

**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. Bapak Dr. Nurul Nadjmi, ST., MT. selaku pembimbing akademik selama masa studi di Departemen Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
6. Bapak 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
0.	Tahap Pengambilan Keputusan.....	45
1.	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 orang saat ini. Selain rasanya enak dan segar, minuman jenis ini juga bisa ditemukan di mana-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 lingkupnya agar tidak terlalu luas. Batasan – batasan masalah dalam penelitian ini adalah antara lain :

Agregat kasar dan agregat halus berasal dari daerah Gowa

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 tarik, 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, masalah, tujuan dan manfaat penelitian, batasan masalah, keaslian, 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 terbatas 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 1982). Bahan-bahan serat yang dapat digunakan untuk perbaikan sifat beton beton serat antara lain baja, plastik, kaca, karbon serta serat dari bahan 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 t 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 dinaikkan 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 daktail.

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%.

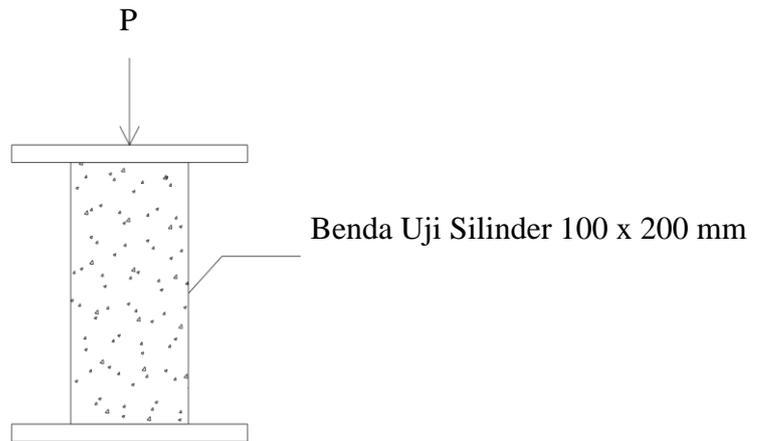


Pada Penelitian (Bagariang, 2014) serat kaleng dan fly ash ditambah dalam satu campuran beton. Variasi I merupakan beton normal, variasi II dengan penambahan serat kaleng sebesar 20%, dan variasi III dengan penambahan serat kaleng sebesar 20% dan fly ash sebesar 15% dari berat semen. Pengujian yang dilakukan 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.

Menyelimuti permukaan beton dengan air.

Menyelimuti permukaan beton dengan karung basah.

Menyirami permukaan beton secara kontinyu.

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 | 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.<br>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.<br>c. Dengan adanya penambahan serat kaleng dan fly ash dapat mengurangi jumlah retak dan panjang retak pada pelat akibat |
|---|-------------------|---|---|

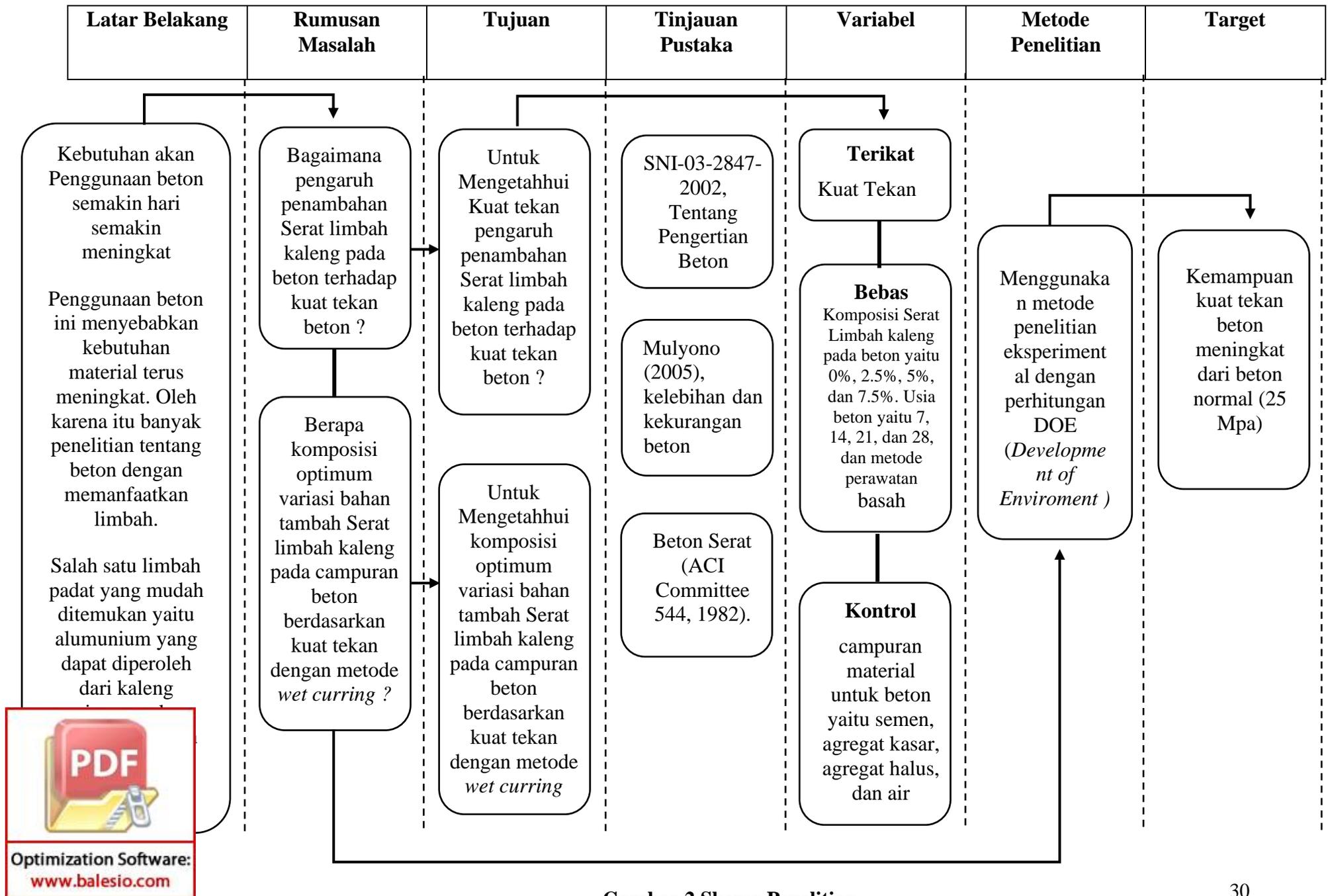


---

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