

TUGAS AKHIR

PENGARUH KADAR SEMEN TERHADAP KUAT TEKAN BETON DAUR ULANG DENGAN PERENDAMAN DAN TANPA PERENDAMAN



OLEH :

AZIZAH SAHIDIN

45 14 041 038

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS BOSOWA

MAKASSAR

2019



**DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

LEMBAR PENGESAHAN

Berdasarkan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar No. A.299/SK/FT/UNIBOS/III/2019, Tanggal 29 Agustus 2019, perihal Pengangkatan Panitia dan Tim Penguji Tugas Akhir, maka pada :

Hari / Tanggal : Kamis / 29 Agustus 2019
Nama : **Azizah Sahidin**
Nomor Stambuk : **45 14 041 038**
Fakultas / Jurusan : Teknik / Teknik Sipil
Judul Tugas Akhir : **“PENGARUH KADAR SEMEN TERHADAP KUAT TEKAN BETON DAUR ULANG DENGAN PERENDAMAN DAN TANPA PERENDAMAN”**

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 (.....)
Sekertaris/Ex Officio : DR. Ir. Hijriah, ST, MT (.....)
Anggota : Ir. Eka Yuniarto, ST, MT (.....)
Ir. Abd Rahim Nurdin, MT (.....)

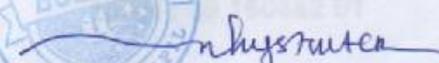
Makassar,

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Bosowa


(Dr. Ridwan, ST., M.Si)
NIDN. 09 101271 01

Ketua Program Studi Sarjana Teknik Sipil
Jurusan Sipil


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



UNIVERSITAS
BOSOWA

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**

LEMBAR PENGAJUAN UJIAN TUTUP

Tugas Akhir :

**"PENGARUH KADAR SEMEN TERHADAP KUAT TEKAN BETON
DAUR ULANG DENGAN VARIASI CURING"**

Disusun dan diajukan oleh :

Nama Mahasiswa : **AZIZAH SAHIDIN**

No. Stambuk : **45 14 041 038**

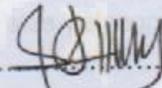
Sebagai salah satu syarat, untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi
Teknik Sipil / Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar.

Telah Disetujui Komisi Pembimbing

Pembimbing I : Ir. H. Syahrul Sariman, MT


(.....)

Pembimbing II : Hijriah ST, MT

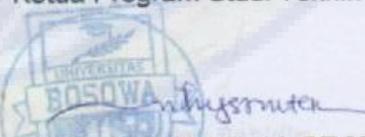

(.....)

Mengetahui :

Dekan Fakultas Teknik


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

Ketua Program Studi Teknik Sipil


Nurhadijah Yuniarti, ST.MT
NIDN : 09 160682 01

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN DAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : **Azizah Sahidin**
Nomor Stambuk : **4514041038**
Program Studi : **Teknik Sipil**
Judul Tugas Akhir : **Pengaruh Kadar Semen Terhadap Kuat Tekan Beton Daur Ulang Dengan Perendaman Dan Tanpa Perendaman**

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 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, 2019
Yang Menyatakan



Azizah Sahidin

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas segala berkah dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “PENGARUH KADAR SEMEN TERHADAP KUAT TEKAN BETON DAUR ULANG DENGAN PERENDAMAN DAN TANPA PERENDAMAN” Tugas akhir ini disusun berdasarkan hasil penelitian dan pengujian yang dilakukan di laboratorium Struktur dan Bahan Universitas Bosowa. Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk meraih gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa.

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

1. Kedua orang tua, Abang serta adik-adik yang telah memberikan dukungan moral dan materi yang tidak terhitung jumlahnya, sehingga tugas akhir ini dapat rampung seperti saat ini.
2. Bapak Ir. H. Syahrul Sariman, MT sebagai pembimbing I, dan Ibu Hijriah, ST, MT sebagai pembimbing II yang sudah meluangkan waktunya untuk membimbing dan mengarahkan saya sehingga terselesainya penyusunan Tugas Akhir ini.

3. Bapak Ir. Tamrin Malawangeng, MT Selaku Penasihat Akademik Penulis
4. Ibu Nur Hadijah Yunianti, ST,MT. sebagai Ketua Jurusan Sipil beserta staf dan dosen pada Fakultas Teknik jurusan sipil Universitas Bosowa.
5. Bapak Ir. Eka Yuniarto, MT. selaku kepala Laboratorium Struktur dan Bahan Universitas Bosowa.
6. Ibu Marlina Alwi, ST selaku instruktur laboratorium Struktur dan Bahan Jalan Universitas Bosowa yang sudah meluangkan waktunya untuk membimbing dan mengarahkan selama penelitian di laboratorium.
7. Bapak Irman, ST selaku kepala laboratorium PT. Sinar Jaya Abadi yang telah mengarahkan serta memberikan material agregat.
8. Teman – teman Dekat (Cilia, Boma, Rudi, Bobi, Ayu, Yulius, Ebi dan Kakakanda Senior) yang tiap hari memberi motivasi kepada saya dan membantu penelitian saya.
9. Teman - teman “CRANE” 2014 Teknik Sipil Universitas Bosowa yang telah membagi suka dan duka dengan penulis selama perkuliahan.

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

Akhirnya, semoga 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, Amin.

Makassar, 11 Februari 2019

Azizah Sahidin



THE EFFECT OF CEMENT CONTENT ON THE COMPRESSIVE STRENGTH OF RECYCLED CONCRETE WITH IMMERSION AND WITHOUT IMMERSION

Azizah Sahidin¹⁾ Syahrul Sariman²⁾ Hijriah³⁾

Email : azizahsahidin@gmail.com

ABSTRACT

Cement is an important binding material and is widely used in physical construction in the construction world. The definition of recycled aggregate according to the ACI Education Bulletin EI-07 (2007) is an aggregate obtained from damaged concrete, whose reinforcement is removed and destroyed in specific sizes and gradations. Curing in general as a concrete treatment, which aims to repair the concrete so it is not faster than air, or to protect the moisture and temperature of the concrete, as soon as the concrete finishing process is complete. This research was conducted by using recycled concrete as a substitute for coarse aggregate, and adding cement content as well as variations in making concrete. Variations in cement content are 379.63 kg / m³ and 429.63 kg / m³, Recycled concrete variation as a substitute with an amount of 25% of the amount of coarse aggregate and Curing variations consisting of soaked and not soaked. The results showed a cement content of 429.63 kg / m³ had a greater concrete compressive strength with the most optimal compressive strength value of 30 MPa, while the results of the specimens without recycled aggregate concrete aggregate with optimal results of 30 MPa. And the results of concrete with immersion have a higher concrete compressive strength with the most optimal compressive strength values in this study obtained in BD4R variations of 30 MPa.

Keywords: cement content, recycled concrete, immersion, compressive strength

- 1) Mahasiswa teknik sipil universitas bosowa
- 2) Dosen pembimbing teknik sipil universitas bosowa

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGAJUAN UJIAN TUTUP	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN	III
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GRAFIK	xiii
DAFTAR NOTASI	xiv
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 Ruang Lingkup Penelitian dan Batasan Masalah	I-4
1.4.1 Ruang Lingkup Penelitian	I-4
1.4.2 Batasan Masalah	I-4
1.5 Sistematika Penulisan	I-5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Gambaran Umum.....	II-1

2.2	Material Penyusun Beton	II-2
2.2.1	Semen Portland	II-2
2.2.2	Agregat	II-4
2.2.2.1	Agregat Kasar	II-4
2.2.2.2	Agregat Halus	II-6
2.2.3	Air	II-7
2.3	Beton daur ulang	II-9
2.4	Pengujian Karakteristik Agregat	II-10
2.4.1	Kadar Air	II-11
2.4.2	kadar Lumpur	II-12
2.4.3	Berat Isi	II-13
2.4.4	Berat Jenis dan Penyerapan	II-13
2.4.5	Analisa Saringan	II-16
2.5	Uji Slump Test	II-17
2.6	Perawatan	II-18
2.7	Kuat Tekan Beton.....	II-20
2.8	Penelitian Terdahulu.....	II-24

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1	Diagram alir penelitian.....	III- 1
3.2	Lokasi dan Waktu Penelitian	III-3
3.3	Tahapan Penelitian.....	III-3
3.3.1	Tahapan Persiapan.....	III-3

3.3.2 Tahapan Pengujian Karakteristik Agregat.....	III-3
3.3.3 Tahapan Perancangan Campuran Beton.....	III-4
3.3.4 Tahap Pembuatan Benda Uji	III-4
3.3.5 Tahap Perawatan Benda Uji	III-4
3.3.6 Tahap Pengujian Kuat Tekan Beton	III-5
3.4 Variabel Pengujian	III-5
3.5 Notasi dan Jumlah Sampel.....	III-5
3.6 Metode Pengujian.....	III-6
3.7 Metode Analisis.....	III-7
3.7.1 Pengaruh Kadar Semen Terhadap Kuat Tekan Beton.....	III-7
3.7.2 Pengaruh Limbah Beton Terhadap Kuat Tekan Beton	III-7
3.7.3 Pengaruh Perendaman Dan Tanpa Perendaman Terhadap Kuat Tekan Beton.....	III-7

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengujian.....	IV-1
4.1.1 Karakteristik Material	IV-1
4.1.2 Campuran Beton Normal.....	IV-3
4.1.3 Pengujian Kuat Tekan Beton Normal	IV-5
4.1.4 Campuran Beton Variasi Kadar Semen Terhadap Beton Daur Ulang	IV-7
4.1.5 Pengujian Kuat Tekan	IV-7
4.2 Pembahasan	IV-9

4.2.1 Pengaruh Kadar Semen Terhadap Kuat Tekan Beton	IV-9
4.2.2 Pengaruh Beton Daur Ulang Terhadap Kuat Tekan Beton.....	IV-10
4.2.3 Pengaruh Perendaman Dan Tanpa Perendaman Terhadap Kuat Tekan Beton.....	IV-11

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	V-1
5.2 Saran	V-1

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Kadai Air	II-12
Gambar 2.2	Kadar Lumpur.....	II-13
Gambar 2.3	Berat Jenis	II-15
Gambar 2.4	Berat Jenis	II-16
Gambar 2.5	Analisa Saringan	II-17
Gambar 2.6	Uji Slump Test	II-18
Gambar 2.7	Uji Kuat Tekan Beton.....	II-22
Gambar 3.1	Diagram Alir Pengujian Karakteristik	III-1
Gambar 3.2	Diagram Alir Pembuatan Beton Variasi Kadar Semen Dengan Bahan Tambah Beton Daur Ulang	III-2

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Hasil Pemeriksaan Karakteristik Agregat Halus (Pasir)	IV-1
Tabel 4.2 Hasil Pemeriksaan Karakteristik Agregat Kasar (BP maks.20mm).....	IV-3
Tabel 4.3 Data Hasil Perhitungan Mix design Beton Normal 20 Mpa ..	IV-4
Tabel 4.4 Data Perhitungan Mix Design	IV-5
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Normal.....	IV-5
Tabel 4.6 Komposisi Campuran beton Variasi Kadar Semen.....	IV-7
Tabel 4.7 Komposisi Campuran beton Variasi Kadar Semen Terhadap Beton Daur Ulang	IV-7
Tabel 4.8 Kekuatan Tekan Beton Variasi Kadar Semen Terhadap Beton Daur Ulang.....	IV-8

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1 Analisa Saringan Agregat Halus (Pasir).....	IV-2
Grafik 4.2 Analisa Saringan Agregat Kasar BP (maks.20mm)	IV-2
Grafik 4.3 Data Hasil Perhitungan Mix design Beton Normal 20 Mpa ..	IV-4
Grafik 4.4 Data Perhitungan Mix Design	IV-5
Grafik 4.5 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Normal.....	IV-5
Grafik 4.6 Komposisi Campuran beton Variasi Kadar Semen	IV-7
Grafik 4.7 Komposisi Campuran beton Variasi Kadar Semen Terhadap Beton Daur Ulang	IV-7
Grafik 4.8 Kekuatan Tekan Beton Variasi Kadar Semen Terhadap Beton Daur Ulang.....	IV-8

DAFTAR NOTASI

A	Luas Penampang
ACI	American Concrete Institute
BDU	Beton Daur Ulang
BD3R	Beton Daur Ulang Kadar Semen 379,62 kg/m ³ Rendam
BD3T	Beton Daur Ulang Kadar Semen 379,62 kg/m ³ Tidak Rendam
BD4R	Beton Daur Ulang Kadar Semen 429,62 kg/m ³ Rendam
BD4T	Beton Daur Ulang Kadar Semen 429,62 kg/m ³ Tidak Rendam
BI	Berat Isi
Bj	Berat Jenis
BN	Beton Normal
BN3R	Beton Normal Kadar Semen 379,62 kg/m ³ Rendam
BN3T	Beton Normal Kadar Semen 379,62 kg/m ³ Tidak Rendam
BN4R	Beton Normal Kadar Semen 429,62 kg/m ³ Rendam
BN4T	Beton Normal Kadar Semen 429,62 kg/m ³ Tidak Rendam
BP	Batu Pecah
CTM	<i>Compression Testing Machine</i>

F'c Kuat Tekan Karakteristik Beton

F'cr Kuat Tekan Beton Rata-rata

FAS Faktor Air Semen

MPa Mega Pascal

n Jumlah Benda Uji

P Beban yang Bekerja

PCC *Portland Composit Cement*

SNI Standar Nasional Indonesia

V Volume

W Kadar Air

Wf Kadar Air Bebas

WI Kadar Lumpur

PBI Peraturan Beton Indonesia

PUBI Persyaratan Umum Bahan Bangunan Di Indonesia

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Beton merupakan salah satu material konstruksi yang banyak digunakan pada berbagai macam elemen struktur bangunan seperti kolom, balok pelat dan lain sebagainya. Beton merupakan campuran dari bahan penyusunnya yang terdiri dari semen, agregat kasar, agregat halus, dan air dengan atau tanpa bahan tambah (*admixture*). Campuran yang masih plastis ini dicor kedalam perancah dan dirawat untuk mempercepat reaksi hidrasi campuran semen dan air, yang menyebabkan pengerasan beton. Perbandingan air terhadap semen merupakan faktor utama dalam menentukan kekuatan beton. Kekuatan beton sangat ditentukan oleh kekuatan agregat dan kekuatan matrix pengikatnya. Dengan demikian faktor yang dapat dioptimalkan untuk mendapatkan beton struktural adalah kekuatan matrix pengikat yang salah satunya adalah kandungan semen dalam beton. Semen merupakan bahan yang sangat berpengaruh terhadap campuran beton, dimana jika semen ditambahkan dengan air maka akan mengikat semua agregat dalam campuran beton. Semakin tinggi mutu beton maka semakin banyak penggunaan semen dalam campuran beton tersebut, sedangkan harga semen relative lebih mahal dibandingkan dengan agregat lain dalam campuran beton. Oleh karena itu, salah satu alternative yaitu pengurangan kadar semen tetapi tidak mengurangi beton tersebut.

Seiring semakin bertambahnya tingkat populasi manusia maka bertambah pula tingkat konsumsi masyarakat/limbah yang dihasilkan. Limbah tersebut menjadi permasalahan lingkungan karena kuantitas maupun tingkat bahayanya mengganggu kehidupan makhluk hidup lainnya. Salah satu bentuk limbah adalah limbah konstruksi (limbah beton). Contoh upaya mengurangi dampak tersebut adalah menggunakan kembali limbah beton untuk penggunaan beton baru. Penggunaan bahan *recycle* untuk digunakan dalam campuran beton diharapkan dapat menjadi alternative, dimana selama ini bongkaran bahan bangunan (limbah), saat ini hanya digunakan untuk timbunan, untuk mengeraskan jalan.

Kuat tekan beton merupakan salah satu parameter yang menentukan mutu beton. Kuat tekan beton yang semakin besar menandakan mutu beton yang semakin baik. Indikator mutu beton seringkali dikaitkan dengan kuat tekan beton tersebut pada umur dan variasi kekuatan bisa saja terjadi meski kuat tekan rencana dan umur yang sama. Hal ini bisa terjadi karena adanya perlakuan yang berbeda selama perawatan beton (*curing*). *Curing* secara umum dipahami sebagai perawatan beton, yang bertujuan untuk menjaga kelembapan agar beton tidak cepat mengalami dehidrasi. *Curing* sendiri dilakukan segera setelah proses *finishing* beton selesai. Kondisi perawatan (*curing*) yang baik dapat mencapai dengan menggunakan air yang direndamkan/dibasahi pada beton. Proses perawatan beton dapat dilakukan dengan beberapa metode

dan dalam penelitian ini akan membahas dengan cara standar dan dibiarkan diruangan terbuka.

Berdasarkan uraian di atas, maka disusun tugas akhir yang berjudul :

**“PENGARUH KADAR SEMEN TERHADAP KUAT TEKAN BETON
DAUR ULANG DENGAN PERENDAMAN DAN TANPA PERENDAMAN”**

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian diatas, maka masalah dalam penelitian ini dapat dirumuskan bahwa :

1. Bagaimana pengaruh kadar semen terhadap kuat tekan beton
2. Bagaimana pengaruh beton daur ulang terhadap kuat tekan beton
3. Bagaimana pengaruh perendaman dan tanpa perendaman terhadap kuat tekan beton

1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian

1.3.1 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dikemukakan, maka tujuan penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui pengaruh kadar semen sebagai perbandingan terhadap kuat tekan beton normal
2. Untuk mengetahui pengaruh beton daur ulang sebagai pengganti agregat kasar sebagian

3. Untuk menganalisa pengaruh perendaman dan tanpa perendaman beton

1.3.2 Manfaat Penelitian

1. Memanfaatkan kembali limbah beton hasil bongkaran.
2. Memberikan informasi mengenai pengaruh kadar semen terhadap kuat tekan beton daur ulang dengan perendaman dan tanpa perendaman beton.
3. Sebagai informasi untuk penelitian selanjutnya mengenai beton dengan variabel - variabel yang beragam.

1.4 Ruang Lingkup Penelitian dan Batasan Masalah

1.4.1 Ruang Lingkup Penelitian

Adapun ruang lingkup penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Melakukan pengujian karakteristik agregat kasar dan halus.
2. Pembuatan rancangan campuran beton (*mix design*) dengan kuat tekan rencana 20 MPa
3. Pembuatan benda uji beton normal.
4. Pembuatan benda uji beton menggunakan beton daur ulang dengan variasi kadar semen
5. Melakukan perawatan beton dengan perendaman dan tanpa perendaman benda uji beton
6. Pengujian kuat tekan beton
7. Melakukan analisa hasil-hasil pengujian.

1.4.2 Batasan Masalah

Mengingat banyaknya hal yang dapat mempengaruhi dalam suatu penelitian, maka permasalahan dalam penelitian ini dibatasi dalam hal-hal sebagai berikut :

1. Agregat beton pecah diambil dari sisa beton dari bongkaran/runtuhan bangunan.
2. Tidak meneliti kadar kandungan pada beton daur ulang.
3. Tidak meneliti nilai keausan agregat.

1.5 Sistematika Penulisan

Untuk memberikan gambaran mengenai keseluruhan tulisan ini, maka diuraikan secara singkat mengenai bab – bab yang ada didalamnya sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Merupakan gambaran singkat tentang pola umum penyajian tugas akhir yang berisi uraian latar belakang, rumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, pokok bahan dan batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Dalam bab ini menjelaskan teori–teori tentang kadar semen dan beton menggunakan beton daur ulang. Beton secara umum, bahan campuran yang akan digunakan dan Perawatan beton

dengan perendaman dan tanpa perendaman dalam penelitian ini.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini menguraikan tentang pelaksanaan penelitian di laboratorium yang meliputi: Diagram alir penelitian, lokasi dan waktu penelitian, tahapan penelitian, Variabel penelitian, notasi dan jumlah sampel, metode pengujian serta metode analisis.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini merupakan inti dari keseluruhan materi pembahasan, dimana dikemukakan hasil-hasil dari pengujian mengenai karakteristik material, campuran beton, pengujian kuat tekan beton, dan pembahasan tentang pengaruh perendaman beton dan tanpa perendaman, pengaruh limbah beton, dan pengaruh kadar semen terhadap kuat tekan beton.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Dalam bab ini menyajikan kesimpulan akhir yang diperoleh dari hasil pengujian yang telah dibahas serta saran perbaikan dan pengembangan hasil penelitian.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Gambaran Umum

Berdasarkan SNI 2847:2013 definisi beton adalah campuran antara semen portland atau semen hidrolis yang lain, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk masa padat.

Reaksi Kimia antara semen *Portland* dengan air menghasilkan senyawa yang disertai dengan pelepasan panas. Kondisi ini mengandung resiko besar terhadap penyusutan beton yang berakibat pada keretakan beton. Reaksi semen dengan air dibedakan menjadi dua, yaitu periode pengikatan dan periode pengerasan. Pengikatan merupakan peralihan dari keadaan plastis menuju keadaan keras. Sedangkan pengerasan adalah penambahan kekuatan setelah pengikatan selesai. (Kardiyono Tjoekrodinuljo. 1995)

Nawy (1985), dalam buku Teknologi Beton Mulyono, T, (2004:3), mendefinisikan beton sebagai sekumpulan interaksi mekanis dan kimiawi dari material pembentuknya. Bahwa penyelidikan terhadap bahan-bahan penyusun beton dilakukan untuk memahami sifat dan karakteristik beton yang dihasilkan, baik pada kondisi beton segar, beton muda ataupun beton yang telah mengeras.

Pada umumnya beton terdiri dari \pm 15% semen, 8% air, 3% udara, selebihnya pasir dan kerikil. Campuran tersebut setelah mengeras

mempunyai sifat yang berbeda-beda, tergantung pada cara pembuatannya, perbandingan campuran, cara mencampur, cara mengangkut, cara mencetak, cara memadatkan, cara merawat dan sebagainya yang akan mempengaruhi sifat-sifat beton.

2.2 Material Penyusun Beton

Pada umumnya beton terdiri dari dua bahan penyusun yakni semen dan agregat yang ditambahkan air. Adapun bahan tambah lainnya seperti beton daur ulang ditambah sesuai dengan kebutuhan.

2.2.1 Semen Portland

Semen adalah zat yang digunakan untuk merekat batu, bata, batako, maupun bahan bangunan lainnya. Kata semen berasal dari caementum (bahasa latin) yang artinya “memotong dari bagian-bagian kecil tak beraturan”. Pada tahun 1824 Joseph Aspdin mengurus hak paten semen yang dia sebut semen Portland, proses pembuatannya mengandalkan dua bahan utama yaitu batu kapur (kaya akan kalsium karbonat) dan tanah lempung yang banyak mengandung silica (sejenis mineral berbentuk pasir), aluminium oksida serta oksida besi. Bahan-bahan tersebut dihaluskan dan dipanaskan pada suhu tinggi sampai terbentuk campuran baru. Selama proses pemanasan, terbentuklah campuran padat yang mengandung zat besi, agar tidak mengeras ramuan diberi bubuk gips dan dihaluskan hingga berbentuk partikel-partikel kecil mirip bedak.

Semen Portland didefinisikan sebagai semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak semen Portland terutama yang

terdiri atas kalsium silikat yang bersifat hidrolis dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk Kristal senyawa kalsium sulfat dan boleh ditambah dengan bahan tambahan lain. Kalsium silikat hidraulik mempunyai kemampuan mengeras tanpa pengeringan atau reaksi dengan karbon dioksida udara, dan arena itu berbeda dengan perekat anorganik seperti Plaster Paris. Reaksi yang berlangsung pada pengerasan semen adalah hidrasi dan hidrolisis (George, 1996)

Semen merupakan bahan ikat yang penting dan banyak digunakan dalam pembangunan fisik pada dunia konstruksi. Jika ditambah air semen akan menjadi pasta semen. Jika ditambah agregat halus pasta semen akan menjadi mortar, dan jika digabungkan dengan agregat kasar akan menjadi campuran beton segar, yang setelah mengeras akan menjadi beton keras (*hardened concrete*).

Fungsi semen adalah mengikat butir-butir agregat hingga membentuk suatu massa padat dan mengisi rongga-rongga udara di antara buti-butir agregat.

Jenis-jenis semen portland menurut SNI 15-2049-2004 dikelompokkan berdasar penggunaannya sebagai berikut :

1. Tipe I : Semen Portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis-jenis lain.

2. Tipe II : Semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat atau panas hidrasi sedang.
3. Tipe III : Semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah pengikatan terjadi.
4. Tipe IV : Semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan panas hidrasi rendah
5. Tipe V : Semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan tinggi terhadap sulfat.

2.2.2 Agregat

Agregat adalah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar (aduk) dan beton. Agregat aduk beton dapat juga didefinisikan sebagai bahan yang dipakai sebagai pengisi atau pengkurus, dipakai bersama dengan bahan perekat, dan membentuk suatu massa yang keras, padat bersatu, yang disebut adukan beton. Fungsi agregat dalam beton mengisi sebagian besar volume beton yaitu antara 50% sampai 80%, sehingga sifat-sifat dan mutu agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat dan mutu beton (Wuryati dan Candra, 2001).

2.2.2.1 Agregat kasar

Agregat kasar adalah kerikil sebagai hasil desintegrasi alami dari batu atau berupa batu pecah yang diperoleh dari industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir antara 5 mm – 40 mm (SNI 03-2834-2000). Agregat kasar diperoleh dari alam dan juga dari proses memecah batu

alam. Agregat alami dapat diklasifikasikan ke dalam sejarah terbentuknya peristiwa geologi, yaitu agregat beku, agregat sediment dan agregat metamorf, yang kemudian dibagi menjadi kelompok-kelompok yang lebih kecil. Agregat pecahan diperoleh dengan memecah batu menjadi berukuran butiran sesuai yang diinginkan dengan cara meledakan, memecah, menyaring dan seterusnya.

Menurut PUBLI 1982, agregat kasar untuk beton harus memenuhi hal-hal sebagai berikut :

1. Agregat kasar harus bersifat kekal, berbutir kasar dan keras serta tidak berpori. Untuk pengujian kekerasasan ditentukan dengan bejana Rudellof atau menggunakan mesin Los Angelos, dengan ketentuan sebagai berikut : Bejana Rudellof = butir agregat kasar yang hancur dan melewati ayakan 2 mm, tidak lebih dari 32% berat total. Mesin Los Angelos = butir agregat kasar yang hancur tidak lebih dari 50% berat yang diuji.
2. Agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1% berat pengujian (dari berat kering), apabila melebihi 1% agregat harus dicuci sebelum dicampur menjadi beton.
3. Bagian butir agregat kasar yang panjang dan pipih tidak melebihi 20% berat pengujian, terutama untuk beton mutu tinggi.
4. Agregat kasar tidak boleh mengandung zat-zat yang dapat merusak beton, seperti reaktif alkali.

5. Agregat kasar harus terdiri dari butir-butir yang beraneka ragam besarnya dan tidak melewati saringan 4,75 mm.

Fungsi agregat kasar pada beton adalah sebagai kekuatan pada beton. Faktor yang mempengaruhi kekuatan agregat pada beton yaitu kekerasan agregat, kekasaran permukaan agregat dan gradasi agregat. Pada agregat dengan permukaan kasar akan terjadi ikatan yang baik antara pasta semen dengan agregat tersebut.

2.2.2.2 Agregat halus

Agregat halus adalah pasir alam sebagai hasil desintegrasi alami batuan atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir terbesar 5,0 mm (SNI 03-2834-2000). Agregat halus dapat berupa pasir alam, pasir olahan atau gabungan dari kedua pasir tersebut.

Menurut Soetjipto (1978) mengemukakan bahwa pasir adalah bahan batuan halus yang berukuran 0,14 mm - 5 mm yang merupakan hasil desintegrasi batuan alam (natural sand) atau dengan pemecahan (artificial sand)

Pasir yang digunakan dalam campuran adukan beton harus memenuhi syarat – syarat seperti tertera pada PBI 1971 Bab 3.3 , yaitu :

1. Agregat halus terdiri dari butir – butir yang tajam dan keras. Butir-butiran agregat halus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca, seperti terik matahari atau hujan.

2. Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5%. Lumpur adalah bagian yang dapat melalui saringan 0,063 mm. Bila kadar lumpur melampaui 5% maka agregat harus dicuci dahulu sebelum digunakan pada campuran
3. Agregat halus tidak boleh mengandung zat organik terlalu banyak yang harus dibuktikan dengan warna dari Abrams-Harder.
4. Agregat halus terdiri dari butir-butir beraneka ragam besarnya dan apabila diayak, harus memenuhi syarat-syarat.
5. Pasir laut tidak boleh dipakai sebagai agregat halus untuk semua mutu beton, kecuali dengan petunjuk-petunjuk dari lembaga yang diakui

2.2.3 Air

Air diperlukan pada pembuatan beton untuk memicu proses kimiawi semen, membasahi agregat dan memberikan kemudahan dalam pekerjaan beton. Penggunaan air yang berlebihan pada pencampuran beton akan menyebabkan banyaknya gelembung air setelah proses hidrasi selesai, sedangkan air yang terlalu sedikit akan menyebabkan proses hidrasi tidak tercapai seluruhnya sehingga akan mempengaruhi kuat tekan beton.

Air yang digunakan dapat berupa air tawar (dari sungai, danau, telaga, kolam, dan lainnya), air laut maupun air limbah, asalkan memenuhi syarat mutu yang telah ditetapkan. Kualitas air yang digunakan dalam campuran beton berpori (beton porous) tidak berbeda dengan beton

normal, dimana air yang digunakan memiliki kualitas yang baik juga. Sesuai dengan persyaratan SNI 03-6817-2002, air yang dapat digunakan dalam proses pencampuran beton adalah sebagai berikut :

- a. Air yang digunakan pada campuran beton harus bersih dan bebas dari bahan-bahan yang merusak yang mengandung oli, asam, alkali, garam, bahan organik atau bahan-bahan lainnya yang merugikan terhadap beton atau tulangan.
- b. Air pencampur yang digunakan pada beton prategangan atau pada beton yang didalamnya tertanam logam aluminium, termasuk air bebas yang terkandung dalam agregat, tidak boleh mengandung ion klorida dalam jumlah yang membahayakan.
- c. Air yang tidak dapat diminum tidak boleh digunakan pada beton, kecuali ketentuan berikut terpenuhi :
 1. Pemilihan proporsi campuran beton harus didasarkan pada campuran beton yang menggunakan air dari sumber yang sama.
 2. Hasil pengujian pada umur 7 dan 28 hari pada kubus uji beton yang dibuat dari adukan dengan air yang tidak dapat diminum harus mempunyai kekuatan sekurang-kurangnya sama dengan 90 % dari kekuatan benda uji yang dibuat dengan air yang dapat diminum.

Air memiliki peranan yang sangat penting dalam proses pembuatan beton berpori, dimana control serta ketelitian dalam penggunaan air pada

campuran sangat berpengaruh pada pasta yang dihasilkan. Pasta semen merupakan hasil reaksi kimia antara air dan semen, maka bukan perbandingan jumlah air terhadap total berat campuran yang penting, tetapi justru perbandingan air dengan semen yang biasa disebut faktor air semen (FAS).

Faktor air semen berpengaruh sangat besar, dimana terlalu banyak air pada campuran akan mengakibatkan rongga-rongga pada beton berpori akan tertutup oleh pasta semen yang cair. Sedangkan terlalu sedikit air akan membuat beton menjadi rapuh karena daya lekat semen dan antar agregat tidak sempurna, sehingga membuat ketahanan serta kuat tekan beton berpori menurun.

2.3 Beton daur ulang

Definisi agregat daur ulang menurut ACI *Educational Bulletin* EI-07 (2007) adalah agregat yang didapatkan dari betok yang rusak, dibuang tulangnya dan dihancurkan dalam ukuran dan gradasi yang spesifik.

Beton daur ulang (BDU) merupakan campuran yang diperoleh dari proses ulang material yang sebelumnya. Beberapa perbedaan kualitas, sifat-sifat fisik dan kimia agregat daur ulang, menyebabkan perbedaan sifat-sifat (properties) material beton yang dihasilkan, seperti menurunnya kuat tekan, kuat tarik, dan modulus elastisitasnya.

Beton daur ulang/beton agregat daur ulang merupakan beton penyusun yang menggunakan agregat daur ulang dalam komposisi

pembentuknya. Limbah beton ini dihancurkan dan diayak sehingga didapatkan butiran-butiran agregat yang diinginkan.

Berdasarkan hasil studi eksperimental, agregat daur ulang mengandung mortar sebesar 25-45 % untuk agregat kasar dan 70-100% untuk agregat halus. Disamping itu, pada agregat daur ulang juga terdapat retak mikro, dimana retak tersebut dapat ditimbulkan oleh tumbukan mesin pemecah batu (*stone crusher*) pada saat produksi agregat daur ulang yang tidak dapat membelah daerah lempengan atau patahan pada agregat alam. Selain itu, hasil dari pengujian eksperimental dari sinar X (X-ray) terdapat perbedaan kandungan unsure-unsur kimia didalam agregat daur ulang, yaitu unsur Silika (Si) dan Kalsium (Ca). hal ini dikarenakan agregat daur ulang telah mengalami dehidrasi, dimana unsure Si dan Ca yang terdapat pada agregat daur ulang diperoleh dari senyawa kalsium silika hidrat (C-S-H), Ettringite (C-A-S-H) dan Ca(OH)_2 pada pasta semen yang masih menempel pada agregat alam.

Proses produksi agregat daur ulang hampir sama dengan proses produksi agregat alami. Perbedaan yang mendasar terletak pada proses memisahkan agregat dari komponen yang tidak diinginkan, seperti besi tulangan, kayu, kertas dan sebagainya.

2.4 Pengujian Karakteristik Agregat

Pengujian karakteristik material agregat meliputi :

2.4.1 Kadar air

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

Adapun rumus kadar air ditunjukkan pada persamaan 1 berikut:

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

Dengan :

W : Kadar air (%)

W_1 : Berat agregat sebelum dioven (gr)

W_2 : Berat agregat setelah dioven (gr)



Gambar 2.1 Kadar air

2.4.2 Kadar Lumpur

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

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

Dimana :

W : Kadar lumpur (%)

W_1 : Berat agregat sebelum dicuci (gr)

W_2 : Berat agregat sesudah dicuci (gr)



Gambar 2.2 Kadar lumpur

2.4.3 Berat Isi

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

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

Dimana :

W : Berat benda uji (kg)

V : Volume wadah (liter, cm³)

2.4.4 Berat Jenis dan penyerapan untuk agregat kasar

- a. Berat jenis kering adalah perbandingan antara berat kering dan berat air yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada

suhu tertentu. Adapun rumus berat jenis kering ditunjukkan pada persamaan 4 berikut :

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

Dengan :

- A : Berat benda uji kondisi SSD (gr)
- B : Berat benda uji dalam air (gr)
- C : Berat benda uji kering oven (gr)

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

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

Dengan :

- A : Berat benda uji kondisi SSD (gr)
- B : Berat benda uji dalam air (gr)

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

$$\text{Berat jenis semu} = \frac{C}{C - B} \quad (6)$$

Dengan :

- B : Berat benda uji dalam air (gr)

C : Berat benda uji kering oven (gr)

- d. Penyerapan adalah prosentase yang menyatakan kebutuhan air yang akan diserap oleh agregat sehingga Jenuh Permukaan Kering (JPK). Adapun rumus penyerapan ditunjukkan pada persamaan 7 berikut:

$$\text{Penyerapan} = \frac{A - C}{C} \times 100\% \quad (7)$$

Dengan :

A : Berat benda uji kondisi SSD (gr)

C : Berat benda uji kering oven (gr)



Gambar 2.3 Berat jenis



Gambar 2.4 Berat Jenis

2.4.5 Analisa Saringan

Analisa saringan agregat adalah salah satu analisa untuk mengetahui distribusi ukuran agregat kasar dan agregat halus dengan menggunakan ukuran saringan standar tertentu yang ditunjukkan dengan lubang saringan (mm) dan untuk menilai apakah agregat kasar ataupun halus yang akan digunakan cocok untuk produksi beton. Selain itu juga mendapatkan presentasi agregat kasar dan agregat halus dalam campuran. Adapun modulus kehalusan yang diisyaratkan untuk agregat kasar yaitu 5,5 – 8,5, sedangkan modulus kehalusanyang diisyaratkan untuk agregat halus yaitu 2,1 – 3,7.

Adapun rumus presentase agregat lolos ditunjukkan pada persamaan 8 berikut:

$$\% \text{ Lolos} = 100 \% - \text{Komulatif Tertahan} \quad (8)$$

Adapun rumus presentase agregat tertahan ditunjukkan pada persamaan 9 berikut:

$$\% \text{ Tertahan} = \frac{\text{Berat Tertahan}}{\text{Berat Total}} \times 100\% \quad (9)$$



Gambar 2.5 Analisa saringan

2.5 Uji Slump Test

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 *workability* nya. 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 *workability* nya 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.



Gambar 2.6 Uji Slump Test

2.6 Perawatan

Perawatan beton atau biasa dikenal dengan *Curing* secara umum dipahami sebagai perawatan beton, yang bertujuan untuk menjaga supaya beton tidak terlalu cepat kehilangan air, atau sebagai tindakan menjaga kelembaban dan suhu beton, segera setelah proses finishing beton selesai dan waktu total setting tercapai.

Tujuan pelaksanaan perawatan beton adalah memastikan reaksi hidrasi senyawa semen termasuk bahan tambahan atau pengganti supaya dapat berlangsung secara optimal sehingga mutu beton yang diharapkan dapat tercapai, dan menjaga supaya tidak terjadi susut yang berlebihan pada beton akibat kehilangan kelembaban yang terlalu cepat atau tidak seragam, sehingga dapat menyebabkan retak.

Pelaksanaan perawatan beton dilakukan segera setelah beton mengalami atau memasuki fase hardening (untuk permukaan beton yang terbuka) atau setelah pembukaan cetakan/acuan/bekisting, selama durasi tertentu yang dimaksudkan untuk memastikan terjaganya kondisi yang diperlukan untuk proses reaksi senyawa kimia yang terkandung dalam campuran beton

Metoda dan lama pelaksanaan perawatan beton tergantung dari :

- Jenis atau tipe semen dan beton yang digunakan, termasuk bahan tambahan atau pengganti yang dipakai
- Jenis/tipe dan luasan elemen struktur yang dilaksanakan
- Kondisi cuaca, suhu dan kelembaban di area atau lokasi pekerjaan
- Penetapan nilai dan waktu yang digunakan untuk kuat tekan karakteristik beton (28 hari atau selain 28 hari, tergantung dari spesifikasi yang ditentukan oleh Konsultan Perencana/Desain)

Kualitas dan durasi/lama pelaksanaan perawatan beton berpengaruh pada :

- Mutu/kekuatan beton (strength)
- Keawetan struktur beton (durability)
- Kekedapan air beton (water-tightness)
- Ketahanan permukaan beton, misal terhadap keausan (wear resistance)
- Kestabilan volume, yang berhubungan dengan susut atau pengembangan (volume stability : shrinkage and expansion)



Gambar 2.7 Perawatan dengan metode perendaman

2.7 Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton merupakan salah satu kinerja utama beton. Kekuatan tekan adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Walaupun dalam beton terdapat tegangan tarik yang kecil, diasumsikan bahwa semua tegangan tekan didukung oleh beton tersebut.

Penentuan kekuatan tekan dapat dilakukan melalui pemeriksaan menggunakan alat uji tekan dan benda uji (kubus atau silinder).

Kuat tekan beton adalah besarnya beban maksimum persatuan luas atau parameter yang menunjukkan besarnya beban yang dapat ditahan persatuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin kuat tekan. Kuat tekan beton merupakan gambaran dari mutu beton yang berkaitan dengan struktur beton. Kuat tekan beton merupakan parameter terpenting adalah beton lebih tahan terhadap tekan daripada tarik (Tjokrodimuljo, K., 1996). Kuat tekan beton merupakan salah satu sifat penting untuk menentukan mutu beton, sedangkan kualitas beton itu sendiri yang ditentukan oleh perbandingan semen, agregat halus, agregat kasar, air dan berbagai jenis bahan tambahan.

Beton yang baik adalah beton yang memiliki kuat tekan yang tinggi, sebab beton yang tidak cukup kekuatannya menurut kebutuhan menjadi tidak berguna. Secara umum kekuatan beton dipengaruhi oleh dua hal yaitu faktor air semen dan kepadatan beton, dengan faktor air semen yang cukup untuk proses hidrasi semen dan dapat dipadatkan dengan sempurna akan memiliki kekuatan optimal. Hanya saja untuk memperoleh kuat tekan yang lebih tinggi memerlukan banyak hal yang harus dipertimbangkan.

Beberapa faktor yang mempengaruhi kekuatan tekan beton yaitu proporsi bahan-bahan penyusunnya, metode perancangan, perawatan dan keadaan saat pengecoran dilaksanakan.

Pembuatan benda uji untuk kuat tekan adalah dengan cara memasukkan beton yang masih segar (*fresh concrete*) secara tiga lapis kedalam cetakan. Setiap lapis dipadatkan dengan cara menusuk-nusuknya dengan sebatang besi tumpul berdiameter 1 cm kemudian ditumbuk sebanyak 25 kali tiap lapisnya. Berdasarkan SNI 2847-2013 pengujian kuat tekan beton dilakukan setelah benda uji berumur 28 hari. Benda uji dirawat dengan cara merendam dalam air. Sebelum dilakukan pengujian, benda uji dikeluarkan dari bak perendam dan dianginkan selama kurang lebih dua hari agar kering. Pengujian dilakukan dengan memberikan gaya tekan pada beton sampai benda uji pecah. Benda uji diratakan pada sisi atas dan bawah (*capping*) agar beban yang terjadi benar-benar beban merata dan tidak terkonsentrasi. Perataan permukaan dilakukan setelah benda uji telah diangkat dari perendaman dan dianginkan sehingga tidak mengganggu pengujian tersebut.

Pengujian kuat tekan benda uji silinder 15x30 cm menggunakan alat Compression Testing Machine kapasitas 1500 kN

Rumus-rumus SK SNI 2847-2013 yang digunakan untuk menghitung kekuatan tekan beton adalah :

$$f'c = \frac{P}{A} \quad (kg/cm^2) \quad (10)$$

Kekuatan tekan beton rata-rata dihitung berdasarkan rumus berikut:

$$f_{cr} = \frac{\sum f'c}{N} \quad (\text{kg/cm}^2) \quad (11)$$

Sedangkan kekuatan tekan hancur karakteristik beton dapat dihitung dengan rumus :

$$f'_{cr} = f'c + 1,34 \times Ss \quad (12)$$

$$f'_{cr} = f'c + (2,33Ss - 3,5) \quad (13)$$

Selanjutnya untuk standart deviasi dapat dihitung dengan rumus:

$$S_r = \sqrt{\frac{\sum (f'c - f_{cr})^2}{n-1}} \quad (14)$$

Dimana :

f_{cr} : Kekuatan tekan rata-rata beton (Kg/cm²)

n : Jumlah benda uji

$f'c$: Kekuatan tekan karakteristik (Kg/cm²)

P : Beban yang bekerja (kg)

A : Luas penampang benda uji (cm²)

S_r : Nilai Standart deviasi (kg/cm²)



Gambar 2.7 Uji Kuat Tekan Beton

2.8 Penelitian Terdahulu

2.7.1 Aris Sutrisno dan Slamet Widodo, MT (2013)

Judul : Analisis variasi kandungan semen terhadap kuat tekan beton ringan structural agregat *pumice*

Penelitian ini menguraikan tentang pengaruh perbedaan kandungan semen dalam campuran beton ringan terhadap kuat tekan beton ringan. Variable yang digunakan adalah perbedaan berat semen yaitu 300kg/m^3 , 350 kg/m^3 , 400 kg/m^3 dan 450 kg/m^3 , menggunakan bahan tambah berupa *sikament NN* dan *plastiment VZ*, dengan pengujian tekan dilakukan pada saat beton berumur 56 hari. Dari hasil penelitian didapatkan pengaruh perbedaan kandungan semen dalam campuran beton ringan terhadap kuat

tekan beton ringan berbanding lurus dengan banyaknya semen yang digunakan dalam campuran.

2.7.2 Soelarso, Baehaki, Nur fatah Sidik (2016)

Judul : Pengaruh penggunaan limbah beton sebagai pengganti agregat kasar pada beton normal terhadap kuat tekan dan modulus elastisitas

Penelitian ini menguraikan tentang pengaruh limbah beton sebagai pengganti agregat kasar terhadap kuat tekan dan modulus elastisitas. Penelitian ini merencanakan beton normal dengan kuat tekan yang ditargetkan adalah 25 Mpadan menggunakan *slump* 30–60 mm serta menggunakan *Portland pozzolan cement* (pcc). Penggunaan proporsi agregat limbah dalam penelitian ini adalah 25 %, 50%, 75 % dan 100 % dari berat total agregat alami dengan umur pengujian 7, 14, 21 dan 28 hari. Jumlah benda uji 48 buah. Hasil kuat tekan dan modulus elastisitas akan dibandingkan dengan nilai teoritis.

2.7.3 Erwin Sutandar (2013)

Judul : Pengaruh pemeliharaan (*curing*) pada kuat tekan beton normal

Penelitian ini menguraikan tentang seberapa besar pengaruh *curing* terhadap kekuatan beton . didapatkan hasil bahwa kuat tekan beton dengan dipelihara (*curing*) dengan cara direndam ternyata mempunyai kekuatan dan akhir yang lebih tinggi dari

pada yang dibiarkan diudara terbuka/tanpa di-*curing*. Dimana kekuatan beton yang di-*curing* ternyata melebihi kekuatan tekan dari kekuatan tekan rencana awal.

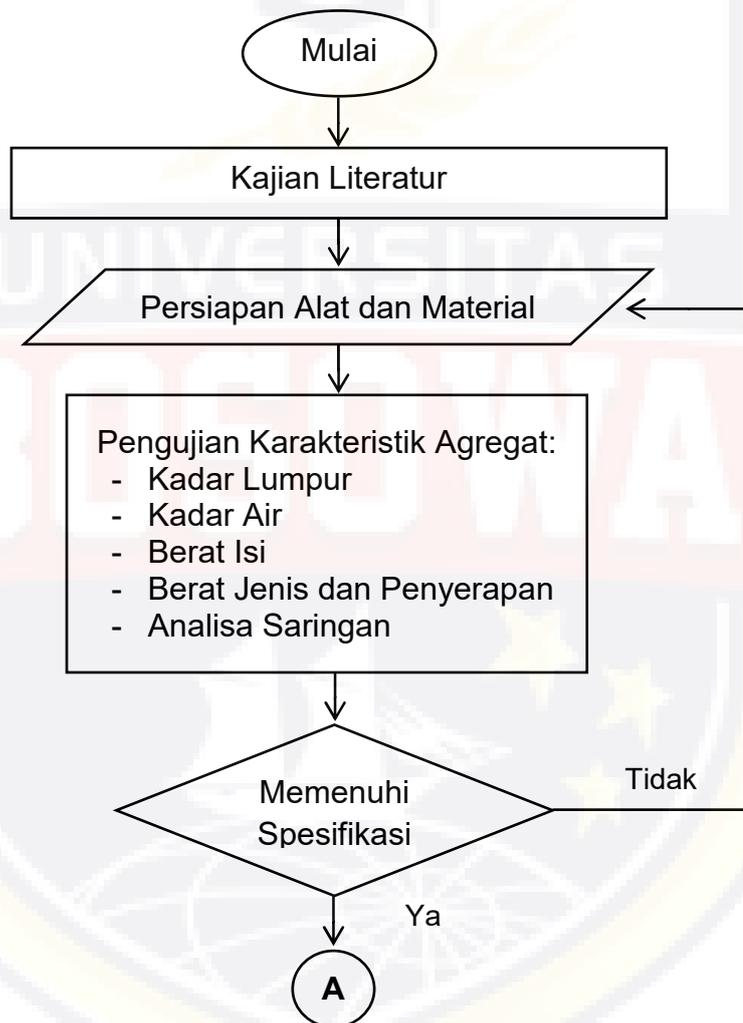


BAB III

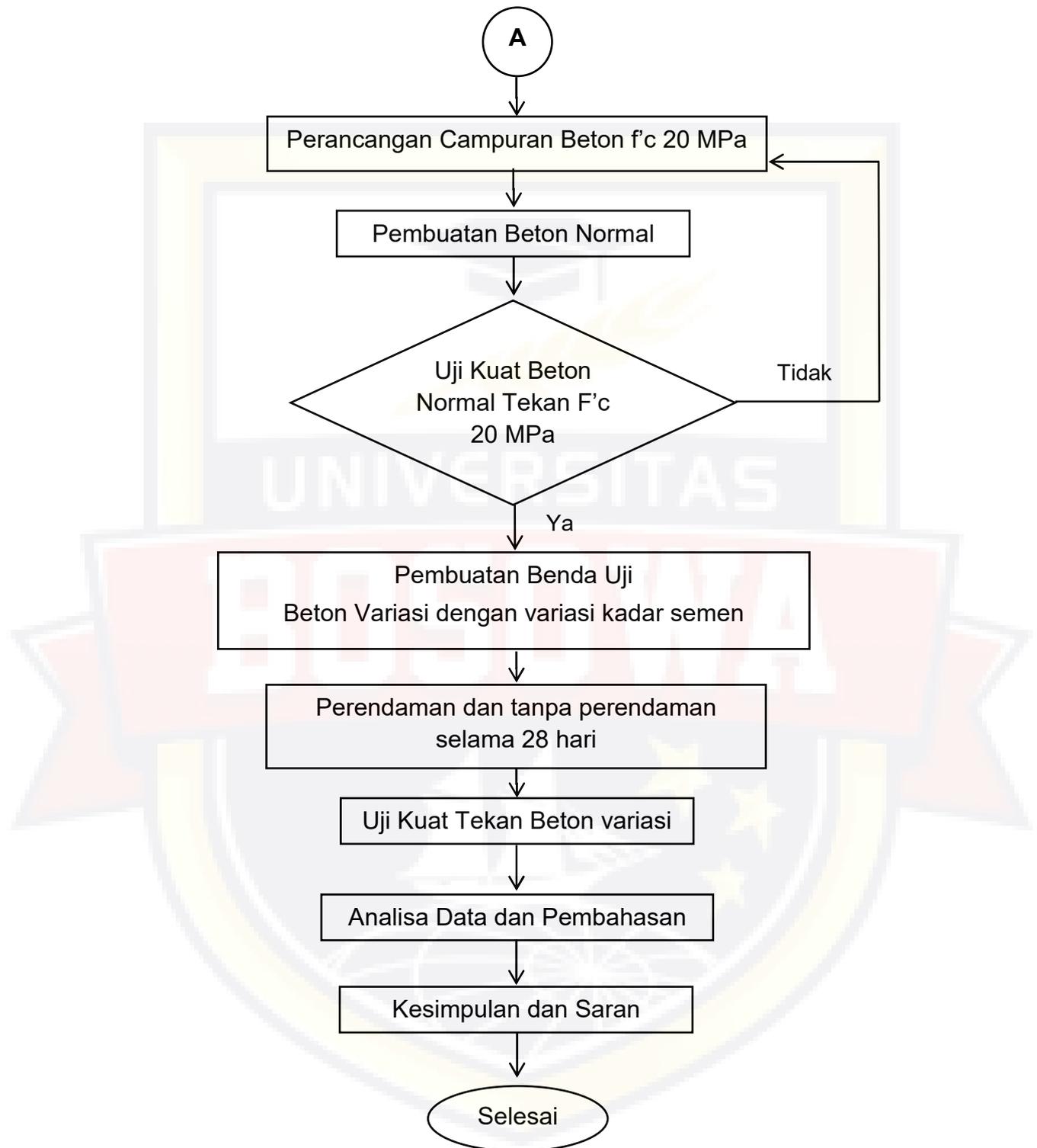
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian

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



Gambar 3.1. Diagram Alir Pengujian Karakteristik



Gambar 3.2. Diagram Alir Pembuatan Beton Variasi Kadar Semen Dengan Bahan Tambah Beton Daur Ulang

1. Pada tahap pertama ini dilakukan persiapan berdasarkan data hasil studi atau studi literatur.
2. Pada tahap kedua yaitu persiapan yang meliputi bahan maupun peralatan yang digunakan dalam pembuatan benda uji.
3. Tahap ketiga, disebut tahap uji bahan. Pada tahap ini dilakukan pengujian terhadap agregat kasar & halus yang meliputi uji kadar lumpur, kadar air, berat isi, berat jenis dan penyerapan dan analisa saringan.
4. Tahap selanjutnya, setelah tahap uji bahan yaitu perhitungan rencana campuran adukan beton normal $f_c' 20 \text{ MPa}$

3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Struktur dan Bahan Jurusan Teknik Sipil, Universitas Bosowa Makassar selama tiga bulan yang dimulai pada bulan Agustus sampai November 2018.

3.3 Tahapan Penelitian

Dalam penelitian ini terdapat beberapa tahapan yang meliputi:

3.3.1 Tahap persiapan

Tahap persiapan merupakan suatu tahapan dimana segala sesuatu yang berkaitan dengan persiapan penelitian diantaranya studi literatur, persiapan peralatan dan bahan, tempat pengujian karakteristik bahan, penentuan *mix design* dan teknis pelaksanaan.

3.3.2 Tahap pengujian karakteristik agregat

Pengujian karakteristik agregat dimaksudkan untuk memastikan apakah bahan yang digunakan dalam penelitian ini telah memenuhi spesifikasi agregat yang ada atau tidak,

Pengujian ini meliputi :

- a. Kadar lumpur, untuk mengetahui kadar lumpur yang terkandung oleh dalam agregat
- b. Kadar air, untuk mengetahui kadar air yang terkandung oleh agregat
- c. Berat isi, untuk mengetahui kepadatan dari agregat dalam keadaan kering permukaan
- d. Berat jenis, untuk menentukan berat jenis dari agregat dengan gradasi ukuran butirnya
- e. Analisa saringan, untuk mengidentifikasi agregat dengan gradasi ukuran butirnya

3.3.3 Tahap perancangan campuran beton

Perancangan campuran beton dilakukan dengan metode Standar Nasional Indonesia (SK.SNI 2847-2013) dan dalam perancangan campuran beton kuat tekan rencana $f'c$ 20 MPa. Tahapan ini dilakukan setelah data–data material dari pengujian karakteristik telah ditetapkan. Hal ini dimaksudkan untuk mendesain bagaimana komposisi agregat, semen dan air.

3.3.4 Tahap pembuatan benda uji

Benda uji yang digunakan silinder Ø 15 cm dan tinggi 30 cm (ACI modifikasi dan SK SNI), dengan kuat tekan rencana $f'c$ 20 MPa yang terdiri dari beton normal dan beton dengan variasi kadar semen dengan bahan tambah beton daur ulang. Sebelum benda uji dimasukkan ke dalam cetakan terlebih dahulu dilakukan pengujian slump test. Slump test dimaksudkan untuk mengetahui kekentalan dan kelecakan adukan beton segar.

3.3.5 Tahap perawatan benda uji

Perawatan beton terdiri dari Perendaman dalam air, dan tanpa perendaman (Dalam ruangan) selama 28 hari.

3.3.6 Tahap pengujian kuat tekan beton

Pengujian kuat tekan beton dengan menggunakan mesin uji kuat tekan beton (*Compression Strength Machine*)

3.4 Variabel Penelitian

Adapun variable penelitian ini adalah :

1. Variabel Bebas

- Semen
- Agregat Kasar
- Beton Daur Ulang

2. Variabel Terikat

- Agregat Halus
- Air

3.5 Notasi dan Jumlah Sampel

Adapun notasi dan jumlah sampel yang digunakan dalam penelitian adalah :

a. Beton normal

Tabel 3.1. Notasi dan jumlah sampel pada beton normal

No	Kadar semen (kg/m ³)	Agregat Kasar & Limbah beton	Perawatan beton/Jumlah sampel		Total
			Rendam	Tidak rendam	
1	379,63	100 : 0	BN3R	-	20

b. Beton Uji

Tabel 3.2. Notasi dan jumlah sampel pada beton uji

No	Kadar Semen (kg/m ³)	Agregat kasar & Limbah beton (%)	Perawatan beton/Jumlah sampel		Total
			Rendam	Tidak direndam	
1	379,63	100 : 0	-	BN3T1	3
			-	BN3T2	
			-	BN3T3	
2	429,63	100 : 0	BN4R1	BN4T1	6
			BN4R2	BN4T2	
			BN4R3	BN4T3	
3	379,63	75 : 25	BD3R1	BD3T1	6
			BD3R2	BD3T2	
			BD3R3	BD3T3	
4	429,63	75:25	BD4R1	BD4T1	6
			BD4R2	BD4T2	
			BD4R3	BD4T3	
Jumlah					21

Dalam penelitian ini digunakan kadar semen 379,63 kg/m³ dan 429,63 kg/m³, beton daur ulang sebagai bahan pengganti dengan dengan kadar jumlah 25 % dan perawatan beton yang terdiri dari perawatan dan tanpa perendaman

3.6 Referensi Pengujian

Adapun referensi pengujian akan diuraikan pada tabel berikut :

Tabel 3.3. Metode Pengujian

No	Uraian Pengujian	Referensi
1	Analisa Saringan	SNI 03-1968-1990
2	Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar	SNI 1969-2008
3	Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus	SNI 1970-2008
4	Berat Isi	SNI 03-1973-2008
5	Kadar Air	SNI 03-1965-2008
6	Kadar Lumpur	SNI 03-4142-1996
7	Uji Slump	SNI 1972-2008
8	Kuat Tekan	SNI 03-1974-1990

3.7 Metode Analisis

3.7.1 Pengaruh kadar semen terhadap kuat tekan beton.

Analisis tentang perbandingan kuat tekan beton dengan kadar semen normal 379,63 kg/m³ dan kadar semen 429,63 kg/m³.

3.7.2 Pengaruh limbah beton terhadap kuat tekan beton.

Analisis tentang pengaruh limbah beton terhadap kuat tekan dengan beton tanpa kandungan limbah beton.

3.7.3 Pengaruh perendaman dan tanpa perendaman terhadap kuat tekan beton.

Analisis tentang perbandingan kuat tekan beton dengan pengaruh perawatan beton yaitu dengan melakukan perendaman dan tanpa perendaman.

UNIVERSITAS

BOSOWA

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Pengujian

4.1.1 Karakteristik Material

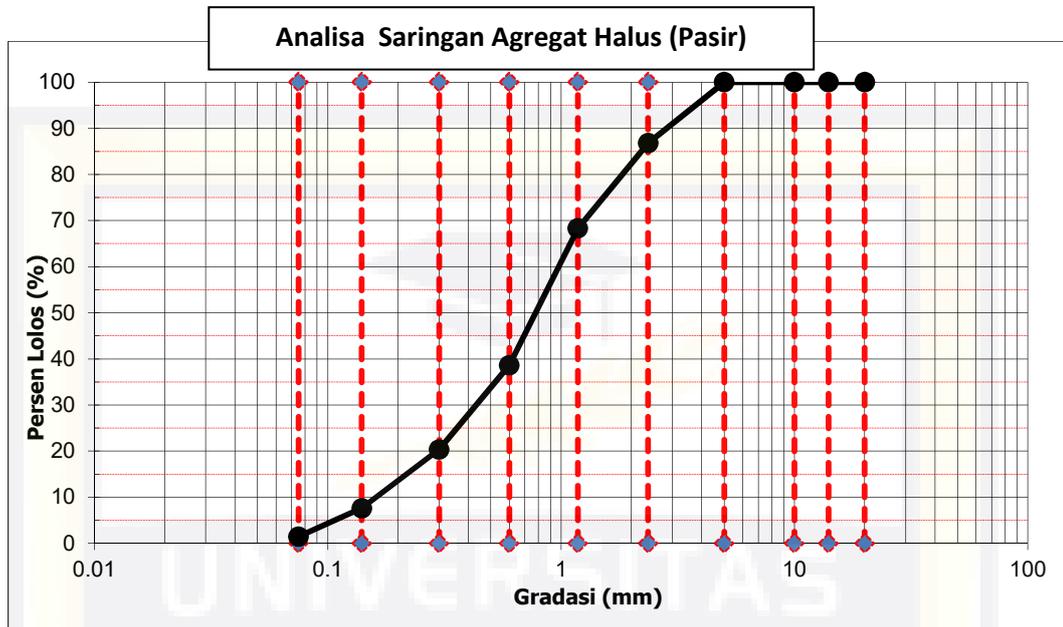
Material yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari agregat alam yaitu agregat halus (pasir) dan agregat kasar (batu pecah) yang berasal dari Tombongi (Malino). Berdasarkan pelaksanaan pemeriksaan agregat di laboratorium Struktur dan Bahan Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar, 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	Karakteristik Agregat	Spesifikasi	Hasil Pemeriksaan	Keterangan
1	Analisa saringan	-	Lihat Lampiran	Memenuhi
2	Kadar lumpur	0,2% - 6%	3,15%	Memenuhi
3	Kadar air	3% - 5%	4,45%	Memenuhi
4	Berat Isi			
	a. Lepas	1.4 - 1.9	1,51	Memenuhi
	b. Padat	1.4 - 1.9	1,76	Memenuhi
5	Absorsi	0.2% - 2%	0,77%	Memenuhi
6	Berat jenis spesifik			
	a. Bj. Curah	1.6 - 3.2	2,62%	Memenuhi
	b. Bj. SSD	1.6 - 3.2	2,64%	Memenuhi
	c. Bj. Semu	1.6 - 3.2	2,67%	Memenuhi

Sumber : Hasil perhitungan

Grafik 4.1. Analisa saringan agregat halus (Pasir)



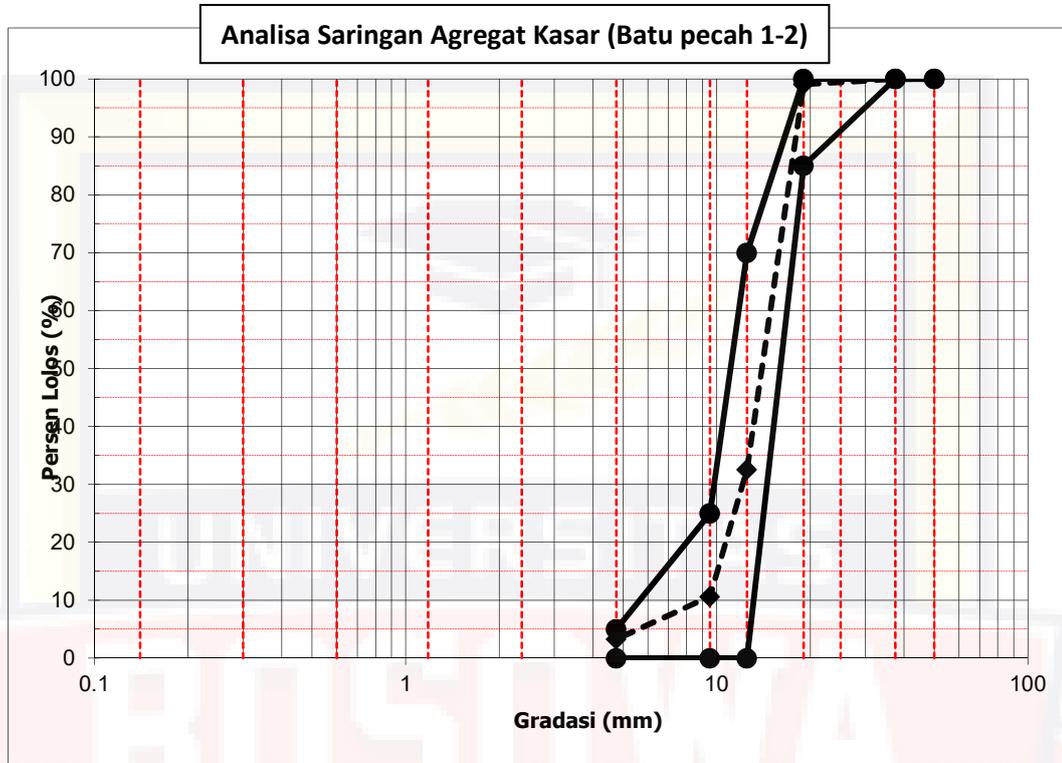
Sumber : Hasil pengujian di laboratorium

Tabel. 4.2. Hasil Pemeriksaan Karakteristik Agregat Kasar (BP Maks. 20 mm)

No	Karakteristik Agregat	Spesifikasi	Hasil Pemeriksaan	Keterangan
			BP 1-2	
1	Analisa saringan	-	Lihat Lampiran	Memenuhi
2	Kadar lumpur	0.2 - 1%	0,79%	Memenuhi
3	Kadar air	0.5 - 2%	0,56%	Memenuhi
4	Berat Isi			
	a. Lepas	1.6 - 1.9	1,65	Memenuhi
	b. Padat	1.6 - 1.9	1,53	Memenuhi
5	Absorsi	0.2% - 4%	1,67	Memenuhi
6	Berat jenis spesifik			
	a. Bj. Curah	1.6 - 3.2	2,55	Memenuhi
	b. Bj. SSD	1.6 - 3.2	2,59	Memenuhi
	c. Bj. Semu	1.6 - 3.2	2,66	Memenuhi

Sumber : Hasil perhitungan

Grafik 4.2. Analisa saringan agregat kasar (batu pecah 1-2)



Sumber : Hasil pengujian di laboratorium

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

4.1.2. Campuran Beton Normal

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

Tabel 4.3. Data hasil perhitungan mix design beton normal 20 Mpa

Nilai Slump	10 ± 2 cm
Kuat tekan yang disyaratkan	20 MPa
Deviasi standar	-
Nilai tambah (margin)	7
Kekuatan rata-rata yang ditargetkan	27 MPa
Faktor air semen bebas (Fas)	0,54
Faktor air semen maksimum	0,55
Kadar air bebas	205 kg/m ³
Kadar semen maksimum	379,63 kg/m ³
Kadar semen minimum	325 kg/m ³
Berat isi beton	2350
Berat agregat gabungan	1765,37 kg/m ³
Berat agregat halus (pasir)	706,15 kg/m ³
Berat agregat kasar	1059,22 kg/m ³
Berat jenis gabungan	2,59 kg/m ³

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

- Perhitungan volume benda uji (silinder 15 x 30 cm).
$$V = \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times t$$
$$V = \frac{1}{4} \times 3,14 \times (0,15)^2 \times 0,30 \text{ m}$$
$$V = 0,00530 \text{ m}^3$$
- 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

BAHAN BETON	BERAT/M ³ BETON (kg)	VOLUME BENDA UJI	BERAT UTK 20 SAMPEL (kg)
Air	192,06	0,1272	24,42
Semen	379,63	0,1272	48,28
Pasir	730,82	0,1272	92,94
B. P 1-2	1047,49	0,1272	133,21

Sumber : Hasil perhitungan

4.1.3 Pengujian Kuat Tekan Beton Normal

Tabel. 4.5 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Normal

No Benda Uji	Slump	Berat isi	Kekuatan Tekan
	(cm)	(cm)	Mpa
1	8	12,332	22.061
2	8	12,343	22.626
3	8	12,575	23.192
4	8	12,400	22.626
5	10	12,460	22.626
6	10	12,450	22.909
7	10	12,340	23.192
8	10	12,370	20.646
9	10	12,420	23.192
10	11	12,370	20.364
11	11	12,250	22.909
12	11	12,415	22.626
13	11	12,370	19.798
14	9	12,470	23.192
15	9	12,320	20.929
16	9	12,320	22.909
Kuat Tekan Rata - rata			22.237
Standar Deviasi			1.135
Kuat Tekan Karakteristik			20.2559836

Sumber : Hasil perhitungan

Standar Deviasi

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

$$S = 1.135$$

Kekuatan tekan rata-rata

$$f'c = f'cr - 1.34 s \quad \text{Pers I}$$

$$f'c = f'cr - 2.33 s + 3.5 \quad \text{Pers II}$$

Pers I

$$\begin{aligned} f'c &= f'cr - 1.34 \times S \\ &= 22.2 - 1.34 \times 1.135 \\ &= 20.7 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

Pers II

$$\begin{aligned} f'c &= f'cr - 2.33 S + 3.5 \\ &= 22.2 - 2.33 \times 1.135 + 3.5 \\ &= 23.092 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

Keterangan

- Digunakan nilai terbesar

Faktor Modifikasi untuk 16 Sampel = 1.14

$$\begin{aligned} f_c &= \frac{23.092}{1.14} \\ f_c &= 20.256 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

Dari hasil pengujian kuat tekan beton normal diatas didapatkan nilai kuat tekan karakteristik sebesar 20,256 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 kadar semen terhadap beton daur ulang.

4.1.4 Campuran Beton Variasi Kadar Semen Terhadap Beton Daur Ulang

Komposisi bahan campuran beton variasi kadar semen terhadap beton daur ulang dilakukan pendekatan perbandingan kuat tekan pada beton normal, dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel. 4.6 Komposisi campuran beton variasi Kadar Semen

Simbol	Semen	Batu pecah	Limbah beton	Pasir	Air	Curing
BN	7.24	19.98	-	13.94	3.66	Rendam
BN3	7.24	19.98	-	13.94	3.66	Tdk Rendam
BN4	8.20	19.98	-	13.94	4.15	Rendam
	8.20	19.98	-	13.94	4.15	Tdk Rendam

Sumber : Hasil perhitungan

Tabel. 4.7 Komposisi campuran beton variasi Kadar Semen terhadap Beton Daur Ulang

Simbol	Semen	Batu pecah	Limbah beton	Pasir	Air	Curing
BD3	7.24	14.99	5.00	13.94	3.66	Rendam
	7.24	14.99	5.00	13.94	3.66	Tdk Rendam
BD4	8.20	14.99	5.00	13.94	4.15	Rendam
	8.20	14.99	5.00	13.94	4.15	Tdk Rendam

Sumber : Hasil perhitungan

4.1.5. Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan beton dilakukan dengan cara memberikan beban hingga benda uji tersebut hancur dengan alat uji kuat tekan

(Compressive Strength). Pada saat benda uji hancur didapatkan beban atau gaya tekan maksimum (P_{maks}) dari benda uji. Data tersebut kemudian diolah untuk memperoleh nilai kuat tekan beton (f_c')

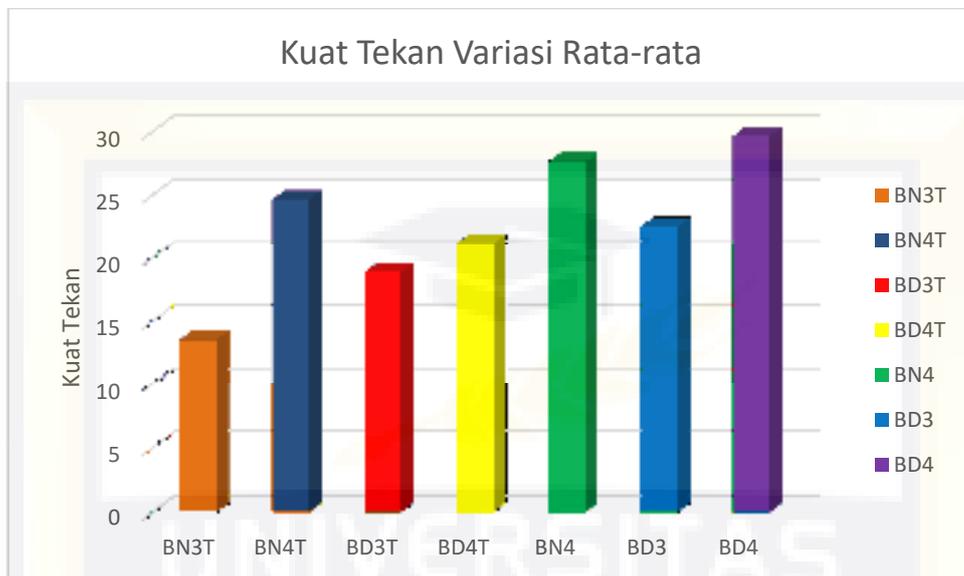
Hasil pengujian kuat tekan beton kadar semen terhadap beton daur ulang pada umur 28 hari dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel. 4.8. Kekuatan Tekan Beton variasi kadar semen terhadap beton daur ulang

Simbol	Curing	Berat	Kadar Semen	Limbah Beton	Luas Penampaan	Beban Maksimum	Kekuatan Tekan
			(kg/m^3)	%	(cm^2)	(KN)	Mpa
BN3T	Tidak Rendam	11830	379.63	-	176.6	215	12
		11836			176.6	265	15
		11968			176.6	225	13
		Rata-rata					
BN4T	Tidak Rendam	11999	429.63	-	176.6	405	23
		11845			176.6	455	26
		12010			176.6	420	24
		Rata-rata					
BD3T	Tidak Rendam	11835	379.63	25	176.6	310	18
		11690			176.6	340	20
		11720			176.6	330	19
		Rata-rata					
BD4T	Tidak Rendam	12085	429.63	25	176.6	385	22
		11905			176.6	360	21
		11975			176.6	355	21
		Rata-rata					
BN4R	Rendam	12275	429.63	-	176.6	445	26
		12290			176.6	480	28
		12255			176.6	510	29
		Rata-rata					
BD3R	Rendam	12045	379.63	25	176.6	385	22
		12215			176.6	400	23
		12180			176.6	385	22
		Rata-rata					
BD4R	Rendam	12340	429.63	25	176.6	515	30
		12400			176.6	515	30
		12300			176.6	510	29
		Rata-rata					

Sumber : Hasil Perhitungan

Grafik. 4.3. Kuat Tekan Beton Variasi Rata-rata



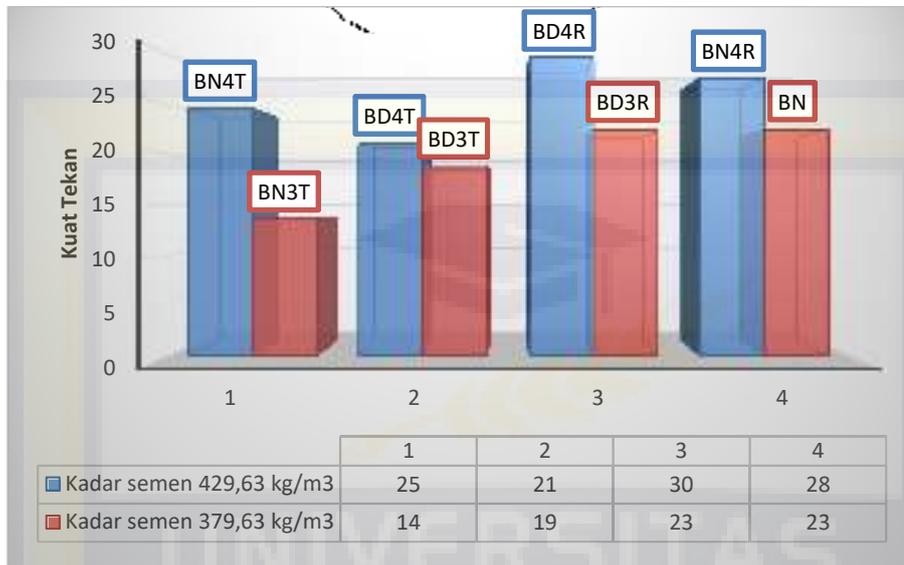
Sumber : hasil perhitungan

4.2. Pembahasan

4.2.1 Pengaruh Kadar Semen Terhadap Kuat Tekan Beton

Pada penelitian ini, pengaruh kadar semen dengan presentase berbeda yaitu kadar semen normal $375,63 \text{ kg/m}^3$ dan kadar semen $429,63 \text{ kg/m}^3$ memberikan perbandingan dalam nilai kuat tekan beton. Berdasarkan Gambar 4.6 dibawah ini, dapat di gambarkan grafik beton normal terhadap beton kadar semen sebagai berikut.

Grafik. 4.6. Perbandingan Kuat Tekan Variasi Kadar Semen



Sumber : hasil perhitungan

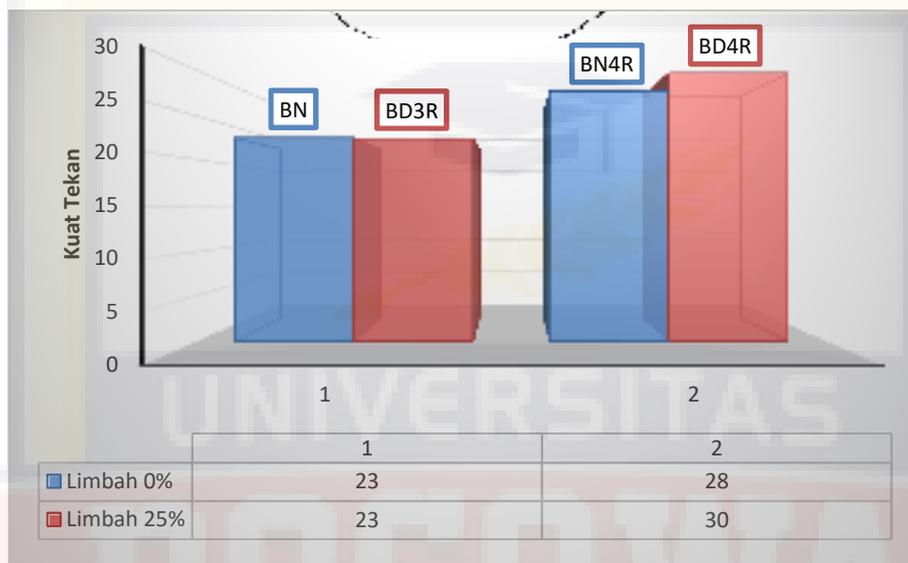
Dari hasil diatas dapat dijelaskan bahwa beton dengan kadar semen 429,63 kg/m³ memiliki kuat tekan beton lebih besar dari kadar semen normal 379,63 kg/m³. Nilai kuat tekan rata rata untuk benda uji dengan kadar semen 429,63 kg/m³ paling optimum pada penelitian ini di peroleh pada variasi BD4R. Penambahan kadar semen yaitu dari kadar semen 379,63 kg/m³ menjadi 429,63 kg/m³ menyebabkan peningkatan pada kuat tekan dimana fungsi dari semen yaitu mengikat butir butir agregat. Penggunaan semen yang lebih banyak akan memberikan kekuatan matrix yang lebih baik

4.2.2 Pengaruh Beton Daur Ulang Terhadap Kuat Tekan Beton

Pada penelitian ini, pengaruh beton daur ulang sebagai pengganti agregat kasar dengan presentase berbeda yaitu 0 % dan 25 % dari berat agregat kasar alami memberikan perbandingan dalam nilai kuat tekan

beton. Berdasarkan Gambar 4.5 dibawah ini, dapat di gambarkan grafik beton normal terhadap beton dengan beton daur ulang sebagai berikut :

Grafik. 4.5. Perbandingan Kuat Tekan Beton Daur Ulang 25%



Sumber : hasil perhitungan

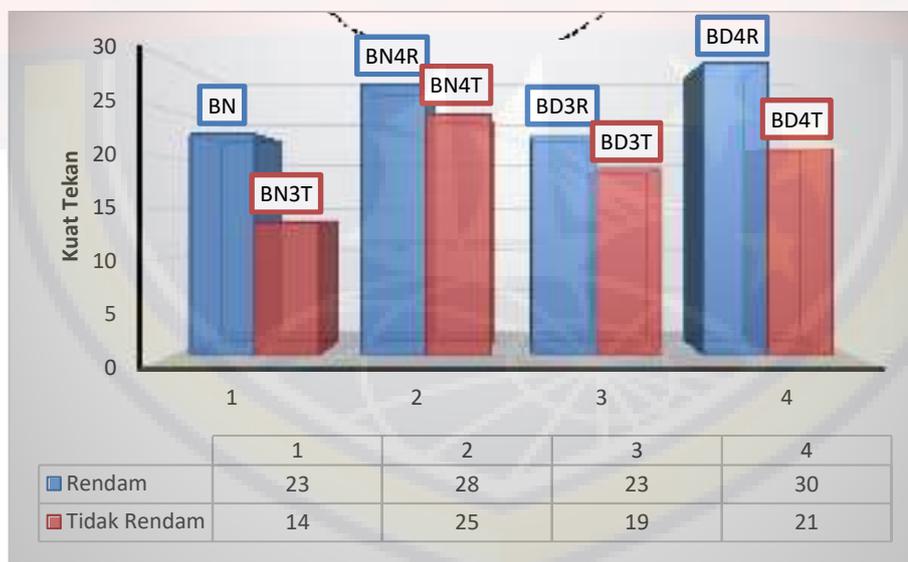
Dari hasil diatas dapat dijelaskan bahwa beton tanpa pengganti agregat beton daur ulang perendaman memiliki kuat tekan beton lebih tinggi daripada beton dengan pengganti agregat daur ulang sebesar 25 %. Untuk kuat tekan pada BN dimana kadar beton daur ulang 0 % tidak menyebabkan peningkatan ataupun penurunan pada BD3R dimana kadar beton daur ulang nya 25 % disebabkan salah satu faktor yaitu sedikitnya komposisi beton daur ulang terhadap agregat alami. Sedangkan untuk BN4R dimana kadar beton daur ulang 0 % menyebabkan peningkatan pada BD4R dimana kadar beton daur ulangnya 25 % disebabkan oleh faktor

penambahan semen, semakin banyak kadar semen maka semakin baik dan kuat pula kekuatan beton.

4.2.3 Pengaruh perendaman dan tanpa perendaman Terhadap Kuat Tekan Beton

Pada penelitian ini, pengaruh perawatan betoon yaitu adanya perlakuan perendaman dan tanpa perendaman terhadap perbandingan nilai kuat tekan beton berpengaruh dalam besar kuat tekan beton. Berdasarkan Gambar 4.4 dibawah ini, dapat di gambarkan grafik beton normal terhadap beton perendaman dan tanpa perendaman sebagai berikut :

Grafik. 4.4. Perbandingan Kuat Tekan Beton Dengan Perendaman Dan Tanpa Perendaman



Sumber : hasil perhitungan

Dari hasil diatas dapat dijelaskan bahwa beton dengan perendaman memiliki kuat tekan beton lebih tinggi daripada beton tanpa perendaman.

Nilai kuat tekan rata rata untuk benda uji yang perendaman dan tanpa perendaman yang paling optimum pada penelitian ini di peroleh pada variasi BD4R. Penurunan dan penurunan ini terjadi akibat perawatan beton tanpa rendam, dimana proses pengerasan beton perlu adanya proses hidrasi pada semen. Pada beton rendam, air yang hilang pada proses pengecoran ataupun pembongkaran cetakan akan digantikan saat beton uji direndam yang dibutuhkannya untuk proses pengerasan, sedangkan beton tidak rendam, air dalam kandungan beton mudah menguap, dimana diakibatkan oleh suhu, ataupun tiupan angin. Besarnya penguapan air ini menghambat proses terjadinya hidrasi semen. Jika beton cepat mengering, maka dapat terjadi retak pada permukaannya. Kekuatan beton akan berkurang sebagai akibat dari retak itu dan juga akibat kegagalan mencapai reaksi hidrasi kimiawi penuh.

BAB V

Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Hasil penelitian diperoleh :

1. Hasil pengujian kuat tekan beton dengan pengaruh kadar semen sebagai perbandingan terhadap kuat tekan beton dengan kadar semen $429,63 \text{ kg/m}^3$ memiliki kuat tekan beton lebih besar dari kadar semen normal $379,63 \text{ kg/m}^3$.
2. Hasil pengujian kuat tekan beton dengan pengaruh beton daur ulang sebagai pengganti agregat kasar sebagian tidak menyebabkan kenaikan yang signifikan terhadap kuat tekan beton normal.
3. Hasil pengujian kuat tekan beton dengan perendaman memiliki kuat tekan beton lebih tinggi daripada beton tidak rendam.

5.2 Saran

1. Dibutuhkannya penelitian lebih lanjut penggunaan beton daur ulang dengan kadar berbeda sebagai bahan pengganti agregat kasar
2. Dibutuhkan penelitian lebih lanjut penggunaan limbah beton dengan kadar berbeda sebagai bahan pengganti agregat kasar dengan jumlah kadar semen lebih bervariasi
3. Perlu adanya penelitian lanjutan menggunakan batu pecah $2/3$ agar mendapatkan hasil yang maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

Aulia Rinaldy Blog. 2009. Teori Beton di <http://rinaldyaulia.blogspot.com/2009/03/teori-beton.html> (di akses 18 Desember)

Bloge Pradhity. 2009. Beton Daur Ulang di <http://pradhity.blogspot.com/2009/04/beton-daur-ulang.html> (di akses 18 Desember)

Guru Sipil. 2017. Pengertian Agregat dan Klasifikasinya (Material Beton) di <https://www.gurusipil.com/pengertian-agregat-dan-klasifikasinya/> (di akses 20 Desember)

Lauw Tjun Nji. 2018. Semen di <https://lauwtjunnji.weebly.com/semn.html> (di akses 6 Januari)

Lauw Tjun Nji. 2018. Curing/Perawatan Beton di <https://lauwtjunnji.weebly.com/curing-beton.html> (di akses 6 Januari)

Mulyadi, Asri. 2016. *Analisis Kuat Tekan Mutu Brton K.175 Dengan Menggunakan Material Bekas Bongkaran Bangunan Sebagai Pengganti Agregat Kasar*. Tugas Akhir, Fakultas Teknik Universitas Palembang : Palembang

Mulyono, Try. 2004. *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Penerbit Andi.

SNI 03-1968-1990 “*Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar*”

SNI 03-1971-1990 “*Metode Pengujian Kadar Air Agregat*”

SNI 03-1973-1990 “*Metode Pengujian Berat Isi Beton*”

SNI 03-1974-1990 “*Metode Pengujian Kuat Tekan Beton*”

SNI 03-4142-1996 “*Metode Pengujian Jumlah Bahan Dalam Agregat Yang Lolos Saringan NO. 200 (0,075 mm)*”

SNI 03-6817-2002 “*Metode Pengujian Mutu Air Untuk Digunakan Dalam Beton*”

SNI 15-2049-2004 “*Semen Portland*”

SNI 1969-2008 “*Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar*”

SNI 1970-2008 “*Cara Uji Berat Jenis Dan Penyerapan air agregat halus*”

SNI 1972-2008 “*Cara Uji Slump Beton*”

SNI 2417-2008 “*Cara Uji Keausan Agregat dengan Mesin Abrasi Los Angeles*”

SNI 2847-2013 “*Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung*”

Sutandar, Erwin. 2013. *Pengaruh Pemeliharaan (Curing) Pada Kuat Tekan Beton Normal*. Tugas Akhir, Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura : Pontianak

Sutrisno, Aris dan Slamet Widodo, MT. 2013. *Analisis Variasi Kandungan Semen Terhadap Kuat Tekan Beton Ringan Struktural Agregat Pumice*. Tugas Akhir. Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta : Yogyakarta

Taufik, Rahmat. 2015. *Pengaruh Penggunaan Agregat Daur Ulang Beton Dalam Campuran K 175*. Tugas Akhir, Sekolah Tinggi Teknik Harapan : Medan

Yusup, Moh. 2017. *Analisis Kuat Tekan Beton Yang Menggunakan Styrofoam Dengan Variasi Curing*. Tugas Akhir. Fakultas Teknik Universitas Bosowa : Makassar



LAMPIRAN



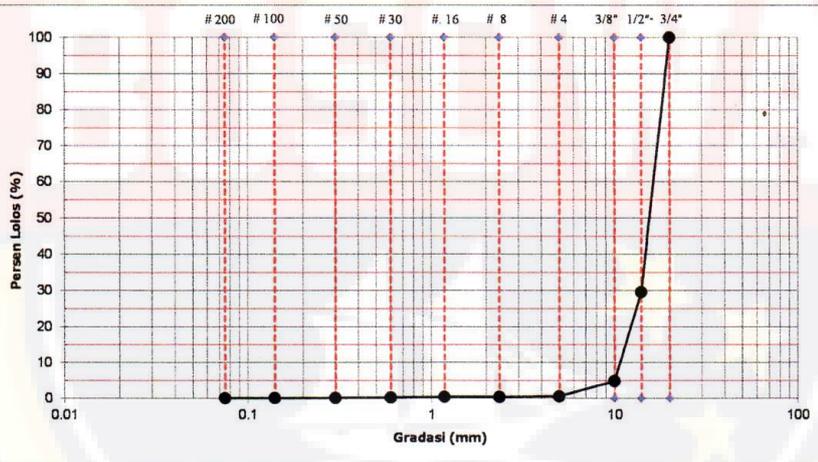
LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

.Jln. Urip Sumoharjo km.4 Telephone (0411) 452901 Fax : (0411) 424568

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR

Material : Batu Pecah Maksimum 20 mm	Nama : Azizah Sahidin
Tanggal : 1 September 2018	Pembimbing :
Sumber : Tombongi	1. Ir. H. Syahrul Sariman, MT
	2. Hijriah, ST, MT

Saringan No	Total : 2000.1			Total : 2000.1			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"	1621.00	81.05	18.95	1336.20	66.81	33.19	26.07
3/8"	1886.50	94.32	5.68	1805.40	90.27	9.73	7.71
No. 4	1975.70	98.78	1.22	1951.90	97.59	2.41	1.81
No. 8	1998.00	99.90	0.10	1992.30	99.61	0.39	0.25
No. 16	1998.30	99.91	0.09	1992.70	99.63	0.37	0.23
No. 30	1998.70	99.93	0.07	1993.20	99.66	0.34	0.21
No. 50	1999.20	99.96	0.04	1993.90	99.69	0.31	0.18
No. 100	1999.30	99.96	0.04	1994.20	99.71	0.29	0.17
No. 200	1999.90	99.99	0.01	1995.40	99.77	0.23	0.12
Pan	2000.00	100.00	0.00	1999.30	99.96	0.04	0.02



Makassar, Januari 2019

Diperiksa Oleh
Asisten Laboratorium Struktur dan Bahan

Diuji Oleh
Mahasiswa

Marlina
Marlina Alwi, ST

Azizah Sahidin
Azizah Sahidin



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

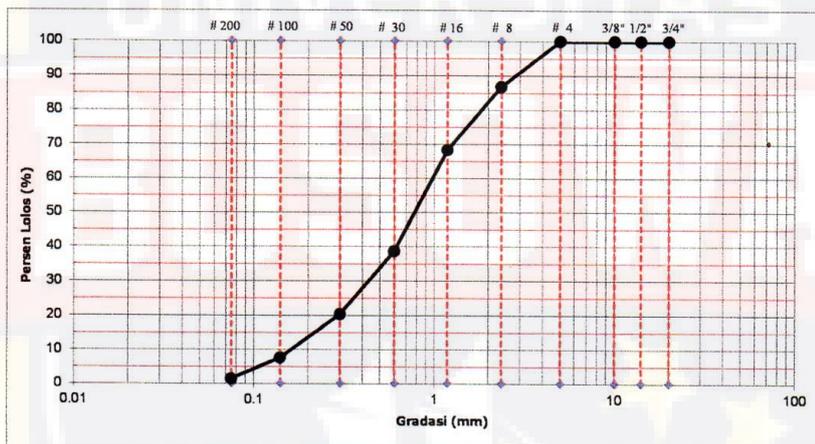
.Jln. Urip Sumoharjo km.4 Telephone (0411) 452901 Fax : (0411) 424568

ANALISA SARINGAN AGREGAT HALUS

Material : Pasir
Tanggal : 1 September 2018
Sumber : Tombongi

Nama : Azizah Sahidin
Pembimbing :
1. Ir. H. Syahrul Sariman, MT
2. Hijriah, ST, MT

Saringan No	Total : 1500			Total : 1500			Rata-rata
	Sampel	1		Sampel	2		%
	Kumulatif Tertahan	% Tertahan	% Lolos	Kumulatif Tertahan	% Tertahan	% Lolos	Lolos
3/4"	0	0	100	0	0	100	100
1/2"	0	0	100	0	0	100	100
3/8"	0	0	100	0	0	100	100
No. 4	0	0	100	0	0	100	100
No. 8	163.70	10.91	89.09	212.00	14.13	85.87	87.48
No. 16'	325.00	21.67	78.33	416.20	27.75	72.25	75.29
No. 30	617.70	41.18	58.82	723.20	48.21	51.79	55.30
No. 50	900.00	60.00	40.00	985.30	65.69	34.31	37.16
No. 100	1203.40	80.23	19.77	1249.10	83.27	16.73	18.25
No. 200	1478.30	98.55	1.45	1483.90	98.93	1.07	1.26
Pan	1498.40	99.89	0.11	1497.10	99.81	0.19	0.15



Makassar, Januari 2019

Diperiksa Oleh

Asisten Laboratorium Struktur dan Bahan

Marlina Alwi, ST

Diuji Oleh

Mahasiswa

Azizah Sahidin



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

.Jln. Urip Sumoharjo km.4 Telephone (0411) 452901 Fax : (0411) 424568

PEMERIKSAAN BERAT ISI AGREGAT KASAR
(SNI 1973 : 2008)

Materia : Batu Pecah Maksimum 20 mm
Tanggal : 2 September 2018
Sumber : Tombongi

Nama : Azizah Sahidin
Pembimbing :
1. Ir. H. Syahrul Sariman, MT
2. Hijriah, ST, MT

Lepas

Nomor Benda Uji	I	II
Berat Container (A) (gr)	9753	9753
Berat Container + Agregat (B) (gr)	16255	16251
Berat Agregat (C) = (B) - (A) (gr)	6502	6498
Volume Container (D) (cm ³)	3926.52	3926.52
Berat Isi Agregat = $\frac{(C)}{(D)}$ (gr/cm ³)	1.656	1.655
Berat Isi Rata-rata Agregat	1.655	

Padat

Nomor Benda Uji	I	II
Berat Container (A) (gr)	9753	9753
Berat Container + Agregat (B) (gr)	15744	15755
Berat Agregat (C) = (B) - (A) (gr)	5991	6002
Volume Container (D) (cm ³)	3926.52	3926.52
Berat Isi Agregat = $\frac{(C)}{(D)}$ (gr/cm ³)	1.526	1.529
Berat Isi Rata-rata Agregat	1.527	

Makassar, Januari 2019

Diperiksa Oleh

Asisten Laboratorium Struktur dan Bahan

Marlina Alwi, ST

Diuji Oleh

Mahasiswa

Azizah Sahidin



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

Jln. Urip Sumoharjo km.4 Telephone (0411) 452901 Fax : (0411) 424568

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

Material : Pasir
Tanggal : 2 September 2018
Sumber : Tombongi

Nama : Azizah Sahidin
Pembimbing :
1. Ir. H. Syahrul Sariman, MT
2. Hijriah, ST, MT

Lepas

Nomor Benda Uji		I	II
Berat Container (A)	(gr)	9753	9753
Berat Container + Agregat (B)	(gr)	15950	15450
Berat Agregat (C) = (B) - (A)	(gr)	6197	5697
Volume Container (D)	(cm ³)	3926.52	3926.52
Berat Isi Agregat = $\frac{(C)}{(D)}$	(gr/cm ³)	1.578	1.451
Berat Isi Rata-rata Agregat		1.515	

Padat

Nomor Benda Uji		I	II
Berat Container (A)	(gr)	9753	9753
Berat Container + Agregat (B)	(gr)	16846	16500
Berat Agregat (C) = (B) - (A)	(gr)	7093	6747
Volume Container (D)	(cm ³)	3926.52	3926.52
Berat Isi Agregat = $\frac{(C)}{(D)}$	(gr/cm ³)	1.806	1.718
Berat Isi Rata-rata Agregat		1.762	

Makassar, Januari 2019

Diperiksa Oleh

Diuji Oleh

Asisten Laboratorium Struktur dan Bahan

Mahasiswa

Marlina Alwi, ST

Azizah Sahidin



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

Jln. Urip Sumoharjo km.4 Telephone (0411) 452901 Fax : (0411) 424568

PEMERIKSAAN BERAT JENIS AGREGAT KASAR
(SNI 1969 : 2008)

Material : Batu Pecah Maksimum 20 mm
Tanggal : 4 September 2018
Sumber : Tombong

Nama : Azizah Sahidin
Pembimbing :
1. Ir. H. Syahrul Sariman, MT
2. Hijriah, ST, MT

		A	B	Rata-Rata
Berat Benda Uji Kering Oven	B_k	1962.80	1971.90	1967.35
Berat Benda Uji Kering - Permukaan Jenuh	B_j	2000.10	2000.20	2000.15
Berat Benda Uji dalam Air	B_a	1226.30	1228.80	1227.55

		A	B	Rata-Rata
Berat Jenis (Bulk)	$\frac{B_k}{B_j - B_a}$	2.54	2.56	2.55
Berat Jenis Kering - Permukaan Jenuh	$\frac{B_j}{B_j - B_a}$	2.58	2.59	2.59
Berat Jenis Semu (Apparent)	$\frac{B_k}{B_k - B_a}$	2.67	2.65	2.66
Penyerapan (Absorption)	$\frac{B_j - B_k}{B_k} \times 100\%$	1.90	1.44	1.67

Makassar, Januari 2019

Diperiksa Oleh
Asisten Laboratorium Struktur dan Bahan

Marlina Alwi, ST

Diuji Oleh
Mahasiswa

Azizah Sahidin



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

Jln. Urip Sumoharjo km.4 Telephone (0411) 452901 Fax : (0411) 424568

PEMERIKSAAN BERAT JENIS AGREGAT HALUS
(SNI 1970 : 2008)

Material : Pasir
Tanggal : 4 September 2018
Sumber : Tombongi

Nama : Azizah Sahidin
Pembimbing :
1. Ir. H. Syahrul Sariman, MT
2. Hijriah, ST, MT

	A	B	Rata - rata
Berat benda uji kering - permukaan jenuh	500.00	500.00	500.00
Berat benda uji kering oven B_k	496.10	496.30	496.20
Berat Piknometer diisi air (25°C) B	666.40	657.40	661.90
Berat piknometer + benda uji (SSD) B_t	976.90	967.80	972.35

	A	B	Rata - rata
Berat jenis (Bulk) $\frac{B_k}{(B + 500 - B_t)}$	2.62	2.62	2.62
Berat jenis kering - permukaan jenuh $\frac{500}{(B + 500 - B_t)}$	2.64	2.64	2.64
Berat jenis semu (Apparent) $\frac{B_k}{(B + B_k - B_t)}$	2.67	2.67	2.67
Penyerapan (Absorption) $\frac{(500 - B_k)}{B_k} \times 100\%$	0.79	0.75	0.77

Makassar, Januari 2019

Diperiksa Oleh

Asisten Laboratorium Struktur dan Bahan

Marlina Alwi, ST

Diuji Oleh

Mahasiswa

Azizah Sahidin



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

Jln. Urip Sumoharjo km.4 Telephone (0411) 452901 Fax : (0411) 424568

PEMERIKSAAN LOLOS SARINGAN NO.200 AGREGAT KASAR

Material : Batu Pecah Maksimum 20 mm
Tanggal : 5 September 2018
Sumber : Tombongi

Nama : Azizah Sahidin
Pembimbing :
1. Ir. H. Syahrul Sariman, MT
2. Hijriah, ST, MT

			I	II
Berat benda uji sebelum dicuci	gram	A	1500.1	1500
Berat benda uji setelah dicuci	gram	B	1489.5	1486.9
Berat Lumpur	gram	$C = (A - B)$	10.6	13.1
Kadar Lumpur	%	$(C/A) * 100$	0.71	0.87
Kadar Lumpur Rata-rata	%		0.79	

Makassar, Januari 2019

Diperiksa Oleh

Diuji Oleh

Asisten Laboratorium Struktur dan Bahan

Mahasiswa

Marlina Alwi, ST

Azizah Sahidin



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

Jln. Urip Sumoharjo km.4 Telephone (0411) 452901 Fax : (0411) 424568

PEMERIKSAAN LOLOS SARINGAN NO.200 AGREGAT HALUS

Material : Pasir
Tanggal : 5 September 2018
Sumber : Tombongi

Nama : Azizah Sahidin
Pembimbing :
1. Ir. H. Syahrul Sariman, MT
2. Hijriah, ST, MT

			I	II
Berat benda uji sebelum dicuci	gram	A	1000.1	1000.1
Berat benda uji setelah dicuci	gram	B	967.2	969.9
Berat Lumpur	gram	C (A - B)	32.9	30.2
Kadar Lumpur	%	$(C/A)*100$	3.29	3.02
Kadar Lumpur Rata- rata	%		3.15	

Makassar, Januari 2019

Diperiksa Oleh

Diuji Oleh

Asisten Laboratorium Struktur dan Bahan

Mahasiswa

Marlina Alwi, ST

Azizah Sahidin



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

Jln. Urip Sumoharjo km.4 Telephone (0411) 452901 Fax : (0411) 424568

PEMERIKSAAN KADAR AIR AGREGAT KASAR
(SNI 1965 : 2008)

Material : Batu Pecah Maksimum 20 mm

Nama : Azizah Sahidin

Tanggal : 5 September 2018

Pembimbing :

Sumber : Tombongi

1. Ir. H. Syahrul Sariman, MT

2. Hijriah, ST, MT

			I	II
Berat benda uji	gram	A	1000	1000
Berat benda uji kering oven	gram	B	994.2	994.6
Berat Air	gram	$C = (A - B)$	5.8	5.4
Kadar Air	%	$(C/B) \cdot 100$	0.58	0.54
Kadar Air Rata-rata	%		0.56	

Makassar, Januari 2019

Diperiksa Oleh

Diuji Oleh

Asisten Laboratorium Struktur dan Bahan

Mahasiswa

Marlina Alwi, ST

Azizah Sahidin



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

Jln. Urip Sumoharjo km.4 Telephone (0411) 452901 Fax : (0411) 424568

PEMERIKSAAN KADAR AIR AGREGAT HALUS
(SNI 1965 : 2008)

Material : Pasir Nama : Azizah Sahidin
Tanggal : 5 September 2018 Pembimbing :
Sumber : Tombongi 1. Ir. H. Syahrul Sariman, MT
2. Hijriah, ST, MT

			I	II
Berat benda uji	gram	A	1000	1000
Berat benda uji kering oven	gram	B	956.6	958.2
Berat Air	gram	$C = (A - B)$	43.4	41.8
Kadar Air	%	$(C/B) \cdot 100$	4.54	4.36
Kadar Air Rata- rata		%	4.45	

Makassar, Januari 2019

Diperiksa Oleh

Asisten Laboratorium Struktur dan Bahan

Marlina Alwi, ST

Diuji Oleh

Mahasiswa

Azizah Sahidin



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

.Jln. Urip Sumoharjo km.4 Telephone (0411) 452901 Fax : (0411) 424568

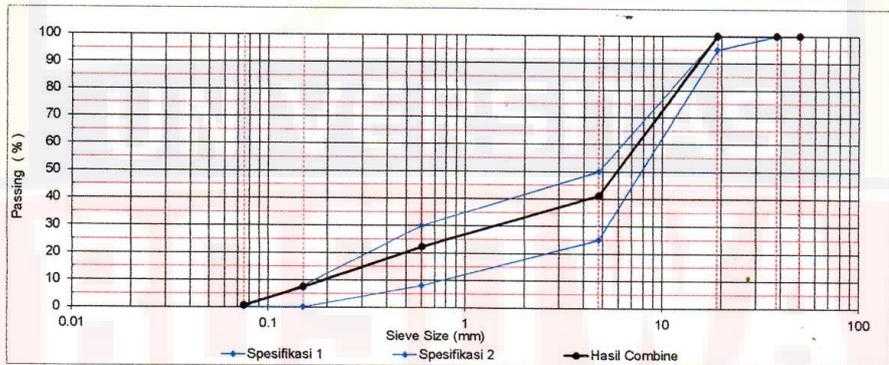
COMBINED AGGREGATE GRADING

Material : Batu Pecah Maksimum 20 mm & Pasir
 Tanggal : 8 September 2018
 Sumber : Timbangan

Nar : Azizah Sahidin
 Pembimbing :
 1. Ir. H. Syahrul Sariman, MT
 2. Hijriah, ST, MT

ASTM SIEVE SIZE	AGGREGATE GRADING (AVERAGE)				COMBINED AGGREGATE GRADING BETON (Maksimum Nominal 20 mm)									SPEC BINA MARGA 2010 REVISI 3	
	a	b	c	d	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX		
3/4	100	100			100										95-100
1/2	23	100			54										-
3/8	7.7	100			45										-
No. 4	1.81	100			41										35-55
No.8	0.25	87.48			35										-
No.16	0.23	75.29			30										-
No. 30	0.21	55.30			22										10-35
NO.50	0.18	37.16			15										-
No. 100	0.17	18.25			7.4										4-9
No. 200	0.12	1.26			0.6										-

AGGREGATE	a. BP maks 20 mm	60													
BLENDING RATIO	b. Pasir	40													



Makassar, Januari 2019

Diperiksa Oleh
 Asisten Laboratorium Struktur dan Bahan

Marlina
 Marlina Alwi, ST

Diuji Oleh
 Mahasiswa

Azizah Sahidin
 Azizah Sahidin



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

Jln. Urip Sumoharjo km.4 Telephone (0411) 452901 Fax : (0411) 424568

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

Tanggal Tes : 29 - 30 Oktober 2018

Nama : Azizah Sahidin
Pembimbing :
1. Ir. H. Syahrul Sariman, MT
2. Hijriah, ST, MT

No Benda Uji	Tanggal Pembuatan	Perbandingan Campuran	Slump (cm)	Berat (kg)	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	volume Penampang (cm ³)	Umur (hari)	Beban Maksimum (KN)	Kekuatan Tekan (N/mm ²)	Target benda uji Silinder (28 hari)
I	1 Oktober 2018	1:1.93:2.75	8	12.332	15	30	176.786	28	390	22.1	20
II	1 Oktober 2018	1:1.93:2.75	8	12.343	15	30	176.786	28	400	22.6	20
III	1 Oktober 2018	1:1.93:2.75	8	12.575	15	30	176.786	28	410	23.2	20
IV	1 Oktober 2018	1:1.93:2.75	8	12.400	15	30	176.786	28	400	22.6	20
V	1 Oktober 2018	1:1.93:2.75	10	12.460	15	30	176.786	28	400	22.6	20
VI	1 Oktober 2018	1:1.93:2.75	10	12.450	15	30	176.786	28	405	22.9	20
VII	1 Oktober 2018	1:1.93:2.75	10	12.340	15	30	176.786	28	410	23.2	20
VIII	1 Oktober 2018	1:1.93:2.75	10	12.370	15	30	176.786	28	365	20.6	20
IX	1 Oktober 2018	1:1.93:2.75	10	12.420	15	30	176.786	28	410	23.2	20
X	1 Oktober 2018	1:1.93:2.75	11	12.370	15	30	176.786	28	360	20.4	20
XI	2 Oktober 2018	1:1.93:2.75	11	12.250	15	30	176.786	28	405	22.9	20
XII	2 Oktober 2018	1:1.93:2.75	11	12.415	15	30	176.786	28	400	22.6	20
XIII	2 Oktober 2018	1:1.93:2.75	11	12.370	15	30	176.786	28	350	19.8	20
XIV	2 Oktober 2018	1:1.93:2.75	9	12.470	15	30	176.786	28	410	23.2	20
XV	2 Oktober 2018	1:1.93:2.75	9	12.320	15	30	176.786	28	370	20.9	20
XVI	2 Oktober 2018	1:1.93:2.75	9	12.320	15	30	176.786	28	405	22.9	20
								Jumlah	6290	355.8	
								Rata - Rata	393	22.2	

Standar Deviasi

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

$S = 1.135$

Kekuatan Tekan Rata Rata

f_c	=	f_{cr}	-	1.34	S		Pers I
f_c	=	f_{cr}	-	2.33	S	+	3.5 Pers II

Persamaan I

f_c	=	f_{cr}	-	1.3	x	S	
	=	22.2	-	1.34	x	1.135	
	=	22.2	-	1.521			
	=	20.7		Mpa			

Persamaan II

f_c	=	f_{cr}	-	2.3	x	S	+	3.5
	=	22.2	-	2.3	x	1.135	+	3.5
	=	23.092		Mpa				

Keterangan

- Gunakan nilai terbesar

Faktor Modifikasi untuk 16 Sampel = 1.14

f_c	=	23.092
f_c	=	20.256

/ 1.14
Mpa $\geq f_c$ Rencana = 20 Mpa





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

Material : Rancangan Campuran Beton (Mix Design)

Tanggal :

Data :

Slump	=	10±2	cm
Kuat tekan yang disyaratkan (Silinder)	=	20.0	Mpa
Deviasi Standar (Sr)	=	-	kg/cm ²
Nilai Tambah (Margin)	=	7	kg/cm ²
Kekuatan rata-rata yang ditargetkan	=	27	kg/cm ²
Faktor Air Semen Bebas (Fas)	=	0.54	(Grafik)
Faktor Air Semen Maksimum	=	0.55	(Tabel)
Kadar Air Bebas	=	205	kg/m ³
Kadar Semen Maksimum	=	379.63	kg/m ³
Kadar Semen Minimum	=	325	(Tabel)
Berat Isi Beton	=	2350	(Grafik)
Berat Agregat Gabungan	=	1765.37	kg/m ³
Berat Agregat Halus	=	706.15	kg/m ³
Berat Agregat Kasar	=	1059.22	kg/m ³
Berat Jenis Gabungan	=	2.59	kg/m ³

a. Menentukan deviasi standar

Berdasarkan nilai kuat tekan yang disyaratkan yaitu 228.3 kg/cm² (silinder), maka :

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

b. Menghitung nilai tambah (margin)

Tabel 5.3.22 SNI 2847- 2013

$$M = 70 \quad \text{Karena di bawah 25 Mpa}$$

c. Menghitung kuat tekan rata-rata

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

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

d. Penetapan Faktor Air Semen

Besar faktor air semen (fas) diambil dari grafik

$$\text{- berdasarkan kuat tekan rata-rata (} f'_{c_r} \text{)} = 0.540 \quad \text{(berdasarkan grafik korelasi fas dan } f'_{c_r} \text{)}$$



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

.Jln. Urip Sumoharjo km.4 Telephone (0411) 452901 Fax : (0411) 424568

e. Penetapan kadar air bebas

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

$$\begin{aligned} \text{Kadar air bebas alami (Wf)} &= 195 \text{ kg/m}^3 \text{ beton} \\ \text{Kadar air bebas bt. pecah (Wc)} &= 225 \text{ kg/m}^3 \text{ beton} \\ \text{Kadar air bebas} &= (2/3 \times Wf) + (1/3 \times Wc) \\ &= (2/3 \times 195) + (1/3 \times 225) \\ &= 205 \text{ kg/m}^3 \text{ beton} \end{aligned}$$

f. Penetapan kadar semen

$$\begin{aligned} \text{Kadar semen Maks} &= \frac{\text{Kadar air bebas (Wf)}}{\text{Faktor air semen (fas)}} = \frac{205}{0,540} = 379,63 \text{ kg/m}^3 \\ \text{Kadar semen minimum} &= 325 \text{ kg/m}^3 \text{ beton} \quad (\text{diperoleh dari tabel} \Rightarrow \text{Tidak Terlindung dari Hujan dan terik matahari langsung}) \end{aligned}$$

Diambil yang terbesar dari kedua kadar semen tersebut, sehingga :

$$\begin{aligned} \text{fas} &= \frac{205,00}{325} = 0,63 < \text{dari fas maksimum} = 0,52 \\ &= 395,43 \text{ kg/m}^3 \text{ beton} \end{aligned}$$

h. Berat volume beton segar

Berdasarkan nilai bj. Gabungan 2,6 dan kadar air bebas 205 kg/m³ (grafik), maka diperoleh :

$$\text{Berat volume beton segar} = 2350 \text{ kg/m}^3$$

i. Berat total agregat (pasir+kerikil)

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

$$\begin{aligned} \text{Berat total agregat} &= 2350 - 205 - 379,63 = 1765,37 \text{ kg/m}^3 \text{ beton} \\ \text{Berat pasir} &= 40\% \times 1765,37 = 706,15 \text{ kg/m}^3 \text{ beton} \\ \text{Berat kerikil 1-2} &= 60\% \times 1765,37 = 1059,22 \text{ kg/m}^3 \text{ beton} \\ \text{Jumlah} &= 1765,37 \text{ kg/m}^3 \text{ beton} \end{aligned}$$

k. Hasil mix design SSD karakteristik agregat

Sebelum Koreksi		Sesudah Koreksi (Untuk semen, tidak dikoreksi)	
Air (Wa)	= 205,00 kg/m ³	Air (Wa)	= 190,72 kg/m ³
Semen (Ws)	= 379,63 kg/m ³	Semen (Ws)	= 379,63 kg/m ³
Pasir (B _{SSDp})	= 706,15 kg/m ³	Pasir (B _{SSDp})	= 732,16 kg/m ³
Kerikil 1-2 (B _{SSDk})	= 1059,22 kg/m ³	Kerikil 1-2(B _{SSDk})	= 1041,56 kg/m ³
Jumlah	= 2350,00 kg/m ³	Jumlah	= 2344,07 kg/m ³

l. Koreksi campuran beton untuk pelaksanaan

$$\begin{aligned} \text{Koreksi Air} &= \text{Jumlah Air} - (\text{Kadar Air Pasir} - \text{Absorpsi Pasir}) \times \frac{(\text{Jumlah Pasir})}{100} \\ &\quad - (\text{Kadar Air Kerikil 1-2} - \text{Absorpsi Kerikil 1-2}) \times \frac{(\text{Jumlah Kerikil 1-2})}{100} \\ &= 205 - (4,45 - 0,77) \times \frac{706,15}{100} \\ &\quad - (0,56 - 1,67) \times \frac{1059,22}{100} \\ &= 205 - 26,02 - -11,73 \\ &= 190,72 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Koreksi Pasir} &= \text{Jumlah Pasir} + (\text{Kadar Air Pasir} - \text{Absorpsi Pasir}) \times \frac{(\text{Jumlah Pasir})}{100} \\ &= 706,15 + (4,45 - 0,77) \times \frac{706,15}{100} \\ &= 732,164 \end{aligned}$$



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

Jln. Urip Sumoharjo km.4 Telephone (0411) 452901 Fax : (0411) 424568

$$\begin{aligned} \text{Koreksi Kerikil BP} &= \text{Jumlah Kerikil} + (\text{Kadar Air Kerikil 1-2} - \text{Absorpsi Kerikil 1-2}) \times \left(\frac{h}{1-2} \right) / 100 \\ &= 1059.22 + (0.56 - 1.67) \times (1059.22 / 100) \\ &= 1047.49 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

Perencanaan mix design adalah sebagai berikut :

BAHAN BETON	BERAT/M ³ BETON (kg)	VOLUME BENDA UJI	BERAT UTK 5 SAMPEL (kg)
Air	192.06	0.0318	6.11
Semen	379.63	0.0318	12.07
Pasir	730.82	0.0318	23.23
Kerikil 1-2	1047.49	0.0318	33.30

Perhitungan Volume Benda Uji

Silinder 15 cm x 30 cm

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

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

$$V = 0.00530 \text{ m}^3 \text{ (Untuk 1 Benda Uji)}$$

$$V = 0.00530 \times 5 \times 1.2$$

$$V = 0.03179 \text{ m}^3 \text{ (Untuk 6 Benda Uji)}$$

Dimana 1,2 adalah Faktor Koreksi

V̄ = Volume Benda Uji

Perencanaan mix design adalah sebagai berikut :

BAHAN BETON	BERAT/M ³ BETON (kg)	VOLUME BENDA UJI	BERAT UTK 3 SAMPEL (kg)
Air	192.06	0.0191	3.66
Semen	379.63	0.0191	7.24
Pasir	730.82	0.0191	13.94
Kerikil 1-2	1047.49	0.0191	19.98

Perhitungan Volume Benda Uji

Silinder 15 cm x 30 cm

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

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

$$V = 0.00530 \text{ m}^3 \text{ (Untuk 1 Benda Uji)}$$

$$V = 0.00530 \times 3 \times 1.2$$

$$V = 0.01908 \text{ m}^3 \text{ (Untuk 3 Benda Uji)}$$

Dimana 1,2 adalah Faktor Koreksi

V = Volume Benda Uji

Perencanaan komposisi beton uji adalah sebagai berikut :

Simbol	Semen	Batu pecah	Limbah beton	Pasir	Air	Curing	Jumlah
BN3	7.24	19.98	-	13.94	3.66	Tidak Rendam	3
	8.20	19.98	-	13.94	0.00	Rendam	3
BD3	7.24	14.99	5.00	13.94	3.66	Rendam	3
	7.24	14.99	5.00	13.94	3.66	Tidak Rendam	3
BD4	8.20	14.99	5.00	13.94	0.00	Rendam	3
	8.20	14.99	5.00	13.94	0.00	Tidak Rendam	3

Makassar, Januari 2019

Diperiksa Oleh

Asisten Laboratorium Struktur dan Bahan

Marlina

Marlina Alwi, ST

Diuji Oleh

Mahasiswa

Azizah

Azizah Sahidin



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

.Uln. Urip Sumoharjo km.4 Telephone (0411) 452901 Fax : (0411) 424568

Tabel Rekapitulasi Hasil Pengujian Karakteristik Agregat Halus

No	Karakteristik Agregat	Interval	Hasil Pengamatan (%)	Keterangan
1	Kadar Lumpur	Maks 5 %	3.15	Memenuhi
2	Kadar Air	3% - 5%	4.45	Memenuhi
3	Berat Isi	1,6 - 1,9 gr/cm3		
	- Lepas		1.51	Memenuhi
	- Padat		1.76	Memenuhi
4	Absorpsi	Maks 2%	0.77	Memenuhi
5	Berat Jenis Spesifik			
	- Bj. Curah	1.6% - 3.3%	2.62	Memenuhi
	- Bj. SSD	1.6% - 3.3%	2.64	Memenuhi
	- Bj. Semu	1.6% - 3.3%	2.67	Memenuhi

Tabel Rekapitulasi Hasil Pengujian Karakteristik Agregat Kasar

No	Karakteristik Agregat	Interval	Hasil Pengamatan (%)	Keterangan
1	Kadar Lumpur	Maks 1 %	0.79	Memenuhi
2	Kadar Air	0.5 % - 2 %	0.56	Memenuhi
3	Berat Isi	1.4 - 1.9 gr/cm3		
	- Lepas		1.66	Memenuhi
	- Padat		1.53	Memenuhi
4	Absorpsi	Maks 4%	1.67	Memenuhi
5	Berat Jenis Spesifik			
	- Bj. Curah	1.6% - 3.3%	2.55	Memenuhi
	- Bj. SSD	1.6% - 3.3%	2.59	Memenuhi
	- Bj. Semu	1.6% - 3.3%	2.66	Memenuhi

Makassar, Januari 2019.

Mengetahui

Diperiksa Oleh

Kepala Laboratorium Struktur dan Bahan

Asisten Laboratorium Struktur dan Bahan



Ir. Eka Yuniarto, MT

Marina Alwi, ST



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

.Jln. Urip Sumoharjo km.4 Telephone (0411) 452901 Fax : (0411) 424568

Tabel Rekapitulasi Hasil Nilai Kuat Tekan Rata-Rata Beton Variasi

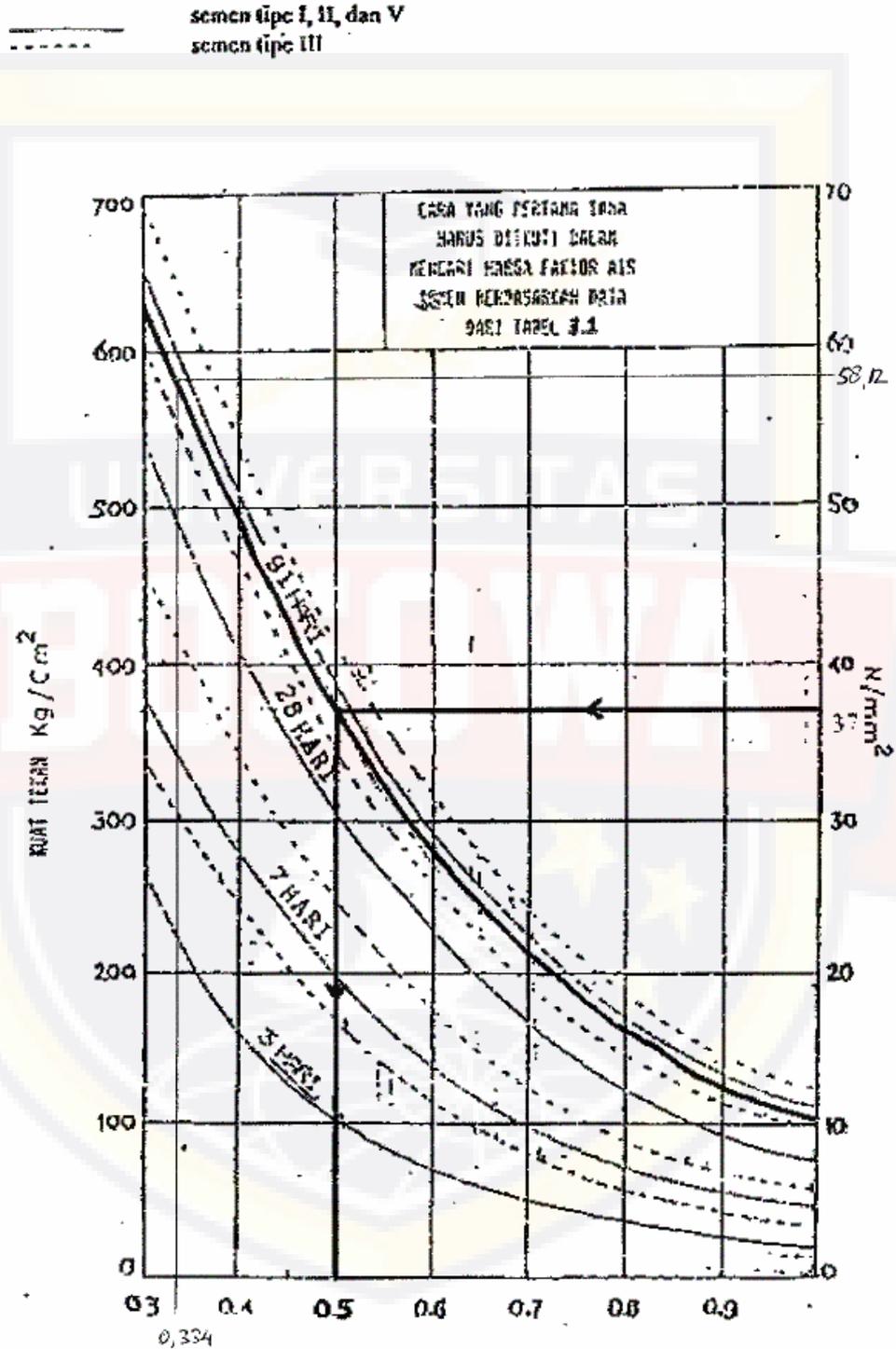
Simbol	Curing	Berat	Kadar Semen (kg/m ³)	Limbah Beton %	Luas Penampang (cm ²)	Beban Maksimum (KN)	Kekuatan Tekan Mpa
BN3T	Tidak Rendam	11830	379.63	-	176.6	215	12
		11836			176.6	265	15
		11968			176.6	225	13
	Rata-rata						14
BN4T	Tidak Rendam	11999	429.63	-	176.6	405	23
		11845			176.6	455	26
		12010			176.6	420	24
	Rata-rata						25
BD3T	Tidak Rendam	11835	379.63	25	176.6	310	18
		11690			176.6	340	20
		11720			176.6	330	19
	Rata-rata						19
BD4T	Tidak Rendam	12085	429.63	25	176.6	385	22
		11905			176.6	360	21
		11975			176.6	355	21
	Rata-rata						21
BN4R	Rendam	12275	429.63	-	176.6	445	26
		12290			176.6	480	28
		12255			176.6	510	29
	Rata-rata						28
BD3R	Rendam	12045	379.63	25	176.6	385	22
		12215			176.6	400	23
		12180			176.6	385	22
	Rata-rata						23
BD4R	Rendam	12340	429.63	25	176.6	515	30
		12400			176.6	515	30
		12300			176.6	510	29
	Rata-rata						30



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

Jln. Urip Sumoharjo km.4 Telephone (0411) 452901 Fax : (0411) 424568

GRAFIK HUBUNGAN FAS DENGAN KUAT TEKAN RATA RATA

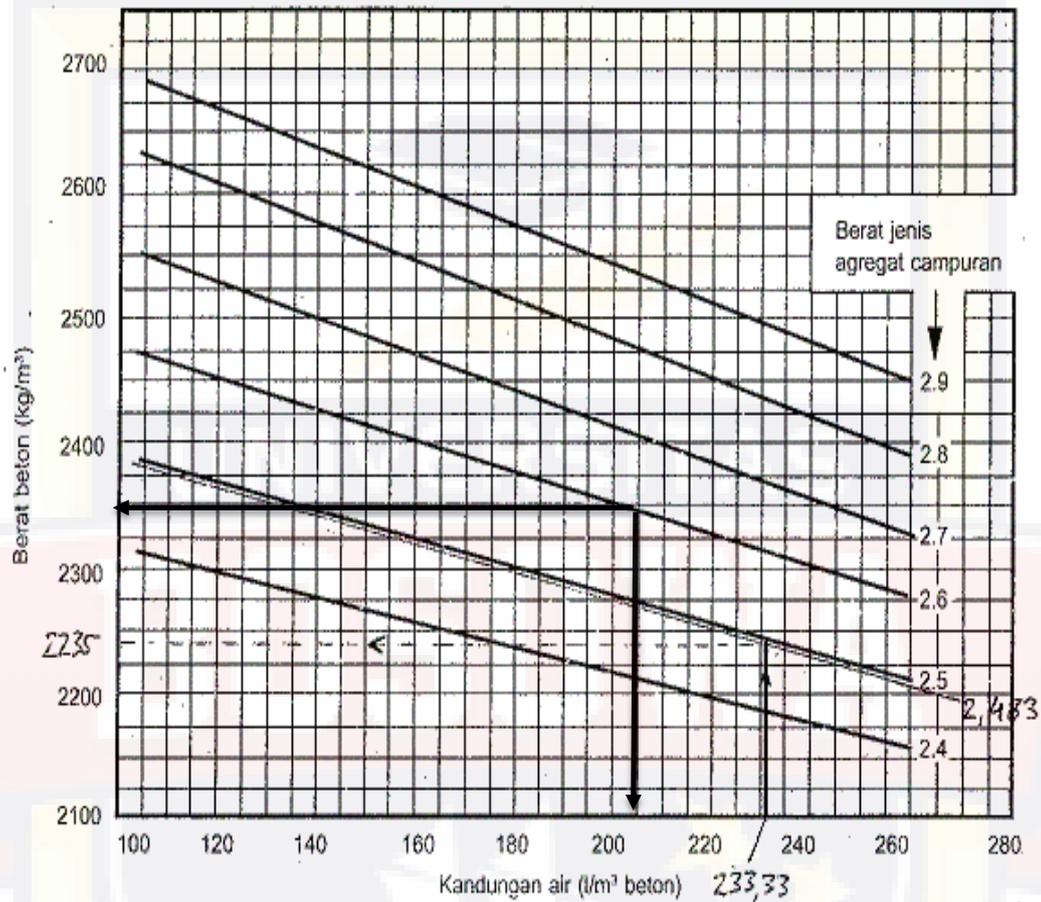




LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

Jln. Urip Sumoharjo km.4 Telephone (0411) 452901 Fax : (0411) 424568

GRAFIK HUBUNGAN KADAR AIR DENGAN BERAT JENIS AGREGAT
CAMPURAN





LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

.Jln. Urip Sumoharjo km.4 Telephone (0411) 452901 Fax : (0411) 424568

Tabel C.3 Perkiraan Kadar Air Bebas (kg/m^3) yang Dibutuhkan Untuk Beberapa Tingkat Kemudahan Pengerjaan Adukan Beton [7]

Ukuran Besar Butir Agregat Maksimum	Jenis Agregat	Slump (mm)			
		0-10	10-30	30-60	60-100
10	Batu tidak dipecahkan	150	180	205	225
	Batu pecah	180	205	230	250
20	Batu tidak dipecahkan	135	160	180	195
	Batu pecah	170	190	210	225
30	Batu tidak dipecahkan	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205

Tabel C.2 Persyaratan Jumlah Semen Minimum dan Faktor Air Semen Maksimum untuk Berbagai Macam Pembetonan dalam Lingkungan Khusus [7]

	Jumlah Semen Minimum per m^3 beton (kg)	Nilai Faktor Air Semen Maksimum
Beton di dalam ruang bangunan :		
a. Keadaan keliling non-korosif	275	0,6
b. Keadaan keliling korosif disebabkan kondensasi atau uap korosif	325	0,52
Beton di luar bangunan :		
a. Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	325	0,6
b. Terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	275	0,6
Beton yang masuk ke dalam tanah :		
a. Mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	325	0,55
b. Mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah		lihat tabel 4 pada SK SNI T-15-1990-03
Beton yang kontinue berhubungan:		
a. Air tawar		lihat tabel 5 pada SK SNI T-15-1990-03
b. Air laut		lihat tabel 5 pada SK SNI T-15-1990-03



DOKUMENTASI



MATERIAL LIMBAH BETON



KEGIATAN SEBELUM PENGUJIAN ANALISA SARINGAN



PENGUJIAN ANALISA SARINGAN



PENGUJIAN BERAT pJENIS AGREGAT HALUS



PENGUJIAN BERAT JENIS AGREGAT KASAR



PENGUJIAN SSD AGREGAT KASAR



PENGUJIAN BERAT ISI AGREGAT HALUS



PENGUJIAN BERAT ISI AGREGAT KASAR



PENGUJIAN LOLOS SARINGAN NO 200



PROSES PENIMBANGAN SETELAH MIX DESIGN



PROSES PENIMBANGAN LIMBAH BETON



PROSES MIX MATERIAL



PROSES PENGECEKAN BETON SEGAR



PROSES PENGUJIAN SLUMP TEST



HASIL SLUMP TEST



CONTOH SAMPEL BETON NORMAL SEBELUM PERENDAMAN



MASA PERENDAMAN



CONTOH SAMPEL BETON VARIASI TANPA PERENDAMAN



PROSES PENGEPINGAN BETON



PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON



HASIL SALAH SATU KUAT TEKAN BETON



CONTOH KERETAKAN SETELAH PENGUJIAN KUAT TEKAN

DOJOWA

