

**ANALISIS KUAT TEKAN BETON DENGAN SERAT LIMBAH  
KALENG SEBAGAI BAHAN TAMBAH MELALUI METODE  
*WET CURING***

**SKRIPSI PENELITIAN**

Oleh :

**MUHAMMAD IRSYAD**

**D51115015**



**DEPARTEMEN ARSITEKTUR  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
GOWA  
2020**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**ANALISIS KUAT TEKAN BETON DENGAN SERAT LIMBAH  
KALENG SEBAGAI BAHAN TAMBAH MELALUI METODE WET  
CURING**

Diajukan untuk memenuhi syarat kurikulum tingkat sarjana  
pada Program Studi S1 Arsitektur Departemen Arsitektur  
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Penyusun

**Muhammad Irsyad**  
D511 15 015

Gowa, 03 Januari 2020

Menyetujui

Pembimbing I

**Prof. Dr. Ir. Victor Sampebulu', M.Eng**  
NIP. 19520529 198011 1 001

Pembimbing II

**Imriyanti, ST., MT**  
NIP. 19730208 200604 2 001

Mengetahui

Ketua Program Studi Arsitektur

**Dr. Eng. Ir. Rosady Mulyadi, ST., MT.**  
NIP. 197008101998021001



## ABSTRAK

### **Analisis Kuat Tekan Beton dengan Serat Limbah Kaleng sebagai Bahan Tambah melalui Metode *Wet Curing***

Muhammad Irsyad <sup>1</sup>, Victor Sampebulu <sup>2</sup>, Imriyanti <sup>3</sup>

<sup>1:2:3</sup> Labo. Bahan, Struktur, dan Konstruksi Bangunan, Departemen Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin.

---

Limbah padat memiliki potensi untuk dapat diolah kembali sehingga memiliki nilai ekonomis. Kaleng minuman merupakan salah satu limbah padat yang mudah ditemukan dan dapat didaur ulang kapan saja. Kaleng ini didaur ulang dengan cara menjadikannya seperti serat-serat dan dicampurkan ke dalam adonan beton. Tujuan dari penelitian ini yaitu mengungkapkan pengaruh penambahan serat kaleng 0%, 2.5%, 5% dan 7.5% terhadap kuat tekan beton pada umur 7, 14, 21 dan 28 hari dalam silinder 10 cm x 20 cm dengan perencanaan campuran beton mengacu pada DOE, metode eksperimen dengan mutu beton 25 Mpa. Hasil penelitian mengungkapkan bahwa terjadi peningkatan kuat tekan beton berdasarkan variasi umur 7, 14, 21, dan 28 hari. Namun belum bisa mencapai kuat tekan beton normal berdasarkan variasi penambahan serat sebesar 2,5%, 5%, dan 7.5%. Adapun kuat tekan beton pada perawatan basah umur 28 hari yaitu 0% (23.26 MPa), 2.5% (19.60 Mpa), 5% (16.19 MPa), dan 7.5% (11.72 Mpa).



## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulisan skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.

Adapun judul penelitian ini adalah :

**“ANALISIS KUAT TEKAN BETON DENGAN SERAT LIMBAH KALENG SEBAGAI BAHAN TAMBAH MELALUI METODE *WET CURING*”**

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna yang disebabkan keterbatasan pengetahuan dan kurangnya pemahaman penulis dalam hal ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari para pembaca demi perbaikan menjadi lebih baik

Terwujudnya skripsi penelitian ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak yang telah mendorong dan membimbing penulis, baik tenaga, ide-ide, maupun pemikiran. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Eng. Rosady Mulyadi, ST., MT selaku ketua Departemen Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Victor Sampebulu, M.Eng, selaku pembimbing 1 dan Ibu Imriyanti, ST., MT, selaku pembimbing 2 yang telah meluangkan banyak waktunya untuk membimbing dan membantu penulis hingga saat ini.
3. Bapak Dr. Eng. Nasruddin Junus, ST., MT, dan Ibu Rahmi Amin Ishak, ST., MT., selaku dosen penguji.
4. Ibu Pratiwi Muhsar, ST.MT, Bapak Dr. Ir. Hartawan, MT, Bapak Ir. H. Dahri Kuddu, MT selaku dosen di Lab. Material, Struktur, dan Konstruksi Bangunan yang telah memberikan bimbingan, saran, ide dan kesempatan untuk membuat skripsi dan mempresentasikan hasil skripsi ini.
5. Ibu Dr. Nurul Nadjmi, ST., MT. selaku pembimbing akademik selama masa studi di Departemen Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
6. Seluruh Dosen, Staf, dan Karyawan Departemen Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

7. Kedua orang tua yang telah memberi doa dan restu serta dukungan selama ini.
8. Mulyadi, Nur indah sari alim, Islamiyah Tamrin, Nurul hasanah, Dinul Citra Hardiyanti, Mudrikah, Mutmainnah Ahmad sebagai rekan penelitian yang telah membantu dan memberi kontribusi baik langsung maupun tidak langsung selama penyusunan skripsi ini dan selama pengujian.
9. Teman-teman Kuliah Kerja Lapangan (KKL) Singapura – Malaysia yang telah banyak memberikan saran-saran dalam penulisan skripsi ini.
10. Teman-teman Kuliah Kerja Nyata (KKN) Unhas gel. 99 Desa Limapoccoe kec, Cenrana kab. Maros yang telah banyak membantu dalam penelitian penulis.
11. Teman-teman Kerja Praktik Profesi (KPP) Proyek Pembangunan Wisma Jabal Uhud Asrama Haji Makassar yang telah banyak meluangkan waktunya untuk membantu penulis.
12. Teman-teman Mahasiswa Arsitektur angkatan 2015 yang telah memberi dukungan moril bagi penulis.
13. Serta semua pihak yang telah membantu penulis baik dalam bentuk materiil maupun inmateriil.

Semoga segala bantuan yang tidak ternilai harganya ini mendapat imbalan di sisi Allah SWT sebagai amal ibadah, Amin.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak sangat penulis harapkan demi perbaikan-perbaikan ke depan. Amin

Gowa, 31 Desember 2019

Penulis,

Muhammad Irsyad

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
ABSTRAK.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
BAB 1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Penelitian.....	3
1.6 Keaslian Penelitian.....	4
1.7 Sistematika penulisan.....	5
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Beton.....	7
1. Beton berdasarkan Kelas dan Mutu.....	7
2. Beton Berdasarkan Jenis.....	8
3. Kelebihan dan Kekurangan Beton.....	9
2.2 Beton Serat.....	10
2.3 Material Penyusun Beton.....	12
2.3.1 Semen Portland.....	12
2.3.2 Agregat.....	14
2.3.3 Air.....	17

2.3.4	Serat Limbah Kaleng.....	19
2.4	Kuat Tekan Beton.....	22
2.5	Metode <i>Wet Curing</i> .....	25
2.6	Hasil Penelitian Terkait .....	26
BAB 3. METODE PENELITIAN.....		31
3.1	Jenis Penelitian .....	31
3.2	Lokasi dan Waktu Penelitian.....	31
3.3	Variabel Penelitian .....	31
1.	Variabel bebas .....	31
2.	Variabel terikat .....	31
3.	Variabel Kontrol.....	31
3.4	Bahan dan Peralatan Penelitian .....	32
3.4.1.	Bahan Penelitian.....	32
3.4.2.	Peralatan Penelitian .....	33
3.5	Tahap dan Prosedur Penelitian .....	34
3.5.1.	Persiapan .....	34
3.5.2.	Tahap Pemeriksaan Bahan .....	35
3.5.3.	Tahap Perhitungan <i>Mix Design</i> .....	36
3.5.4.	Tahap Pembuatan Beton Segar .....	40
3.5.5.	Tahap Pengujian Slump .....	41
3.5.6.	Tahap Pencetakan Benda Uji .....	41
3.5.7.	Tahap Perawatan Basah ( <i>Wet Curing</i> ) .....	42
3.5.8.	Tahap Pengujian Kuat Tekan .....	42
3.5.9.	Tahap Analisis Data .....	43
3.5.10.	Tahap Pengambilan Keputusan.....	45
3.5.11.	Tahapan Penelitian .....	46

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	47
4.1    Pengaruh Penambahan Serat Kaleng Terhadap Kuat Tekan Beton .....	47
4.1.1. <i>Mix Design</i> .....	47
4.1.2.    Pembuatan Benda Uji.....	59
4.1.3.    Hasil Pengujian .....	62
4.2    Nilai Optimum Penambahan Serat Kaleng terhadap Kuat Tekan Beton	72
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN.....	75
5.1    Kesimpulan.....	75
5.2    Saran .....	75
DAFTAR PUSTAKA .....	76
LAMPIRAN .....	78



## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Judul</b>	<b>Halaman</b>
Tabel 1.	Keaslian Penelitian.....	4
Tabel 2.	Kadar logam-logam dalam kaleng bekas minuman.....	20
Tabel 3.	Hasil Penelitian Terkait.....	26
Tabel 4.	Jumlah benda uji .....	32
Tabel 5.	Persyaratan Faktor Air Semen Maksimum .....	38
Tabel 6.	Kebutuhan Semen Minimum .....	39
Tabel 7.	Hasil Percobaan Analisis Berat Jenis dan Penyerapan dari Agregat kasar (batu pecah).....	47
Tabel 8.	Hasil Pemeriksaan Analisis Berat Volume dari Agregat kasar (batu pecah).....	48
Tabel 9.	Hasil Pemeriksaan Analisis Saringan dari Agregat kasar .....	49
Tabel 10.	Hasil Pemeriksaan Analisis Kadar Air dari Agregat kasar .....	50
Tabel 11.	Hasil Pemeriksaan Analisis Kadar Lumpur dari Agregat kasar (batu pecah).....	51
Tabel 12.	Hasil Pemeriksaan Analisis Berat jenis dan Penyerapan dari Agregat halus.....	51
Tabel 13.	Hasil Pemeriksaan Analisis Berat Volume dari Agregat halus (pasir) .	52
Tabel 14.	Hasil Pemeriksaan Analisis Saringan dari Agregat halus .....	53
Tabel 15.	Hasil Pemeriksaan Analisis Kadar Air dari Agregat halus .....	54
Tabel 16.	Hasil Pemeriksaan Analisis Kadar Lumpur dari Agregat halus.....	55
Tabel 17.	Standar warna.....	56
Tabel 18.	Rekapitulasi Hasil Pengujian Agregat kasar (krikil).....	56
Tabel 19.	Rekapitulasi Hasil Pengujian Agregat halus (pasir).....	57
Tabel 20.	Komposisi Kebutuhan Bahan Campuran Beton .....	59
Tabel 21.	Nilai slump .....	62
Tabel 22.	Hasil Pengujian Bobot Isi Beton Pada Perawatan basah .....	63
Tabel 23.	Hasil Kuat Tekan 7 Hari .....	66
Tabel 24.	Hasil Kuat Tekan 14 Hari .....	67
Tabel 25.	Hasil Kuat Tekan 21 Hari .....	68
Tabel 26.	Hasil Kuat Tekan 28 Hari .....	70
Tabel 27.	Rekapitulasi Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Perawatan Basah.....	71

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul	Halaman
Gambar 1	Pengujian kuat tekan .....	23
Gambar 2	Skema Penelitian .....	30
Gambar 3.	Persiapan serat kaleng ; a). Kaleng sebelum dipotong, b). Kaleng Setelah dipotong. ....	35
Gambar 4.	Grafik Gradasi analisis agregat kasar .....	50
Gambar 5.	Grafik Gradasi Agregat halus .....	54
Gambar 6.	Grafik Gradasi Penggabungan Agregat.....	58
Gambar 7.	Pencampuran material beton .....	60
Gambar 8.	Pencetakan benda uji .....	61
Gambar 9.	Perawatan benda uji ( <i>wet curing</i> ).....	61
Gambar 10.	Hasil Tes <i>Slump</i> beton ; a). Beton Normal, b). Beton + Serat Kaleng 5%, c). Beton + Serat kaleng 5%, d). Beton + Serat kaleng 7.5% .....	63
Gambar 11.	Grafik Hubungan Persentase Serat Kaleng Terhadap Bobot Isi Beton .....	63
Gambar 12.	Menimbang berat beton.....	64
Gambar 13.	Pengujian kuat tekan menggunakan alat UTM .....	65
Gambar 14.	Grafik Persentase Serat kaleng Terhadap Kuat Tekan Beton Pada Perawatan Basah Umur 7 Hari .....	66
Gambar 15.	Grafik Persentase Serat kaleng Terhadap Kuat Tekan Beton Pada Perawatan Basah Umur 14 Hari .....	67
Gambar 16.	Grafik Persentase Serat kaleng Terhadap Kuat Tekan Beton Pada Perawatan Basah Umur 21 Hari .....	69
Gambar 17.	Grafik Persentase Serat kaleng Terhadap Kuat Tekan Beton Pada Perawatan Basah Umur 28 Hari .....	70
Gambar 18.	Grafik Persentase Serat kaleng Terhadap Kuat Tekan Beton Pada Perawatan Basah Umur 7, 14, 21, 28 Hari .....	72
Gambar 19.	Perkiraan Perkembangan Kekuatan Beton.....	73
Gambar 20.	Grafik <i>polynomial</i> kadar optimum penambahan serat kaleng pada campuran beton umur 28 hari dengan Metode Perawatan Basah ( <i>Wet Curing</i> ) .....	73

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran</b>	<b>Judul</b>	<b>Halaman</b>
Lampiran 1.	Hasil Pengujian Material .....	79
Lampiran 2.	Analisis Penggabungan Agregat Kasar & Halus .....	90
Lampiran 3.	Rancang Campuran Beton .....	93
Lampiran 4	Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton.....	101
Lampiran 5.	Dokumentasi Kegiatan Penelitian.....	105

# **BAB 1. PENDAHULUAN**

## **1.1 Latar Belakang**

Pembangunan infrastruktur semakin hari semakin meningkat, hal ini tidak lepas dari tuntutan dan kebutuhan masyarakat terhadap fasilitas infrastruktur yang semakin maju. Indonesia sendiri tengah mengejar ketertinggalan pembangunan infrastruktur dalam beberapa tahun terakhir. Proyek-proyek infrastruktur di berbagai penjuru Tanah Air dibangun secara massif, mulai dari jalan tol, jembatan, bendungan, hingga bangunan-bangunan penunjang lainnya (Fauzie 2019). Pembangunan infrastruktur yang meningkat berdampak pada material-material yang digunakan. Umumnya material yang digunakan dalam pembangunan yaitu beton yang merupakan bahan bangunan yang telah lama dikenal dan paling banyak dipergunakan. Hal ini dikarenakan beton memiliki sifat mudah dibentuk sesuai dengan keinginan, bahan dasar penyusun mudah didapatkan dan mudah dalam perawatan. Beton merupakan bahan yang sangat kuat, tahan karat dan tahan terhadap api. Selain itu, kelebihan beton yang lebih menonjol dibandingkan bahan konstruksi yang lain yaitu memiliki kuat tekan yang tinggi (Hariyono 2011). Berdasarkan hal tersebut, muncullah berbagai macam inovasi yang dilakukan untuk meningkatkan kualitas dan mutu dari beton. Salah satunya dengan memanfaatkan limbah sebagai bahan tambah dalam campuran beton.

Limbah dibedakan menjadi limbah organik dan anorganik. Limbah organik adalah limbah yang bisa terurai dengan sendirinya sedangkan limbah anorganik adalah limbah yang dihasilkan dari berbagai macam proses, dimana jenis limbah ini tidak akan bisa terurai oleh bakteri secara alami dan pada umumnya akan membutuhkan waktu yang sangat lama di dalam penguraiannya (Jati 2017). Limbah padat dengan konsentrasi dan kuantitas yang tinggi tentunya akan membawa dampak negatif bagi lingkungan terutama pada kesehatan manusia sehingga perlu dilakukan penanganan terhadap limbah padat ini.

Soda dan minuman kaleng lainnya menjadi salah satu minuman favorit banyak orang saat ini. Selain rasanya enak dan segar, minuman jenis ini juga bisa ditemukan dimana-mana dan harganya terjangkau. Tapi apa yang enak bagi kita ternyata membawa dampak buruk bagi bumi. Meski bisa didaur ulang namun jika

sudah dibuang, kaleng bekas minuman membutuhkan waktu sekitar 80 sampai 200 tahun untuk bisa terurai. Itu artinya disaat usia kita bertambah tua, kaleng bekas soda yang kita minum masih tetap 'awet muda' dan mengotori bumi (uprint.id, 2019)

Banyaknya penggunaan kaleng minuman sebagai wadah minuman berbanding lurus dengan limbah yang dihasilkan. Salah satu alternatif pemanfaatan pada kaleng bekas minuman ini adalah menjadikannya sebagai bahan tambah pada campuran beton, penambahan limbah kaleng ini dilakukan dengan cara membuat limbah kaleng tersebut menjadi lempengan datar yang nantinya akan dipotong kecil-kecil dengan ukuran tertentu dan menjadikannya seperti serat-serat.

Berdasarkan beberapa penelitian yang telah dilakukan, penambahan serat (fiber) ke dalam campuran beton dapat meningkatkan kuat tekan dan mengurangi sifat getas beton. Penelitian yang telah dilakukan Firda (2016) adalah menambah campuran adukan beton dengan serat kawat bendrat sebesar 2,5%, 5%, dan 7,5% terhadap berat semen berbentuk batangan kecil dengan ukuran panjang 25 mm, dimana bentuk tersebut merupakan salah satu tipe yang diklasifikasikan dalam ASTM 820-90. Penambahan serat kawat bendrat berupa batangan kecil menjadikan beton lebih tahan retak dan tahan benturan sehingga beton serat kawat bendrat ini dapat lebih daktail dari beton normal.

Kelemahan pada beton serat kawat bendrat ini adalah berat jenis lebih besar dari krikil dan pasir sehingga pada saat pencampuran terjadi penggumpalan seperti bola yang menyebabkan kesulitan dalam pengerjaan. Hal ini membuat peneliti ingin mencari pengganti serat kawat bendrat yang lebih ringan dan lebih ekonomis dan memberikan solusi dari permasalahan limbah kaleng bekas minuman. Berdasarkan hal tersebut peneliti merasa perlu untuk melakukan penelitian dengan judul **“Analisis Kuat Tekan Beton dengan Serat Limbah Kaleng sebagai Bahan Tambah melalui Metode *Wet Curing*”** dengan variasi penambahan Serat Limbah Kaleng sebesar 2.5%, 5%, dan 7.5% dari berat semen .

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan diatas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah

- 1) Bagaimana pengaruh penambahan Serat limbah kaleng pada beton terhadap kuat tekan beton dengan variasi penambahan 0%, 2.5%, 5%, dan 7.5% pada umur 7, 14, 21, dan 28 dengan metode *wet curing*?
- 2) Berapa komposisi optimum variasi bahan tambah Serat limbah kaleng pada campuran beton berdasarkan kuat tekan dengan metode *wet curing*?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah

- 1) Untuk mengetahui pengaruh penambahan Serat limbah kaleng pada beton terhadap kuat tekan beton dengan variasi penambahan 0%, 2.5%, 5%, dan 7.5% pada umur 7, 14, 21, dan 28 dengan metode *wet curing*
- 2) Untuk mengetahui komposisi optimum variasi bahan tambah Serat limbah kaleng pada campuran beton berdasarkan kuat tekan dengan metode *wet curing*

## 1.4 Manfaat Penelitian

Adapun Manfaat yang diharapkan dalam penelitian ini adalah :

- 1) Dapat memberi informasi tentang pengaruh penambahan serat limbah kaleng aluminium terhadap kuat tekan beton.
- 2) Diharapkan dengan penambahan serat limbah kaleng aluminium dapat memberikan kuat tekan beton yang lebih baik dari beton normal sehingga dapat dijadikan inovasi baru terhadap material beton.

## 1.5 Batasan Penelitian

Dalam penelitian ini permasalahan dibatasi cakupan / ruang lingkungannya agar tidak terlalu luas. Batasan – batasan masalah dalam penelitian ini adalah antara lain :

- 1) Agregat kasar dan agregat halus berasal dari daerah Gowa
- 2) Semen yang digunakan merupakan semen Portland merek Tonasa

- 3) Limbah kaleng yang digunakan adalah kaleng bekas yang berasal dari kaleng minuman yang kemudian dijadikan serat dengan ukuran  $\pm 1$  mm x 25 mm.
- 4) Standar yang digunakan dalam pengujian mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI)
- 5) Penelitian dilakukan di Laboratorium Bahan, Konstruksi, dan Struktur Bangunan Departemen Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin, Gowa.
- 6) Variasi Penambahan Serat Limbah kaleng yaitu 0%, 2.5%, 5%, dan 7.5% terhadap berat semen.
- 7) Benda uji yang digunakan berbentuk silinder diameter 100 mm dan tinggi 200 mm.
- 8) Pengujian beton dilakukan pada umur 7, 14, 21, dan 28 hari
- 9) Tidak dilakukan penelitian mengenai zat yang terkandung pada limbah kaleng minuman ini dan tidak membahas mengenai reaksi kimia yang terjadi pada campuran terhadap bahan – bahan yang digunakan.

## 1.6 Keaslian Penelitian

Tabel 1. Keaslian Penelitian

Peneliti	Luhut Paruliang	Fachriza Noor Abdi	Dhia Karima	Muhammad Irsyad
Tahun Penelitian	2014	2017	2018	2019
Judul Penelitian	Pemanfaatan <b>Limbah Kaleng Bekas sebagai Serat</b> dan Penambahan Fly Ash terhadap Sifat Mekanis Beton	Pengaruh Penggunaan <b>Limbah Kaleng</b> terhadap Campuran Beton Menggunakan Agregat Kasar Palu dan Agregat Halus Pasir Mahakam Ditinjau dari Kuat Tekan	Pengaruh Variasi Fraksi dari <b>Serat Kaleng</b> terhadap Besaran Karakteristik Beton	Analisis Kuat Tekan Beton dengan <b>Serat Limbah Kaleng sebagai Bahan</b> Tambah melalui Metode <i>Wet Curing</i>



	Cetakan Silinder 15cm x 30 cm	Cetakan kubus 15 cm x 15 cm x 15 cm	Cetakan Silinder 15cm x 30 cm	Cetakan silinder 10 cm x 20 cm
	Serat Kaleng dan <i>fly ash</i>	Serat Kaleng	Serat Kaleng	Serat Limbah Kaleng Aluminium
	Variasi campuran 0%, 20% dan 15%	Variasi campuran 2,3%; 2,4%; 2,5%; 2,6%; dan 2,7%.	Variasi campuran 10% ; 15% ; dan 20%	Variasi serat kaleng 0%, 2.5%, 5%, dan 7.5%
<b>Variabel Penelitian</b>	Pengujian kuat tekan beton	Pengujian kuat tekan beton	Pengujian kuat tekan, kuat tari bekah, dan modulus elastisitas beton	Pengujian kuat tekan beton
	Pengujian pada umur 28 hari	Pengujian pada umur 14 dan 28 hari	Pengujian pada umur 28 hari	Pengujian pada umur 7, 14, 21 dan 28 hari
	Perawatan dengan metode kering dan basah	<i>Dry Curing</i>	<i>Dry Curing</i>	Perawatan dengan metode <i>wet curing</i>
<b>Metode Penelitian</b>	<i>Mix Design</i> yang digunakan metode Departemen Pekerjaan Umum yang berdasarkan pada SK SNI T- 15-1990-03.	Perancangan campuran menggunakan metode standar SK SNI T-15- 1990-03		DOE ( <i>Development of Enviroment</i> )

## 1.7 Sistematika penulisan

Susunan laporan penelitian ini akan diuraikan sebagai berikut:

### BAB 1. PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan tentang gambaran umum mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, batasan masalah, keaslian penelitian, dan sistematika penulisan.

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini diuraikan tentang landasan teori, dan hasil riset terdahulu. Pada bab ini dijelaskan hal-hal teori yang ada hubungannya dengan apa yang akan dibahas dalam penelitian ini serta mencantumkan hasil riset terdahulu yang berhubungan dengan judul penelitian.

## BAB 3. METODE PENELITIAN

Bab ini berisikan tentang metodologi penelitian, lokasi dan waktu pengujian, variabel penelitian, persiapan alat dan bahan, tahap prosedur penelitian.

## BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil pengujian yang diperoleh dari percobaan di laboratorium serta pembahasan dari hasil pengujian yang diperoleh. Bab ini menguraikan tentang *mix design*, nilai slump, pengaruh hasil persentasi serat kaleng terhadap berat beton, kuat tekan beton dan nilai optimum kuat tekan beton.

## BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini Merupakan bab penutup yang berisikan kesimpulan dari hasil penelitian dan disertai dengan saran-saran.

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Beton

Beton adalah campuran antara semen portland atau semen hidraulik yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa tambahan membentuk massa padat (SNI-2847-2013).

Beton normal memiliki berat jenis  $2300 - 2400 \text{ kg/m}^3$ , nilai kekuatan, dan daya tahan (*durability*) beton terdiri dari beberapa faktor, diantaranya adalah nilai banding campuran dan mutu bahan susun, metode pelaksanaan pengecoran, pelaksanaan *finishing*, temperatur, dan kondisi perawatan pengerasannya. Beberapa hal itu dapat menghasilkan beton yang memberikan kelecakan (*workability*) dan konsistensi dalam pengerjaan beton, ketahanan terhadap korosi lingkungan khusus (kedap air, korosif, dll) dan dapat memenuhi uji kuat tekan yang direncanakan (Dipohusodo, 1994).

Beton mengandung rongga udara sekitar 1% - 2%, pasta semen (semen dan air) sekitar 25% - 40%, dan agregat (agregat halus dan agregat kasar) sekitar 60% - 75%. Untuk mendapatkan kekuatan yang baik, sifat dan karakteristik dari masing – masing bahan penyusun tersebut perlu dipelajari. Kekuatan beton akan semakin bertambah seiring dengan bertambahnya umur. Berdasarkan standar, karakteristik kuat tekan beton ditentukan ketika beton telah berumur 28 hari, karena kekuatan beton akan naik secara cepat atau linier sampai umur 28 hari. Sifat beton yang meliputi : mudah diaduk, disalurkan, dicor, dipadatkan dan diselesaikan, tanpa menimbulkan pemisahan bahan susunan adukan dan mutu beton yang disyaratkan oleh konstruksi tetap dipenuhi.

Menurut (Mulyono, 2004) secara umum beton dibedakan kedalam 2 kelompok, yaitu :

1. Beton berdasarkan Kelas dan Mutu.

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

- a. Beton kelas I adalah beton untuk pekerjaan-pekerjaan non struktural. Untuk pelaksanaannya tidak diperlukan keahlian khusus. Pengawasan mutu hanya dibatasi pada pengawasan ringan terhadap mutu bahanbahan, sedangkan

terhadap kekuatan tekan tidak disyaratkan pemeriksaan. Mutu kelas I dinyatakan dengan B0.

- b. Beton kelas II adalah beton untuk pekerjaan-pekerjaan struktural secara umum. Pelaksanaannya memerlukan keahlian yang cukup dan harus dilakukan di bawah pimpinan tenaga-tenaga ahli. Beton kelas II dibagi dalam mutu-mutu standar B1, K 125, K 175, dan K 225. Pada mutu B1, pengawasan mutu hanya dibatasi pada pengawasan terhadap mutu bahan-bahan sedangkan terhadap kekuatan tekan tidak disyaratkan pemeriksaan. Pada mutu-mutu K 125 dan K 175 dengan keharusan untuk memeriksa kekuatan tekan beton secara kontinu dari hasil-hasil pemeriksaan benda uji.
- c. Beton kelas III adalah beton untuk pekerjaan-pekerjaan struktural yang lebih tinggi dari K 225. Pelaksanaannya memerlukan keahlian khusus dan harus dilakukan di bawah pimpinan tenaga-tenaga ahli. Disyaratkan adanya laboratorium beton dengan peralatan yang lengkap serta dilayani oleh tenaga-tenaga ahli yang dapat melakukan pengawasan mutu beton secara kontinu.

## 2. Beton Berdasarkan Jenis

Berdasarkan jenisnya, beton dibagi menjadi 6 jenis, yaitu

### a. Beton ringan

Beton ringan merupakan beton yang dibuat dengan bobot yang lebih ringan dibandingkan dengan bobot beton normal. Agregat yang digunakan untuk memproduksi beton ringan pun merupakan agregat ringan juga. Agregat yang digunakan umumnya merupakan hasil dari pembakaran shale, lempung, slates, residu slag, residu batu bara dan banyak lagi hasil pembakaran vulkanik. Berat jenis agregat ringan sekitar 800-1800 kg/m<sup>3</sup> atau berdasarkan kepentingan penggunaan strukturnya berkisar 1400 kg/m<sup>3</sup>, dengan kekuatan tekan umur 28 hari antara 6,89 Mpa sampai 17,24 Mpa menurut SNI 08-1991-03.

### b. Beton normal

Beton normal adalah beton yang menggunakan agregat pasir sebagai agregat halus dan split sebagai agregat kasar sehingga mempunyai berat

jenis beton antara 2200 kg/m<sup>3</sup> – 2400 kg/m<sup>3</sup> dengan kuat tekan sekitar 15 – 40 Mpa.

c. Beton berat

Beton berat adalah beton yang dihasilkan dari agregat yang memiliki berat isi lebih besar dari beton normal atau lebih dari 2400 kg/m<sup>3</sup>. Untuk menghasilkan beton berat digunakan agregat yang mempunyai berat jenis yang besar.

d. Beton massa (*mass concrete*)

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

e. *Ferro-Cement*

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

f. Beton serat (*fibre concrete*)

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

3. Kelebihan dan Kekurangan Beton

Menurut (Tjokrodimuljo, 2007) beton memiliki beberapa kelebihan antara lain sebagai berikut ini.

- a. Harga yang relatif lebih murah karena menggunakan bahan-bahan dasar yang umumnya mudah didapat
- b. Termasuk bahan yang awet, tahan aus, tahan panas, tahan terhadap pengkaratan atau pembusukan oleh kondisi lingkungan, sehingga biaya perawatan menjadi lebih murah
- c. Mempunyai kuat tekan yang cukup tinggi sehingga jika dikombinasikan dengan baja tulangan yang mempunyai kuat tarik tinggi sehingga dapat menjadi satu kesatuan struktur yang tahan tarik dan tahan tekan, untuk itu struktur beton bertulang dapat diaplikasikan atau dipakai untuk pondasi,

kolom, balok, dinding, perkerasan jalan, landasan pesawat udara, penampung air, pelabuhan, bendungan, jembatan dan sebagainya

- d. Pengerjaan atau workability mudah karena beton mudah untuk dicetak dalam bentuk dan ukuran sesuai keinginan. Cetakan beton dapat dipakai beberapa kali sehingga secara ekonomi menjadi lebih murah.

Walaupun beton mempunyai beberapa kelebihan, beton juga memiliki beberapa kekurangan, menurut (Tjokrodimuljo, 2007) kekurangan beton adalah sebagai berikut ini.

- a. Bahan dasar penyusun beton agregat halus maupun agregat kasar bermacam-macam sesuai dengan lokasi pengambilannya, sehingga cara perencanaan dan cara pembuatannya bermacam-macam
- b. Beton mempunyai beberapa kelas kekuatannya sehingga harus direncanakan sesuai dengan bagian bangunan yang akan dibuat, sehingga cara perencanaan dan cara pelaksanaan bermacam-macam pula
- c. Beton mempunyai kuat tarik yang rendah, sehingga getas atau rapuh dan mudah retak. Oleh karena itu perlu diberikan cara-cara untuk mengatasinya, misalnya dengan memberikan baja tulangan, serat baja dan sebagainya agar memiliki kuat tarik yang tinggi.

## **2.2 Beton Serat**

Beton serat merupakan beton yang terdiri dari semen hidrolis, air, agregat halus, agregat kasar dan serat (serat baja, plastik, glass maupun serat alami) yang disebar secara diskontinu. Menurut Tjokrodimulyo (2004: XII.15) "Beton serat adalah bahan komposit yang terdiri dari beton biasa dan bahan lain yang serupa serat. Serat pada umumnya berupa batang-batang dengan diameter antara 5 dan 500 mikro meter dan panjang sekitar 25 mm sampai 100 mm.

Beton serat merupakan beton dengan campuran seperti beton pada umumnya tetapi pada campurannya ditambahkan fiber/serat (ACI Committee 544, 1982). Bahan-bahan serat yang dapat digunakan untuk perbaikan sifat beton pada beton serat antara lain baja, plastik, kaca, karbon serta serat dari bahan alami seperti ijuk, rami maupun serat dari tumbuhan lain (ACI, 1982).

Dalam ACI Comitte 544 dikatakan bahwa semua material yang terbuat dari baja / besi yang berbentuk fisik kecil / pipih dan panjang dapat dimanfaatkan sebagai serat pada beton. Dalam ACI Comitte 544 secara umum fiber baja panjangnya antara 0,5 in (12,77 mm) sampai 2,5 in (63,57 mm) dengan diameter antara 0,017 in (0,45 mm) sampai 0,04 in (1,0 mm).

Penambahan serat pada beton dapat membuat peningkatan yang signifikan pada beberapa sifat beton, contohnya saja meningkatnya daktilitas, ketahanan impact, kuat tarik dan lentur, ketahanan terhadap leleh, ketahanan terhadap susut dan ketahanan terhadap pengelupasan.

Banyak sifat-sifat beton yang dapat diperbaiki dengan penambahan serat. Dengan adanya penambahan serat, sifat-sifat beton dapat mengalami peningkatan seperti meningkatnya : daktilitas, ketahanan impact, kuat tarik dan lentur, ketahanan terhadap kelelahan, ketahanan terhadap pengaruh susutan, ketahanan abrasi, ketahanan terhadap pecahan atau fragmentasi, ketahanan terhadap pengelupasan. (Bagariang, 2014)

Serat merupakan bahan tambah yang dapat digunakan untuk memperbaiki sifat beton. Berbagai macam serat yang dapat digunakan untuk memperbaiki sifat – sifat mekanik beton antara lain adalah fiber baja (steel fibre), fiber polypropylene (sejenis plastik mutu tinggi), fiber kaca (glass fibre), fiber karbon (carbon fibre), serta fiber dari bahan alami (natural fibre), seperti ijuk, rambut, sabut kelapa, serat goni, serat tumbuh-tumbuhan lainnya, bahkan serat buatan yang bearsal dari limbah kaleng bekas. (Bagariang, 2014)

Penambahan serat pada adukan beton dapat menimbulkan masalah pada *fibre dispersion* dan kelecakan (workability) adukan. *Fibre dispersion* dapat diatasi dengan memberikan bahan tambah berupa superplasticizer ataupun dengan meminimalkan diameter agregat maksimum, sedangkan pada workabilty adukan beton dapat dilakukan dengan modifikasi terhadap faktor-faktor yang mempengaruhi kelecakan adukan beton yaitu nilai fas, jumlah dan kehalusan butiran semen, gradasi campuran pasir dan kerikil, tipe butiran agregat, diameter agregat maksimum serta bahan tambah. (Bagariang, 2014)



## 2.3 Material Penyusun Beton

### 2.3.1 Semen Portland

Semen adalah bahan jadi yang mengeras dengan adanya air (semen hidrolis) yang memiliki sifat adhesive dan kohesif yang memungkinkan melekatnya fragmen – fragmen mineral menjadi suatu massa yang padat (Nurlina, 2011). Pada semen portland (PC) yang sering digunakan pada suatu konstruksi, memiliki kandungan didalamnya, antara lain :

- Kapur (CaO) memiliki kandungan sebesar 60 – 65%.
- Silika (SiO<sub>2</sub>) memiliki kandungan sebesar 20 – 25%.
- Oksida besi dan aluminium (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dan Al<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) memiliki kandungan sebesar 7 – 12%.

Berdasarkan (SNI-15-2049-2004) semen portland dibagi menjadi lima jenis kategori sesuai dengan tujuan penggunaannya yaitu:

#### 1. Jenis I

yaitu semen portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis-jenis lain.

#### 2. Jenis II

yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat atau kalor hidrasi sedang.

#### 3. Jenis III

Semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah pengikatan terjadi.

#### 4. Jenis IV

yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan kalor hidrasi rendah.

#### 5. Jenis V

yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan tinggi terhadap sulfat.

Fungsi semen adalah mengikat butir-butir agregat hingga membentuk suatu massa padat dan mengisi rongga-rongga udara di antara butir-butir agregat. Walaupun sebagai bahan pengikat maka peranan semen sangat penting. Semen yang digunakan untuk pekerjaan beton harus disesuaikan dengan rencana kekuatan dan spesifikasi teknik yang diberikan.

Senyawa-senyawa kimia dari semen Portland adalah tidak stabil secara termodinamis, sehingga sangat cenderung untuk bereaksi dengan air. Untuk membentuk produk hidrasi dan kecepatan bereaksi dengan air dari setiap komponen adalah berbeda-beda, maka sifat-sifat hidrasi masing-masing komponen perlu dipelajari.

1. Tricalcium Silikat (C3S) =  $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$

Senyawa ini mengalami hidrasi yang sangat cepat yang menyebabkan pengerasan awal, menunjukkan desintegrasi (perpecahan) oleh sulfat air tanah, oleh perubahan volume kemungkinan mengalami retak-retak.

2. Dicalcium Silikat (C2S) =  $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$

Senyawa ini mengeras dalam beberapa jam dan dapat mengeluarkan panas, kualitas yang terbentuk dalam ikatan menentukan pengaruh terhadap kekuatan beton awal umurnya, terutama pada 14 hari pertama.

3. Tricalcium Alumnat (C3A) =  $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$

Formasi senyawa ini berlangsung perlahan dengan pelepasan panas yang lambat, senyawa ini berpengaruh terhadap proses peningkatan kekuatan yang terjadi dari 14 hari sampai 28 hari, memiliki ketahanan kimia agresi yang relatif tinggi, penyusutan yang relatif rendah.

4. Tetracalcium Aluminoforit (C4AF) =  $4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{FeO}_3$

Adanya senyawa aluminoforit kurang penting karena tidak tampak banyak pengaruh kekuatan dan sifat semen. ( Murdock., dkk , 1999).

### 2.3.2 Agregat

Agregat yang digunakan dalam campuran beton dapat berupa agregat alam atau agregat buatan (artificial aggregates). Secara umum agregat dapat dibedakan berdasarkan ukurannya, yaitu agregat kasar dan agregat halus. Ukuran antara agregat halus dengan agregat kasar yaitu 4.80 mm (British Standard) atau 4.75mm (Standar ASTM). Agregat kasar adalah batuan yang ukuran butirnya lebih besar dari 4.80 mm (4.75 mm) dan agregat halus adalah batuan yang lebih kecil dari 4.80 mm (4.75 mm). Agregat yang digunakan dalam campuran beton biasanya berukuran lebih kecil dari 40 mm

Agregat halus adalah berupa pasir alam sebagai hasil disintegrasi alami dari batu – batuan atau berupa pasir buatan yang dihasilkan oleh alat – alat pemecah batu dan mempunyai butiran sebesar 5,0 mm (SK SNI T-15-1990-03).

Menurut SNI 03-2847-2013 untuk kehalusan, kebersihan, kandungan organik, bentuk agregat dan lain – lain harus memenuhi ketentuan ASTM C – 31.

Agregat merupakan butiran mineral alami atau buatan yang berfungsi sebagai bahan pengisi campuran beton. Agregat menempati 70 % volume beton, sehingga sangat berpengaruh terhadap sifat ataupun kualitas beton, sehingga pemilihan agregat merupakan bagian penting dalam pembuatan beton. Agregat sesuai dengan SNI 03-1750-1990 tentang Agregat Beton, Mutu dan Cara Uji.

Agregat yang dapat dipakai harus memenuhi syarat-syarat (Tjokrodimulyo, 1992) :

1. Kerikil harus merupakan butiran yang keras dan tidak berpori.
2. Agregat harus bersih dari unsur organik.
3. Kerikil tidak mengandung lumpur lebih dari 10% berat kering.
4. Kerikil mempunyai bentuk yang tajam.

Dari ukurannya ini, agregat dapat dibedakan menjadi dua golongan yaitu agregat kasar dan agregat halus (Ulasan PB,1989:9)(Mulyono, 2005).

1. Agregat halus adalah agregat yang semua butirnya menembus ayakan berlubang 4.8 mm (SII.0052,1980) atau 4.75 mm (ASTM C33,1982) atau 5,0 mm (BS.812,1976).
2. Agregat Kasar ialah agregat yang semua butirnya tertinggal di atas ayakan 4,8 mm (SII.0052,1980) atau 4,75 mm (ASTM C33,1982) atau 5,0 mm (BS.812,1976). Agregat yang mempunyai butir-butir yang besar disebut agregat kasar yang ukurannya lebih kasar dari 4,8 mm. Sedangkan butir agregat yang kecil disebut agregat halus yang memiliki ukuran lebih kecil dari 4,8 mm.

Jenis agregat yang digunakan sebagai bahan susun beton adalah agregat halus dan agregat kasar.

#### 1. Agregat halus

Agregat halus adalah semua butiran lolos saringan 4,75 mm. Agregat halus untuk beton dapat berupa pasir alami, hasil pecahan dari batuan secara alami, atau berupa pasir buatan yang dihasilkan oleh mesin pemecah batu yang biasa disebut abu batu.

Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5 %, serta tidak mengandung zat-zat organik yang dapat merusak beton. Kegunannya adalah untuk mengisi ruangan antara butir agregat kasar dan memberikan kelecakan.

Agregat halus yang digunakan dalam adukan beton harus memenuhi syarat sebagai berikut :

- a. Pasir halus terdiri dari butir-butir tajam dan keras.
- b. Butirannya harus bersifat kekal.
- c. Pasir tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% berat keringnya.
- d. Pasir tidak boleh mengandung bahan organik terlalu banyak.

#### 2. Agregat Kasar

Agregat Kasar merupakan agregat dengan ukuran butiran minimal 5 mm dan ukuran butiran maksimal 40 mm. Ukuran

maksimum dari agregat kasar dalam beton bertulang diatur berdasarkan kebutuhan bahwa agregat tersebut harus mudah mengisi cetakan dan lolos dari celah-celah yang terdapat diantara batang-batang baja tulangan.

Syarat-syarat agregat kasar yang akan dicampurkan sebagai adukan beton adalah sebagai berikut:

- a. Agregat kasar harus terdiri dari butiran yang keras dan tidak berpori. Dari kadar agregat yang lemah bila diuji dengan cara digores menggunakan batang tembaga, maksimumnya 5%.
- b. Agregat kasar terdiri dari butiran pipih dan panjang, hanya bisa dipakai jika jumlah butiran pipih dan panjang tidak melebihi dari 20% berat agregat seluruhnya.
- c. Butir-butir agregat harus bersifat kekal (tidak pecah atau hancur) oleh pengaruh cuaca, seperti terik matahari dan hujan.
- d. Agregat kasar tidak boleh mengandung zat-zat yang dapat merusak beton, contohnya zat-zat reaktif dari alkali.
- e. Lumpur yang terkandung dalam agregat kasar tidak boleh lebih dari 1% berat agregat kasarnya, apabila lebih dari 1% maka agregat kasar tersebut harus dicuci terlebih dahulu dengan air yang bersih.
- f. Sifat kekal agregat bila diuji dengan larutan garam sulfat, maka disarankan bila menggunakan natrium sulfat, bagian yang hancur maksimum 2%. Disamping itu juga apabila menggunakan magnesium sulfat, bagian yang hancur maksimum 10%.
- g. Besar butiran agregat maksimum tidak boleh lebih dari jarak terkecil antar bidang-bidang samping dari cetakan, dari tebal plat, atau  $\frac{3}{4}$  dari jarak bersih minimum antara batang-batang atas berkas tulangan.
- h. Keausan dari butir-butir agregat kasar diperiksa dengan mesin Los Angeles dengan syarat-syarat tertentu.

- i. Agregat kasar terdiri dari butir-butir beraneka ragam besarnya dan tidak melewati saringan 4,75 mm.
- j. Agregat kasar juga harus memenuhi persyaratan gradasi agregat kasar yang telah ditentukan

### 2.3.3 Air

Air sangat diperlukan dalam pembuatan beton agar terjadi proses reaksi antara semen dan air untuk membasahi agregat dan memudahkan proses pengerjaan beton. Air yang digunakan umumnya adalah air minum, karena tidak mengandung senyawa – senyawa yang berbahaya seperti garam, minyak, gula, dan bahan kimia lainnya yang dapat merusak beton. Proporsi air dalam campuran beton harus diperhatikan. Apabila proporsi air yang digunakan sedikit maka proses hidrasi antara semen dan air tidak seluruhnya selesai, sehingga menyebabkan kelemahan beton kurang dan akan menyulitkan dalam proses pengerjaan. Sedangkan apabila proporsi air terlalu banyak akan menyebabkan gelembung – gelembung air setelah proses hidrasi selesai dan menyebabkan kekuatan beton menjadi kurang. Proporsi air tersebut dinyatakan dengan istilah faktor air semen, yang dapat dihitung dengan membagi berat air dengan berat semen.

Menurut British Standard (BS.3148-80) ada kriteria yang harus dipenuhi oleh air yang akan digunakan sebagai campuran beton. Jika ketentuan-ketentuan dibawah ini tidak terpenuhi, sebaiknya air tidak digunakan untuk membuat campuran beton (Mulyono , 2005). Syarat-syarat tersebut antara lain :

#### 1. Garam- garam Anorganik

Ion-ion utama yang biasa terdapat dalam air adalah kalsium, magnesium, natrium, kalium, bikarbonat, sulfat, klorida, nitrat dan kadang-kadang karbonat. Gabungan ion-ion tersebut tidak boleh lebih besar dari 200 mg per liter. Garam – garam anorganik ini akan memperlambat waktu pengikatan beton dan menyebabkan menurunnya kekuatan beton.

## 2. NaCL dan Sulfat

Konsentrasi NaCL atau garam dapur sebesar 20000 ppm pada umumnya masih diijinkan, air campuran beton yang mengandung 1250 ppm natrium sulfat, , dapat digunakan dengan hasil yang memuaskan.

## 3. Air Asam

Air netral biasanya mempunyai pH sekitar 7.00. Nilai Ph > 7.00 menyatakan keadaan kebasaan dan nilai pH <7.00 menyatakan nilai keasaman. Semakin tinggi nilai Ph >3.00 semakin sulit kita mengelola pekerjaan beton.

## 4. Air Basa

Air dengan kandungan natrium Hidroksida sekitar 0.5 % dari berat semen, tidak banyak berpengaruh pada kekuatan beton, asalkan waktu pengikatan tidak berlangsung dengan cepat.

## 5. Air Gula

Apabila kadar gula dalam campuran dinaikan hingga 0,2 % dari berat semen , maka waktu pengikatan biasanya akan semakin cepat dan pada akhirnya waktu ikat semen akan berkurang pada usia 28 hari.

## 6. Minyak

Minyak mineral atau minyak tanah dengan konsentrasi lebih dari 2 % berat semen dapat mengurangi kekuatan beton hingga 20 %. Karena itu penggunaan air yang tercemar minyak sebaiknya dihindari.

## 7. Rumput Laut

Rumput laut yang tercampur dalam air campuran beton dapat menyebabkan berkurangnya kekuatan beton secara signifikan. Bercampurnya rumput laut dengan semen akan mengakibatkan berkurangnya daya lekat dan menimbulkan terjadinya sangat banyak gelembung-gelembung udara dalam beton.



#### 8. Zat organik, Lanau dan bahan terapung.

Kira-kira 200 ppm lempung terapung atau bahan-bahan halus yang berasal dari batuan diijinkan ada dalam campuran. Untuk mengurangi kadar lanau dan lempung dalam adukan beton, air yang mengandung lumpur harus diendapkan terlebih dahulu dalam bak-bak penampung sebelum digunakan.

Air merupakan bahan yang diperlukan untuk proses reaksi kimia, dengan semen untuk pembentukan pasta semen. Air juga digunakan untuk pelumas antara butiran dalam agregat agar mudah dikerjakan dan dipadatkan. Air dalam campuran beton menyebabkan terjadinya proses hidrasi dengan semen. Jumlah air yang berlebihan akan menurunkan kekuatan beton. Namun air yang terlalu sedikit akan menyebabkan proses hidrasi yang tidak merata.

Air pada campuran beton akan berpengaruh pada :

- Sifat workability adukan beton.
- Besar kecilnya nilai susut beton.
- Kelangsungan reaksi dengan semen Portland, sehingga dihasilkan kekuatan dalam selang beberapa waktu.
- Perawatan keras adukan beton guna menjamin pengerasan yang baik

#### 2.3.4 Serat Limbah Kaleng

**Limbah kaleng** adalah limbah yang tidak bisa diurai secara alami atau proses biologi, limbah kaleng ini termasuk limbah anorganik. Kaleng adalah lembaran baja yang disalut timah. Bagi orang awam, kaleng sering diartikan sebagai tempat penyimpanan atau wadah yang terbuat dari logam dan digunakan untuk mengemas makanan, minuman, atau produk lain. Dalam pengertian ini, kaleng juga termasuk wadah yang terbuat dari aluminium dan campuran logam lainnya. Kandungan Aluminium dalam kaleng minuman ini adalah berkisar antara 1.4%- 16% tergantung kualitas kaleng minuman tersebut. Aluminium merupakan logam yang memiliki beberapa keunggulan yaitu lebih ringan daripada baja, mudah dibentuk, tidak berasa,

tidak berbau, tidak beracun, dapat menahan masuknya gas, mempunyai konduktivitas panas yang baik dan dapat didaur ulang (Citra Vitaloka Mysa 2017)

Sebanyak 75% produksi kaleng minuman di dunia terbuat dari logam aluminium, sedangkan sisanya sebesar 25% terbuat dari timah berlapis baja (*tin-plated steel*). Kaleng minuman yang diproduksi di Asia sebagian besar terbuat dari Aluminium, sedangkan di sejumlah bagian benua Eropa dan Amerika Serikat terbuat dari 55% baja dan 45% campuran Aluminium. Bahan dasar kaleng minuman yang digunakan di Asia terdiri dari campuran Aluminium sebanyak 92,5-97,5%, Magnesium 1%, Mangan 1%, Besi 0,4%, Silikon 0,2% dan Tembaga 0,15% (Robertson, 2006).

Tabel 2. Kadar logam-logam dalam kaleng bekas minuman

Parameter	Jenis Kaleng			
	Pocari Sweat (%)	Larutan Cap Kaki Tiga (%)	Greendsands (%)	Cocacola (%)
Aluminium (Al)	96,38	89,74	90,87	93,28
Magnesium (Mg)	1,14	3,28	2,25	1,17
Mangan (Mn)	0,75	1,93	1,21	1,04
Besi (Fe)	0,51	1,79	1,52	1,72
Silikon (Si)	0,19	0,88	1,33	0,68
Tembaga (Cu)	0,19	2,36	1,92	1,26

Sumber : Mariam 2013

Menurut Iwan Rustandi (2013), apabila dilihat dari model kehancuran beton, beton normal hancurnya tidak diawali dengan tanda-tanda kehancuran dan disertai dengan letusan yang keras sedangkan beton dengan tambahan serat, sebelum hancur beton ini mempunyai tanda-tanda awal yaitu retak-retak terlebih dahulu dahulu (disertai dengan bunyi retakan) tapi tidak ada bunyi letusan yang keras. Benda uji tidak hancur (berkepingkeping), tapi hanya retak-retak dan

kondisinya masih menyatu. Hal ini bisa disimpulkan bahwa penambahan serat kaleng bekas kemasan selain mampu meningkatkan kuat tekan beton juga mengakibatkan mekanisme kehancuran tekan beton bersifat duktail.

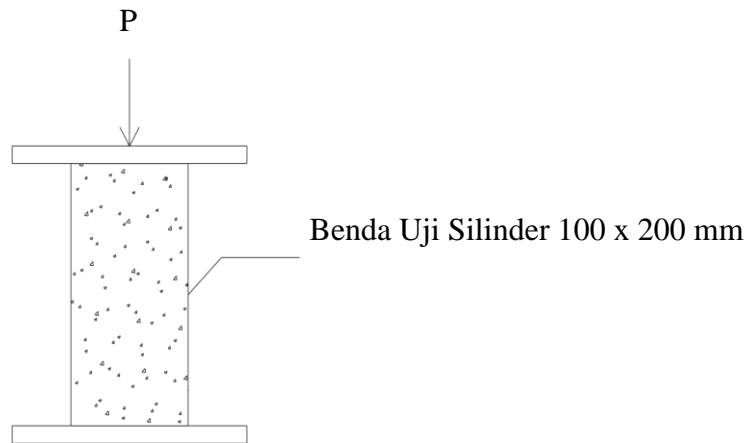
Pada Penelitian (Fachriza Noor Abdi, 2017) dilakukan untuk mengetahui seberapa banyak pengaruh penambahan limbah kaleng terhadap kuat tekan dan mengetahui kadar optimum limbah kaleng terhadap campuran beton. Pengujian kuat tekan menggunakan total 36 sampel terdiri dari beton normal dan 5 variasi limbah kaleng mulai dari 2,3%; 2,4%; 2,5%; 2,6%; 2,7%. Dimana sebanyak 3 buah sampel untuk masing – masing uji sampel. Perancangan campuran menggunakan metode standar SK SNI T-15-1990-03. Semua sampel dibuat dengan menggunakan cetakan kubus dengan dimensi 150 mm x 150 mm x 150 mm. Pengujian akan dilakukan pada umur 14 dan 28 hari. Berdasarkan analisis data dari hasil pengujian kuat tekan, nilai untuk masing – masing beton normal dan variasi limbah kaleng 2,3%; 2,4%; 2,5%; 2,6%; 2,7% berturut – turut pada umur 14 hari adalah 16.230 Mpa; 19,589 Mpa; 19,044 Mpa; 18,806; 18,297 Mpa dan 19,595 Mpa. Nilai kuat tekan pada umur 28 hari adalah 19,522 Mpa; 21,075 Mpa; 26,981 Mpa; 24,201 Mpa; 21,792 Mpa dan 21,075 Mpa. Dengan peningkatan kuat tekan maksimum yaitu 2,4628%

Pada penelitian (Dhia Karima, 2018) limbah Kaleng didaur ulang dengan cara menjadikannya seperti serat-serat dan dicampurkan ke dalam adonan beton. Tujuan dari penelitiannya adalah untuk mengetahui pengaruh variasi fraksi serat kaleng terhadap kuat tekan, kuat tarik belah, dan modulus elastisitas beton. Hasil pengujian kuat tarik belah tidak menunjukkan adanya hasil yang optimum pada setiap fraksi serat kaleng. Hasil pengujian kuat tekan menunjukkan bahwa nilai kuat tekan maksimum diperoleh fraksi 10% dengan nilai sebesar  $f'_c = 23,803$  MPa (meningkat 6,922% dari beton normal. Begitu pula dengan hasil uji modulus elastisitas yang menunjukkan bahwa nilai modulus elastisitas maksimum diperoleh pada fraksi kaleng 10%.

Pada Penelitian (Bagariang, 2014) serat kaleng dan fly ash ditambah dalam satu campuran beton. Variasi I merupakan beton normal, variasi II dengan penambahan serat kaleng sebesar 20%, dan variasi III dengan penambahan serat kaleng sebesar 20% dan fly ash sebesar 15% dari berat semen. Pengujian yang dilakukan berupa slump tes, kuat tekan, kuat tarik belah, absorpsi beton dan pola retak beton. Dari hasil pengujian diperoleh kenaikan pada nilai kuat tekan, kuat tarik belah, dan absorpsi. Namun peningkatan yang paling besar adalah perawatan basah daripada perawatan awal basah 7 hari maupun awal kering 7 hari. Peningkatan kuat tekan yang paling besar adalah variasi III sebesar 8,333% dari beton normal. Kuat tarik belah yang mengalami peningkatan sebesar 18,414% dari beton normal. Absorpsi beton mengalami penurunan masing-masing sebesar 0,183% dan 0,392% dari beton normal. Untuk pola retak, setiap variasi menunjukkan adanya pengurangan jumlah retak dan panjang retak.

#### **2.4 Kuat Tekan Beton**

Karakteristik beton yang diperhitungkan dalam memenuhi kekuatan suatu struktur adalah kuat tekan beton. Apabila dalam pengujian kuat tekan beton tersebut mencapai hasil yang telah ditargetkan maka beton tersebut memenuhi dan mampu memberikan informasi yang cukup. Kuat tekan beton dapat diketahui dengan pengujian yang ditunjukkan dalam Gambar 1



Gambar 1 Pengujian kuat tekan

Kuat tekan beton dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$f'c = \frac{P}{A}$$

dimana :

$f'c$  = kuat tekan beton (N/mm<sup>2</sup>)

$P$  = beban maksimum yang diberikan (N)

$A$  = luas bidang benda uji (mm<sup>2</sup>)

Kuat tekan beton rata – rata dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$f'cr = \frac{\sum f'c}{N}$$

dimana :

$f'cr$  = kuat tekan beton rata – rata (N/mm<sup>2</sup>)

$N$  = jumlah benda uji

### Faktor yang Mempengaruhi Kuat Tekan Beton

#### 1. Faktor air semen

Faktor air semen adalah perbandingan banyaknya air kecuali yang terserap agregat, terhadap banyaknya semen dalam adukan beton (Subakti,1994). Semakin tinggi f.a.s yang digunakan semakin rendah mutu kekuatan beton, tetapi semakin rendah f.a.s yang digunakan tidak dapat dipastikan akan meningkatkan mutu kekuatan beton tersebut. Hal ini dikarenakan semakin rendah f.a.s yang digunakan akan menyulitkan dalam pelaksanaan pemadatan sehingga menyebabkan mutu kekuatan beton

menurun. Oleh karena itu, nilai f.a.s minimum yang digunakan adalah sekitar 0.4 – 0.65 (Mulyono, 2003).

Faktor air semen perlu dihitung agar campuran air dan semen menjadi pasta yang baik, artinya tidak kelebihan air dan tidak kelebihan semen. Apabila faktor air semen tinggi, berat air tinggi, sehingga kelebihan air akibatnya air akan keluar membawa sebagian pasta semen, pasta tidak cukup mengikat agregat dan mengisi rongga yang menyebabkan beton tidak kuat. Hal ini perlu dipahami oleh pembuat beton. Terkadang karena menginginkan jumlah pasta yang besar dengan menambahkan air tanpa perhitungan, sehingga beton menjadi encer.

Secara umum diketahui bahwa semakin tinggi nilai FAS, semakin rendah mutu kekuatan beton. Namun demikian, nilai FAS yang semakin rendah tidak selalu berarti bahwa kekuatan beton semakin tinggi. Ada batas-batas dalam hal ini.

Nilai FAS yang rendah akan menyebabkan kesulitan dalam pengerjaan, yaitu kesulitan dalam pelaksanaan pemadatan yang pada akhirnya akan menyebabkan mutu beton menurun. Umumnya nilai FAS minimum yang diberikan sekitar 0,4 dan maksimum 0,65. Rata-rata ketebalan lapisan yang memisahkan antar partikel dalam beton sangat bergantung pada faktor air semen yang digunakan dan kehalusan butir semennya. Pada praktiknya, untuk mengatasi kesulitan pengerjaan karena rendahnya nilai FAS ini, ditambahkan bahan tambah *admixture concrete* yang bersifat menambah keenceran.

## 2. Pemisahan kerikil (Segregasi)

Beton dikatakan mengalami pemisahan apabila agregat kasar terpisah dari campuran selama pengangkutan, pengecoran dan pemadatan sehingga sukar dipadatkan, berongga-rongga tidak homogen, beton yang berongga-rongga kurang kuat / mudah pecah.

## 3. Umur beton

Kuat tekan pada beton akan meningkat sesuai dengan bertambahnya umur beton. Ditinjau dari pemakaiannya beton termasuk bahan yang tahan

lama. Standar hubungan antara umur dan kuat tekan beton ditetapkan waktu beton berumur 28 hari dengan nilai kuat tekan beton 100%.

#### 4. *Bleeding*

*Bleeding* adalah pemisahan air dan campuran beton yang merembes kepermukaan beton waktu diangkut, dipadatkan atau setelah dipadatkan. *Bleeding* terjadi karena : 1. Pemakaian air berlebihan 2. Semennya yang kurang 3. Agregat kasar turun karena beratnya sendiri dan air naik kepermukaan dengan sendirinya akibat gaya kapilaritas. *Bleeding* dapat mengakibatkan permukaan beton rusak dan apabila penguapan terjadi lebih cepat.

#### 5. Perawatan (*Curing*)

Perawatan beton (*curing*) adalah proses atau langkah untuk menjaga tingkat kelembaban dan temperatur ideal untuk mencegah hidrasi yang berlebihan sehingga menghindari terjadinya retak dan berkurangnya kekuatan beton. Beberapa metode perawatan beton yang biasa dipakai untuk benda uji kubus/silinder yaitu:

- a. Menaruh beton segar dalam ruangan yang lembab
- b. Menaruh beton segar diatas genangan air
- c. Menaruh beton segar didalam air

### 2.5 Metode *Wet Curing*

Metode *Wet Curing* adalah metode perawatan beton dengan cara menyelimuti beton dengan air untuk menghambat penguapan air pada adukan beton cor. Selain dengan mekanisme diatas Pekerjaan perawatan dengan pembasahan ini dapat dilakukan dengan beberapa cara yaitu

1. Menaruh beton segar dalam ruangan yang lembab.
2. Menaruh beton segar dalam genangan air.
3. Menaruh beton segar dalam air.
4. Menyelimuti permukaan beton dengan air.
5. Menyelimuti permukaan beton dengan karung basah.
6. Menyirami permukaan beton secara kontinyu.
7. Melapisi permukaan beton dengan air dengan melakukan compound.

## 2.6 Hasil Penelitian Terkait

Penelitian terhadap limbah kertas sudah banyak dilakukan diantaranya adalah sebagai berikut :

Tabel 3. Hasil Penelitian Terkait

No.	Peneliti	Judul Penelitian	Output Penelitian
1	(Fachriza Noor Abdi, 2017)	Pengaruh Penggunaan Limbah Kaleng Terhadap Campuran Beton Menggunakan Agregat Kasar Palu Dan Agregat Halus Pasir Mahakam Ditinjau Dari Kuat Tekan	<ol style="list-style-type: none"><li>Penambahan limbah kaleng hingga pada kadar tertentu pada campuran beton dengan agregat halus pasir Mahakam dan agregat kasar Palu mengakibatkan peningkatan kuat tekan. Setelah mencapai nilai kuat tekan beton maksimum, penambahan kadar limbah kaleng selanjutnya mengakibatkan penurunan nilai kuat tekan beton.</li><li>Kadar optimum penambahan limbah kaleng pada campuran beton dengan agregat halus pasir Mahakam dan agregat kasar Palu adalah 2,4628% dengan kuat tekan 24,77805 Mpa</li><li>Pengaruh penambahan Limbah kaleng menunjukkan perubahan kuat tekan antara beton normal dengan beton yang telah di tambah dengan persentase bahan tambah limbah kaleng 2.3% , 2,4%, 2,5%, 2,6% dan 2,7%. Dimana kuat tekan yang dihasilkan dari penambahan bahan tambah lebih tinggi dari beton normal yang direncanakan.</li></ol>



2	(Dhia Karima, 2018)	Pengaruh Variasi Fraksi Dari Serat Kaleng Terhadap Besaran Karakteristik Beton	<p>a. Pada uji tarik belah, beton dengan variasi fraksi serat kaleng tidak menunjukkan hasil yang optimum dikarenakan koefisien determinan yang dihasilkan sangat kecil yaitu 0,1586 yang berarti pengaruh dari variasi fraksi serat kaleng terhadap kuat tarik beton hampir tidak ada atau sangat kecil sekali.</p> <p>b. Hasil uji kuat tekan terhadap beton serat menunjukkan bahwa beton dengan presentase fraksi serat kaleng sebesar 10% menghasilkan nilai kuat tekan maksimum yaitu sebesar 23,803 MPa. Peningkatan nilai kuat tekan beton normal ke beton yang ditambahkan serat sebesar 10% dari berat beton silinder mempunyai nilai 6,922%. Sedangkan nilai kuat tekan beton serat dengan fraksi 15% dan 20% berturut – turut adalah sebesar 19,068 MPa dan 16,817 MPa. Penambahan serat kaleng sebesar 10% merupakan penambahan yang sangat optimum pada beton karena jika kurang atau lebih penambahannya ternyata akan semakin menurunkan nilai kuat tekan beton.</p> <p>c. Hasil uji modulus elastisitas terhadap beton serat menunjukkan bahwa beton dengan presentase fraksi serat kaleng sebesar 10% menghasilkan nilai modulus elastisitas yang maksimum yaitu sebesar 44605 Mpa (meningkat 16,9% dari beton normal). Nilai modulus elastisitas beton dengan fraksi 15% dan 20% berturut – turut adalah 21594 MPa dan 16449 MPa. Hal ini membuktikan bahwa</p>
---	---------------------	--	--

---

fraksi 10% merupakan fraksi yang paling optimum.

---

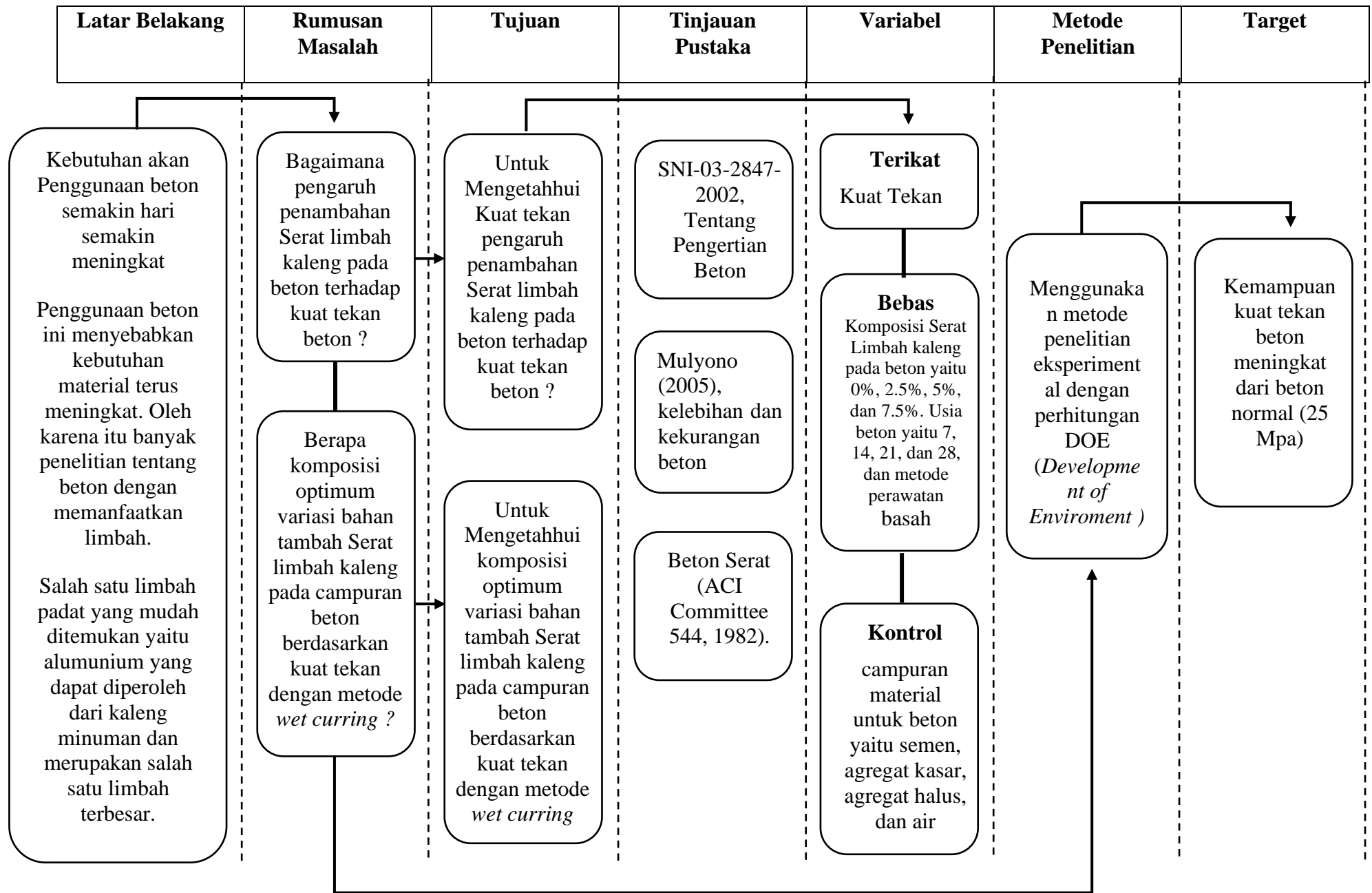
3	(Bagariang, 2014)	Pemanfaatan Limbah Kaleng Bekas Sebagai Serat dan Penambahan Fly Ash Terhadap Sifat Mekanis Beton	<p>a. Penggunaan serat kaleng dan fly ash pada campuran beton dengan penambahan sebesar 20% serat kaleng (variasi II) dan 20% serat kaleng + 15% fly ash (variasi III) dari pemakaian semen dapat meningkatkan nilai slump sehingga workability beton berkurang.</p> <p>b. Penggunaan serat kaleng dan fly ash pada campuran beton dapat meningkatkan kuat tekan beton. Peningkatan yang paling signifikan diperoleh pada perawatan basah, yaitu meningkat sebesar 4,669% terhadap beton normal pada variasi II dan meningkat sebesar 8,3% terhadap beton normal pada variasi III. Sedangkan pada pengujian kuat tarik belah, peningkatan yang paling signifikan juga diperoleh pada perawatan basah, yaitu meningkat sebesar 17,509% terhadap beton normal pada variasi II dan meningkat sebesar 18,414% terhadap beton normal pada variasi III. Jadi, serat kaleng sangat baik dalam meningkatkan kualitas beton terutama pada kuat tarik beton.</p> <p>c. Dengan adanya penambahan serat kaleng dan fly ash dapat mengurangi jumlah retak dan panjang retak pada pelat akibat</p>
---	-------------------	---	--

---

---

shrinkage. Absorpsi beton juga semakin berkurang dengan adanya serat kaleng dan fly ash, karena serat kaleng dan fly ash mampu mengisi rongga beton dan mengurangi penyerapan air.

---



Gambar 2 Skema Penelitian

## **BAB 3. METODE PENELITIAN**

### **3.1 Jenis Penelitian**

Jenis penelitian yang digunakan adalah kuantitatif dengan metode eksperimental yakni uji laboratorium dan analisis data. Eksperimen yang dilakukan adalah dengan menambahkan serat kaleng aluminium pada campuran beton. Dari hasil pengamatan dan perencanaan campuran, diharapkan dapat diketahui pengaruh penambahan serat kaleng aluminium terhadap kuat tekan beton.

### **3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian**

Lokasi penelitian direncanakan di Laboratorium Bahan Konstruksi dan Struktur Bangunan Departemen Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin, Kampus FT-UH Gowa.. Waktu penelitian direncanakan kurang lebih 3 bulan.

### **3.3 Variabel Penelitian**

Variabel adalah segala sesuatu yang akan menjadi objek pengamatan penelitian. Variabel juga dapat diartikan sebagai faktor – faktor yang berperan penting dalam peristiwa atas segala yang akan diteliti. Variabel penelitian dibedakan menjadi 3 variabel yaitu :

1. Variabel bebas

Komposisi Serat Limbah kaleng pada beton yaitu 0%, 2.5%, 5%, dan 7.5%, Usia beton yaitu 7, 14, 21, dan 28, dan metode perawatan beton yaitu perawatan basah (*wet curing*)

2. Variabel terikat

Variabel terikat dalam penelitian ini adalah kuat tekan beton

3. Variabel Kontrol

Variabel kontrol dalam penelitian ini adalah campuran material untuk beton yaitu semen, agregat kasar, agregat halus, dan air.

Tabel 4. Jumlah benda uji

Perawatan	Perlakuan	Kuat Tekan Beton				Jumlah
		Hari (7)	Hari (14)	Hari (21)	Hari (28)	
Wet	0%	3	3	3	3	12
	2.5%	3	3	3	3	12
	5%	3	3	3	3	12
	7.5%	3	3	3	3	12
Total						48

### 3.4 Bahan dan Peralatan Penelitian

#### 3.4.1. Bahan Penelitian

Penelitian ini menggunakan bahan yang terdiri dari :

##### A. Semen Portland

Penelitian ini menggunakan semen Portland Tipe 1 merek Semen Tonasa dengan satuan 40 kg/sak.

##### B. Agregat Halus

Dalam penelitian ini digunakan agregat halus berupa pasir yang berasal dari daerah Gowa, Sulawesi Selatan. Agregat halus yang digunakan terlebih dahulu dilakukan pemeriksaan terhadap analisa saringan, kadar air, berat volume, kadar lumpur, kandungan zat organis, berat jenis dan penyerapan air.

##### C. Agregat Kasar

Agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan kerikil yang berasal dari daerah Gowa, Sulawesi Selatan

##### D. Air

Air yang digunakan adalah air yang bersih, tidak mengandung lumpur, minyak, dan tidak mengandung garam dan zat-zat lain yang dapat larut dan dapat merusak beton. Air yang digunakan pada penelitian ini berasal dari Laboratorium Bahan, Konstruksi, dan Struktur Bangunan Departemen Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin, Gowa.

#### E. Serat Kaleng

Serat Kaleng yang digunakan merupakan serat dari limbah kaleng aluminium dengan ukuran  $\pm 1$  mm x 25 mm. Limbah kaleng tersebut berasal dari limbah kaleng minuman.

#### 3.4.2. Peralatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan alat-alat yang tersedia di Laboratorium Bahan, Konstruksi, dan Struktur Bangunan Departemen Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin, Gowa. Peralatan yang digunakan terdiri dari

##### A. Cetakan Benda Uji

Cetakan yang digunakan berbentuk silinder dengan diameter 10 cm dan tinggi 20 cm untuk pembuatan sampel beton yang akan diuji kuat tekan

##### B. Ayakan

Ayakan baja yang digunakan berdasarkan ASTM. Bentuk ayakan lingkaran dengan ukuran yang digunakan untuk agregat kasar yaitu 37,50 mm, 19,00 mm, 9,50 mm, 4,75 mm, dan pan. Sedangkan untuk ayakan agregat halus yaitu 2,36 mm, 0,60 mm, 0,30 mm, 0,15 mm, 0,075 mm, dan pan.

##### C. Mesin Penggetar Ayakan (siver)

Mesin ini digunakan sebagai dudukan sekaligus penggetar ayakan untuk memudahkan pekerjaan.

##### D. Timbangan

Timbangan digunakan untuk mengukur bahan susun adukan

##### E. Gelas Ukur

Gelas Ukur digunakan untuk mengukur banyaknya air yang digunakan pada pembuatan beton

##### F. Kerucut Abrams

Kerucut Abrams dari baja digunakan untuk mengukur nilai *slump* adukan beton

G. Oven

Oven digunakan untuk mengeringkan agregat halus, agregat kasar, dan material lainnya. Oven digunakan untuk pengujian kadar air, kadar lumpur, uji gradasi, berat jenis, dan penyerapan benda uji.

H. Mesin Pencampur Bahan (*mixer* / Molen)

Digunakan untuk pencampuran pada saat pembuatan benda uji

I. Mesin Pengaduk (*Electric Mixer*)

Mesin Pengaduk (*Electric Mixer*) “Krisbow” adalah mesin pengaduk yang digerakkan menggunakan tangan. Alat ini berfungsi untuk mengaduk bahan tambah agar tercampur secara merata dalam beton segar yang telah dicampur secara homogen dalam mesin molen

J. *Universal Testing Machine*

*Universal Testing Machine* digunakan untuk pengujian kuat tekan benda uji beton

K. Bak Perendaman

Bak perendaman yang digunakan adalah bak perendaman yang telah disediakan oleh laboratorium Bahan, Konstruksi, dan Struktur Bangunan Departemen Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin, Gowa

L. Peralatan Penunjang

Selama proses pembuatan benda uji digunakan beberapa alat penunjang diantaranya adalah ember, sendok semen, mistar, palu dan *container*.

### **3.5 Tahap dan Prosedur Penelitian**

Metode pelaksanaan penelitian yang dilakukan meliputi hal-hal sebagai berikut

#### **3.5.1. Persiapan**

Pada tahap ini, mempersiapkan semua perlengkapan alat dan bahan yang akan digunakan dalam penelitian. Memastikan bahwa semuanya sudah lengkap dan dapat memulai penelitian. Menyiapkan bahan tambah pada penelitian ini yaitu limbah kaleng. Limbah kaleng yang digunakan yaitu



limbah kaleng dari kaleng bekas minuman. Adapun tahap pembuatan serat kaleng pada campuran beton yaitu :

- a. Mengumpulkan limbah kaleng minuman.
- b. Mencuci limbah kaleng yang telah dikumpulkan hingga bersih
- c. Limbah kaleng yang telah bersih selanjutnya dipotong-potong menggunakan gunting dengan ukuran  $\pm 1$  mm x 25 mm sehingga menyerupai serat-serat.
- d. Bahan tambah siap digunakan setelah menyerupai serat-serat.



a)

b)

Gambar 3. Persiapan serat kaleng ; a). Kaleng sebelum dipotong, b). Kaleng Setelah dipotong.

### 3.5.2. Tahap Pemeriksaan Bahan

Sebelum bahan-bahan penyusun beton dicampur menjadi satu, terlebih dahulu dilakukan pemeriksaan bahan agar dapat dihasilkan beton mutu tinggi yang sesuai dengan perencanaan. Pemeriksaan serta pengujian terhadap bahan beton terdiri dari :

#### A. Agregat Kasar (Batu Pecah/split)

Pemeriksaan terhadap agregat kasar dilakukan secara visual serta dilakukan uji, sebagai berikut :

1. Pemeriksaan berat jenis (ASTM C-127)
2. Pemeriksaan kadar air (ASTM C-556)
3. Analisis saringan atau gradasi agregat kasar (ASTM C 33), untuk mengetahui distribusi butiran (gradasi) agregat kasar menggunakan saringan.

4. berat volume agregat kasar (ASTM C 29), untuk mengetahui berat volume kondisi SSD (*Saturated Surface Dry*)

#### B. Agregat halus (Pasir)

Hal-hal yang dapat dilakukan dalam pemeriksaan agregat halus yaitu :

1. Pemeriksaan visual, seperti pasir harus terdiri dari butir-butir tajam dan keras yang bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca.
2. Pengujian agregat halus, antara lain :
  - a) Kandungan zat organik dalam pasir (ASTM C 40-92).
  - b) Berat jenis dan penyerapan agregat halus (ASTM C 128-98).
  - c) Kadar air (ASTM C 566-78).
  - d) Kadar lumpur (ASTM C 117-80).
  - e) Analisis saringan atau gradasi agregat halus (ASTM C 33-93).
  - f) Berat volume agregat halus (ASTM C 29).

#### C. Pemeriksaan Semen

Pemeriksaan semen dilakukan secara visual yaitu semen dalam keadaan tertutup rapat dan setelah dibuka tidak ada gumpalan serta butirannya halus

#### D. Air

Pemeriksaan terhadap air dilakukan secara visual yaitu air harus bersih, tidak mengandung lumpur, minyak, dan garam sesuai dengan persyaratan.

#### E. Serat Limbah Kaleng

Pemeriksaan serat kaleng dilakukan secara visual yaitu serat kaleng harus bersih, tidak mengandung lumpur, minyak, dan garam.

### 3.5.3. Tahap Perhitungan *Mix Design*

Penelitian ini menggunakan metode DOE karena metode ini yang biasa dipakai oleh Departemen Pekerjaan Umum dan dimuat dalam buku Standar No. SK.SNI T-15-1990-03 dengan judul “Tata Campuran Pembuatan Campuran Beton Normal”

Adapun Langkah-langkah pembuatan *mix design* DOE sebagai berikut :

- a. Menetapkan kuat tekan beton yang disyaratkan pada umur yang direncanakan ( $f_c = 25 \text{ Mpa}$ )
- b. Menetapkan nilai standart deviasi (Sd)
- c. Menghitung besarnya margin (M)

$$M = K \times S_r$$

dimana : M = nilai tambah

$S_r$  = standart deviasi

K = 1,64 jika  $S_r < 4 \text{ Mpa}$

K = 2,64 jika  $S_r > 4 \text{ Mpa}$

- d. Menetapkan kuat tekan rata-rata

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

dengan :  $f'_{cr}$  = kuat tekan rata-rata

$f'_c$  = kuat tekan yang disyaratkan

M = nilai tambah

- e. Menetapkan tipe semen

Type semen yang dipakai harus dinyatakan dalam desain campuran beton.

- f. Menetapkan tipe agregat

Dalam menghitung *mix design* beton, perlu dinyatakan tipe agregat yang dipakai yaitu agregat alam atau agregat batu pecah, karena hal ini mempengaruhi kekuatan dan kadar air bebas. Penetapan tipe agregat ini dapat ditetapkan dalam tabel tipe agregat dan perkiraan kadar air bebas beton.

- g. Menetapkan faktor air semen (antara 0,4-0,6)

Faktor air semen adalah perbandingan antara berat air bebas dan berat semen dalam pembuatan campuran beton. Besar factor air semen (fas) berdasarkan kuat tekan rata-rata ( $f_{cr}$ ) dalam grafik hubungan factor air semen dan kuat tekan rata-rata silinder beton.

- h. Menetapkan faktor air semen maksimum

Untuk berbagai kondisi lingkungan dimana beton yang dirancang campurannya akan dikonstruksikan, diisyaratkan suatu factor air semen maksimum yaitu fas yang tidak boleh dilewati, hal ini sudah ditetapkan oleh beberapa pedoman-pedoman beton.

Tabel 5. Persyaratan Faktor Air Semen Maksimum

<b>Jenis Pembetonan</b>	<b>Fas maksimum</b>
Beton didalam ruang bangunan :	
a. Keadaan keliling non-korosif	0.60
b. Keadaan Keliling korosif, disebabkan oleh kondensasi atau uap korosi	0.52
Beton diluar ruang bangunan :	
a. Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	0.55
b. Terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	0.60
Beton yang masuk ke dalam tanah :	
a. Mengalami keadan basah dan kering berganti-ganti	0.55
b. Mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah	Mengacu ke fas beton sulfat
Beton yang selalu berhubungan dengan air tawar/ payau/air laut	Mengacu ke fas beton dalam air

Sumber : Petunjuk Praktikum Teknologi Bahan Beton, Perencanaan Campuran Beton di Laboratorium, Universitas Pasir Pengaraian.

i. Menetapkan nilai slump

Untuk menetapkan nilai slump memerlukan pengalaman pelaksanaan beton, tetapi untuk anchang-ancang slump dapat dijadikan patokan pada tabel nilai slump berdasarkan jenis strukturnya.

j. Menetapkan kadar air bebas

Kadar air bebas merupakan berat air yang dibutuhkan jika agregatnya jenuh kering muka (SSD). Penetapan besar kadar air bebas (air yang

diluar air jernih) ditetapkan berdasarkan nilai slump yang dipilih, ukuran maksimum agregat dan tipe agregat.

k. Menetapkan kadar semen (kg/m<sup>3</sup>) beton

Untuk menetapkan kebutuhan semen digunakan persamaan berikut :

$$\text{Kadar semen} = \frac{\text{kadar air bebas}}{\text{faktor air semen}}$$

Berat Semen minimum berdasarkan pembetonan f'cr

Tabel 6. Kebutuhan Semen Minimum

Jenis Pembetonan	Fas maksimum
Beton didalam ruang bangunan :	
c. Keadaan keliling non-korosif	275
d. Keadaan Keliling korosif, disebabkan oleh kondensasi atau uap korosi	325
Beton diluar ruang bangunan :	
c. Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	325
d. Terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	275
Beton yang masuk ke dalam tanah :	
c. Mengalami keadan basah dan kering berganti-ganti	325
d. Mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah	Mengacu ke fas beton sulfat
Beton yang selalu berhubungan dengan air tawar/ payau/air laut	Mengacu ke fas beton dalam air

Sumber: Petunjuk Praktikum Teknologi Bahan Beton, Perencanaan Campuran Beton di Laboratorium, Universitas Pasir Pengaraian

l. Menentukan perkiraan berat jenis spesifik gabungan pasir dan kerikil  
 $B_j \text{ spesifik gabungan} = (a\% \times B_j \text{ Spesifik Pasir}) + (b\% \times B_j \text{ Spesifik Batu pecah})$

dimana :

a% = persentase penggabungan agregat halus (pasir) terbaik

b% = persentase penggabungan agregat kasar (batu pecah) terbaik

m. Penetapan porsi agregat

Berat agregat halus (pasir) A = a% x (D-Ws-Wa)

Berat agregat kasar (batu pecah)  $B = b\% \times (D - W_s - W_a)$

dimana :

$a\%$  = persentase penggabungan agregat halus (pasir)

$b\%$  = persentase penggabungan agregat kasar (batu pecah)

$D$  = berat volume beton basah ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )

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

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

$A$  = berat agregat halus (pasir) kondisi SSD ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )

$B$  = berat agregat kasar (batu pecah) kondisi SSD ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )

- n. Hasil rancangan campuran beton
- o. Koreksi campuran beton

#### 3.5.4. Tahap Pembuatan Beton Segar

Langkah-langkah pembuatan benda uji adalah sebagai berikut :

- a. Alat-alat yang akan digunakan dibersihkan terlebih dahulu, kemudian menimbang bahan-bahan yang akan digunakan sesuai dengan komposisi hasil *mix design*.
- b. Kerikil, pasir (dalam keadaan SSD), semen dimasukkan ke dalam mesin pencampur beton, sebelumnya basahi terlebih dahulu mesin mollen tersebut dengan air agar pada proses pencampuran komposisi air yang telah dihitung tidak berkurang akibat diserap oleh dinding-dinding bagian dalam mesin pencampur beton.
- c. Putar mesin mollen tersebut untuk beberapa menit agar material pasir, kerikil, dan semen yang telah dimasukkan terlebih dahulu dapat tercampur merata.
- d. Air yang akan dimasukkan dalam campuran sebelumnya dibagi menjadi 2/3 bagian dan 1/3 bagian. Kemudian diputar dalam mesin mollen dengan lama pencampuran minimum 3 menit hingga campurannya homogen. Masukkan air 1/3 bagian secara bertahap sehingga campurannya menjadi homogen.

- e. Menyiapkan wadah dan beton yang telah tercampur rata dalam molen ditimbang sesuai dengan berat kebutuhan tiap variasi serat limbah kaleng
- f. Serat limbah kaleng yang telah ditimbang sesuai dengan presentase, kemudian dimasukkan kedalam wadah-wadah dan diaduk menggunakan *electric mixer* sampai serat limbah kaleng tercampur dan menyebar secara merata.

#### **3.5.5. Tahap Pengujian Slump**

Pelaksanaan Uji slump beton menurut SNI 03-1972-1990 dilakukan dengan mengikuti tahapan tahapan berikut:

- a. Beton segar yang telah siap dimasukkan secara bertahap ke dalam cetakan yang telah dilap dengan kain basah. Pengisian kerucut Abrams dilakukan dalam tiga tahap, setiap penuangan dilakukan untuk mengisi kurang lebih sepertiga ( $1/3$ ) tinggi kerucut.
- b. Pemadatan dilakukan pada setiap lapis dengan cara menusukkan baja tulangan berdiameter 16 mm sebanyak 25 kali, sampai menyentuh bagian bawah masing-masing lapisan.
- c. Apabila kerucut telah terisi penuh, selanjutnya permukaan benda uji diratakan dengan tongkat dan semua sisa kotoran di sekitar benda uji dibersihkan.
- d. Setelah semua siap, cetakan segera diangkat tegak lurus ke atas dengan perlahan-lahan, kemudian dibalik dan diletakkan di samping benda uji.
- e. Nilai slump diukur berdasarkan tinggi jatuh puncak kerucut. Semua langkah pengujian slump harus diselesaikan dalam waktu maksimal 2,5 menit.

#### **3.5.6. Tahap Pencetakan Benda Uji**

Tahapan pencetakan benda uji adalah sebagai berikut :

- a. Menyiapkan cetakan silinder dengan diameter 10 cm dan tinggi 20 cm kemudian melumasi dinding bagian dalam cetakan agar memudahkan pelepasan benda uji dari cetakan setelah benda uji kering

- b. Mengisi beton segar ke dalam cetakan dalam 2 lapisan. Setelah sebelumnya dilakukan uji slump. Tiap lapis berisi  $\frac{1}{2}$  cetakan, setiap lapis ditusuk dengan tongkat pemadat sebanyak 15 kali tusukan secara merata sampai tampak suatu lapisan mortar diatas permukaan beton yang dipadatkan
- c. Ratakan permukaan atas cetakan beton, kemudian diamkan selama 24 jam.
- d. Setelah sampel didiamkan selama 24 jam, lepaskan sampel dari cetakannya kemudian lakukan proses perawatan benda uji

### 3.5.7. Tahap Perawatan Basah (*Wet Curing*)

Perawatan beton dilakukan untuk mencegah terjadinya kehilangan air dalam jumlah besar pada saat bersamaan air yang diperlukan untuk hidrasi tahap awal dan merupakan saat yang kritis. Pencegahan yang dapat dilakukan dengan cara menyiram, merendam, menutupi dengan karung goni yang dibasahi. Pada penelitian ini perawatan dilakukan dengan cara merendam sampai satu hari sebelum pengujian. Setelah direndam, benda uji diangkat dari dalam air dan didiamkan dalam udara terbuka sampai umur beton mencapai 7, 14, 21, dan 28.

### 3.5.8. Tahap Pengujian Kuat Tekan

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kuat tekan beton yang telah mengeras dengan benda uji berbentuk silinder. Pembebanan dilakukan sampai silinder beton hancur dan dicatat besarnya beban maksimum P yang selanjutnya digunakan untuk menentukan tegangan tekan beton ( $f'c$ ). (SNI-1974-2011)

Alat yang digunakan untuk melakukan pengujian kuat tekan beton adalah *Universal Testing Machine* (UTM) dengan cara meletakkan silinder beton tegak lurus. Khusus untuk pengujian kuat tekan, sebelum dilakukan pengujian permukaan tekan benda uji silinder harus rata agar tegangan terdistribusi secara merata pada penampang benda uji. Dalam hal ini maka benda uji perlu diberi lapisan belerang (*capping*) setebal 1,5 mm sampai 3



mm pada permukaan tekan benda uji silinder. Cara lain dapat juga dilakukan dengan memberi pasta semen.

Dari hasil pengujian ini didapat beban maksimum yang mampu ditahan oleh silinder beton sampai silinder beton tersebut hancur. Selanjutnya dicari kuat tekan beton dengan membagi beban maksimum dengan luas permukaan silinder beton. Data dari hasil pengujian kuat tekan beton ini kemudian ditabelkan

### 3.5.9. Tahap Analisis Data

Pada tahap ini, data yang diperoleh dari hasil pengujian dianalisis untuk mendapatkan hubungan antara variabel-variabel yang diteliti dalam penelitian. Analisis data tersebut meliputi :

- a. Berat Volume Agregat halus (pasir) (SNI 03-4804-1998)

$$\text{Berat volume} = w_1 w_2$$

dimana :  $W_1$  = berat benda uji lepas/padat (kg)

$$W_2 = \text{volume silinder (liter)}$$

- b. Kadar Air Agregat halus (pasir) (SNI 03-1971-1990)

$$\text{Kadar air agregat halus (pasir)} = \frac{(W_1 - W_2)}{W_1} \times 100\%$$

dimana :  $W_1$  = Berat agregat asli (gr)

$$W_2 = \text{Berat agregat kering oven (gr)}$$

- c. Kebersihan Pasir Terhadap Lumpur (SNI 03-4142-1996)

$$\text{Kadar Lumpur} = \frac{(W_1 - W_2)}{W_1} \times 100\%$$

dimana :  $W_1$  = berat pasir kering oven (gr)

$$W_2 = \text{berat pasir setelah dicuci + oven (gr)}$$

- d. Berat Jenis Pasir dan Penyerapan Air Agregat halus (pasir) (SNI 1970:2008)

Persamaan untuk menghitung berat jenis pasir :

$$\text{Berat Jenis Curah} = \frac{Bk}{B+500} - Bt$$

$$\text{Berat Jenis kering Permukaan} = \frac{500B}{B+500} - Bt$$

$$\text{Berat Jenis Semu} = \frac{Bk}{B+Bk} - Bt$$

Persamaan untuk menghitung air resapan:

$$\text{Air Resapan} = \frac{(500 - Bk)}{Bk} \times 100\%$$

dimana :  $Bk$  = berat contoh pasir kering oven (gr)

- B = berat pycnometer + air(gr)  
 Bt = berat pycnometer + contoh pasir + air (gr)
- e. Analisis Saringan Pasir (SNI ASTM C136:2012)  
 Modulus Kehalusan Pasir (F) =  $\Sigma \text{persen tertahan} / 100$
- f. Berat Volume Agregat kasar (batu pecah) (SNI 03-4804-1998)  
 Berat volume =  $w_1 / w_2$   
 dimana : W1 = berat benda uji lepas/padat (kg)  
 W2 = volume silinder (liter)
- g. Kadar Air Agregat kasar (batu pecah) (SNI 03-1971-1990)  
 Kadar air agregat halus (pasir) =  $(W_1 - W_2) / W_1 \times 100\%$   
 dimana : W1 = Berat agregat asli (gr)  
 W2 = Berat agregat kering oven (gr)
- h. Kebersihan Batu pecah Terhadap Lumpur (SNI 03-4142-1996)  
 Kadar Lumpur =  $(W_1 - W_2) / W_1 \times 100\%$   
 dimana : W1 = berat batu pecah kering oven(gr)  
 W2 = berat batu pecah setelah dicuci + oven(gr)
- i. Berat Jenis Batu pecah dan Penyerapan Air Agregat kasar (batu pecah) (SNI 1969-2008)  
 Persamaan untuk menghitung berat jenis batu pecah :  
 Berat Jenis Curah =  $B_k / B_j - B_a$   
 Berat Jenis ering Permukaan =  $B_j / B_j - B_a$   
 Berat Jenis Semu =  $B_k / B_k - B_a$   
 Persamaan untuk menghitung air resapan:  
 Air Resapan =  $(B_j - B_k) / B_k \times 100\%$   
 dimana : Bk = berat contoh pasir kering oven (gr)  
 B = berat pycnometer + air(gr)  
 Bt = berat pycnometer + contoh pasir + air (gr)
- j. Analisis Saringan Batu pecah (SNI ASTM C136:2012)  
 Modulus Kehalusan Batu pecah (F) =  $\Sigma \text{persen tertahan} / (5 \times 100) \times 100 \dots (16)$

k. Kuat Tekan Beton

$$F_c = P/A$$

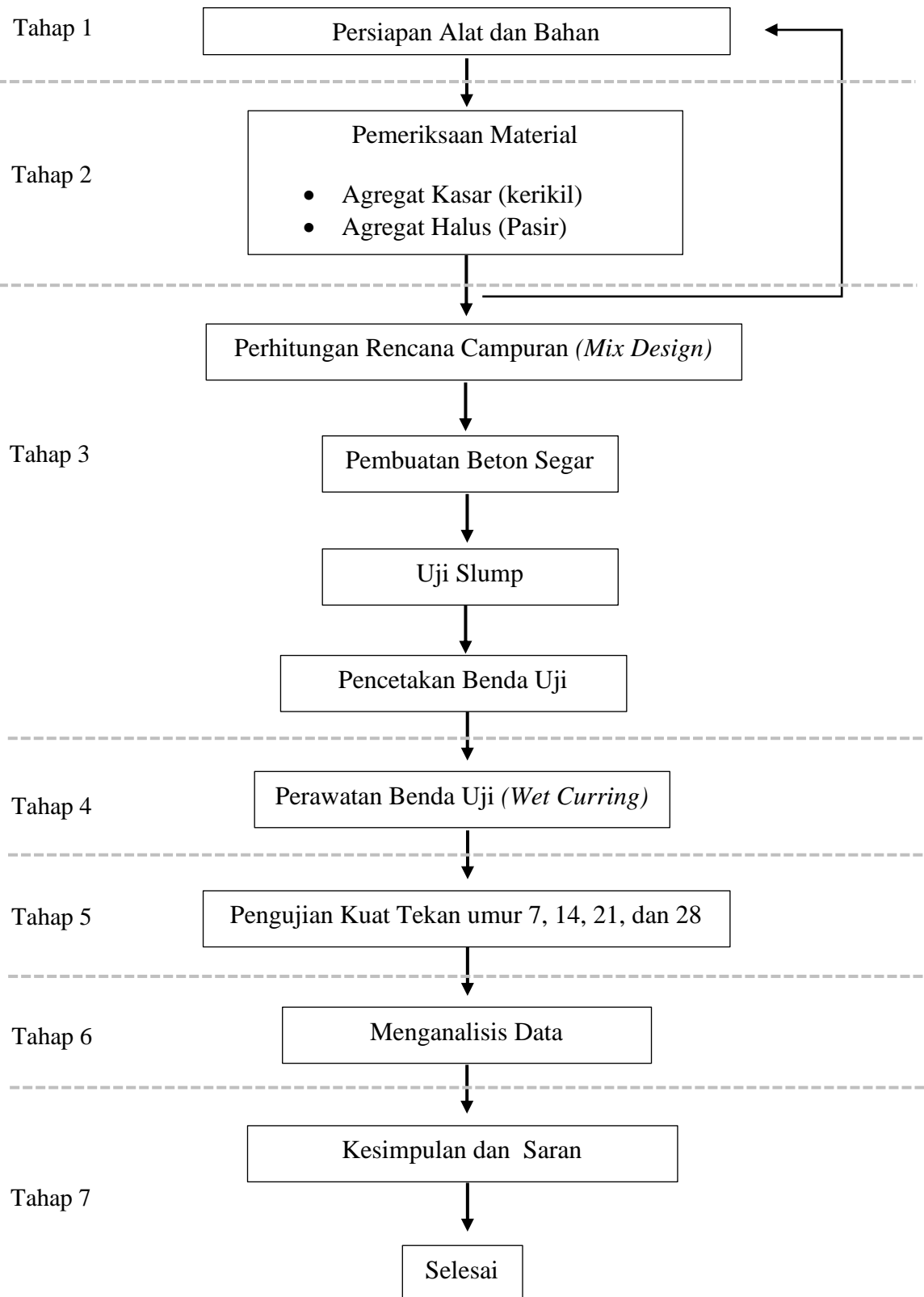
dimana :       $F_c$  = kuat tekan beton  
                  $P$  = beban maksimum  
                  $A$  = luas penampang benda uji

**3.5.10.** Tahap Pengambilan Keputusan

Pada tahap ini, data yang telah dianalisis dibuat suatu kesimpulan yang berhubungan dengan tujuan penelitian

### 3.5.11. Tahapan Penelitian

---



## BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Pengaruh Penambahan Serat Kaleng Terhadap Kuat Tekan Beton

#### 4.1.1. *Mix Design*

##### A. Uji Karakteristik

Pemeriksaan terhadap uji karakteristik bahan penyusun beton diperoleh hasil sebagai berikut :

##### 1. Air

Menurut SK-SNI-S-04-1989-F air harus bersih, tidak mengandung lumpur, minyak dan benda terapung lainnya yang dapat dilihat secara visual. Setelah dilakukan pengamatan secara visual terhadap air yang akan digunakan, menunjukkan sifat-sifat antara lain tidak berwarna, tidak berbau, jernih (tidak mengandung lumpur) dan benda terapung lainnya sehingga air tersebut dianggap memenuhi syarat.

##### 2. Semen

Pemeriksaan secara visual menyimpulkan bahwa semen dalam keadaan baik yaitu berbutir halus, tidak terdapat gumpalan-gumpalan, sehingga semen dapat digunakan sebagai bahan susun beton.

##### 3. Karakteristik Agregat

Material yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari agregat halus (pasir) dan agregat kasar (batu pecah). Pengujian karakteristik agregat dilakukan di Laboratorium Struktur dan Bahan Departemen Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin, Gowa. Metode pengujian agregat mengacu pada SNI (Standar Nasional Indonesia) dan ASTM (*American Society for Testing Material*).

##### a. Hasil Pengujian Agregat kasar

##### 1) Berat Jenis dan penyerapan

Tabel 7. Hasil Percobaan Analisis Berat Jenis dan Penyerapan dari Agregat kasar (batu pecah)

Keterangan	Berat jenis (kg/l)
Berat jenis curah	2,35
Berat jenis kering permukaan	2,39

Berat jenis semu	2,45
Penyerapan	1,75%

Berdasarkan hasil pengujian sampel diatas, dapat dilihat bahwa berat jenis agregat kasar (batu pecah) memenuhi syarat berat jenis agregat kasar (batu pecah) pada standard SNI 1970:2008 yaitu berkisar antara 1,6 – 3,3. Sedangkan nilai penyerapan yang diisyaratkan adalah 0,20% – 4,00%. Dari hasil percobaan nilai penyerapan sesuai dengan spesifikasi yang diisyaratkan. Sehingga agregat kasar (batu pecah) tersebut dapat dipakai sebagai bahan campuran beton

## 2) Berat volume

Nilai berat volume agregat kasar (batu pecah) bergantung pada tiga hal, yaitu bentuk agregat, tekstur agregat, serta cara pematatannya. Bentuk dan tekstur akan mempengaruhi kekuatan dari beton. Bentuk agregat yang baik adalah berbentuk angular memiliki kekuatan yang baik, karena luas permukaannya yang lebih besar. sedangkan bentuk pipih dan memanjang akan mengurangi ketahanan. Pengujian dilakukan berdasarkan standard SNI 03-4804-1998.

Tabel 8. Hasil Pemeriksaan Analisis Berat Volume dari Agregat kasar (batu pecah)

Keterangan	Berat Volume (kg/lt)
Padat	1,6
Lepas	1,62

Berdasarkan hasil pengujian sampel diatas, dapat dilihat bahwa berat volume lepas dan padat agregat kasar (batu pecah) memenuhi syarat yaitu berkisar antara 1,6 - 1,9 kg/lt

### 3) Saringan Agregat kasar

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui gradasi dari agregat kasar (batu pecah) yang diujikan. Pengujian analisis saringan agregat kasar (batu pecah) mengikuti standard SNI dan ASTM C136:2012. Hasil analisis saringan agregat kasar (batu pecah) dapat dilihat pada tabel berikut:

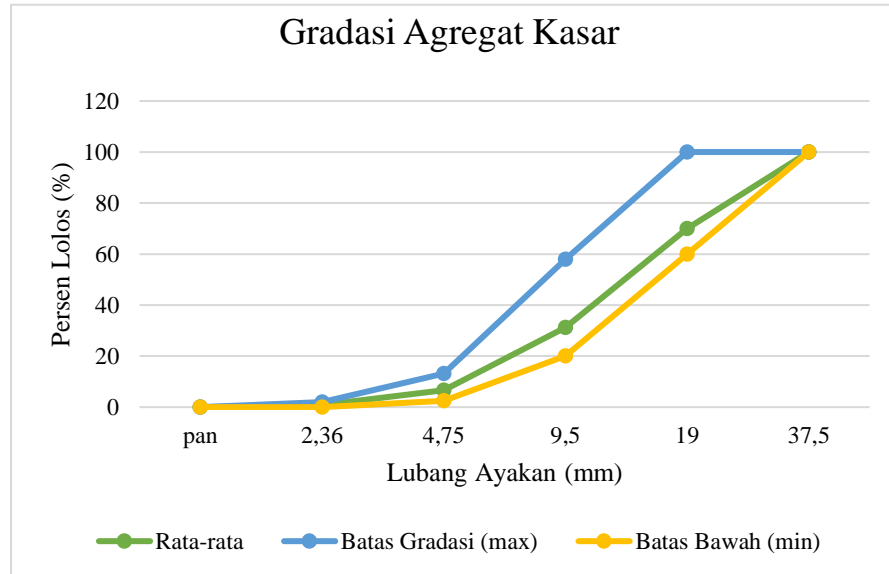
Tabel 9. Hasil Pemeriksaan Analisis Saringan dari Agregat kasar

Nomor Saringan	Berat Tertahan (Gram)	Persen Tertahan (%)	Kumulatif Persen Tertahan (%)	Persen Lolos (%)
37,5 mm (1 ½")	0	0,00	0,00	100,00
19 mm (¾")	750	30,00	30,00	70,00
9,5 mm (3/8")	970	38,80	68,80	31,20
4,75 mm (4")	615	24,60	93,40	6,60
2,36 mm (8")	145	5,80	99,20	0,80
1,70 mm (14")	20	0,80	100,00	0,00
1,18 mm (16")	0	0,00	100,00	0,00
Pan	0	0,00	100,00	0,00
Jumlah	2500	100,00	591,40	

$$\text{Modulus Kekasaran Kerikil (F)} = \frac{\sum \%Tertahan}{100} = \frac{591,40}{100} = 5,914$$

Setelah dilakukan pengujian analisis saringan, agregat kasar yang digunakan memenuhi syarat yaitu Modulus Kekasaran (F) berada antara 5,50 – 8,50.

Berdasarkan syarat – syarat butir agregat tersebut dapat dilihat analisis agregat kasar dalam grafik sebagai berikut :



Gambar 4. Grafik Gradasi analisis agregat kasar

#### 4) Kadar Air

Jumlah air yang terkandung di dalam agregat perlu diketahui, karena akan mempengaruhi jumlah air yang diperlukan di dalam campuran beton. Agregat yang basah (banyak mengandung air), akan membuat campuran juga lebih basah dan sebaliknya. Pengujian dilakukan berdasarkan standar SNI 03-1971-1990.

Tabel 10. Hasil Pemeriksaan Analisis Kadar Air dari Agregat kasar

Kode	Keterangan	Hasil
<b>A</b>	Berat tempat/talam	275 gr
<b>B</b>	Berat tempat + benda uji	2.275 gr
<b>C</b>	Berat benda uji	2.000 gr
<b>D</b>	Berat benda uji kering	1.970 gr
<b>Kadar air = <math>\frac{C-D}{D} \times 100\%</math></b>		1,5%

Berdasarkan hasil pengujian sampel diatas, dapat dilihat bahwa kadar air agregat kasar memenuhi syarat sesuai standar SNI 03-1971-1990 yaitu antara 0,5% - 2,0% dengan nilai hasil



pengujian yaitu 1,5%. Sehingga agregat tersebut dapat digunakan sebagai bahan untuk campuran beton.

5) Kadar Lumpur

Kandungan kadar lumpur pada butiran agregat akan mempengaruhi kekuatan ikatan antara pasta semen dan agregat sehingga akan mengurangi kekuatan dan ketahanan beton serta menambah penyusutan. Pengujian dilakukan berdasarkan standar SNI 03-4142-1996

Tabel 11. Hasil Pemeriksaan Analisis Kadar Lumpur dari Agregat kasar (batu pecah)

Keterangan	Berat
Berat kering sebelum dicuci (W1)	1980 gr
Berat kering setelah dicuci (W2)	1970 gr
Kadar Lumpur = $\frac{w1-w2}{w1} \times 100\%$	0,50%

Berdasarkan hasil pengujian sampel diatas, dapat dilihat bahwa kadar lumpur agregat kasar (batu pecah) memenuhi standar SNI yaitu maksimal 1%. Sehingga agregat tersebut dapat digunakan sebagai bahan untuk campuran beton.

b. Hasil Pengujian Agregat Halus (Pasir)

1) Berat Jenis dan penyerapan

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan berat jenis curah, kering permukaan, semu dan penyerapan dari agregat halus (pasir) guna mendapatkan volume agregat dalam beton. Berikut adalah nilai berat jenis dan penyerapan yang didapat:

Tabel 12. Hasil Pemeriksaan Analisis Berat jenis dan Penyerapan dari Agregat halus.

Keterangan	Berat Jenis (kg/l)
Berat jenis curah	2

Berat jenis kering permukaan	2,63
Berat jenis semu	2,08
Penyerapan	2%

Berdasarkan standard SNI 1970:2008, nilai penyerapan yang baik untuk agregat adalah 0,20% – 2,00%. Dari hasil percobaan nilai penyerapan telah memenuhi standard SNI yaitu 2%. Sedangkan nilai berat jenis yang ideal berada diantara 1,6 – 3,3. Sehingga dapat disimpulkan agregat halus (pasir) yang digunakan telah memenuhi standard berat jenis yang telah ditentukan

## 2) Berat volume

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan berat volume lepas dan padat pada agregat halus (pasir). Nilai berat volume untuk masing-masing metode (lepas dan padat) terdapat dalam tabel dibawah ini :

Tabel 13. Hasil Pemeriksaan Analisis Berat Volume dari Agregat halus (pasir)

Keterangan	Berat Volume (kg/ltr)
Padat	1,4
Lepas	1,6

Berdasarkan hasil pengujian sampel diatas, dapat dilihat bahwa berat volume lepas dan padat agregat halus (pasir) memenuhi syarat yaitu berkisar antara 1,4 - 1,9 kg/ltr.

## 3) Saringan agregat halus (pasir)

Pengujian analisis saringan agregat halus (pasir) bertujuan untuk menentukan pembagian butir agregat halus (pasir) dengan menggunakan saringan. Prosedur pengujian analisis saringan pada agregat halus (pasir) sama dengan agregat kasar (batu pecah) hanya berbeda pada ukuran saringan yang digunakan. Ketentuan

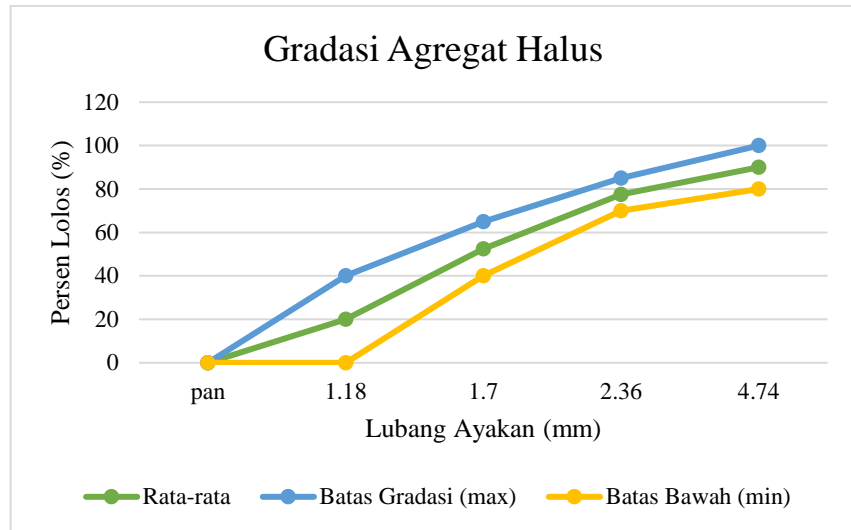
mengenai pengujian ini diatur dalam standard SNI ASTM C136:2012. Berikut ialah nilai dari perhitungan analisis saringan agregat halus (pasir).

Tabel 14. Hasil Pemeriksaan Analisis Saringan dari Agregat halus

Nomor Saringan	Berat Tertahan (Gram)	Persen Tertahan (%)	Kumulatif Persen Tertahan (%)	Persen Lolos (%)
4,75 mm (4")	0	0,00	0,00	100,00
2,36 mm (8")	403	16,12	16,12	83,88
1,70 mm (14")	455	18,20	34,32	65,68
1,18 mm (16")	660	26,40	60,72	39,28
Pan	982	39,28	100,00	0,00
Jumlah	2.500	100,00	211,16	

$$\text{Modulus Kehalusan Pasir (F)} = \frac{\sum \%Tertahan}{100} = \frac{211,16}{100} = 2,112$$

Modulus kehalusan (F) didefinisikan sebagai nilai kehalusan distribusi butiran. Kisaran nilai F untuk agregat halus yang ideal berada di antara 1,50 – 3,80. Kegunaan dari modulus kehalusan ini ialah untuk mempengaruhi kelecakan (workability) dari beton segar. Dari hasil pengujian saringan agregat halus ini, sesuai dengan standar SK-SNI-T-15-1990-03 yaitu bernilai 2,112. Dari syarat – syarat butir agregat tersebut dapat dilihat analisa agregat halus dalam grafik sebagai berikut:



Gambar 5. Grafik Gradasi Agregat halus

#### 4) Kadar Air

Seperti halnya agregat kasar (batu pecah), kadar air terhadap agregat halus (pasir) juga mempengaruhi jumlah air yang diperlukan didalam campuran beton. Pengujian dilakukan berdasarkan standar SNI SNI 03-1971-1990

Tabel 15. Hasil Pemeriksaan Analisis Kadar Air dari Agregat halus

Kode	Keterangan	Hasil
A	Berat tempat/talam	275 gr
B	Berat tempat + benda uji	1.275 gr
C	Berat benda uji	1.000 gr
D	Berat benda uji kering	970 gr
Kadar air = $\frac{C-D}{D} \times 100\%$		3,1%

Dari hasil pengujian sampel diatas, dapat dilihat bahwa kadar air agregat halus memenuhi standar SNI yaitu berada diantara 2,00% - 5,00% dengan nilai hasil pengujian yaitu 3,1%. Sehingga agregat halus tersebut dapat digunakan sebagai bahan untuk campuran beton.

#### 5) Kadar Lumpur

Pengujian ini memiliki tujuan untuk menentukan jumlah bahan atau partikel lain (lumpur dan partikel kecil lainnya) yang terdapat dalam agregat halus (pasir) lewat saringan no. 200 dengan cara pencucian. Pengujian dilakukan dengan mengkondisikan agregat kering oven selama 24 jam kemudian dicuci melewati saringan no.16 dan 200. Agregat yang tertahan pada saringan tersebut di oven selama 24 jam dan ditimbang. Berikut ini adalah data yang diperoleh dalam pengujian ini:

Tabel 16. Hasil Pemeriksaan Analisis Kadar Lumpur dari Agregat halus

Keterangan	Berat
Berat kering sebelum dicuci (W1)	0,490 kg
Berat kering setelah dicuci (W2)	0,470 kg
Kadar Lumpur = $\frac{w1-w2}{w1} \times 100\%$	4,08%

Berdasarkan spesifikasi karakteristik agregat halus (pasir) (pasir) standard SNI 03-4142-1996, interval untuk kadar lumpur yaitu maksimal 5%. Jadi nilai kadar lumpur yang diperoleh dari hasil pemeriksaan (4,08%) adalah sesuai dengan spesifikasi.

#### 6) Kadar Organik

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk menentukan adanya bahan organik dalam pemeriksaan pasir alam yang digunakan sebagai bahan campuran mortar atau beton. Pengujian ini dimulai dengan mencampurkan agregat halus (pasir) dengan larutan NaOH lalu dibandingkan warna dengan tabel warna. Kandungan bahan organik yang terdapat dalam agregat halus (pasir) dapat dilihat dari warna yang terdapat dalam standar tabel warna berikut :

Tabel 17. Standar warna

Standar warna	keterangan
No.1 dan No.2	Pasir tersebut bisa dipakai sebagai bahan campuran beton tanpa dicuci terlebih dahulu.
No.3 dan No. 4	Kandungan bahan organiknya tinggi sehingga pasir tersebut perlu di cuci dahulu sebelum digunakan untuk campuran beton
No.5	Perlu dipertimbangkan penggunaan agregat halus (pasir) tersebut untuk campuran beton.

Sumber : Dr.Eng. Hj. Rita Irmawaty, ST.,MT. dan Tim Lab. Struktur dan Bahan, Buku Penuntun Laboratorium Struktur dan Bahan, Jurusan Teknik Sipil Universitas Hasanuddin

Pengujian kadar organik dalam agregat halus (pasir) mengikuti standar SNI 03-2816-1992. Dari hasil pengujian didapat kandungan organic warna no. 3

Berikut adalah data rekapitulasi hasil pengujian karakteristik agregat kasar (batu pecah) dan agregat halus (pasir):

Tabel 18. Rekapitulasi Hasil Pengujian Agregat kasar (krikil)

No	Karakteristik Agregat	Interval Spesifikasi	Hasil Uji	Keterangan
1	Berat Volume	1,6 – 1,9		Memenuhi
	a. Kondisi Lepas	kg/ltr	1,62	
	b. Kondisi Padat		1,60	
2	Modulus Kekasaran	5,50 – 8,50	5,914	Memenuhi
3	Berat Jenis	1,6 – 3,3		Memenuhi
	a. Curah		2,35	
	b.Kering		2,39	
	Permukaan		2,45	
	c. Semu			
4	Penyerapan	0,2% - 4,0%	1,75%	Memenuhi
5	Kadar Air	0,5% - 2,0%	1,5%	Memenuhi

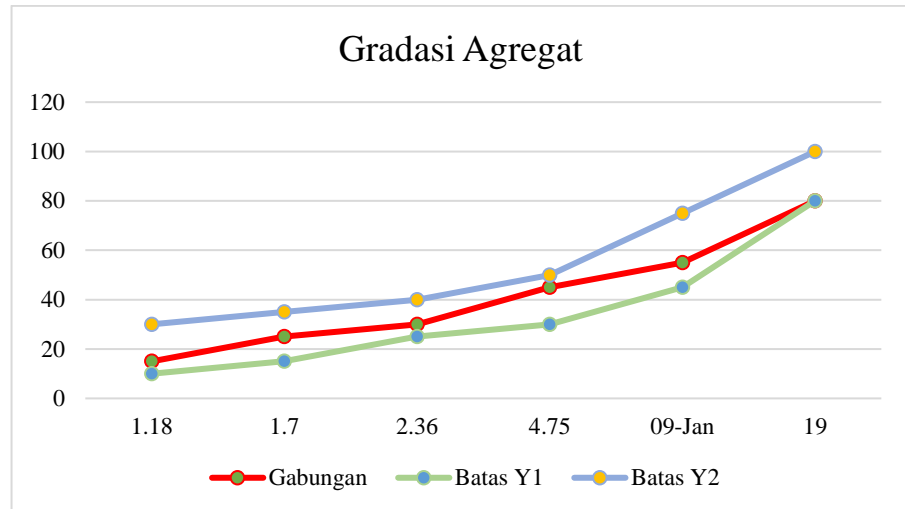
6	Kadar Lumpur	Maksimal 1%	0,5%	Memenuhi
---	--------------	----------------	------	----------

Tabel 19. Rekapitulasi Hasil Pengujian Agregat halus (pasir)

No	Karakteristik Agregat	Interval Spesifikasi	Hasil Uji	Keterangan
1	Berat Volume			Memenuhi
	a. Kondisi Lepas	1,4 – 1,9	1,6	
	b. Kondisi Padat	kg/ltr	1,4	
2	Modulus Kehalusan	1,50 – 3,80	2,112	Memenuhi
3	Berat Jenis	1,6 – 3,3		Memenuhi
	a. Curah		2	
	b. Kering		2,63	
	Permukaan		2,08	
	c. Semu			
4	Penyerapan	0,2% - 2,0%	2,0%	Memenuhi
5	Kadar Air	2,0% - 5,0%	3,1%	Memenuhi
6	Kadar Lumpur	Maksimal 5%	4,08%	Memenuhi

c. Gradasi gabungan agregat

Penggabungan agregat adalah pencampuran agregat halus (pasir) dan kasar, sehingga menjadi campuran yang homogen dan mempunyai susunan butir sesuai standar. Gradasi penggabungan agregat diperoleh berdasarkan pengujian karakteristik agregat yang dapat dilihat pada gambar 6 :



Gambar 6. Grafik Gradasi Penggabungan Agregat

berdasarkan grafik menunjukkan bahwa hasil analisis gabungan agregat berada diantara batas gradasi maksimum dan minimum sehingga agregat kasar (batu pecah) dan agregat halus (pasir) memenuhi syarat analisis penggabungan agregat yang ideal

#### B. Perhitungan mix design

Data-data perhitungan mix design (Lampiran 3) untuk membuat beton normal adalah sebagai berikut :

- $F'c$  = 25 MPa
- Slump = 10 cm
- Modulus kehalusan pasir = 2,700
- Modulus kekasaran krikil = 5,964
- Ukuran maksimum agregat = 20 mm
- Berat jenis spesifik SSD pasir = 2,63
- Berat jenis spesifik SSD batu pecah = 2,39
- Kadar air Pasir ( $W_p$ ) = 3,10%
- Absorpsi pasir ( $R_p$ ) = 2,00%
- Kadar air Batu pecah ( $W_k$ ) = 1,5%
- Absorpsi batu pecah ( $R_k$ ) = 1,75%
- Presentase gabungan terbaik :
  - Pasir = 40%



- Batu pecah = 60%
- Berat volume kering lepas pasir = 1600 kg/m<sup>3</sup>
- Berat volume kering lepas krikil = 1620 kg/m<sup>3</sup>
- Volume silinder Ø 10 cm x 20 cm = 0,0016 m<sup>3</sup>

Berdasarkan data-data di atas dilakukan perhitungan (lampiran 3) dengan metode *Development of Concrete* (DOE) sehingga diperoleh kebutuhan material per 1 m<sup>3</sup>. Selain semen, agregat halus (pasir), agregat kasar (batu pecah) dan air, pada penelitian ini juga ditambahkan serat kaleng dengan variasi 0%, 2.5%, 5% dan 7.5% terhadap berat semen pada silinder. Berikut adalah detail perincian kebutuhan material 1 m<sup>3</sup>.

Tabel 20. Komposisi Kebutuhan Bahan Campuran Beton

No	Jenis Beton	Beton	Beton	Beton	Beton
		Normal (0%)	Variasi serat kaleng (2.5%)	Variasi serat kaleng (5%)	Variasi serat kaleng (7.5%)
	Material				
1	Air (kg)	204,96	204,96	204,96	204,96
2	Semen (kg)	500	500	500	500
3	Udara	0	0	0	0
4	Pasir (kg)	627.35	627.35	627.35	627.35
5	Batu Pecah (kg)	855.03	855.03	855.03	855.03
6	Serat kaleng (kg)	0	12.5	25	37.5

#### 4.1.2. Pembuatan Benda Uji

Pembuatan beton segar melalui dua proses yaitu persiapan material dan pencampuran.

##### A. Persiapan Material

Pada proses ini, material tambahan yaitu serat kaleng dan material utama penyusun beton yaitu air, semen, pasir dan kerikil disiapkan

terlebih dahulu. Jumlah setiap material disiapkan sesuai dengan hasil perhitungan yang telah dilakukan sebelumnya.

## B. Pencampuran

Proses pencampuran dibagi berdasarkan tiap variasi penambahan bahan tambah. Untuk beton normal, proses pencampuran diawali dengan mencampur batu pecah, pasir (dalam keadaan SSD), dan semen ke dalam mesin pencampur beton (molen), sebelumnya basahi terlebih dahulu mesin molen tersebut dengan air agar pada proses pencampuran komposisi air yang telah dihitung tidak berkurang akibat diserap oleh dinding-dinding bagian dalam mesin pencampur beton. Kemudian mesin molen diputar dalam beberapa menit. Setelah itu, air dimasukkan dalam campuran hingga terbentuk adonan beton segar.

Hal yang perlu diperhatikan saat teknik ini adalah memperhatikan kapasitas molen dengan bahan materialnya, karena apabila bahan material hampir memenuhi molen akan menyebabkan material agregat kasar (batu pecah) maupun agregat halus (pasir) tidak dapat terputar didalam molen karena terjadi pengendapan didalam, yang membuat pencampuran kurang sempurna. Maka, untuk mengatasi hal tersebut teknik pencampuran beton dilakukan secara terpisah berdasarkan variasi bahan tambah terhadap semen sesuai dengan perhitungan *mix desain*. Beton yang telah tercampur rata dalam molen dikeluarkan, kemudian dilakukan test slump.



Gambar 7. Pencampuran material beton

### C. Pencetakan

Pencetakan dilakukan setelah pengujian nilai slump. Pencetakan dilakukan dengan memasukkan Beton segar ke dalam bekisting yang terbuat dari pipa PVC berukuran 10 cm x 20 cm yang telah disediakan. Sebelumnya bekisting harus diolesi oli terlebih dahulu agar pada saat membuka bekisting lebih mudah. Saat beton segar dituang dalam bekisting dilakukan pemadatan (*compacting*) agar menghilangkan rongga udara yang terjebak dalam beton.



Gambar 8. Pencetakan benda uji

### D. Perawatan

Benda uji yang telah dibuka dari bekisting  $\pm 24$  jam langsung di *curing*. Proses *curing* bertujuan untuk mencegah panas hidrasi beton dari semen yang dapat menyebabkan retak. Proses curing sendiri dilakukan di Laboratorium Struktur, Konstruksi dan Material FT UH Gowa melalui perawatan basah dengan merendam benda uji ke dalam bak perendam sesuai dengan umur beton yang akan diuji pada suhu ruangan ( $20^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C}$ ) dengan kelembaban 70% .



Gambar 9. Perawatan benda uji (*wet curing*)

#### 4.1.3. Hasil Pengujian

Beton yang telah mengeras dan telah melalui proses perawatan basah (*wet curing*) dilakukan pengujian kuat tekan sesuai dengan umur yang ditentukan. Data yang didapatkan dari hasil pengujian ini ditabulasikan, kemudian diteliti pengaruh penambahan serat kaleng terhadap kuat tekan beton serta dibandingkan dengan beton normal (tanpa tambahan serat kaleng).

Pengujian kuat tekan beton pada benda uji dengan model silinder yang berukuran 10cm x 20cm dengan variasi serat kaleng 2.5%, 5%, dan 7.5%. Setiap variasi dilakukan pengujian kuat tekan beton pada umur 7, 14, 21, dan 28 hari. Tiap variasi umur dibuat sebanyak tiga sampel benda uji pada masing – masing perawatan. Benda uji 0% (normal) dibuat sebagai pembanding antara beton variasi dengan beton normal. Sehingga dapat dilihat perbandingan hasil kuat tekan beton akibat penambahan serat kaleng melalui metode *wet curing*

##### A. Nilai *Slump*

Dari penelitian ini dapat diambil kesimpulan bahwa dengan penambahan serat kaleng sebagai bahan campuran beton maka nilai *workability* bervariasi. Adapun hasil dari pengujian *slump* dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 21. Nilai *slump*

Jenis Beton	Nilai <i>Slump</i> (cm)
Beton Normal	6.5
Beton + Serat Kaleng 2.5%	6.8
Beton + Serat Kaleng 5%	6.6
Beton + Serat Kaleng 7.5%	4.5



a)



b)



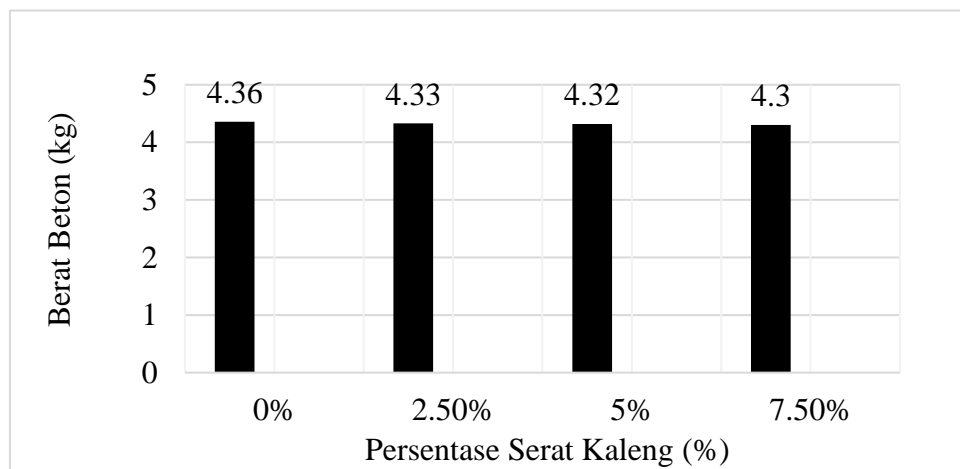
Gambar 10. Hasil Tes *Slump* beton ; a). Beton Normal, b). Beton + Serat Kaleng 5%, c). Beton + Serat kaleng 5%, d). Beton + Serat kaleng 7.5%

### B. Berat Satuan Beton

Untuk mengetahui pengaruh bahan tambah serat kaleng terhadap bobot beton berdasarkan variasi masing-masing persentase komposisi dan jenis perawatan pada umur 28 hari Beton, disajikan dalam tabel berikut :

Tabel 22. Hasil Pengujian Bobot Isi Beton Pada Perawatan basah

Perawatan	Persentase serat kaleng	Berat benda uji (kg)	Berat jenis benda uji (kg/m <sup>3</sup> )	Reduksi (%)
Wet	0%	4.36	2328	-
	2.5%	4.33	2337	+0.39
	5%	4.32	2289	1.67
	7.5%	4.30	2247	3.48



Gambar 11. Grafik Hubungan Persentase Serat Kaleng Terhadap Berat Beton

Berdasarkan tabel 22 dan grafik 11, diperoleh hasil bahwa tidak terjadi perubahan berat beton secara signifikan. Jadi, dapat disimpulkan bahwa penambahan serat kaleng pada campuran beton tidak mempengaruhi berat beton dengan perawatan basah.

Menurut SNI 03-2847-2002, Beton normal mempunyai berat satuan 2200 – 2500 kg/m<sup>3</sup>. Oleh karena itu, beton dengan penambahan serat kaleng 2,5%, 5%, dan 7.5% masih bisa dikategorikan sebagai beton normal berdasarkan berat satuannya.



Gambar 12. Menimbang berat beton

### C. Kuat Tekan Beton

Beton yang telah mengeras (*setting*) dilakukan pengujian kuat tekan beton. Data yang didapatkan dari hasil pengujian ini ditabulasikan, kemudian diteliti pengaruh penambahan serat kaleng terhadap kuat tekan beton serta dibandingkan dengan beton tanpa serat kaleng.

Pengujian kuat tekan benda uji (model silinder) ukuran 10 cm x 20 cm dengan variasi serat kaleng 0%, 2.5%, 5%, dan 7.5%. Setiap variasi dilakukan pengujian kuat tekan beton umur 7, 14, 21, dan 28 hari. Tiap variasi umur dibuat sebanyak 3 sampel benda uji pada masing-masing perawatan basah. Benda uji 0% (normal) dibuat sebagai pembandingan antara beton dengan bahan tambah serat kaleng dan beton tanpa bahan tambah (beton normal). Sehingga, dapat dilihat perbandingan hasil kuat tekan beton akibat penambahan dari serat kaleng pada perawatan basah.

Perhitungan kuat tekan beton dapat dihitung dengan rumus :

$$\text{Kuat Tekan Beton} = \frac{P}{A}$$

Dimana : P = beban maksimum (N)

A = Luas penampang (mm<sup>2</sup>)



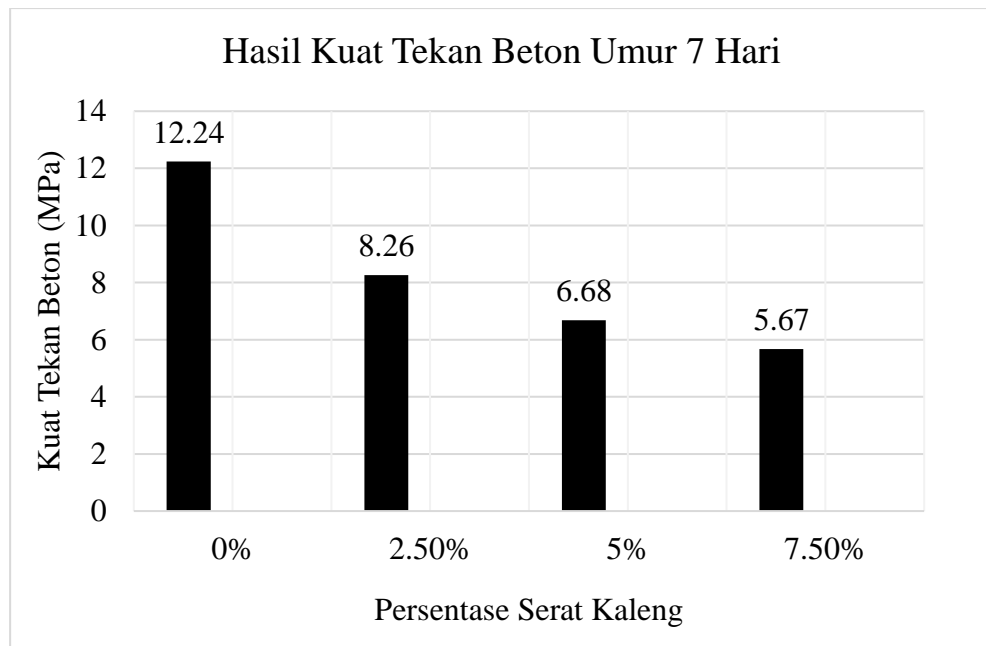
Gambar 13. Pengujian kuat tekan menggunakan alat UTM

Untuk melihat pengaruh bahan tambah serat kaleng pada beton berdasarkan variabel masing-masing persentase komposisi, umur, dan jenis perawatan disajikan dalam tabel berikut :

1. Hasil Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari

Tabel 23. Hasil Kuat Tekan 7 Hari

No	Jenis Beton umur 7 hari	Wet Curing	
		Kuat Tekan (Mpa)	Kuat Tekan Rata-rata (Mpa)
1	<b>Beton normal 0%</b>	<b>13.72</b>	<b>12.24</b>
		<b>8.36</b>	
		<b>14.63</b>	
2	Beton Serat kaleng 2.5%	6.65	8.26
		9.11	
		9.01	
3	Beton Serat kaleng 5%	7.90	6.68
		7.10	
		5.05	
4	Beton Serat kaleng 7.5%	6.65	5.67
		5.37	
		5.01	



Gambar 14. Grafik Persentase Serat kaleng Terhadap Kuat Tekan Beton Pada Perawatan Basah Umur 7 Hari

Benda uji pada perawatan basah, dengan komposisi serat 2.5% memiliki kuat tekan beton lebih rendah yaitu 32.55% dari beton normal. Komposisi serat 5% mengalami penurunan kuat tekan yakni 45.41% dari



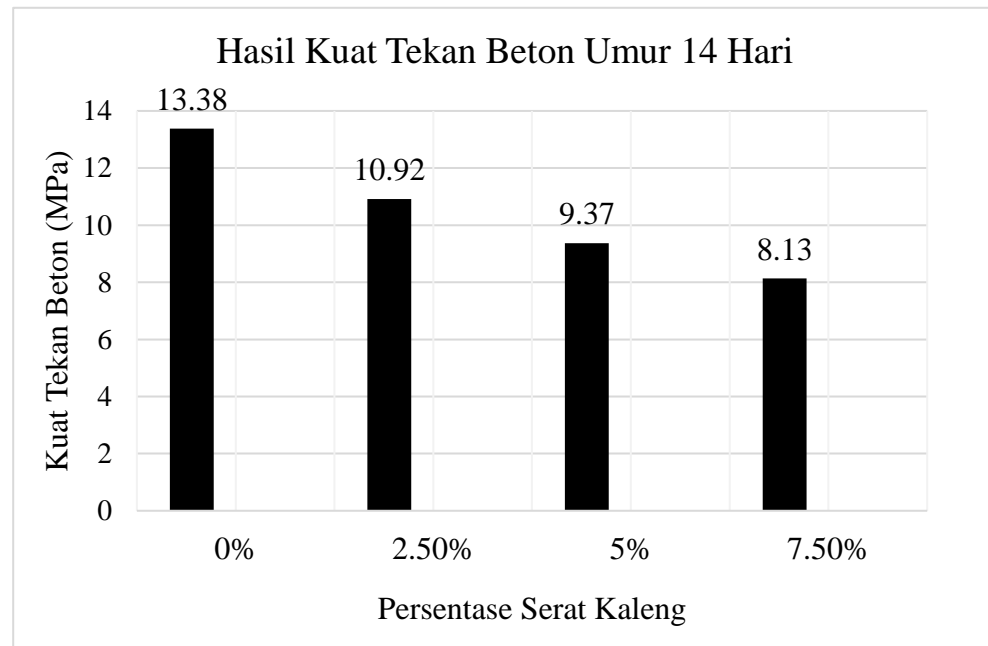
beton normal. Dan komposisi serbuk 7.5% mengalami penurunan kuat tekan lebih besar yakni 53.64% dari beton normal.

## 2. Hasil Kuat Tekan Beton Umur 14 Hari

Tabel 24. Hasil Kuat Tekan 14 Hari

No	Jenis Beton umur 14 hari	Wet Curing	
		Kuat Tekan (Mpa)	Kuat Tekan Rata-rata (Mpa)
1	<b>Beton normal 0%</b>	<b>12.01</b>	<b>13.38</b>
		<b>14.74</b>	
		<b>*6.12</b>	
2	Beton Serat kaleng 2.5%	9.83	10.92
		12.11	
		10.83	
3	Beton Serat kaleng 5%	9.11	9.37
		10.53	
		8.47	
4	Beton Serat kaleng 7.5%	9.50	8.13
		8.57	
		6.33	

NB : \* Data tidak valid, tidak diinput pada perhitungan rata-rata.



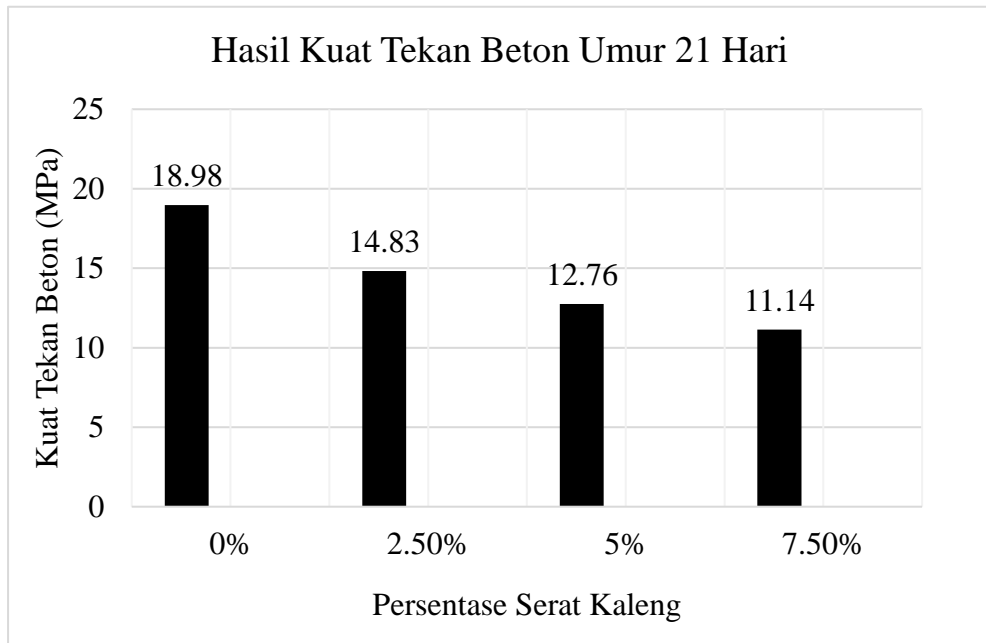
Gambar 15. Grafik Persentase Serat kaleng Terhadap Kuat Tekan Beton Pada Perawatan Basah Umur 14 Hari

Benda uji melalui perawatan basah pada umur 14 hari dengan komposisi serat 2.5% memiliki kuat tekan beton sama dengan beton normal. Komposisi serat 5% mengalami penurunan kuat tekan yakni 14.47% dari beton normal. Dan komposisi serbuk 7.5% mengalami penurunan kuat tekan lebih besar yakni 25.75% dari beton normal.

### 3. Hasil Kuat Tekan Beton Umur 21 Hari

Tabel 25. Hasil Kuat Tekan 21 Hari

No	Jenis Beton umur 21 hari	<i>Wet Curing</i>	
		Kuat Tekan (Mpa)	Kuat Tekan (Mpa)
1	<b>Beton normal 0%</b>	<b>23.16</b>	<b>18.98</b>
		<b>15.98</b>	
		<b>17.80</b>	
2	Beton Serat kaleng 2.5%	14.74	14.83
		14.51	
		15.24	
3	Beton Serat kaleng 5%	12.12	12.76
		15.58	
		10.59	
4	Beton Serat kaleng 7.5%	10.72	11.14
		10.68	
		12.01	



Gambar 16. Grafik Persentase Serat kaleng Terhadap Kuat Tekan Beton Pada Perawatan Basah Umur 21 Hari

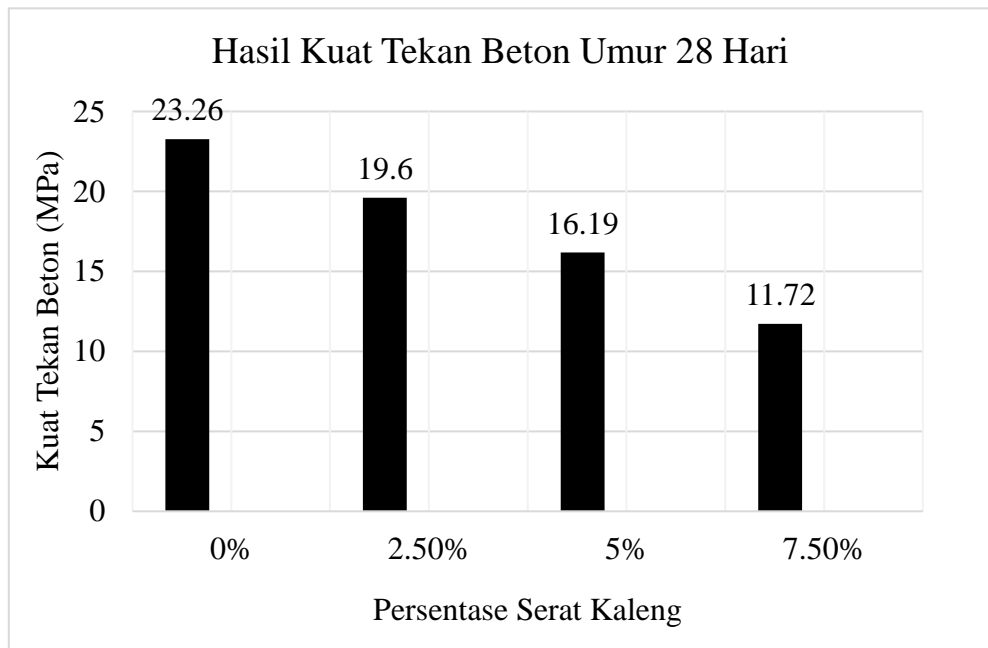
Benda uji pada perawatan basah, dengan komposisi serat 2.5% memiliki kuat tekan beton lebih rendah yaitu 21.86% dari beton normal. Komposisi serat 5% mengalami penurunan kuat tekan yakni 32.77% dari beton normal. Dan komposisi serbuk 7.5% mengalami penurunan kuat tekan lebih besar yakni 41.30% dari beton normal

4. Hasil Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari

Tabel 26. Hasil Kuat Tekan 28 Hari

No	Jenis Beton umur 28 hari	Wet Curing	
		Kuat Tekan (Mpa)	Kuat Tekan (Mpa)
1	Beton normal 0%	*11.37	23.26
		23.04	
		23.48	
2	Beton Serat kaleng 2.5%	19.11	19.60
		20.10	
		*11.57	
3	Beton Serat kaleng 5%	13.37	16.19
		16.63	
		18.57	
4	Beton Serat kaleng 7.5%	12.12	11.72
		11.90	
		11.15	

NB : \* Data tidak valid, tidak diinput pada perhitungan rata-rata



Gambar 17. Grafik Persentase Serat kaleng Terhadap Kuat Tekan Beton Pada Perawatan Basah Umur 28 Hari

Benda uji pada perawatan basah, dengan komposisi serat 2.5% memiliki kuat tekan beton lebih rendah yaitu 12.28% dari beton normal. Komposisi serat 5% mengalami penurunan kuat tekan yakni 16.10% dari

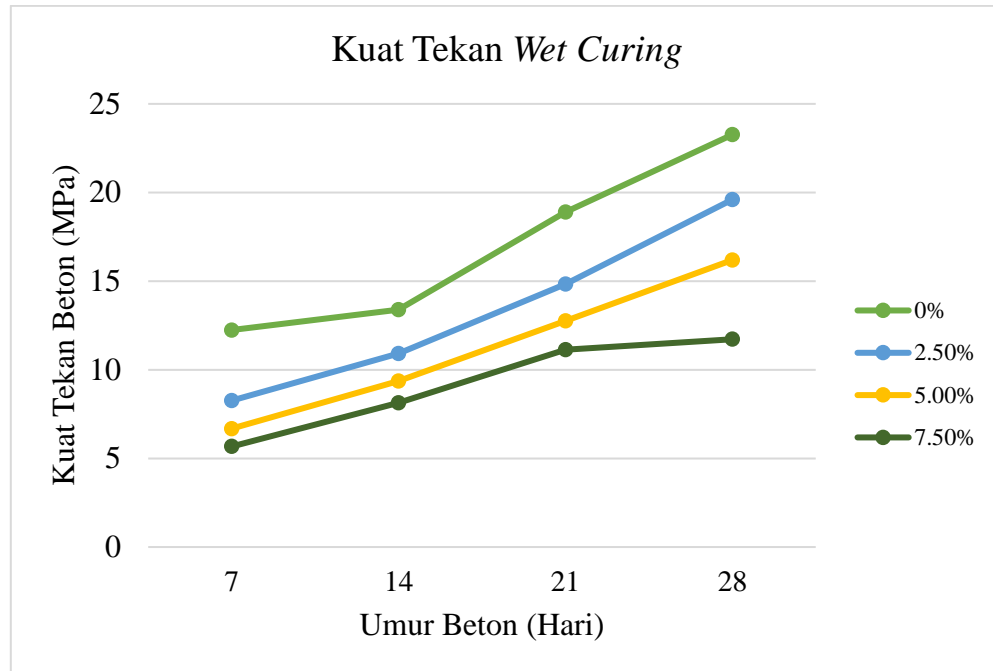
beton normal. Dan komposisi serbuk 7.5% mengalami penurunan kuat tekan lebih besar yakni 39.26% dari beton normal.

Berdasarkan garifik di atas disimpulkan bahwa dengan penambahan serat kaleng terjadi penurunan nilai kuat tekan beton pada perawatan basah (*wet curing*). Pada usia beton 28 hari menunjukkan nilai kuat tekan beton paling tinggi dibandingkan usia beton pada 7 – 21 hari. Hal ini disebabkan karena sifat beton pada usia 28 hari merupakan usia yang matang untuk kuat tekan yang maksimal. Seperti pada PBI-1971 tentang rasio kuat tekan beton terhadap umur menunjukkan nilai 1,00 pada usia beton 28 hari. Pada variasi 2.5%, 5%, dan 15% mengalami hal yang sama mulai dari usia beton 7 – 28 hari, dimana nilai kuat tekan yang dihasilkan berada di bawah nilai kuat tekan beton normal.

Berikut adalah tabel rekapitulasi dan grafik hasil kuat tekan dibandingkan dengan umur beton dengan masing-masing komposisi pada perawatan basah:

Tabel 27. Rekapitulasi Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Perawatan Basah

No	Jenis Beton	Kuat Tekan (MPa)			
		7 Hari	14 Hari	21 Hari	28 Hari
1	<b>Beton normal 0%</b>	<b>12.24</b>	<b>13.38</b>	<b>18.98</b>	<b>23.26</b>
2	Beton Serat kaleng 2.5%	8.26	10.92	14.83	19.60
3	Beton Serat kaleng 5%	6.68	9.37	12.76	16.19
4	Beton Serat kaleng 7.5%	5.67	8.13	11.14	11.72

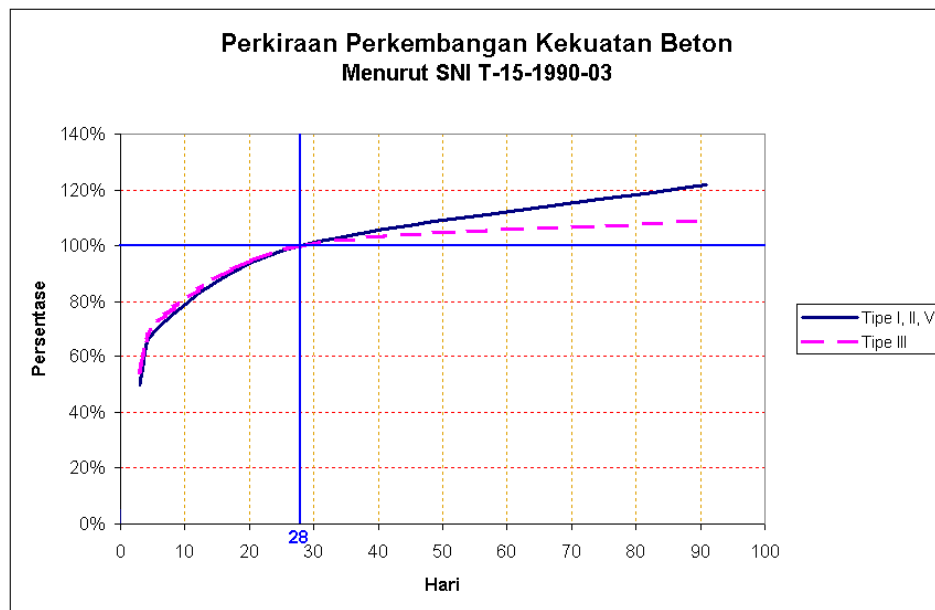


Gambar 18. Grafik Persentase Serat kaleng Terhadap Kuat Tekan Beton Pada Perawatan Basah Umur 7, 14, 21, 28 Hari

berdasarkan data dari hasil uji kuat tekan beton umur 7, 14, 21, dan 28 hari dapat disimpulkan bahwa terjadi penurunan kuat tekan beton seiring dengan penambahan serat kaleng pada perawatan basah, hal ini terjadi karena adanya rongga pada sampel yang diakibatkan pemadatan (*compacting*) yang kurang baik. Sesuai dalam (Paul Nugraha dan Antoni, 2007) menyebutkan bahwa rongga udara tidak dikehendaki dapat mengurangi kekuatan akhir beton.

#### 4.2 Nilai Optimum Penambahan Serat Kaleng terhadap Kuat Tekan Beton

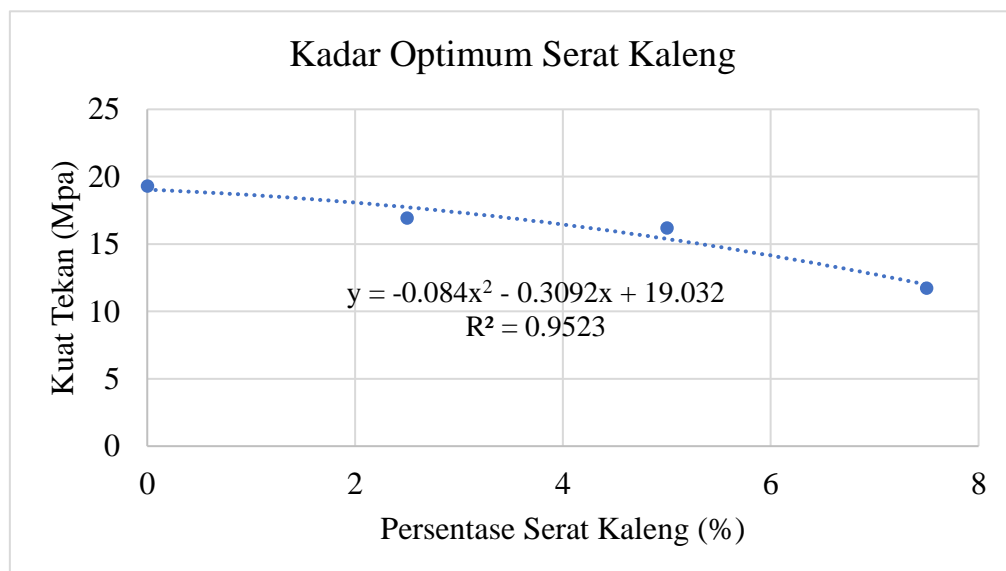
Untuk mengetahui nilai optimum kuat tekan beton dari data tabulasi sebelumnya pada komposisi variasi tambahan serat kaleng sesuai jenis perawatannya, maka diolah menggunakan metode analisa regresi polynomial. Data yang digunakan untuk analisa regresi polynomial adalah hasil dari rata – rata kuat tekan beton umur 28 hari, karena pada saat umur tersebut beton akan mengalami pengerasan secara sempurna. Menurut SNI T-15-1990-03, perkiraan perkembangan kekuatan beton dapat dilihat pada grafik berikut ini:



Gambar 19. Perkiraan Perkembangan Kekuatan Beton

Sumber: SNI T-15-1990-03

Berikut adalah grafik *polynomial* kadar optimum penambahan serat kaleng pada campuran beton dengan perawatan basah pada umur 28 hari.



Gambar 20. Grafik *polynomial* kadar optimum penambahan serat kaleng pada campuran beton umur 28 hari dengan Metode Perawatan Basah (*Wet Curing*)

Berdasarkan data hasil kuat tekan beton dengan penambahan serat limbah kaleng pada umur 28 hari didapatkan grafik *polynomial* seperti pada gambar 20

dengan persamaan garis  $y = -0.084x^2 - 0.3092x + 19.032$ . Berdasarkan hasil diferensial persamaan  $y = -0.084x^2 - 0.3092x + 19.032$  maka nilai optimum dari persamaan  $y = 0 = -0.168x - 0.3092$  yakni  $x$  sebesar 1,84. Nilai Optimum terjadi pada persentase serat 1,84%. Untuk mengetahui nilai  $y$  pada  $x$  optimum, maka didapat dari persamaan  $y = -0.084(1,84)^2 - 0.3092(1,84) + 19.032$  sebesar 19,31. Pada persentase 1,84% mencapai nilai optimum 19,31 Mpa.

Berdasarkan hasil *segresi polynomial* diatas, kadar optimum dari penambahan serat kaleng pada campuran beton yaitu sebesar 1,84% pada perawatan basah.



## BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

1. Penambahan Serat Kaleng dengan metode *wet curing* pada umur 7, 14, 21, dan 28 hari tidak menambah kekuatan beton namun sebaliknya penambahan Serat Kaleng justru menurunkan kekuatan beton pada variasi 2,5%, 5%, dan 7.5%. Adapun kuat tekan beton metode *wet curing* umur 28 hari dengan variasi penambahan serat kaleng 0% (normal), 2.5%, 5%, dan 7.5% berturut-turut sebesar 23.26 MPa, 19.60 Mpa, 16.19 MPa, dan 11.72 Mpa.
2. Berdasarkan hasil regresi *polynomial*, nilai optimum dapat dicapai pada penambahan variasi serat kaleng 1.84% pada perawatan basah (*wet curing*).

### 5.2 Saran

1. Metode pengerjaan beton terutama dalam hal penambahan serat kaleng dalam adukan perlu diperhatikan dengan baik.
2. Perlu diadakan penelitian lebih lanjut mengenai penambahan serat limbah kaleng dengan persentase penambahan serat kaleng dibawah 2,5% terhadap berat semen.
3. Secara arsitektural penelitan serat kaleng yang ditambahkan pada beton dapat dikategorikan sebagai beton mutu rendah (15 - 20 Mpa) umumnya digunakan untuk struktur beton tanpa tulangan seperti beton siklop, trotoar, dan pasangan batu kosong yang diisi adukan serta pasangan batu.

## DAFTAR PUSTAKA

- ACI Committee 544, 1982. *State of the art report on fiber reinforced concrete – Report : ACI 544 IR-82*, American Concrete Institute: Farmington Hills
- Bagariang, L. P. (2014). Pemanfaatan Limbah Kaleng Bekas Sebagai serat dan Penambahan Fly Ash Terhadap Sifat Mekanis Beton. *Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara*.
- Dhia Karima, I. W. (2018). Pengaruh Variasi Fraksi dari Serat Kaleng terhadap Besaran Karakteristik Beton. *Fakultas Teknik Universitas Brawijaya*.
- Dipohusodo, Istimawan. 1994. *Struktur beton bertulang*. Jakarta: Gramedia pustaka utama
- Fachriza Noor Abdi, S. M. (2017). Pengaruh Penggunaan Limbah Kaleng terhadap Campuran Beton Menggunakan Agregat Kasar Palu dan Agregat Halus Pasir Mahakam Ditinjau dari Kuat Tekan. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi IV* (pp. 20-27). Semarang: Fakultas Teknik Universitas Mulawarman.
- Fauzie, Yuli Yanna. 2019. “Beda Pembangunan Infrastruktur Era Soeharto Hingga Jokowi”, <https://www.cnnindonesia.com/ekonomi/20190108205316-532-359404/beda-pembangunan-infrastruktur-era-soeharto-hingga-jokowi>, diakses pada 09 Januari 2019 pukul 08:53 WIB
- Firda Yunisah H. 2016. “Kinerja Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Beton menggunakan Tambahan Serat Kawat Bendrat melalui Metode *Wet Curing*”. Skripsi. Departemen Arsitektur. Fakultas Teknik. Universitas Hasanuddin: Makassar
- Jati. 2017. “Pengertian Sampah Organik dan Anorganik”, <https://medium.com/@jatiedukasi/pengertian-sampah-anorganik-dan-organik-6aa1dfda2c4c>, diakses 01 Desember 2019 pukul 09:10
- Manurung, M. dan Ayuningtyas, I.f. (2010) Kandungan Aluminium dalam kaleng bekas dan pemanfaatannya dalam pembuatan tawas.
- Mariam, N dan Handajani M. 2013. Kinetika Penyisihan Total Suspended Solid (TSS) Pada Air Baku PDAM Tirtawening Kota Bandung Menggunakan Koagulan Tawas Berbahan Baku Aluminium dari Tutup Kaleng Bekas. Thesis. Program Studi Magister Teknik Lingkungan Institusi Teknologi Bandung: Bandung
- Mulyono, T. (2004). *Teknologi Beton*. Yogyakarta: ANDI.
- Mulyono, Tri. 2003, *Teknologi Beton*, Penerbit ANDI Yogyakarta.

- Murdock, L. J. dan Brook, K. M., 1999, *Bahan dan Praktek Beton; diterjemahkan oleh Stephanus Hendarko*, Jakarta : Erlangga.
- Nugraha, A. d. (2007). *Teknologi Beton*. Yogyakarta: C.V Andi Offset.
- Rustandi, Iwan. 2013. *Pemanfaatan limbah kaleng bekas kemasan sebagai campuran adukan beton untuk meningkatkan karakteristik beton*. Jurnal teodolita. Vol 14 No.2
- Robertson, G, L. 2006. *Food packaging principles and practice*, 2<sup>nd</sup> edition. CRC Press. Boca Raton: Florida
- SNI 03-1750-1990. 1990. *Agregat Beton, Mutu, dan Cara Uji*. Badan Standardisasi Nasional, Bandung.
- SNI-15-2049-2004. (n.d.). *Semen portland*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- SNI-1974-2011. (n.d.). *Cara uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- SNI-2847-2013. (n.d.). *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional
- Tjokrodimuljo, K. (2007). *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Teknik Sipil Keluarga Mahasiswa Teknik Sipil dan Lingkungan, Universitas Gadjah Mada
- Tjokrodimuljo, Kardiyono. (2004). *Teknologi Beton*. Yogyakarta : Universitas Gajah Mada
- Tjokrodimulyo, K., 1992, *Bahan Bangunan*, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Uprint.id. 2019. “Jenis Sampah yang Sulit Terurai dan Perlu Dikurangi Penggunaannya”, <https://uprint.id/blog/jenis-sampah-yang-sulit-terurai/>, diakses pada 24 Desember 2019 puku 11.25.

# LAMPIRAN



## Lampiran 1. Hasil pengujian material

### PEMERIKSAAN BERAT VOLUME PASIR

Kode	Keterangan	Padat	Lepas
A	Volume Mould (liter)	1.5	1.5
B	Berat mould kosong (kg)	6.07	6.07
C	Berat mould + benda uji (kg)	8.24	8.59
D	Berat benda uji (C-B)	2.17	2.52
Berat Volume = $\frac{D}{A}$ (Kg/Liter)		1.4	1.6

Berdasarkan spesifikasi karakteristik agregat halus (pasir) standard SNI 03-4804:1998, interval untuk berat volume yaitu antara 1,4 - 1,9 kg/ltr. Jadi nilai berat volume yang diperoleh dari hasil pemeriksaan yaitu 1,4 kg/ltr untuk volume padat dan 1,6 untuk volume lepas. Hal ini telah sesuai spesifikasi standar.



### PEMERIKSAAN ANALISIS SARINGAN PASIR

Berat contoh kering = 2.500 gram

Lubang Ayakan		Berat Tertahan	Persen Tertahan	Kumulatif Persen Tertahan	Persen Lolos
in	mm	gram	%	%	%
4	4,75	0	0,00	0,00	100
8	2,36	403	16,12	16,12	83,88
14	1,70	455	18,20	34,32	65,68
16	1,18	660	26,40	60,72	39,28
Pan		982	39,28	100,00	0,00
Jumlah		2.500	100,00	211,16	

$$\text{Modulus Kekasaran Agregat Halus/Pasir (F)} = \frac{\sum \%Tertahan}{100} = \frac{211,16}{100} = 2,112$$

$\sum\% \text{ TERTAHAN} = \% \text{ Tertahan}$ , tidak termasuk pan

Berdasarkan spesifikasi karakteristik agregat halus (pasir) standar SK-SNI-T-15-1990-03, interval untuk Modulus Kehalusan Agregat Halus (F) yaitu berada antara 1,50 – 3,80. Jadi nilai modulus kehalusan yang diperoleh dari hasil pengujian yaitu 2,112 telah sesuai dengan spesifikasi, sehingga agregat halus ini dapat digunakan untuk bahan campuran beton.



### PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN PASIR

Berat contoh pasir kering oven (Bk) = 490 gram

Berat pycnometer + air (B) = 810 gram

Berat pycnometer + contoh pasir + air (Bt) = 1.065 gram

$$\begin{aligned}\text{Berat Jenis Curah} &= \frac{Bk}{B+500-Bt} \\ &= \frac{490}{810+500-1.065} = \frac{490}{245} = 2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Berat Jenis Kering Permukaan (SSD)} &= \frac{500}{B+500-Bt} \\ &= \frac{500}{810+500-1.065} = \frac{500}{245} = 2,63\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Berat Jenis Semu} &= \frac{Bk}{B+Bk-Bt} \\ &= \frac{490}{810+490-1.065} = \frac{500}{245} = 2,08\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Penyerapan} &= \frac{500-Bk}{Bk} \times 100\% \\ &= \frac{500-490}{490} \times 100\% = 2\%\end{aligned}$$

Berdasarkan spesifikasi karakteristik agregat halus (pasir) standar SNI 1970:2008, interval untuk Berat Jenis yaitu antara 1,6 – 3,3. Jadi nilai berat jenis yang diperoleh dari hasil pengujian yaitu BJ Curah = 2, BJ Kering Permukaan = 2,63 dan BJ Semu = 2,08 telah sesuai dengan standar spesifikasi. Sedang untuk penyerapan (absorpsi) spesifikasinya yaitu pada interval 0,20% - 2,00%. Jadi nilai dari penyerapan yang diperoleh dari hasil pengujian (2,0%) sesuai dengan standar spesifikasi. Sehingga agregat tersebut dapat digunakan sebagai bahan campuran beton.



### **PEMERIKSAAN KADAR AIR PASIR**

KODE	KETERANGAN	HASIL
A	Berat tempat/talam	275 gr
B	Berat tempat + benda uji	1.275 gr
C	Berat benda uji (B – A)	1.000 gr
D	Berat benda uji kering	970 gr
	$\text{Kadar air} = \frac{C - D}{D} \times 100\%$	3,1%

Berdasarkan spesifikasi karakteristik agregat halus (pasir) standar SNI 03-1971-1990, dengan interval untuk kadar air yaitu antara 2,0% - 5,0%. Jadi kadar air yang diperoleh dari hasil pengujian (3,1%) sesuai dengan standar spesifikasi. Sehingga agregat tersebut dapat digunakan sebagai bahan campuran beton.





### **PEMERIKSAAN KADAR LUMPUR PASIR**

KODE	KETERANGAN	HASIL
A	Berat kering sebelum dicuci	490 gr
B	Berat kering setelah dicuci	470 gr
	$\text{Kadar lumpur} = \frac{A - B}{A} \times 100\%$	4,08 %

Berdasarkan spesifikasi karakteristik agregat halus (pasir) standar SNI 03-4142-1996, interval untuk kadar lumpur yaitu maksimal 5%. Jadi nilai kadar lumpur yang diperoleh dari hasil pengujian (4,08%) sesuai dengan spesifikasi. Sehingga bahan tersebut dapat digunakan sebagai bahan campuran beton.



---

**PEMERIKSAAN BERAT VOLUME KERIKIL**

---

<b>KODE</b>	<b>KETERANGAN</b>	<b>PADAT</b>	<b>LEPAS</b>
A	Volume Mould (liter)	1,57	1,57
B	Berat mould kosong (kg)	6,07	6,07
C	Berat mould + benda uji (kg)	8,54	8,61
D	Berat benda uji (C-B)	2,47	2,54
Berat Volume = $\frac{D}{A}$ (kg/liter)		1,6	1,62

---

Berdasarkan spesifikasi karakteristik agregat kasar (kerikil) standard SNI 03-4804-1998, interval untuk berat volume yaitu antara 1,6 - 1,9 kg/ltr. Jadi nilai berat volume yang diperoleh dari hasil pemeriksaan yaitu 1,6 kg/ltr untuk volume padat dan 1,62 untuk volume lepas adalah sesuai spesifikasi.



### PEMERIKSAAN ANALISIS SARINGAN KERIKIL

Berat contoh kering = 2.500,00 gram

Nomor		Berat		Persen	Kumulatif	Persen
Saringan		Tertahan		Tertahan	Persen	Lolos
					Tertahan	
in	mm	gram		%	%	%
1 ½	37,5	0		0,00	0,00	100,00
¾	19	290		11,60	11,60	88,40
⅜	9,5	1.585		63,40	75,00	25,00
4	4,75	625		25,00	100,00	0,00
8	2,36	0		0,00	100,00	0,00
14	1,70	0		0,00	100,00	0,00
16	1,18	0		0,00	100,00	0,00
Pan		0		0,00	100,00	0,00
Jumlah		2.500		100,00	586,60	

$$\text{Modulus Kekasaran Agregat Kasar (Kerikil) (F)} = \frac{\sum \% \text{Tertahan}}{100} = \frac{586,60}{100} = 5,866$$

$\sum \% \text{ TERTAHAN} = \% \text{ Tertahan}$ , tidak termasuk pan

Berdasarkan spesifikasi karakteristik agregat kasar (kerikil) standar SNI ASTM C136:2012, interval untuk Modulus Kehalusan Agregat Kasar (F) yaitu berada antara 5,50 – 8,50. Jadi nilai modulus kehalusan yang diperoleh dari hasil pengujian yaitu 5,866 telah sesuai dengan spesifikasi, sehingga agregat halus ini dapat digunakan untuk bahan campuran beton.



### PEMERIKSAAN BERAT JENIS & PENYERAPAN KERIKIL

Berat contoh pasir kering oven (Bk) = 2.000 gram

Berat kerikil permukaan (Bj) = 2.035 gram

Berat kerikil kering permukaan jenuh dalam air (Bt) = 1.185 gram

$$\begin{aligned}\text{Berat Jenis Curah} &= \frac{Bk}{Bj - Bt} \\ &= \frac{2.000}{2.035 - 1.185} = \frac{2.000}{850} = 2,35\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Berat Jenis Kering Permukaan (SSD)} &= \frac{Bj}{Bj - Bt} \\ &= \frac{2.035}{2.035 - 1.185} = \frac{2.035}{850} = 2,39\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Berat Jenis Semu} &= \frac{Bk}{Bk - Bt} \\ &= \frac{2.000}{2.000 - 1.185} = \frac{2.000}{815} = 2,45\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Penyerapan} &= \frac{Bj - Bk}{Bk} \times 100\% \\ &= \frac{2.035 - 2.000}{2.000} \times 100\% = 1,75\%\end{aligned}$$

Berdasarkan spesifikasi karakteristik agregat krikil SNI 1970:2008, interval untuk Berat Jenis yaitu antara 1,6 – 3,3. Jadi nilai berat jenis yang diperoleh dari hasil pengujian yaitu BJ Curah = 2,35; BJ Kering Permukaan = 2,39; dan BJ Semu = 2,45 telah sesuai dengan standar spesifikasi. Sedang untuk penyerapan (absorpsi) spesifikasinya yaitu pada interval 0,20% - 4,00%. Jadi nilai dari penyerapan yang diperoleh dari hasil pengujian (1,75%) sesuai dengan standar spesifikasi. Sehingga agregat tersebut dapat digunakan sebagai bahan campuran beton.



### PEMERIKSAAAN KADAR AIR KERIKIL

Kode	Keterangan	Hasil
A	Berat tempat/talam	275 gr
B	Berat tempat + benda uji	2.275 gr
C	Berat benda uji	2.000 gr
D	Berat benda uji kering	1.970 gr
Kadar air = $\frac{C-D}{D} \times 100\%$		1,5%

Berdasarkan spesifikasi karakteristik agregat kasar (kerikil) standar SNI 03-1971-1990, interval untuk kadar air berada antara 0,5% - 2,0%. Jadi kadar air yang diperoleh dari pengujian yaitu 1,5% telah sesuai standar spesifikasi. Sehingga agregat tersebut dapat digunakan sebagai bahan untuk campuran beton.



### PEMERIKSAAN KADAR LUMPUR KERIKIL

Kode	Keterangan	Hasil
A	Berat kering sebelum dicuci	1.980 gr
B	Berat kering setelah dicuci	1.970 gr
Kadar lumpur = $\frac{A - B}{A} \times 100\%$		0,50 %

$$\begin{aligned} \text{Kadar lumpur} &= \frac{A - B}{A} \times 100\% \\ &= \frac{1.980 - 1.970}{1.980} \times 100\% = 0,50\% \end{aligned}$$

Berdasarkan spesifikasi karakteristik agregat kasar (kerikil) standar SNI 03-4142-1996, interval untuk kadar lumpur yaitu maksimal 1%. Jadi nilai kadar lumpur yang diperoleh dari hasil pengujian (0,50%) sesuai dengan spesifikasi. Sehingga bahan tersebut dapat digunakan sebagai bahan campuran beton.



**LABORATORIUM MATERIAL, STRUKTUR, DAN KONSTRUKSI BANGUNAN  
DEPARTEMEN ARSITEKTUR**

**FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS HASANUDDIN**

Kampus Teknik Gowa Jl. Poros Malino Km 14,5 Tlp. (0411) 587 636, 584 200 Faximile  
(0411) 585 188, Kode Pos 92171, Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan

---

**REKAPITULASI HASIL UJI MATERIAL**

Tanggal Periksa : \_\_\_\_\_

Penelitian : \_\_\_\_\_

Diperiksa oleh : \_\_\_\_\_

No	Jenis Pengujian	Hasil Pengujian	
		AGREGAT KASAR	AGREGAT HALUS
1	Kadar Lumpur	0,50%	4,08%
2	Kadar Air	1,5%	3,1%
3	Kadar Organik		
4	Berat Jenis Spesifik		
	a. BJ Curah	2,35	2,00
	b. BJ Kering Permukaan	2,39	2,63
	c. BJ Semu	2,45	2,08
5	Penyerapan Air	1,75%	2%
6	Modulus Kehalusan		2,112
7	Modulus Kekasaran	5,866	
8	Berat Volume Lepas	1,62	1,6
9	Berat Volume Padat	1,6	1,4



## Lampiran 2. Analisis Penggabungan Agregat Kasar & Halus

Cara Analitis

Rumus :

$$Y_{izin} = [a\% \text{ Pasir} \cdot Y_a] + [b\% \text{ Kerikil} \cdot Y_b]$$

Penentuan nilai a dan b

$$Y = \frac{a}{100} \cdot Y_a + \frac{b}{100} \cdot Y_b$$

$$a + b = 100$$

$$b = 100 - a$$

$$= a(Y_a - Y_b) + 100 \cdot Y_b$$

$$100(Y - Y_b) = a - (Y_a - Y_b)$$

$$a = \frac{Y - Y_b}{Y_a - Y_b} \times 100\%$$

Dimana:

Y = Persentase kumulatif agregat gabungan lolos pada masing-masing saringan

Y<sub>a</sub> = Persentase kumulatif pasir yang lolos pada masing-masing saringan

Y<sub>b</sub> = Persentase kumulatif kerikil yang lolos pada masing-masing saringan

a = Persentase pasir untuk penggabungan agregat

b = Persentase kerikil untuk penggabungan agregat

➤ Perhitungan untuk # 1 ½ in (37,5)

$$\begin{aligned} a_1 &= \frac{Y_{izin}(1) - Y_b}{Y_a - Y_b} \times 100\% \\ &= \frac{100 - 100}{100 - 100} \times 100\% \\ &= \frac{0}{0} \times 100\% \\ &= \sim \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} a_2 &= \frac{Y_{izin}(2) - Y_b}{Y_a - Y_b} \times 100\% \\ &= \frac{100 - 100}{100 - 100} \times 100\% \\ &= \frac{0}{0} \times 100\% \\ &= \sim \end{aligned}$$

➤ Perhitungan untuk #3/4 in (19.0)

$$\begin{aligned} a_1 &= \frac{Y_{izin}(1) - Y_b}{Y_a - Y_b} \times 100\% \\ &= \frac{100 - 70}{100 - 70} \times 100\% \\ &= \frac{30}{30} \times 100\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} a_2 &= \frac{Y_{izin}(2) - Y_b}{Y_a - Y_b} \times 100\% \\ &= \frac{100 - 70}{100 - 70} \times 100\% \\ &= \frac{30}{30} \times 100\% \end{aligned}$$





LABORATORIUM MATERIAL, STRUKTUR, DAN KONSTRUKSI BANGUNAN  
DEPARTEMEN ARSITEKTUR

FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS HASANUDDIN

Kampus Teknik Gowa Jl. Poros Malino Km 14,5 Tlp. (0411) 587 636, 584 200 Faximile  
(0411) 585 188, Kode Pos 92171, Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan

$$= 100\%$$

- Perhitungan untuk #3/8 in (9.50)

$$\begin{aligned} a_1 &= \frac{Y_{izin}(1) - Y_b}{Y_a - Y_b} \times 100\% \\ &= \frac{45 - 28}{100 - 28} \times 100\% \\ &= \frac{17}{72} \times 100\% \\ &= 23,61\% \end{aligned}$$

$$= 100\%$$

$$\begin{aligned} a_2 &= \frac{Y_{izin}(2) - Y_b}{Y_a - Y_b} \times 100\% \\ &= \frac{75 - 28}{100 - 28} \times 100\% \\ &= \frac{47}{72} \times 100\% \\ &= 65,28\% \end{aligned}$$

- Perhitungan untuk #4 in (4.75)

$$\begin{aligned} a_1 &= \frac{Y_{izin}(1) - Y_b}{Y_a - Y_b} \times 100\% \\ &= \frac{30 - 0}{100 - 0} \times 100\% \\ &= \frac{30}{100} \times 100\% \\ &= 30\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} a_2 &= \frac{Y_{izin}(2) - Y_b}{Y_a - Y_b} \times 100\% \\ &= \frac{48 - 0}{100 - 0} \times 100\% \\ &= \frac{48}{100} \times 100\% \\ &= 48\% \end{aligned}$$

- Perhitungan untuk #8 in (2.36)

$$\begin{aligned} a_1 &= \frac{Y_{izin}(1) - Y_b}{Y_a - Y_b} \times 100\% \\ &= \frac{18 - 0}{83.88 - 0} \times 100\% \\ &= \frac{18}{83.88} \times 100\% \\ &= 21.46\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} a_2 &= \frac{Y_{izin}(2) - Y_b}{Y_a - Y_b} \times 100\% \\ &= \frac{36 - 0}{83.88 - 0} \times 100\% \\ &= \frac{36}{83.88} \times 100\% \\ &= 42.92\% \end{aligned}$$

- Perhitungan untuk #14 in (1.70)

$$\begin{aligned} a_1 &= \frac{Y_{izin}(1) - Y_b}{Y_a - Y_b} \times 100\% \\ &= \frac{12 - 0}{65.68 - 0} \times 100\% \\ &= \frac{12}{65.68} \times 100\% \\ &= 18.27\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} a_2 &= \frac{Y_{izin}(2) - Y_b}{Y_a - Y_b} \times 100\% \\ &= \frac{30 - 0}{65.68 - 0} \times 100\% \\ &= \frac{30}{65.68} \times 100\% \\ &= 45.68\% \end{aligned}$$

- Perhitungan untuk #16 in (1.18)

$$\begin{aligned} a_1 &= \frac{Y_{izin}(1) - Y_b}{Y_a - Y_b} \times 100\% \\ &= \frac{6 - 0}{39.28 - 0} \times 100\% \\ &= \frac{6}{39.28} \times 100\% \\ &= 15.27\% \end{aligned}$$

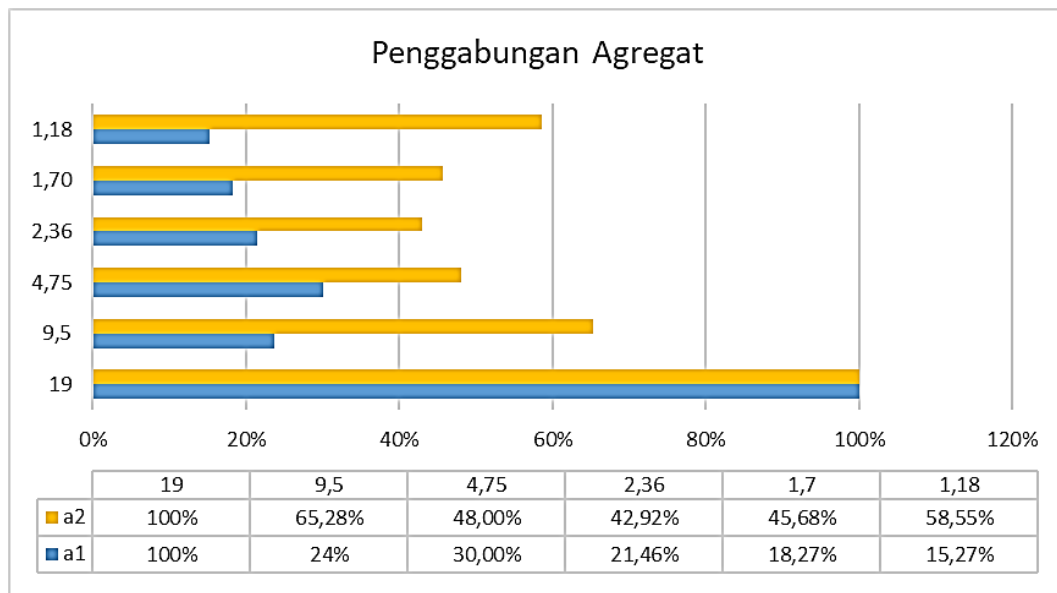
$$\begin{aligned} a_2 &= \frac{Y_{izin}(2) - Y_b}{Y_a - Y_b} \times 100\% \\ &= \frac{23 - 0}{39.28 - 0} \times 100\% \\ &= \frac{23}{39.28} \times 100\% \\ &= 58.55\% \end{aligned}$$



**Tabel Hasil Perhitungan**

TABEL HASIL PERHITUNGAN							
NO.	Yizin (1)	Yizin (2)	Ya	Yb	a1	a2	
<b>SARINGAN</b>							
1 1/2"	37,5	100	100	100	100	~	~
3/4"	19	100	100	100	88	100%	100%
3/8"	9,5	45	75	100	25	24%	65,28%
0.19"	4,75	30	48	100	0	30,00%	48,00%
0.094"	2,36	18	36	83,08	0	21,46%	42,92%
0.068"	1,70	12	30	65,68	0	18,27%	45,68%
0.047"	1,18	6	23	39,28	0	15,27%	58,55%

Gradasi gabungan ukuran maksimum 40.7 mm



Diperoleh :

akr = 21,46 %  a<sub>1</sub>

akn = 58,55 %  a<sub>2</sub>

Maka nilai a diambil dari rata – rata

$$\begin{aligned}
 a &= \frac{akn+akr}{2} & b &= 100 \% - a \\
 &= \frac{58,55+21,46}{2} & &= 100 \% - 40 \% \\
 &= 40 \% & &= 60 \%
 \end{aligned}$$



### LAMPIRAN 3. RANCANG CAMPURAN BETON

(CONCRETE MIX DESIGN)

Data :

- Slump = 10 cm
- F'c yang diminta = 25 Mpa
- Mpa Modulus kehalusan pasir = 2.2112
- Ukuran maksimum agregat = 20.00 mm
- Berat jenis spesifik SSD pasir = 2.630
- Berat jenis spesifik SSD kerikil = 2.390
- Kadar air pasir (Wp) = 3.10%
- Absorpsi pasir (Rp) = 2.00%
- Kadar air kerikil (Wk) = 1.50%
- Absorpsi kerikil (Rk) = 1.75%
- Persentase gabungan terbaik :
  - a. pasir = 40% (0,4)
  - b. kerikil = 60% (0.6)
- Berat volume kering lepas pasir = 1600 kg/m<sup>3</sup>
- Berat volume kering lepas krikil = 1620 kg/m<sup>3</sup>
- Volume silinder f 10 x 20 cm = 0.0016 m<sup>3</sup>



### DEVELOPMENT OF ENVIRONMENT METHOD

1. Menentukan deviasi standar ( $S_r$ )

Berdasarkan nilai kuat tekan yang disyaratkan yaitu 25 MPa

Tabel . Mutu Pelaksanaan, Volume Adukan dan Deviasi Standar

Volume pekerjaan		Deviasi Standart $s_d$ (MPa)		
Sebutan	volume beton ( $m^3$ )	Mutu Pekerjaan		
		baik sekali	baik	dapat diterima
Kecil	< 1000	$4.5 < s \leq 5.5$	$5.5 < s \leq 6.5$	$6.5 < s \leq 8.5$
Sedang	1000-3000	$3.5 < s \leq 4.5$	$4.5 < s \leq 5.5$	<b><math>5.5 &lt; s \leq 7.5</math></b>
Besar	> 3000	$2.5 < s \leq 3.5$	$3.5 < s \leq 4.5$	$4.5 < s \leq 6.5$

Sumber : PBI-1971 Pasal 3.3.1 ayat

Deviasi standar ( $S_r$ ) =  $60 \text{ kg/cm}^2 = \mathbf{5,08 \text{ MPa}}$

2. Menghitung nilai margin ( $M$ )

$$M = K \times S_r$$

Untuk  $S_r < 4 \text{ MPa}$ ,  $K = 1,64$

$S_r > 4 \text{ MPa}$ ,  $K = 2,64$

Maka,  $M = K \times S_r$

$$= 2,64 \times 5,08$$

$$= \mathbf{13,40 \text{ MPa}}$$

3. Menghitung kuat tekan rata – rata ( $f'_{cr}$ )

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

$$= 25 + 13,40$$

$$= \mathbf{38,40 \text{ MPa}} = 391,60 \text{ kg/cm}^2$$

$1 \text{ MPa} = 10,197 \text{ kg/cm}^2$
--

4. Menetapkan type semen

Semen yang digunakan yaitu semen portland (PCC) type 1

5. Menetapkan type agregat

➤ Agregat Kasar = Batu Pecah

➤ Agregat Halus = Pasir

6. Penetapan Faktor Air Semen/FAS ( $w/c$ )

$$f'_{cr} = -10 + 20 (c/w)$$

$$38,40 = -10 + 20 (c/w)$$

$$20 (c/w) = 48,40$$



LABORATORIUM MATERIAL, STRUKTUR, DAN KONSTRUKSI BANGUNAN  
DEPARTEMEN ARSITEKTUR

FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS HASANUDDIN

Kampus Teknik Gowa Jl. Poros Malino Km 14,5 Tlp. (0411) 587 636, 584 200 Faximile  
(0411) 585 188, Kode Pos 92171, Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan

$$c/w = 2,42$$

$$w/c = 0,41$$

7. Penetapan kadar air bebas

Tabel . Perkiraan kadar air bebas ( $\text{kg/m}^3$ ) yang dibutuhkan untuk beberapa tingkat kemudahan pengerjaan adukan beton

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

Catatan : Koreksi suhu udara :

Untuk suhu di atas  $25^\circ\text{C}$ , setiap kenaikan  $5^\circ\text{C}$  harus ditambah air 5 liter per  $\text{m}^3$  adukan beton.

Sumber : SNI 03-2834-2000 hal. 8

$$\text{Kadar air} = \left(\frac{2}{3} \times Wf\right) + \left(\frac{1}{3} \times Wc\right)$$

$$\text{Kadar Air Bebas Alami } (Wf) = 195$$

$$\text{Kadar Air Bebas Batu Pecah } (Wc) = 225$$

$$\begin{aligned}\text{Kadar Air Bebas} &= \left(\frac{2}{3} \times Wf\right) + \left(\frac{1}{3} \times Wc\right) \\ &= \left(\frac{2}{3} \times 195\right) + \left(\frac{1}{3} \times 225\right) \\ &= 130 + 75 \\ &= \mathbf{205 \text{ kg/m}^3}\end{aligned}$$

8. Penetapan kadar semen

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

$$= \frac{205}{0,41}$$

$$= \mathbf{500 \text{ kg/m}^3}$$

9. Berat jenis gabungan agregat

$$\text{BJ. Gabungan} = (a \times \text{BJ. Pasir}) + (b \times \text{BJ. Kerikil})$$

$$= (0,4 \times 2,63) + (0,6 \times 2,39)$$

$$= 1,05 + 1,43$$



**LABORATORIUM MATERIAL, STRUKTUR, DAN KONSTRUKSI BANGUNAN  
DEPARTEMEN ARSITEKTUR**

**FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS HASANUDDIN**

Kampus Teknik Gowa Jl. Poros Malino Km 14,5 Tlp. (0411) 587 636, 584 200 Faximile  
(0411) 585 188, Kode Pos 92171, Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan

$$= 2,48$$

10. Berat volume beton segar

➤ Semen =  $\frac{\text{Kadar Semen}}{\text{Berat Jenis Semen}} = \frac{500}{3,15} = 158,73 \text{ liter}$

➤ Air =  $\frac{\text{Kadar Air}}{\text{Berat Jenis Air}} = \frac{205}{1} = 205 \text{ liter}$

➤ Agregat =  $1000 - \text{Vol. Semen} - \text{Vol. Air} - \text{Vol. Udara}$   
 $= 1000 - 158,73 - 205 - 40$   
 $= 596,27 \text{ liter}$

TOTAL = 1000 liter

11. Berat masing – masing agregat

➤ Berat pasir =  $\frac{a}{100} \times \text{Vol. Agregat}$   
 $= 0,4 \times 596,27 = 238,51 \text{ liter}$

➤ Berat Kerikil =  $\frac{b}{100} \times \text{Vol. Agregat}$   
 $= 0,6 \times 596,27 = 357,76 \text{ liter}$

**TOTAL = 596,27 liter**

Material	Density (kg/l)	Volume (l)	Berat (kg)
Air	1,00000	205	205
Semen	3,15000	158,73	500
Pasir	2,63000	238,51	627,28
Kerikil	2,39000	357,76	855,05
Udara	-	40	-
Jumlah		1000	2.187,33

12. Hasil mix design SSD karakteristik agregat

Air (W<sub>a</sub>) = 205 kg/m<sup>3</sup>

Semen (W<sub>s</sub>) = 500 kg/m<sup>3</sup>

Pasir (B<sub>SSDP</sub>) = 627,28 kg/m<sup>3</sup>

Kerikil (B<sub>SSDK</sub>) = 855,05 kg/m<sup>3</sup>

13. Koreksi campuran beton untuk pelaksanaan (Koreksi secara eksak)

➤ Agregat Halus (Pasir)  
 $= B_{SSDP} + (W_p - R_p) \times \frac{B_{SSDP}}{100}$



LABORATORIUM MATERIAL, STRUKTUR, DAN KONSTRUKSI BANGUNAN  
DEPARTEMEN ARSITEKTUR

FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS HASANUDDIN

Kampus Teknik Gowa Jl. Poros Malino Km 14,5 Tlp. (0411) 587 636, 584 200 Faximile  
(0411) 585 188, Kode Pos 92171, Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan

$$= 627,28 + (0,031 - 0,02) \times \frac{627,28}{100}$$

$$= 627,28 + (0,011) 6,2728$$

$$= 627,28 + 0,069$$

$$= \mathbf{627,35 \text{ kg/m}^3}$$

➤ Agregat Kasar (Kerikil)

$$= B_{SSDK} + (W_k - R_k) \times \frac{B_{SSDK}}{100}$$

$$= 855,05 + (0,015 - 0,0175) \times \frac{855,05}{100}$$

$$= 855,05 + (-0,0025) 8,5505$$

$$= 855,05 + (-0,021)$$

$$= \mathbf{855,03 \text{ kg/m}^3}$$

➤ Air

$$= W_a - [(W_p - R_p) \times \frac{B_{SSDP}}{100}] - [(W_k - R_k) \times \frac{B_{SSDK}}{100}]$$

$$= 205 - [(0,031 - 0,02) \times \frac{627,28}{100}] - [(0,015 - 0,0175) \times \frac{855,05}{100}]$$

$$= 205 - 0,069 - (-0,021)$$

$$= \mathbf{204,96 \text{ kg/m}^3}$$

Material	Density (kg/l)	Berat (kg)	Volume (l)
Air	1,00000	204,96	204,96
Semen	3,15000	500	158,74
Pasir	2,63000	627,35	238,54
Kerikil	2,39000	855,03	357,76
Udara	-	-	40
Jumlah		2.286,78	1000

14. Volume benda uji beton

$$V = \pi r^2 t$$

$$= 3,14 \times (0,05)^2 \times 0,2$$

$$= 0,0016 \text{ m}^3$$

$$d = 10 \text{ cm} = 0,1 \text{ m}$$

$$r = 0,05 \text{ m}$$

$$t = 20 \text{ cm}$$



Untuk setiap variasi 0%, 2.5%, 5% dan 7.5% membutuhkan 12 silinder (sampel)

$$\begin{aligned}\text{Jadi, volume 12 silinder} &= 0,0016 \times 12 \\ &= 0,0192 \text{ m}^3\end{aligned}$$

15. Faktor Kehilangan (FK)

Berat masing – masing material untuk 12 silinder dengan Faktor Kehilangan

$$\begin{aligned}\text{(FK) yaitu 10\%. Sehingga nilai FK} &= 100\% + 10\% \\ &= 110\% \\ &= 1,1\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jadi, volume untuk 12 silinder/variasi} &= 0,0192 \times 1,1 \\ &= 0,02112 \text{ m}^3\end{aligned}$$

16. Perencanaan mix design, sebagai berikut:

- Semen ( $500 \text{ kg/m}^3$ )  $= 500 \times 0,02112$   
 $= \mathbf{10,56 \text{ kg}}$
- Serat kaleng  
Untuk variasi 2.5%  $= 2.5\% \times 10.56$   
 $= \mathbf{0,264 \text{ kg}}$   
Untuk variasi 5%  $= 5\% \times 10.56$   
 $= \mathbf{0.528 \text{ kg}}$   
Untuk variasi 7.5%  $= 7.5\% \times 10.56$   
 $= \mathbf{0.792 \text{ kg}}$
- Pasir ( $627,35 \text{ kg/m}^3$ )  $= 627,35 \times 0,02112$   
 $= \mathbf{13.25 \text{ kg}}$
- Kerikil ( $855,03 \text{ kg/m}^3$ )  $= 855,03 \times 0,02112$   
 $= \mathbf{18.05 \text{ kg}}$
- Air ( $204,96 \text{ kg/m}^3$ )  $= 204,96 \times 0,02112$   
 $= \mathbf{4.32 \text{ kg}}$





**LABORATORIUM MATERIAL, STRUKTUR, DAN KONSTRUKSI BANGUNAN  
DEPARTEMEN ARSITEKTUR**

**FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS HASANUDDIN**

Kampus Teknik Gowa Jl. Poros Malino Km 14,5 Tlp. (0411) 587 636, 584 200 Faximile  
(0411) 585 188, Kode Pos 92171, Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan

Bahan Beton	Berat/m <sup>3</sup> Beton (kg)	Rasio terhadap jumlah semen
Semen	10.56	1
Pasir	13.25	1,25
Kerikil	18.05	1,71
Air	4.32	0,41

Jadi perbandingannya:

Semen : Pasir : Kerikil : Air

1 : 1,25 : 1,71 : 0,41

➤ Kebutuhan material beton normal ( 0% Serat kaleng )

Material	Kebutuhan Material		
	Berat untuk 1 sampel (kg)	Berat untuk 1 sampel x koef 1,1 (kg)	Berat untuk 12 sampel (kg)
Air	0,33	0,36	4.32
Semen	0,80	0,88	10.56
Udara	-	-	-
Pasir	1,00	1,10	13.25
Kerikil	1,37	1,50	18.05
Serat Kaleng	0	0	0

➤ Kebutuhan material beton modifikasi ( 2.5% Serat Kaleng )

Material	Kebutuhan Material		
	Berat untuk 1 sampel (kg)	Berat untuk 1 sampel x koef 1,1 (kg)	Berat untuk 12 sampel (kg)
Air	0,33	0,36	4.32
Semen	0,80	0,88	10.56
Udara	-	-	-
Pasir	1,00	1,10	13.25
Kerikil	1,37	1,50	18.05
Serat Kaleng	0,02	0,022	0.264



**LABORATORIUM MATERIAL, STRUKTUR, DAN KONSTRUKSI BANGUNAN  
DEPARTEMEN ARSITEKTUR**

**FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS HASANUDDIN**

Kampus Teknik Gowa Jl. Poros Malino Km 14,5 Tlp. (0411) 587 636, 584 200 Faximile  
(0411) 585 188, Kode Pos 92171, Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan

➤ Kebutuhan material beton modifikasi ( 5% Serat Kaleng )

Material	Kebutuhan Material		
	Berat untuk 1 sampel (kg)	Berat untuk 1 sampel x koef 1,1 (kg)	Berat untuk 12 sampel (kg)
Air	0,33	0,36	4.32
Semen	0,80	0,88	10.56
Udara	-	-	-
Pasir	1,00	1,10	13.25
Kerikil	1,37	1,50	18.05
Serat Kaleng	0,04	0,044	0.528

➤ Kebutuhan material beton modifikasi ( 7.5% Serat Kaleng )

Material	Kebutuhan Material		
	Berat untuk 1 sampel (kg)	Berat untuk 1 sampel x koef 1,1 (kg)	Berat untuk 12 sampel (kg)
Air	0,33	0,36	4.32
Semen	0,80	0,88	10.56
Udara	-	-	-
Pasir	1,00	1,10	13.25
Kerikil	1,37	1,50	18.05
Serat Kaleng	0,06	0,066	0.792



**LABORATORIUM MATERIAL, STRUKTUR, DAN KONSTRUKSI BANGUNAN**  
**DEPARTEMEN ARSITEKTUR**  
**FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS HASANUDDIN**  
 Kampus Teknik Gowa Jl. Poros Malino Km 14,5 Tlp. (0411) 587 636, 584 200 Faximile  
 (0411) 585 188, Kode Pos 92171, Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan

**Lampiran 4.**

**HASIL PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON  
(HARI KE 7)**

Kegiatan : Penelitian Tugas Akhir (S1)  
 Cetakan : Silinder 10 x 20  
 Bahan : Pasir alam  
           Batu Pecah  
           Semen PCC Tonasa  
           Serat Kaleng

Dihitung oleh : Muhammad Irsyad

No	Tanggal		Kode Silinder	Umur (hari)	Tinggi (m)	Diameter (m)	Volume Benda Uji (m <sup>3</sup> )	Luas Bid. Tekan (m <sup>2</sup> )	Berat benda uji (kg)	BJ Benda Uji (kg/m <sup>3</sup> )	Beban (P) (KN)	Kuat Tekan f <sub>c</sub> (MPa)	Kuat Tekan Rata-rata f <sub>cr</sub> (MPa)
	Pembuatan	Pengujian											
1	22 Agustus 2019	01 September 2019	W1-0-7	7	0.205	0.109	0.0019	9327	4.385	2293	128	13.72	12.24
2	22 Agustus 2019	01 September 2019	W2-0-7	7	0.205	0.109	0.0019	9327	4.155	2173	78	8.36	
3	22 Agustus 2019	01 September 2019	W3-0-7	7	0.205	0.108	0.0019	9156	4.335	2310	134	14.63	
4	22 Agustus 2019	01 September 2019	W1-2,5-7	7	0.205	0.109	0.0019	9327	4.35	2275	62	6.65	8.26
5	22 Agustus 2019	01 September 2019	W2-2,5-7	7	0.203	0.109	0.0019	9327	4.285	2263	85	9.11	
6	22 Agustus 2019	01 September 2019	W3-2,5-7	7	0.204	0.109	0.0019	9327	4.315	2268	84	9.01	
7	22 Agustus 2019	01 September 2019	W1-5-7	7	0.202	0.11	0.0019	9499	4.175	2176	75	7.90	6.68
8	22 Agustus 2019	01 September 2019	W2-5-7	7	0.204	0.108	0.0019	9156	4.33	2318	65	7.10	
9	22 Agustus 2019	01 September 2019	W3-5-7	7	0.205	0.11	0.0019	9499	4.19	2152	48	5.05	
10	22 Agustus 2019	01 September 2019	W1-7,5-7	7	0.205	0.109	0.0019	9327	4.155	2173	62	6.65	5.67
11	22 Agustus 2019	01 September 2019	W2-7,5-7	7	0.202	0.11	0.0019	9499	3.825	1994	51	5.37	
12	22 Agustus 2019	01 September 2019	W3-7,5-7	7	0.204	0.107	0.0018	8987	3.985	2174	45	5.01	



**LABORATORIUM MATERIAL, STRUKTUR, DAN KONSTRUKSI BANGUNAN**  
**DEPARTEMEN ARSITEKTUR**  
**FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS HASANUDDIN**  
 Kampus Teknik Gowa Jl. Poros Malino Km 14,5 Tlp. (0411) 587 636, 584 200 Faximile  
 (0411) 585 188, Kode Pos 92171, Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan

**Lampiran 4**

**HASIL PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON**  
**(HARI KE 14)**

Kegiatan : Penelitian Tugas Akhir (S1)  
 Cetakan : Silinder 10 x 20  
 Bahan : Pasir alam  
           Batu Pecah  
           Semen PCC Tonasa  
           Serat kaleng

Dihitung oleh : Muhammad Irsyad

No	Tanggal		Kode Silinder	Umur (hari)	Tinggi (m)	Diameter (m)	Volume Benda Uji (m <sup>3</sup> )	Luas Bid. Tekan (m <sup>2</sup> )	Berat benda uji (kg)	BJ Benda Uji (kg/m <sup>3</sup> )	Beban (P) (KN)	Kuat Tekan f <sub>c</sub> (MPa)	Kuat Tekan Rata-rata f <sub>cr</sub> (MPa)
	Pembuatan	Pengujian											
1	22 Agustus 2019	08 September 2019	W1-0-14	14	0.204	0.108	0.0019	9156	4.4	2356	110	12.01	13.38
2	22 Agustus 2019	08 September 2019	W2-0-14	14	0.206	0.11	0.0020	9499	4.445	2272	140	14.74	
3	22 Agustus 2019	08 September 2019	W3-0-14	14	0.205	0.108	0.0019	9156	4.305	2294	56	*6.12	
4	22 Agustus 2019	08 September 2019	W1-2,5-14	14	0.203	0.108	0.0019	9156	4.305	2316	90	9.83	10.92
5	22 Agustus 2019	08 September 2019	W2-2,5-14	14	0.204	0.11	0.0019	9499	4.31	2224	115	12.11	
6	22 Agustus 2019	08 September 2019	W3-2,5-14	14	0.207	0.109	0.0019	9327	4.32	2238	101	10.83	
7	22 Agustus 2019	08 September 2019	W1-5-14	14	0.2	0.109	0.0019	9327	4.345	2329	85	9.11	9.37
8	22 Agustus 2019	08 September 2019	W2-5-14	14	0.209	0.11	0.0020	9499	4.435	2234	100	10.53	
9	22 Agustus 2019	08 September 2019	W3-5-14	14	0.205	0.109	0.0019	9327	4.31	2254	79	8.47	
10	22 Agustus 2019	08 September 2019	W1-7,5-14	14	0.204	0.108	0.0019	9156	4.18	2238	87	9.50	8.13
11	22 Agustus 2019	08 September 2019	W2-7,5-14	14	0.204	0.107	0.0018	8987	4.05	2209	77	8.57	
12	22 Agustus 2019	08 September 2019	W3-7,5-14	14	0.206	0.108	0.0019	9156	4.225	2240	58	6.33	

**NB : \*Data tidak valid, tidak diinput pada perhitungan rata-rata**



**LABORATORIUM MATERIAL, STRUKTUR, DAN KONSTRUKSI BANGUNAN**  
**DEPARTEMEN ARSITEKTUR**  
**FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS HASANUDDIN**  
 Kampus Teknik Gowa Jl. Poros Malino Km 14,5 Tlp. (0411) 587 636, 584 200 Faximile  
 (0411) 585 188, Kode Pos 92171, Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan

**Lampiran 4**

**HASIL PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON**  
**(HARI KE 21)**

Kegiatan : Penelitian Tugas Akhir (S1)  
 Cetakan : Silinder 10 x 20  
 Bahan : Pasir alam  
           Batu Pecah  
           Semen PCC Tonasa  
           Serat kaleng

Dihitung oleh : Muhammad Irsyad

No	Tanggal		Kode Silinder	Umur (hari)	Tinggi (m)	Diameter (m)	Volume Benda Uji (m <sup>3</sup> )	Luas Bid. Tekan (m <sup>2</sup> )	Berat benda uji (kg)	BJ Benda Uji (kg/m <sup>3</sup> )	Beban (P) (KN)	Kuat Tekan f <sub>c</sub> (MPa)	Kuat Tekan Rata-rata f <sub>cr</sub> (MPa)
	Pembuatan	Pengujian											
1	22 Agustus 2019	15 September 2019	W1-0-21	21	0.202	0.11	0.0019	9327	4.37	2320	220	23.16	18.98
2	22 Agustus 2019	15 September 2019	W2-0-21	21	0.204	0.109	0.0019	9156	4.435	2374	149	15.98	
3	22 Agustus 2019	15 September 2019	W3-0-21	21	0.202	0.108	0.0018	8987	4.34	2391	163	17.80	
4	22 Agustus 2019	15 September 2019	W1-2,5-21	21	0.203	0.11	0.0019	9499	4.29	2225	140	14.74	14.83
5	22 Agustus 2019	15 September 2019	W2-2,5-21	21	0.207	0.106	0.0018	8820	4.335	2374	128	14.51	
6	22 Agustus 2019	15 September 2019	W3-2,5-21	21	0.204	0.107	0.0018	8987	4.345	2370	137	15.24	
7	22 Agustus 2019	15 September 2019	W1-5-21	21	0.207	0.108	0.0019	9156	4.455	2350	111	12.12	12.76
8	22 Agustus 2019	15 September 2019	W2-5-21	21	0.206	0.107	0.0019	8987	4.325	2336	140	15.58	
9	22 Agustus 2019	15 September 2019	W3-5-21	21	0.204	0.108	0.0019	9156	4.3	2302	97	10.59	
10	22 Agustus 2019	15 September 2019	W1-7,5-21	21	0.203	0.109	0.0019	9327	4.145	2189	100	10.72	11.14
11	22 Agustus 2019	15 September 2019	W2-7,5-21	21	0.203	0.107	0.0018	8987	4.13	2264	96	10.68	
12	22 Agustus 2019	15 September 2019	W3-7,5-21	21	0.205	0.109	0.0019	9327	4.3	2249	112	12.01	



**LABORATORIUM MATERIAL, STRUKTUR, DAN KONSTRUKSI BANGUNAN**  
**DEPARTEMEN ARSITEKTUR**  
**FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS HASANUDDIN**  
 Kampus Teknik Gowa Jl. Poros Malino Km 14,5 Tlp. (0411) 587 636, 584 200 Faximile  
 (0411) 585 188, Kode Pos 92171, Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan

**Lampiran 4**

**HASIL PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON**  
**(HARI KE 28)**

Dihitung oleh : Muhammad Irsyad

Kegiatan : Penelitian Tugas Akhir (S1)  
 Cetakan : Silinder 10 x 20  
 Bahan : Pasir alam  
           Batu Pecah  
           Semen PCC Tonasa  
           Serat kaleng

No	Tanggal		Kode Silinder	Umur (hari)	Tinggi (m)	Diameter (m)	Volume Benda Uji (m <sup>3</sup> )	Luas Bid. Tekan (m <sup>2</sup> )	Berat benda uji (kg)	BJ Benda Uji (kg/m <sup>3</sup> )	Beban (P) (KN)	Kuat Tekan f <sub>c</sub> (MPa)	Kuat Tekan Rata-rata f <sub>cr</sub> (MPa)
	Pembuatan	Pengujian											
1	22 Agustus 2019	21 September 2019	W1-0-28	28	0.204	0.109	0.0019	9327	4.345	2284	106	*11.37	
2	22 Agustus 2019	21 September 2019	W2-0-28	28	0.203	0.108	0.0019	9156	4.36	2346	211	23.04	23.26
3	22 Agustus 2019	21 September 2019	W3-0-28	28	0.203	0.108	0.0019	9156	4.375	2354	215	23.48	
4	22 Agustus 2019	21 September 2019	W1-2,5-28	28	0.203	0.108	0.0019	9156	4.345	2338	175	19.11	
5	22 Agustus 2019	21 September 2019	W2-2,5-28	28	0.204	0.108	0.0019	9156	4.325	2315	184	20.10	19.60
6	22 Agustus 2019	21 September 2019	W3-2,5-28	28	0.204	0.107	0.0018	8987	4.325	2359	104	*11.57	
7	22 Agustus 2019	21 September 2019	W1-5-28	28	0.201	0.11	0.0019	9499	4.25	2226	127	13.37	
8	22 Agustus 2019	21 September 2019	W2-5-28	28	0.202	0.11	0.0019	9499	4.335	2259	158	16.63	16.19
9	22 Agustus 2019	21 September 2019	W3-5-28	28	0.2	0.108	0.0018	9156	4.36	2381	170	18.57	
10	22 Agustus 2019	21 September 2019	W1-7,5-28	28	0.204	0.109	0.0019	9327	4.38	2302	113	12.12	
11	22 Agustus 2019	21 September 2019	W2-7,5-28	28	0.205	0.11	0.0019	9499	4.42	2270	113	11.90	11.72
12	22 Agustus 2019	21 September 2019	W3-7,5-28	28	0.203	0.109	0.0019	9327	4.105	2168	104	11.15	

**NB : \*Data tidak valid, tidak diinput pada perhitungan rata-rata**





Lampiran 5. DOKUMENTASI KEGIATAN PENELITIAN



Pasir



Semen



Krikil



Serat Kaleng



Bekisting Silinder 10 cm x 20



Pengolesan oli pada bekisting



Pencampuran material beton



Pengujian Nilai Slump



Pencetakan benda Uji



Perawatan benda uji (*Wet curing*)



Pengukuran Tinggi benda uji



Pengukuran diameter benda uji



Pengujian berat benda uji



Pengujian kuat tekan (Sebelum ditekan)



Pengujian kuat tekan (Setelah ditekan)