAAN KADAR LUMPUR AGREGAT KASAR

Material : Batu Pecah 1-2
Tanggal : 11 Desember 2016
Sumber : Bili - Bili

Nama : SONI M. SINAWENI
Nim : 45 11 041 014

			I	II
Berat benda uji sebelum dicuci	gram	A	2000.0	2000.0
Berat benda uji setelah dicuci	gram	B	1965.4	1965.9
Berat lumpur	gram	$C (A - B)$	34.6	34.1
Kadar lumpur	%	$(C/A)*100$	1.73	1.71
Kadar Lumpur Rata- rata		%		1.72

Mengetahui :

Asisten Laboratorium

Marlina Alwi, ST



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

B.4 PEMERIKSAAN KADAR AIR AGREGAT KASAR

Material : Batu Pecah 1-2
Tanggal : 21 Agustus 2016
Sumber : Bili - Bili

Nama : SONI M. SINAWENI
Nim : 45 11 041 014

			I	II
Berat benda uji	gram	A	2500.0	2500.0
Berat benda uji kering oven	gram	B	2479.1	2477.4
Berat Air	gram	$C (A - B)$	20.9	22.6
Kadar Air	%	$(C/A)*100$	0.84	0.90
Kadar Air Rata- rata		%	0.87	

BOSOWA

Mengetahui :

Asisten Laboratorium

Marlina Alwi, ST



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

B.5 PEMERIKSAAN BERAT ISI AGREGAT KASAR

Material : Batu Pecah 1-2
Tanggal : 9 Juni 2018
Sumber : Bili-bili

Nama : Soni M. Sinaweni
Nim : 45 11 041 014

Lepas

Nomor Benda Uji		I	II
Berat Container (A)	(gr)	6000	5783
Berat Container + Agregat (B)	(gr)	8911	8658
Berat Agregat (C) = (B) - (A)	(gr)	2911	2875
Volume Container (D)	(cm ³)	2031.2	2031.2
Berat Isi Agregat = $\frac{(C)}{(D)}$ (gr/cm ³)		1.433	1.415
Berat Isi Rata-rata Agregat		1.424	

Padat

Nomor Benda Uji		I	II
Berat Container (A)	(gr)	6000	5783
Berat Container + Agregat (B)	(gr)	9332	9062
Berat Agregat (C) = (B) - (A)	(gr)	3332	3279
Volume Container (D)	(cm ³)	2031.2	2031.2
Berat Isi Agregat = $\frac{(C)}{(D)}$ (gr/cm ³)		1.640	1.614
Berat Isi Rata-rata Agregat		1.627	



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

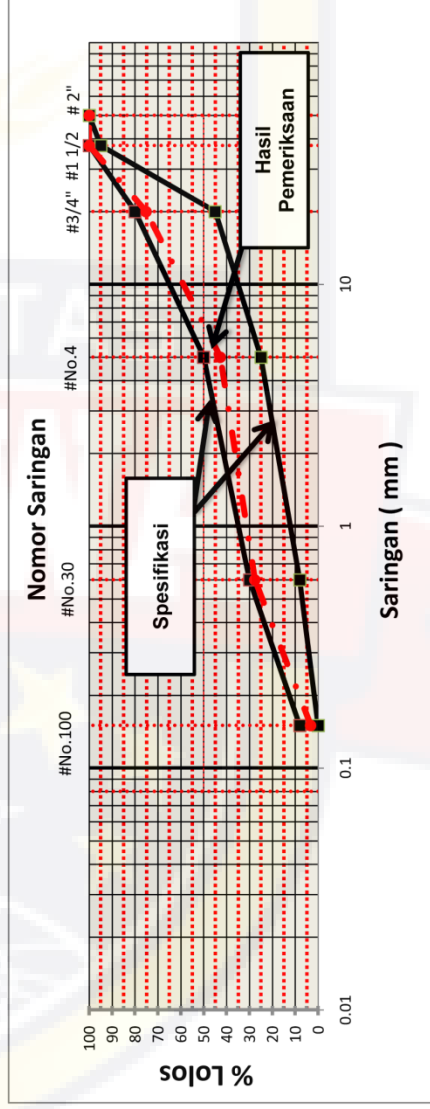
C. COMBINED AGGREGATE GRADING

Material : Batu Pecah (1-2) & Pasir Sungai
 Tanggal : 9 Juni 2018
 Sumber : Bili - bili

Nama : SONI M. SANEWENI
 Stambuk : 45 11 041 014

ASTM SIEVE SIZE	AGGREGATE GRADING (AVERAGE)				COMBINED AGGREGATE GRADING BETON (Maksimum Nominal 20 mm)											AGG. SURFACE FACTOR	
	a	b	c	d	I	II	III	IV	V	VI	VII	VII	IX	X	XI		SPEC
2"	100	100		100													100
1 1/2"	100	100		100													95-100
3/4"	57.2	100		75.18													45-80
No. 4	1.378	100		42.80													25-50
No. 30	0.579	65.06		27.66													8-30
No. 100	0.487	7.24		3.32													0-8

AGGREGATE	a. Batu Pecah 1-2	58
BLENDING RATIO	b. Pasir	42
(% BY WEIGHT OF TOTAL AGGREGATE)		
TOTAL AGGREGATE SURFACE AREA		
(M ² / KG)		





LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

**D.2 RANCANG CAMPURAN BETON
(CONCRETE MIX DESIGN)**

Material : Rancangan Campuran Beton Variasi (Mix Design)

Nama : Soni M. Sinaweni

Tanggal : 9 Juni 2018

Nim : 45 11 041 014

1. Perhitungan kebutuhan bahan per satu silinder

- a. Pasir = 4.56 kg (mengikuti kebutuhan pasir pada beton normal)
b. B. pecah pecah = 6.34 kg (mengikuti kebutuhan batu pecah 1-2 pada beton normal)
c. Air = 1.47 kg (mengikuti kebutuhan air pada beton normal)
d. Semen + Abu Ampas Tebu + Abu Sekam Padi divariasi terhadap berat semen = 2.4 kg

Variasi 1 (AAT/ASP - 1) 85% : 0% : 15%

$$\begin{aligned} \text{Semen} &= \frac{85}{100} \times \text{Berat Semen} \\ &= \frac{85}{100} \times 2.42 \text{ kg} = \mathbf{2.06 \text{ kg}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Abu Ampas Tebu} &= \frac{0}{100} \times \text{Berat Semen} \\ &= \frac{0}{100} \times 2.42 \text{ kg} = \mathbf{0.00 \text{ kg}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Abu Sekam Padi} &= \frac{15}{100} \times \text{Berat Semen} \\ &= \frac{15}{100} \times 2.42 \text{ kg} = \mathbf{0.36 \text{ kg}} \end{aligned}$$

Variasi 2 (AAT/ASP - 2) 85% : 5% : 10%

$$\begin{aligned} \text{Semen} &= \frac{85}{100} \times \text{Berat Semen} \\ &= \frac{85}{100} \times 2.42 \text{ kg} = \mathbf{2.06 \text{ kg}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Abu Ampas Tebu} &= \frac{5}{100} \times \text{Berat Semen} \\ &= \frac{5}{100} \times 2.42 \text{ kg} = \mathbf{0.12 \text{ kg}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Abu Sekam Padi} &= \frac{10}{100} \times \text{Berat Semen} \end{aligned}$$

$$= \frac{10}{100} \times 2.42 \text{ kg} = 0.24 \text{ kg}$$

Variasi 3 (AAT/ASP - 3) 85% : 7,5% : 7,5%

$$\text{Semen} = \frac{85}{100} \times \text{Berat Semen}$$

$$= \frac{85}{100} \times 2.42 \text{ kg} = 2.06 \text{ kg}$$

$$\text{Abu Ampas Tebu} = \frac{7.5}{100} \times \text{Berat Semen}$$

$$= \frac{7.5}{100} \times 2.42 \text{ kg} = 0.18 \text{ kg}$$

$$\text{Abu Sekam Padi} = \frac{7.5}{100} \times \text{Berat Semen}$$

$$= \frac{7.5}{100} \times 2.42 \text{ kg} = 0.18 \text{ kg}$$

Variasi 4 (AAT/ASP - 4) 85% : 10% : 5%

$$\text{Semen} = \frac{85}{100} \times \text{Berat Semen}$$

$$= \frac{85}{100} \times 2.42 \text{ kg} = 2.06 \text{ kg}$$

$$\text{Abu Ampas Tebu} = \frac{10}{100} \times \text{Berat Semen}$$

$$= \frac{10}{100} \times 2.42 \text{ kg} = 0.24 \text{ kg}$$

$$\text{Abu Sekam Padi} = \frac{5}{100} \times \text{Berat Semen}$$

$$= \frac{5}{100} \times 2.42 \text{ kg} = 0.12 \text{ kg}$$

Variasi 5 (AAT/ASP - 5) 85% : 15% : 0%

$$\text{Semen} = \frac{85}{100} \times \text{Berat Semen}$$

$$= \frac{85}{100} \times 2.42 \text{ kg} = 2.06 \text{ kg}$$

$$\text{Abu Ampas Tebu} = \frac{15}{100} \times \text{Berat Semen}$$

$$= \frac{15}{100} \times 2.42 \text{ kg} = 0.36 \text{ kg}$$

$$\text{Abu Sekam Padi} = \frac{0}{100} \times \text{Berat Semen}$$

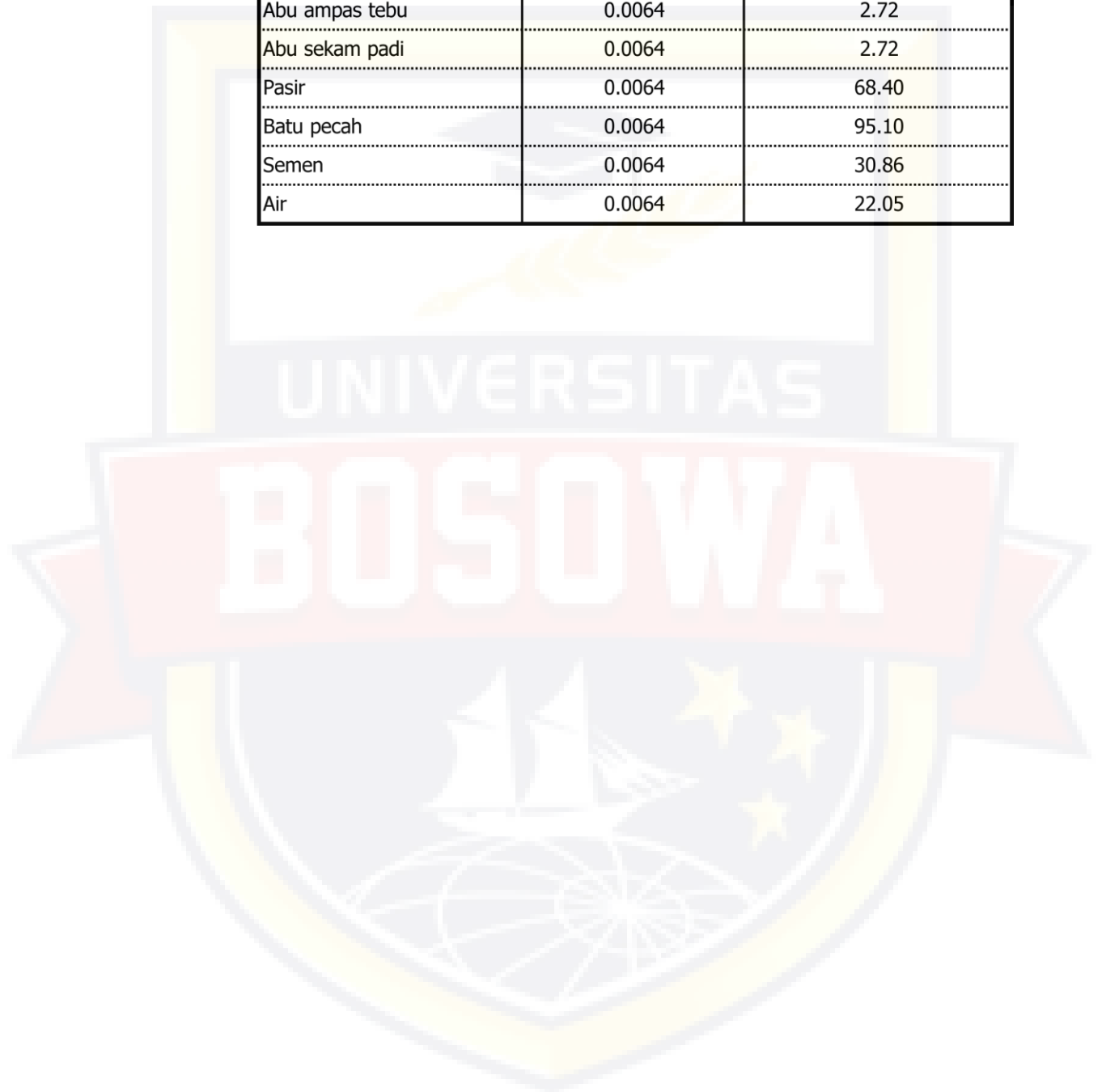
$$= \frac{0}{100} \times 2.42 \text{ kg} = 0.00 \text{ kg}$$

2. Perencanaan mix design beton agropolimer per satu silinder

No	Kode Sampel	Semen (kg)	Variasi		Pasir (kg)	Batu Pecah (kg)	Air (kg)	Jumlah Benda Uji
			AAT	ASP				
1	ATP - 1	2.06	0.18	0.18	4.56	0.24	4.72	3 buah

3. Komposisi bahan untuk 15 silinder

Nama Bahan	Volume Silinder (m3)	Jumlah Bahan (kg)
Abu ampas tebu	0.0064	2.72
Abu sekam padi	0.0064	2.72
Pasir	0.0064	68.40
Batu pecah	0.0064	95.10
Semen	0.0064	30.86
Air	0.0064	22.05





LABORATORIUM TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

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

E.1 KEKUATAN TEKAN BETON (Silinder) SNI 2847 : 2013

20 Mpa

Tanggal Tes : 20 Agustus 2013

Di Uji : Soni. M. SinaWeni
Stambuk : 45 11 041 014

No Benda Uji	Tanggal Pembuatan	Perbandingan % Campuran PC : PSR : KR	Slump (mm)	Berat (Kg)	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Luas Penampang (Cm)	Berat Isi (kg/Cm3)	Umur (Hari)	Beban Maksimum (KN)	Kekuatan Tekan (MPa)	Syarat Benda Uji (28 hari)	Lokasi	Ket.
I	21 Juli 2018		75	12,54	150	300	17662,50		28	365	20,67		UNIBOS	
II	21 Juli 2018		75	12,58	150	300	17662,50		28	380	21,51		UNIBOS	
III	21 Juli 2018		75	12,35	150	300	17662,50		28	380	21,51		UNIBOS	
IV	21 Juli 2018		75	12,58	150	300	17662,50		28	375	21,23		UNIBOS	
V	21 Juli 2018		75	12,51	150	300	17662,50		28	405	22,93		UNIBOS	
VI	21 Juli 2018		80	12,89	150	300	17662,50		28	395	22,36		UNIBOS	
VII	21 Juli 2018		80	12,47	150	300	17662,50		28	365	21,80		UNIBOS	
VIII	21 Juli 2018		80	12,44	150	300	17662,50		28	380	21,51		UNIBOS	
IX	21 Juli 2018		80	12,55	150	300	17662,50		28	410	23,21		UNIBOS	
X	21 Juli 2018		80	12,57	150	300	17662,50		28	400	22,65		UNIBOS	
XI	22 Juli 2018		60	12,54	150	300	17662,50		28	390	22,08	20 Mpa	UNIBOS	
XII	22 Juli 2018		60	12,55	150	300	17662,50		28	370	20,95		UNIBOS	
XIII	22 Juli 2018		60	12,56	150	300	17662,50		28	380	21,51		UNIBOS	
XIV	22 Juli 2018		60	12,40	150	300	17662,50		28	405	22,93		UNIBOS	
XV	22 Juli 2018		60	12,60	150	300	17662,50		28	400	22,65		UNIBOS	
XVI	22 Juli 2018		75	12,64	150	300	17662,50		28	390	22,08		UNIBOS	
XVII	22 Juli 2018		75	12,55	150	300	17662,50		28	365	20,67		UNIBOS	
XVIII	22 Juli 2018		75	12,56	150	300	17662,50		28	370	20,95		UNIBOS	
XIX	22 Juli 2018		75	12,51	150	300	17662,50		28	380	21,51		UNIBOS	
XX	22 Juli 2018		75	12,38	150	300	17662,50		28	390	22,08		UNIBOS	
Rata - rata =										21,89				

$$f_{ck} = f_{cm} - k \times S$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (f_i - \bar{f})^2}{n-1}}$$

$$f_{ck} = 21,89 - 1,645 \times 0,84953 \times 1,08 = 20,5162 \text{ Mpa} > 20 \text{ Mpa}$$

$$S = \sqrt{\frac{11,30685919}{(20-1)}} = 0,595098 = 0,771426$$

Ket: f_{ck} = kuat tekan karakteristik beton
f_{cm} = kuat tekan rata-rata beton
k = 1,645 untuk lingkaran kepercayaan 95%

n = jumlah pengujian
S = standar deviasi
f_{ci} = nilai hasil uji

Mengetahui :
Kepala Laboratorium Struktur
Dan Beton

ir.EKA YUNIARTO, S.T, MT



LABORATORIUM TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR
 Jln. Urip Sumoharjo Km. 6- Tejp. (0411) 452901 – 342789fax.(0411)424568.
 website: www.tekniksipil45makassar.info / email: tsipil@yahoo.com

E.2 KEKUATAN TEKAN BETON (Silinder)

Pengujian

: Kuat Tekan Beton Variasi Abu Ampas Tebu dan Abu Sekam Padi

Di Uji
Stambuk

: Sori M. Sinaweni
: 45 11 041 014

Notasi Benda Uji	Nomor Benda Uji	Perbandingan Campuran (%)		Tanggal Pembuatan	Tanggal Tes	Slump (mm)	Berat (Kg)	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Luas Penampang (Mm)	Berat Isi (Kg/Cm3)	Umur (Hari)	Beban Maksimum (KN)	Kekuatan Tekan (Mpa)	Rata-Rata (Mpa)	Lokasi	Ket
		AAT	ASP														
AAT/ASP I	A							150.0	300.0	17662.5		28	175	10.18		Lab. TS UNIBOS	
	B	0	15					150.0	300.0	17662.5		28	180	10.47	10.85	Lab. TS UNIBOS	
	C							150.0	300.0	17662.5		28	205	11.92		Lab. TS UNIBOS	
AAT/ASP II	A							150.0	300.0	17662.5		28	190	11.05		Lab. TS UNIBOS	
	B	5	10					150.0	300.0	17662.5		28	210	12.21	11.44	Lab. TS UNIBOS	
	C							150.0	300.0	17662.5		28	190	11.05		Lab. TS UNIBOS	
AAT/ASP III	A							150.0	300.0	17662.5		28	205	11.92		Lab. TS UNIBOS	
	B	7.5	7.5					150.0	300.0	17662.5		28	210	12.21	12.31	Lab. TS UNIBOS	
	C							150.0	300.0	17662.5		28	220	12.79		Lab. TS UNIBOS	
AAT/ASP IV	A							150.0	300.0	17662.5		28	235	13.66		Lab. TS UNIBOS	
	B	10	5					150.0	300.0	17662.5		28	230	13.37	13.76	Lab. TS UNIBOS	
	C							150.0	300.0	17662.5		28	245	14.25		Lab. TS UNIBOS	
AAT/ASP V	A							150.0	300.0	17662.5		28	265	15.41		Lab. TS UNIBOS	
	B	15	0					150.0	300.0	17662.5		28	255	14.83	15.21	Lab. TS UNIBOS	
	C							150.0	300.0	17662.5		28	265	15.41		Lab. TS UNIBOS	

Mengetahui :

Asisten Laboratorium

Marina Alwi, ST

DOKUMENTASI PENELITIAN

❖ Abu sekam padi



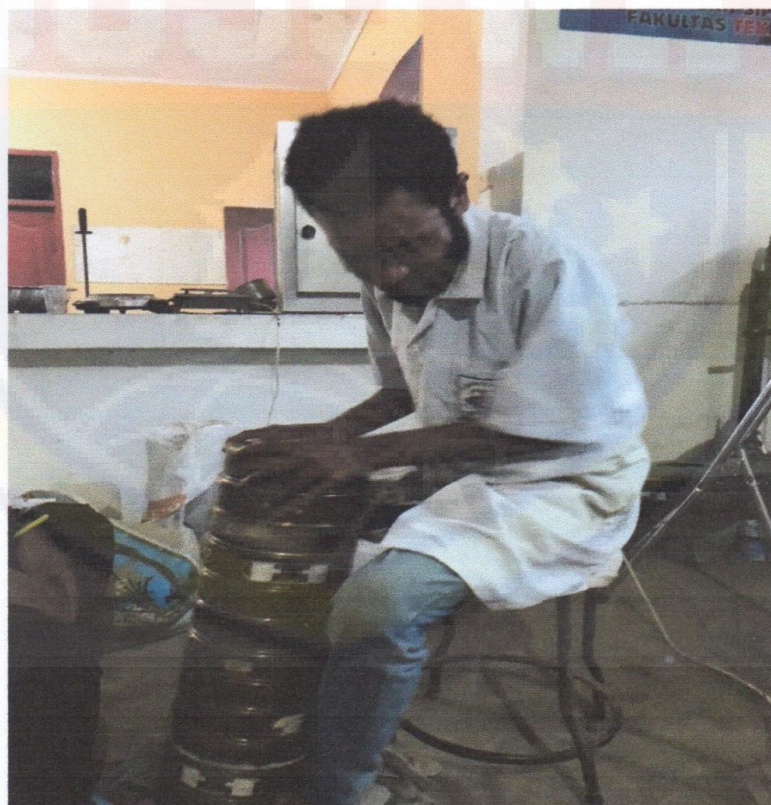
❖ Abu Ampas Tebu



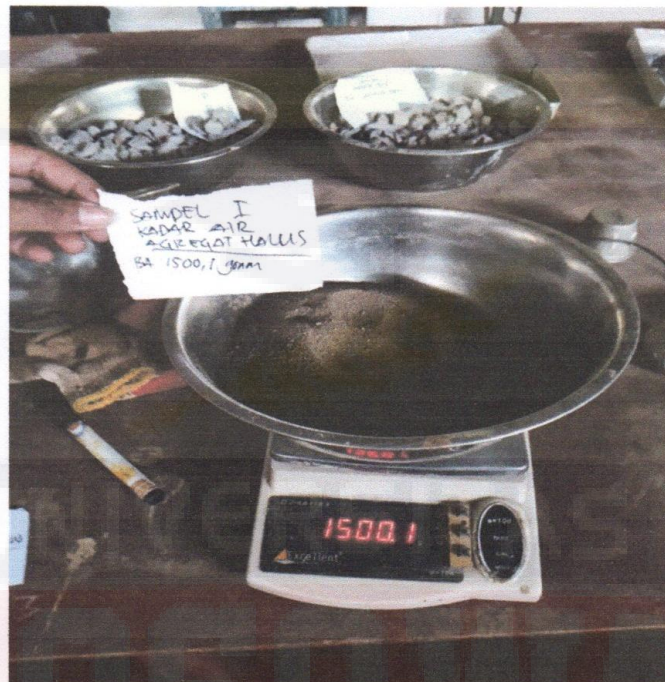
❖ Analisa Saringan Agregat Halus



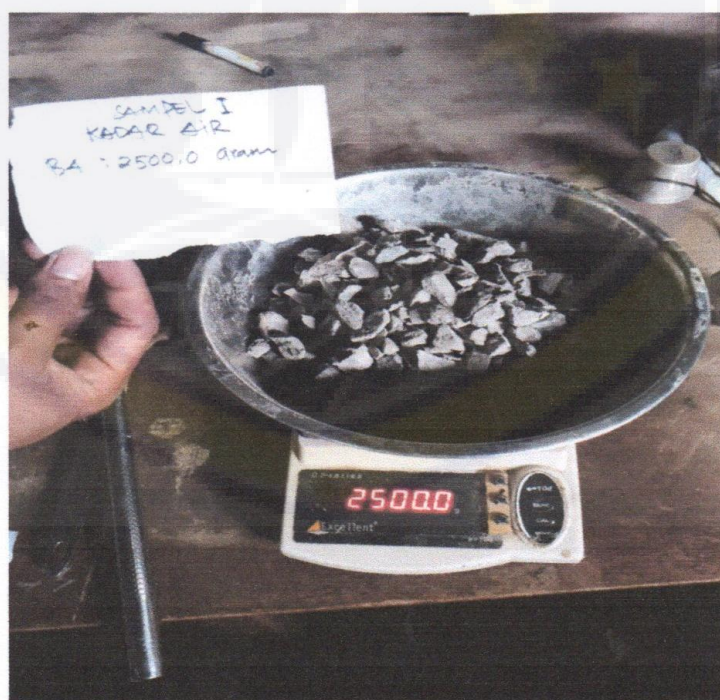
❖ Analisa Saringan Agregat Kasar



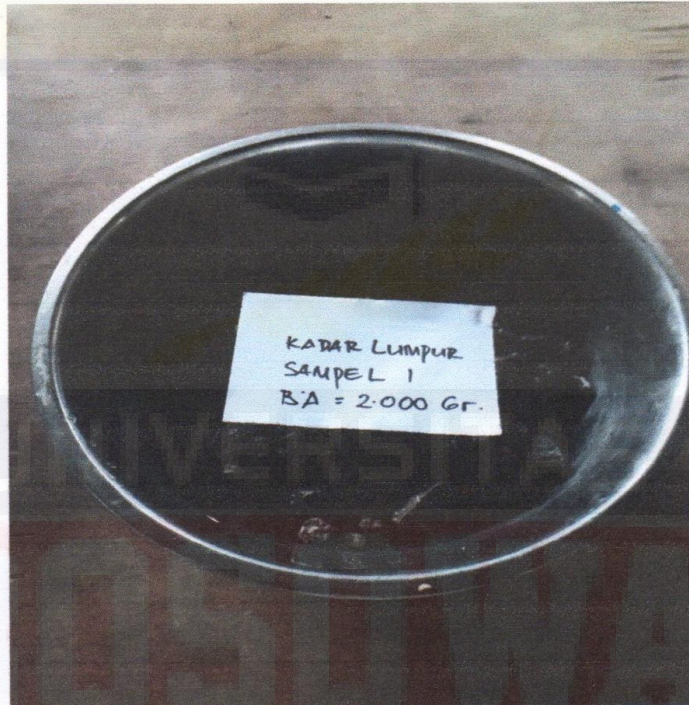
❖ Pengujian kadar air agregat halus



❖ Pengujian kadar air agregat kasar



❖ Pengujian kadar lumpur agregat kasar



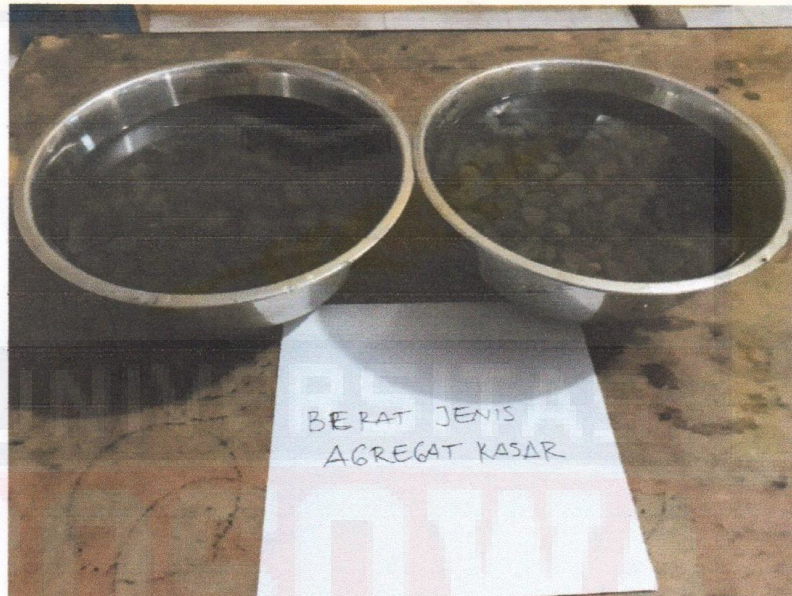
❖ Pengujian kadar lumpur agregat halus



❖ **Pengujian Berat Jenis Agregat Halus**



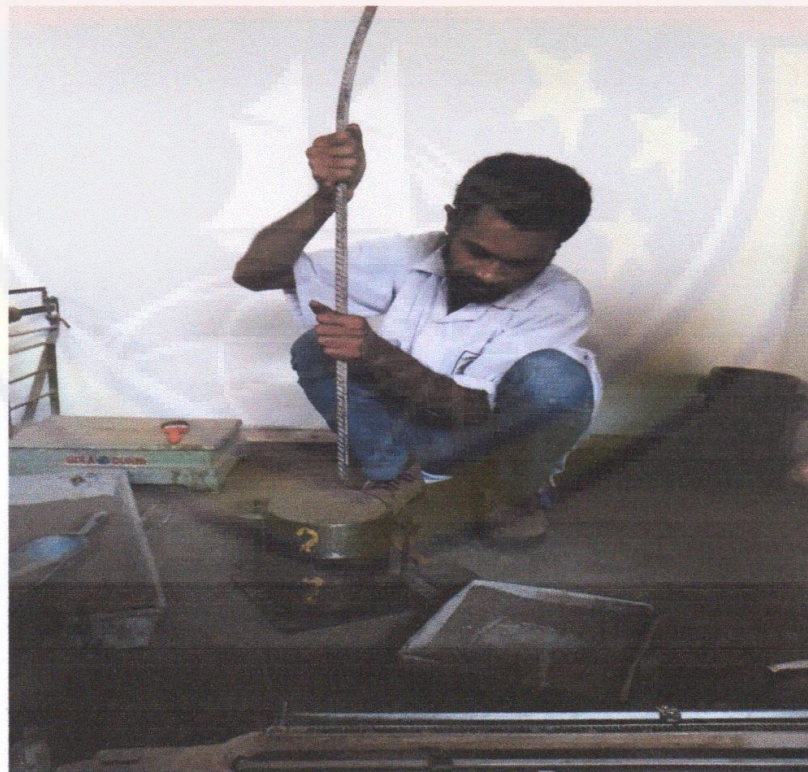
❖ Pengujian berat jenis agregat kasar



❖ SSD agregat kasar



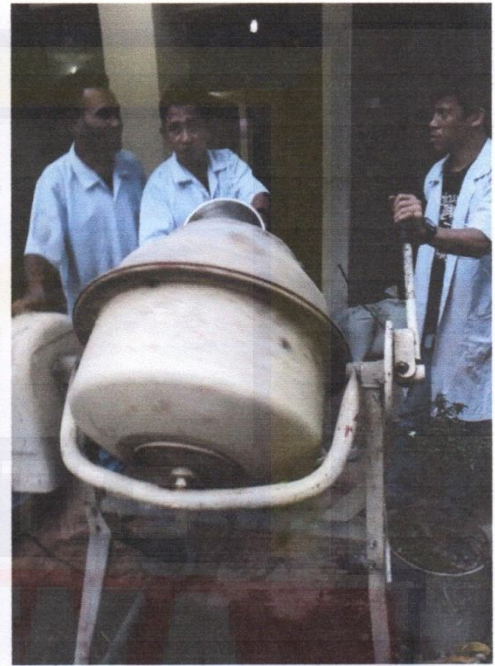
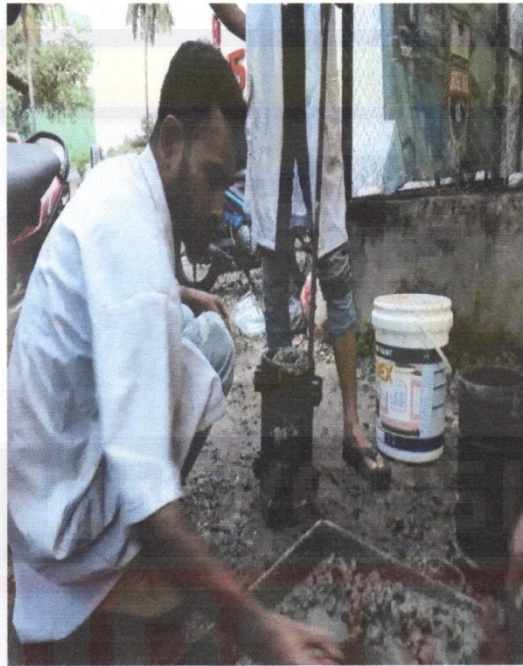
❖ Pengujian berat isi agregat halus



❖ Pengujian berat isi agregat kasar



❖ Proses pencampuran beton normal



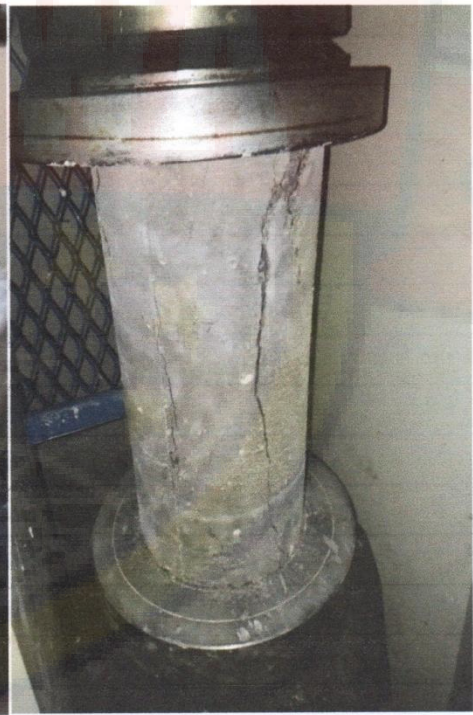
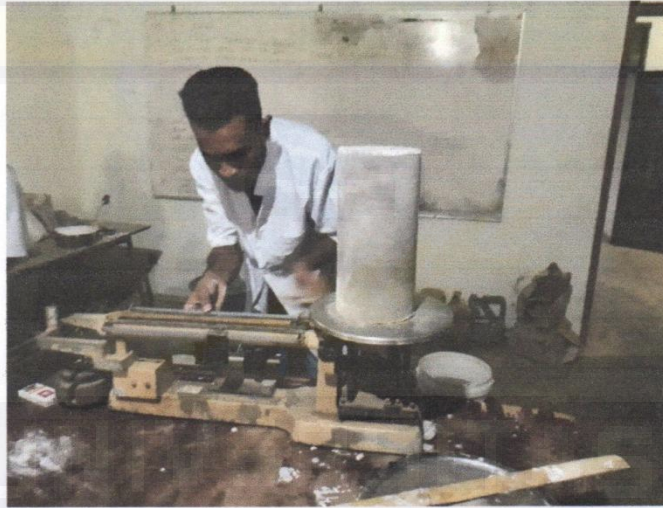
❖ Slump test



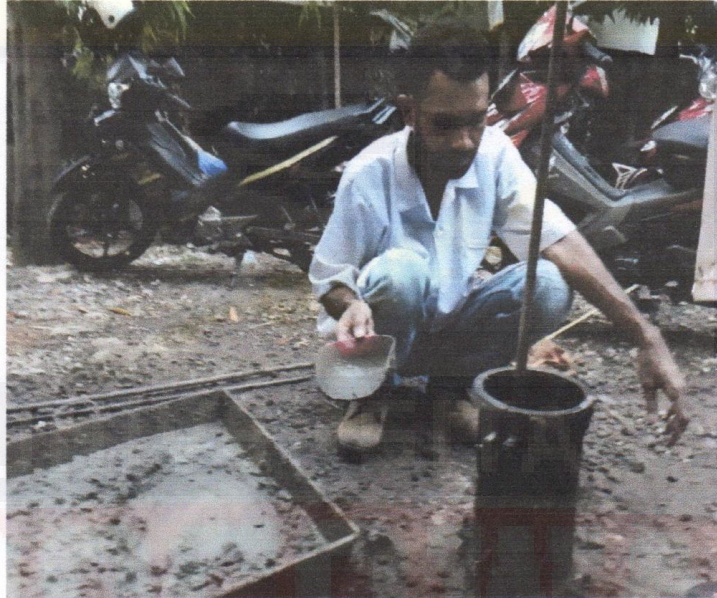
❖ Sampel beton normal



❖ Pengujian kuat tekan beton normal



❖ Proses pencampuran beton variasi



❖ Sampel beton variasi



❖ Pengujian kuat tekan beton variasi

