

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

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 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, muncul berbagai macam inovasi yang dilakukan untuk meningkatkan kualitas dan mutu dari beton. Salah satunya dengan memanfaatkan limbah sebagai bahan tambah dalam campuran beton.

Sampah merupakan limbah padat yang memiliki potensi untuk dapat diolah kembali sehingga memiliki nilai ekonomis. Sampah terbagi menjadi dua, yaitu organik dan anorganik. Sampah 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. Daur ulang sering menjadi alternatif solusi bagi penanganan limbah padat. Daur ulang sendiri pada hakikatnya memiliki makna menjadikan sesuatu yang tidak bermanfaat menjadi sesuatu yang lebih bermanfaat. Banyak macam-macam limbah padat yang dapat didaur ulang seperti kertas, pakaian, logam, plastik, kaca, barang elektronik tertentu, dan sebagainya.

Alumunium adalah salah satu bahan yang dapat didaur ulang. Dibandingkan dengan bahan lain, alumunium mempunyai kelebihan yaitu bisa didaur ulang kapan saja atau tidak terbatas waktu karena proses ini tidak mengubah struktur alumunium ini sendiri. Alumunium banyak digunakan pada kehidupan sehari-hari seperti kaleng minuman, peralatan masak, mobil, sepeda, komputer, dan sebagainya. Kaleng minuman atau makanan adalah salah satu limbah terbesar pada alumunium, banyaknya penggunaan alumunium sebagai wadah dari makanan atau minuman juga berbanding lurus dengan limbah yang dihasilkan. Salah satu alternatif daur ulang pada kaleng bekas minuman ini adalah menjadikannya serat, dengan cara membuat limbah kaleng tersebut menjadi lempengan datar yang nantinya akan dipotong kecil-kecil dengan ukuran tertentu dan menjadikannya seperti serat-serat (Karima, 2018). Berdasarkan beberapa penelitian yang telah dilakukan, penambahan serat (fiber) ke dalam campuran beton dapat meningkatkan kuat tekan dan mengurangi sifat getas beton.

Beton sendiri merupakan material konstruksi yang saat ini sangat umum digunakan dalam pembangunan suatu konstruksi. Beton merupakan suatu campuran dari beberapa bahan yaitu kerikil, pasir, semen, dan air yang mempunyai takaran tertentu dan dicampur dalam suatu cetakan yang nantinya akan mengeras. Beton mempunyai kelemahan dalam kuat tarik dan kelebihan

dalam kuat tekan. Penambahan serat pada beton diyakini dapat menambah kuat sifat mekanik beton tersebut.

Ditinjau dari penelitian terdahulu, penulis akan memanfaatkan limbah kaleng minuman sebagai bahan tambah pada campuran beton, dan variasi tambah yang akan digunakan adalah 10% dengan variasi ukuran 0%, 0,2x7cm, 0,2x9cm, dan 0,2x11cm dari berat semen. Variasi tambah yang digunakan mengacu pada penelitian (Karima, 2018), yang dimana hasil dari pengujian kuat tekan yang dilakukan mengalami peningkatan pada variasi 10% dengan nilai sebesar $f'_c = 23,803 \text{ MPa}$ (meningkat 6,922% dari beton normal k200).

Berdasarkan pembahasan di atas, maka penulis bertujuan untuk mengetahui nilai kuat tekan beton pada campuran beton berbahan tambah limbah kaleng minuman. Sehingga penulis melakukan penelitian dengan judul "Pengaruh Penambahan Serat Limbah Kaleng Minuman Terhadap Kuat Tekan Beton".

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah yang dibahas dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Bagaimana pengaruh penambahan 10% serat limbah serat kaleng minuman terhadap nilai kuat tekan beton pada variasi ukuran serat 0,2x7cm, 0,2x9cm, dan 0,2x11cm pada umur 7, 14, dan 28 hari.
- b. Bagaimana pengaruh penambahan 10% serat limbah serat kaleng minuman dengan variasi ukuran serat 0,2x7cm, 0,2x9cm, dan 0,2x11cm, terhadap uji compacting factor test beton pada umur 7, 14, dan 28 hari.

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian yang hendak dicapai pada penelitian ini berdasarkan rumusan masalah diatas adalah:

- a. Untuk mengetahui bagaimana pengaruh penambahan 10% serat limbah serat kaleng minuman terhadap nilai kuat tekan beton pada variasi ukuran serat 0,2x7cm, 0,2x9cm, dan 0,2x11cm pada umur 7, 14, dan 28 hari.
- b. Untuk mengetahui Bagaimana pengaruh penambahan 10% serat limbah serat kaleng minuman dengan variasi ukuran serat 0,2x7cm, 0,2x9cm, dan 0,2x11cm, terhadap uji compacting factor test beton pada umur 7, 14, dan 28 hari.

1.4. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Dari hasil penelitian diharapkan dapat menjadi salah satu wawasan untuk pengembangan teknologi bahan.
- b. Bagi pihak produsen beton, semoga penelitian ini dapat dijadikan sebagai salah satu cara untuk meningkatkan kualitas dari beton.
- c. Para peneliti dan pembaca, hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai referensi untuk melakukan penelitian lebih lanjut mengenai beton.

1.5. Batasan Masalah

Untuk mengetahui ruang lingkup penelitian ini, maka diperlukan Batasan-Batasan masalah yaitu sebagai berikut:

- a. Agregat kasar dan agregat halus berasal dari daerah gowa.
- b. Semen yang digunakan merupakan semen Portland tipe 1 merek bosowa
- c. Variasi penambahan serat limbah kaleng minuman yang digunakan adalah 10% dari berat semen.
- d. Standar yang digunakan dalam pengujian mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI) dan *American Society for Testing and Materials* (ASTM).
- e. Bahan tambah serat kaleng minuman yang digunakan adalah limbah kaleng minuman yang dikumpulkan di sekitaran Makassar, Provinsi Sulawesi Selatan, yang sudah di olah menjadi serat kaleng minuman.
- f. Penelitian dilakukan di Laboratorium Bahan, Konstruksi, dan Struktur Bangunan Departemen Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin, Gowa.
- g. Panjang Serat Limbah kaleng minuman dengan variasi tanpa serat kaleng minuman, ukuran serat 0,2x7cm, 0,2x9cm, dan 0,2x11cm.
- h. Benda uji yang digunakan berbentuk silinder diameter 10 cm dan tinggi 20cm.
- i. Faktor air semen (FAS) sebesar 0,5
- j. Pengujian beton dilakukan pada umur 7, 14, dan 28 hari.
- k. 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. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam penelitian ini terdiri dari 5 bab yang secara berurutan menerangkan tentang hal – sebagai berikut:

BAB I. PENDAHULUAN

Pada bab ini akan membahas mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, Batasan masalah, sistematika penulisan, dan keaslian penelitian yang akan dilakukan.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menguraikan kajian literatur yang menjelaskan tentang teori- teori dasar yang berhubungan dengan penelitian terdahulu dan gambaran umum mengenai beton, material pembuatnya, bahan tambah pada beton berupa serat limbah kaleng minuman, serta definisi mengenai kuat tekan pada beton. Selain itu, pada bab ini juga berisi tentang tinjauan empiris terkait penelitian terdahulu yang relevan dengan penelitian yang akan dilakukan

BAB III. METODE PENELITIAN

Pada bab ini akan mengajikan bahasan mengenai jenis penelitian, lokasi dan waktu, pembuatan benda uji, pengujian kuat tekan beton dan metode analisis data.

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan menyajikan hasil analisis perhitungan data- data yang

diperoleh dari percobaan di laboratorium serta pembahasan dari hasil pengujian yang diperoleh dalam bentuk tabel, gambar, dan grafik.

BAB V. PENUTUP

Dalam bab ini berisi kesimpulan dan saran dari hasil penelitian yang telah dilakukan.

1.7. Keaslian Penelitian

Tabel 1 Keaslian Penelitian

Peneliti	Dhia karima	Habibatul Amiroh	Muhammad Irsyad	Muh. Idul Mulyono
tahun	2018	2019	2020	2025
judul penelitian	pengaruh variasi fraksi dari serat kaleng terhadap besaran karakteristik beton	pengaruh variasi panjang serat kaleng terhadap kuat lentur, lendutan, dan pola retak balok beton bertulang	analisis kuat tekan beton dengan serat limbah kaleng sebagai bahan tambah melalui metode wet curing	pengaruh penambahan variasi panjang serat limbah kaleng minuman terhadap kuat tekan beton
variabel penelitian	- benda uji berbentuk silinder dengan ukuran 15 cm x 30 cm. - komposisi serat kaleng bervariasi 10 %, 15 %, dan 20 %. - panjang serat yang digunakan adalah 4 cm. - metode pembuatan bahan tambah serat	- benda uji berbentuk balok dengan dimensi 15x20x130. - komposisi serat kaleng yang digunakan adalah 10%. - variasi penambahan serat kaleng dengan dimensi 0,2x4 cm dan 0,2x8 cm. - metode pembuatan bahan tambah serat kaleng dengan menggunting kaleng sesuai ukuran variasi	- benda uji yang digunakan adalah silinder berdiameter 10 cm x 20 cm. - komposisi serat yang digunakan, 0%, 2,5% 5% dan 7,5% terhadap berat semen. - ukuran panjang serat aluminium 1 mm dan 25 mm. - metode pembuatan bahan tambah serat kaleng dengan menggunting kaleng sesuai ukuran variasi yang telah di	- benda uji berbentuk silinder (10 cm x 20 cm) berjumlah 36 buah. - komposisi serat kaleng yang digunakan adalah 10%. - variasi penambahan limbah serat kaleng minuman dengan variasi dimensi 0%, 0,2x7cm, 0,2x9cm, dan 0,2x11cm. - metode pembuatan bahan tambah limbah serat kaleng minuman dengan menggunting kaleng sesuai variasi ukuran yang telah di tentukan.

kaleng dengan mengunting kaleng sesuai ukuran yang di tentukan. - metode perawatan <i>dry curing</i> . - pengujian kuat tekan beton.	yang telah di tentukan. - metode perawatan <i>dry curing</i> - pengujian kuat lentur, lendutan, dan pola retak balok beton.	tentukan. - metode perawatan <i>wet curing</i> . - pengujian kuat tekan beton.	- metode perawatan <i>wet curing</i> . - pengujian kuat tekan beton.
--	---	--	---

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tinjauaan Umum Beton

2.1.1. Pengertian Beton

Menurut SNI-03-2847-2002, pengertian beton adalah campuran antara semen Portland atau semen hidraulik lainnya, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk masa padat. Beton disusun dari agregat kasar dan agregat halus. Agregat halus yang digunakan biasanya adalah pasir alam maupun pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu, sedangkan agregat kasar yang dipakai biasanya berupa batu alam maupun batuan yang dihasilkan oleh industri pemecah batu.

Menurut SK. SNI T-15-1990-03, Beton sebagai campuran antara semen Portland atau semen hidrolik yang lainnya, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan campuran tambahan yang membentuk massa padat.

2.1.2. Jenis-jenis Beton

Menurut Mulyono (2006), secara umum beton dibedakan mejadi dua, yaitu:

a. Beton berdasarkan kelas dan mutu beton.

Berdasarkan kelas dan mutu beton, beton dibedakan menjadi 3 kelas, antara lain:

1)Beton kelas I

Beton kelas I merupakan beton yang digunakan pada elemen non- struktural. Pada pelaksanaannya tidak membutuhkan keahlian khusus. Pada proses pengawasan mutu terbatas hanya pada pengawasan ringan berupa mutu bahan-bahan. Adapun pada kuat tekan tidak menjadi persyaratan pada pemeriksaan. Mutu beton kelas I biasanya dinyatakan dengan B0.

2) Beton kelas II

Beton kelas II merupakan beton yang digunakan pada pekerjaan elemen structural pada umumnya. Pada pelaksanaannya membuthkan keahlian yang cukup dan harus dilaksanakan di bawah pimpinan dan pengawasan tenaga ahli. Beton kelas II terbagi atas mutu standar yaitu B1, K-125, K-175, dan K-225. Pada mutu B1, pengawasan mutu hanya dilakukan pada pengawasan terhadap mutu bahan yang digunakan, sedangkan terhadap kekuatan tekan tidak dipersyaratkan dalam pemeriksaan. Sedangkan beton dengan mutu K-125 dan K-175 diwajibkan untuk memeriksa kekuatan tekan beton secara berkelanjutan dari hasil-hasil pemeriksaan benda uji.

3) Beton kelas III

Beton kelas III merupakan beton dengan mutu yang lebih tinggi dari K 225. Beton ini digunakan pada pekerjaan yang bersifat struktural. Dalam pelaksanaannya memerlukan keahlian khusus dan dilakukan di bawah pimpinan dan pengawasan tenaga ahli. Disyaratkan adanya laboratorium beton dengan peralatan yang lengkap serta dilayani oleh tenaga-tenaga ahli yang dapat melakukan pengawasan mutu beton secara berkala.

b. Beton berdasarkan jenisnya, terbagi atas:

1) Beton ringan

Beton ringan merupakan beton dengan berat jenis kurang dari 1900 kg/m³. Pada umumnya beton ringan digunakan untuk elemen konstruksi yang bersifat non-struktural. Dalam proses pembuatannya, beton ringan dibuat dengan menambahkan gelembung udara dalam adukan semen ataupun dengan menggunakan agregat yang bersifat ringan, misalnya tanah liat bakar ataupun batu apung.

2) Beton normal

Beton normal merupakan beton dengan berat jenis antara 2.200-2.500 kg/m³. Pada penggunaannya beton normal dapat digunakan pada setiap elemen struktur bangunan.

3) Beton berat

Beton berat merupakan beton dengan berat jenis lebih dari 2.500 kg/m³. Pada penggunaannya, beton berat digunakan pada elemen struktur tertentu seperti struktur yang harus tahan terhadap radiasi atom.

4) Beton massa (*mass concrete*)

Beton massa merupakan beton yang digunakan pada pekerjaan beton yang besar dan bersifat massif, misalnya pada bendungan, kanal, pondasi, dan jembatan.

5) *Ferro-cement*

Ferro-Cement merupakan suatu bahan yang digabungkan dan diberikan suatu tulangan yang berupa anyaman kawat baja sebagai pemberi kuat tarik dan daktil pada mortar semen.

6) Beton serat (*fibre concrete*)

Beton serat merupakan bahan komposit yang terdiri dari beton dan bahan lainnya yang berupa serat. Fungsi serat dalam beton ini berguna untuk mencegah retak pada beton sehingga menjadikan beton lebih daktil daripada beton normal.

2.1.3. Sifat – Sifat Beton

Secara umum dalam bidang konstruksi, beton tidak harus memiliki semua sifat-sifat dalam beton. Hal ini dikarenakan penentuan sifat-sifat beton didasarkan pada kegunaan dari beton yang akan dibuat. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi sifat beton di antaranya adalah campuran beton, cara mencetak beton, cara memadatkan, dan cara

perawatan beton.

Adapun sifat yang secara umum dimiliki oleh beton adalah sebagai berikut:

a. Kemudahan Pengerjaan (Kelecekan/*Workability*)

Pada tingkat kemudahan pengerjaan atau *workability* secara langsung berkaitan dengan tingkat kelecekaan atau keenceran adukan beton. Berdasarkan SNI 12 1972:2008, *workability* beton merupakan kemudahan dalam pengerjaan beton segar. Adukan beton yang semakin cair maka akan semakin mudah untuk dikerjakan. Untuk mengetahui dan mengukur tingkat kelecekan suatu adonan beton, dilakukan pengujian slump (slump test) menggunakan sebuah alat yang disebut Kerucut

Abrahams. Nilai slump secara umum akan berbanding lurus dengan kadar air yang terdapat dalam campuran beton segar dan berbanding terbalik dengan kuat tekan beton.

Beberapa faktor yang mempengaruhi kelecekan atau *workability* dari beton segar (Bahar, 2005) adalah:

- 1) Jumlah air yang digunakan
- 2) Gradasi campuran berupa agregat kasar dan agregat halus
- 3) Bentuk butiran agregat dan tekstur agregat yang bulat
- 4) Ukuran maksimum kerikil yang dipakai

b. Pemisahan Kerikil (Segregasi)

Secara umum segregasi merupakan proses terjadinya penurunan agregat kasar ke bagian dasar beton segar atau dengan kata lain proses terpisahnya agregat kasar dari campuran diakibatkan proses penuangan dan pemadatan yang tidak baik. Berdasarkan SNI 03-3976-1995, segregasi merupakan proses terpisahnya pasta semen dan agregat pada sebuah adukan semen.

Beberapa faktor yang menyebabkan terjadinya segregasi adalah sebagai berikut:

- 1) Campuran yang kekurangan ataupun kelebihan air
- 2) Kurangnya jumlah agregat halus
- 3) Ukuran agregat yang lebih dari 25 mm

c. Pemisahan Air (Bleeding)

Bleeding merupakan suatu proses naiknya air ke permukaan setelah dilakukan pemadatan. Proses ini disertai dengan semen dan butiran pasir halus yang ikut terbawa, yang kemudian membuat suatu lapisan yang disebut pula dengan laitance. Tiga belas lapisan ini yang kemudian menjadi sebuah penghalang rekatan antara lapisan beton yang bawah dengan lapisan beton di atasnya (Firdaus, 2018).

Berdasarkan SNI 4156:2008, bleeding adalah proses keluarnya air yang berasal dari beton segar ke permukaan akibat proses pengendapan bahan-bahan padat pada beton. Bleeding sering terjadi pada campuran yang mengandung terlalu banyak air, sehingga beton akan memiliki aliran air yang disebabkan oleh kadar air yang terlalu

tinggi. Bleeding sering terjadi pada akhir proses pencetakan beton yang akan terlihat permukaan beton yang dipenuhi dengan air.

d. Kuat Tekan

Banyaknya air dan semen yang digunakan akan mempengaruhi kekuatan beton. Pada nilai kuat tekan beton akan berbanding lurus dengan peningkatan umur dari beton itu sendiri. Pada dasarnya, beton akan memiliki kekuatan yang maksimal pada umur 28 hari. Pada penentuan nilai kuat tekan beton dapat diuji dengan menggunakan benda uji yang berbentuk silinder. Beberapa faktor yang mempengaruhi kuat tekan beton antara lain:

- 1) Faktor air semen
- 2) Umur beton
- 3) Sifat agregat
- 4) Jenis *admixture*
- 5) Perawatan beton

e. Tahan Lama (Durability)

Durability merupakan ketahanan beton menghadapi segala kondisi yang direncanakan, tanpa mengalami kerusakan (*deteriorate*) dalam jangka waktu layannya (*service ability*).

Adapun beberapa karakteristik dari beton yang baik dapat dikelompokkan sebagai berikut (Pane et al., 2015):

f. Kuantitas Beton

- 1) Kepadatan yang merupakan ruang yang ada pada beton sedapat mungkin diisi oleh agregat dan pasta semen.
- 2) Kekuatan yaitu beton harus mempunyai kekuatan daya tahan internal terhadap berbagai jenis kegagalan.
- 3) Faktor air semen harus terkontrol agar memenuhi persyaratan kekuatan beton.
- 4) Tekstur permukaan beton harus mempunyai kerapatan dan kekerasan tekstur yang tahan terhadap segala cuaca.

2.2. Beton Berserat

Beton fiber (serat) merupakan beton yang terdiri dari semen hidrolik, air, agregat halus, agregat kasar dan serat (serat baja, plastik, glass maupun serat alami) yang disebar secara diskontinu. Tjokrodimuljo (1996) mendefinisikan beton serat (fiber concrete) sebagai bahan komposit yang terdiri dari beton biasa dan bahan lain yang berupa serat (batang-batang dengan diameter antara 5 dan 500 μm dengan panjang sekitar 2,5 mm sampai 10 mm). Penambahan serat pada beton dimaksudkan untuk memperbaiki kelemahan sifat yang dimiliki oleh beton yaitu memiliki kuat tarik yang rendah.

Salah satu sifat penting dari beton adalah daktilitas. Daktilitas yaitu kemampuan struktur atau komponennya untuk melakukan deformasi inelastik bolak-balik berulang di luar batas titik leleh pertama, sambil mempertahankan sejumlah besar kemampuan daya dukung bebannya (SNI 03-1729-2002).

Salah satu alasan penambahan serat pada beton adalah untuk menaikkan

kapasitas penyerapan energi dari matrik campuran, yang berarti meningkatkan daktilitas beton. Penambahan daktilitas juga berarti penambahan perilaku beton terhadap lelah (fatigue) dan kejut (impact).

Menurut As'ad (2008), beton serat memberi banyak keuntungan antara lain:

- a. Serat terdistribusi secara acak di dalam volume beton pada jarak yang relatif dekat satu sama lain. Hal ini akan memberi tahanan berimbang ke segala arah dan memberi keuntungan material struktur yang dipersiapkan untuk menahan beban gempa dan angin.
- b. Perbaikan perilaku deformasi seperti ketahanan terhadap impact, daktilitas yang lebih besar, kuat lentur, dan kapasitas torsi yang lebih baik.
- c. Meningkatkan ketahanan beton terhadap formasi dan pembentukan retak.
- d. Peningkatan ketahanan pengelupasan (spalling) dan retak pada selimut beton akan membantu menghambat korosi besi tulangan dari serangan kondisi lingkungan yang berpotensi korosi.

2.3. Material Penyusun Beton

2.3.1. Semen Portland

Menurut SNI 15-2049-2004, semen portland merupakan semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak semen portland terutama yang terdiri atas kalsium silikat yang bersifat hidrolis dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat dan boleh ditambah dengan bahan tambah tambahan lain, seperti gambar diawah.



Gambar 1 Semen Portland
(Sumber : solusikonstruksi.com)

Fungsi utama semen adalah sebagai perekat. Bahan-bahan semen terdiri dari batu kapur (gamping) yang mengandung senyawa: Calsium Oksida (CaO), lempung atau tanah liat (*clay*) adalah bahan alam yang mengandung senyawa: Silika Oksida (SiO_2), Aluminium Oksida (Al_2O_3), Besi Oksida (Fe_2O_3) dan Magnesium Oksida (MgO). Untuk

menghasilkan semen, bahan baku tersebut dibakar sampai meleleh, sebagian untuk membentuk klinker. Klinker kemudian dihancurkan dan ditambah dengan gips (Abdul Rais, 2007).

Kekuatan semen merupakan hasil dari proses hidrasi. Proses kimiawi ini berupa rekristalisasi dalam bentuk interlocking-crystals (ikatan kristal) sehingga membentuk gel semen yang akan mempunyai kekuatan tekan yang tinggi apabila mengeras. Jika semen portland dicampur dengan air, maka komponen kapur dilepaskan dari senyawa. Banyaknya kapur dilepaskan ini sekitar 20% dari berat semen (Tri Mulyono, 2003).

Menurut Chu Kia Wang (1993), sifat dan manfaat untuk tipe semen portland adalah sebagai berikut:

a. Semen Tipe I (Semen penggunaan umum)

Sifat dari semen portland tipe I yaitu MgO dan SO_3 hilang pada saat pembakaran. Kehalusan dan kekuatannya secara berturut-turut juga ditentukan. Secara umum mempunyai sifat-sifat umum dari semen. Digunakan secara luas sebagai semen untuk teknik sipil dan konstruksi arsitektur misalnya pembangunan jalan, bangunan beton bertulang, jembatan dan lain-lain.

b. Tipe II (Semen pengeras pada panas sedang)

Semen Portland tipe II mempunyai C3S kurang dari 50% dan C3A kurang dari 8%. Kalor hidrasi 70 kal atau kurang (7 hari) dan 80 kal atau kurang (28 hari) pada kondisi sedang. Peningkatan dari kekuatan jangka panjang diinginkan. Secara umum dipakai untuk mencegah serangan sulfat dan lingkungan sistem drainase dengan kadar konsentrat tinggi didalam tanah.

c. Tipe III (Semen berkekuatan tinggi awal)

Semen portland tipe III mengandung C3S maksimum. Kekuatan awal (1 hari dan 3 hari) diintensifkan, ditentukan untuk mempunyai kekuatan di atas 40 kg/cm^2 selama penekanan 1 hari dan di atas 90 kg/cm^2 selama penekanan 3 hari. Kegunaannya yaitu untuk menggantikan semen penggunaan umum untuk pekerjaan yang mendesak. Cocok untuk pekerjaan dimusim dingin. Biasanya dipakai untuk konstruksi bangunan, pekerjaan pembuatan jalan, dan produk semen.

d. Tipe IV (Semen jenis rendah)

Pada semen Portland tipe IV, kalor hidrasi lebih rendah 10 kal dari pada semen pengeras pada panas sedang, ditentukan dibawah 60 kal (7hari) dan dibawah 70 kal yaitu 28 hari (ASTM). Memberikan kalor hidrasi minimum seperti semen untuk pekerjaan bendungan. Kegunaannya yaitu digunakan pada struktur struktur dam dan bangunan masif. Dimana panas yang terjadi sewaktu hidrasi merupakan faktor penentu bagi kebutuhan beton.

e. Tipe V (Semen tahan sulfat)

Semen portland tipe V mempunyai C3S dibawah 50% dan C3A dibawah 50% (ASTM). Diusahakan agar kadar C3A minimum untuk

memperbesar ketahanan terhadap sulfat. Biasanya dipakai untuk pekerjaan beton dalam tanah yang mengandung banyak sulfat dan yang berhubungan dengan air tanah dan pelapisan dari saluran air dalam terowongan.

Pada penelitian ini, tipe semen yang akan digunakan adalah semen Tipe I dengan komposisi seperti pada tabel dibawah ini.

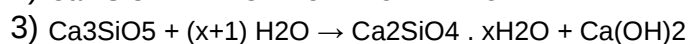
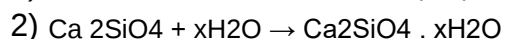
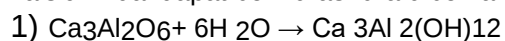
Tabel 2 Komposisi Senyawa Kimia Semen Tipe 1

No.	Senyawa Kimia	Rumus Kimia	Persen
1	C3S (Tri-kalsium Silikat)	3 CaO.SiO ₂	49 %
2	C2S (Di-kalsium Silikat)	2CaO.SiO ₂	25%
3	C3A (Tri-kalsium Aluminat)	3CaO.Al ₂ O ₃	12%
4	C4AF (Tetra-kalsium Aluminoferrit)	4CaO.Al ₂ O ₃ .Fe ₂ O ₃	8%
5	CaSO ₄ (Kalsium Sulfat)	CaSO ₄	2.9%
6	CaO (Kalsium Oksida)	CaO	0.8 %
7	MgO (Magnesium Oksida)	MgO	2.4%

Sumber: https://www.academia.edu/8462881/Senyawa_Kimia_Pada_Semen_Portland

Kekuatan dari pasta semen-air yang telah mengeras nantinya akan menentukan kekuatan beton karena dengan agregat yang kuat, perpatahan terjadi diantara partikel pasir. Oleh karena itu, pada dasarnya jalanan masuk yang terbuat dari adukan semen dan air akan sama kuatnya dengan adukan semen, air dan agregat. Akan tetapi jika ditinjau dari segi biaya kurang menguntungkan. Oleh karena itu adukan semen-air dicampur dengan bahan agregat yang lebih kuat dan murah (Lawrence H. Van Vlack, 1989).

Semen Portland merupakan campuran silikat kalsium, aluminat kalsium dan dapat berhidrasi bila diberi air.



Pada reaksi, daya larut hidrasi berkurang dalam air dibanding dengan

semen semula. Dan semen mengeras karena reaksi hidrasi kimia, dan reaksi hidrasi ini melepaskan panas (Lawrence H.Van Vlack, 1989).

2.3.2. Agregat Halus

Gambar 2 menjelaskan, agregat halus adalah agregat dengan besar butir maksimum 4,76 mm berasal dari alam atau hasil olahan (hasil pemecahan, penyaringan atau terak tanur tinggi).



Gambar 2 Agrehat Halus (Pasir)

(Sumber : solusikonstruksi.com)

Menurut SNI 03-6820-2002 Syarat agregat halus dalam plesteran dan adukan harus sebagai berikut:

- a. Bahan pengisi;
- b. Panahan penyusutan;
- c. Penambah kekuatan.

Agregat halus adalah pasir alam sebagai hasil desintegrasi secara alami dari batuan besar menjadi butiran batuan yang berukuran kecil. Agregat halus didefinisikan sebagai butiran batuan yang mempunyai ukuran terbesar 5,0 mm atau tertahan di saringan no. 4. Hasil desintegrasi alami ini menghasilkan butiran agregat halus yang berbentuk cenderung membulat dan bertekstur kasar. Moerdwiyono (1998) menjelaskan agregat halus terdiri dari butiran –butiran 0,02-2 mm yang didapat dari disintegrasi batuan alam (*natural sand*) atau didapat dari memecahnya (*artificial sand*).

Agregat halus adalah pengisi yang berupa pasir, agregat yang terdiri dari butir- butir yang tajam dan keras. Butir-butir agregat halus harus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh-pengaruh cuaca, seperti terik matahari dan hujan (Istimawan Dipohusodo, 1999).

Menurut SNI 03-6820-2002, persyaratan agregat halus secara umum adalah sebagai berikut:

- a. Modulus halus butir antara 1,50-3,80 dan dengan variasi butir sesuai

standar gradasi.

- b. Agregat halus terdiri dari butir-butir tajam dan keras dengan indeks kekerasan ≤ 2.2 .
- c. Tidak mengandung zat organis tertalu banyak, yang dibuktikan dengan percobaan warna dengan larutan 3% NaOH, yaitu warna cairan di atas endapan agregat halus tidak boleh lebih gelap dari pada warna standar.
- d. Butir-butir halus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca (terik matahari dan hujan). Sifat kekal agregat halus dapat diuji dengan larutan jenuh garam. Jika dipakai garam natrium sulfat bagian yang hancur maksimum 12% berat, sedangkan jika dipakai magnesium sulfat yang hancur maksimum 18% berat.
- e. Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% (terhadap berat kering). Jika kadar lumpur melebihi 5% pasir harus dicuci.
- f. Agregat halus dari laut atau pantai boleh dipakai asalkan dengan petunjuk dari lembaga pemeriksaan bahan-bahan yang diakui.

Tabel 3 Gradasi Agregat Halus Menurut (SNI 03-2834-2000 dan ASTM C-33)

Ukuran Saringan				% Lolos Saringan / Ayakan				
				SNI 03-2834-2000				Astm C-33
(Ayakan)				Pasir Kasar	Pasir Sedang	Pasir Agak Halus	Pasir Halus	Fine Aggregate
Mm	SNI	Astm	Inch	Gradasi No.1	Gradasi No.2	Gradasi No. 3	Gradasi No.4	Sieve Analysis
9,50	9,6	3/8 In	0,3750	100 -100	100 -100	100 -100	100 -100	100 - 100
4,75	4,8	No. 4	0,1870	90 –100	90 – 100	90 – 100	95 – 100	95 – 100
2,36	2,4	No. 8	0,0937	60 – 95	75 – 100	85 – 100	95 – 100	80 – 100

Ukuran Saringan				% Lolos Saringan / Ayakan				
				SNI 03-2834-2000				Astm C-33
(Ayakan)				Pasir Kasar	Pasir Sedang	Pasir Agak Halus	Pasir Halus	Fine Aggregate
1,18	1,2	No. 16	0,0469	30 -70	55 - 90	75 – 100	90 – 100	50 – 85
0,60	0,6	No. 30	0,0234	15 – 34	35 – 59	60 – 79	80 – 100	25 – 60
0,30	0,3	No. 50	0,0117	5 – 20	8 – 30	12 - 40	15 - 50	5 – 30
0,15	0,15	No.100	0,0059	0 - 10	0 - 10	0 - 10	0 – 15	0 – 10

Sumber: <https://lauwtjunji.weebly.com/gradasi--agregat-halus.html>. Diakses pada oktober 2022.

Agregat dinilai dari tingkat kekuatan hancur dan ketahanan terhadap benturan yang dapat mempengaruhi ikatan pada pasta semen, porositas dan penyerapan air dapat mempengaruhi daya tahan beton terhadap serangan alam dari luar dan ketahanan terhadap penyusutan selama proses penyaringan agregat (Daryanto, 1994).

2.3.3. Air

Menurut SNI S-04-1989-F menjelaskan Air yang digunakan pada campuran mortar harus bersih dan bebas dari bahan-bahan merusak yang mengandung asam, alkali, garam, bahan organik, atau bahan-bahan lainnya yang dapat menurunkan kualitas beton.

Air memiliki fungsi untuk memicu proses kimiawi dari semen sebagai bahan perekat dan melumasi agregat agar mudah dalam pengerjaan pengadukan mortar. Tujuan utama pemakaian air berfungsi untuk proses

hidrasi, yaitu reaksi antara semen dan air yang menghasilkan campuran keras setelah beberapa waktu tertentu.

Kekuatan dari pasta pengerasan semen ditentukan oleh perbandingan berat antara semen dan faktor air. Persyaratan Mutu Air menurut PUBI 1982, adalah sebagai berikut:

- Air harus bersih.
- Tidak mengandung Lumpur, minyak dan benda terapung lainnya yang dapat dilihat secara visual dan tidak mengandung benda-benda tersuspensi lebih dari 2gr/l.
- Tidak mengandung garam yang dapat larut dan dapat merusak beton (George Winter, 1993).

Tabel 4 Batas dan izin untuk campuran beton

Parameter	Batas Yang Diizinkan
Ph	4,5 – 8,5
Bahan Padat	2000 ppm
Bahan Terlarut	2000 ppm
Bahan Onrganik	2000 ppm
Minyak	2 % berat semen
Sulfat (SO ₃)	10000 ppm
Chlor (Cl)	10000 ppm

Sumber: Bahan & Praktek Beton, 1999

2.4. Kaleng Minuman

Limbah kaleng adalah limbah yang tidak bisa diurai secara alami atau proses biologi, limbah kaleng ini termasuk limbah anorganik. Kleng minuman adalah suatu wadah logam yang dirancang untuk menampung bagian cairan tetap seperti minuman ringan, minuman berkarbonasi, minuman beralkohol, jus buah, minuman energy, teh, teh herbal, dll. Kaleng minuman terbuat dari aluminium (75% produksi dunia) atau baja berlapis timah (25% produksi dunia. Bagi orang awam, kaleng sering diartikan sebagai tempat penyimpanan atau wadah yang terbuat dari logam aluminium dan digunakan untuk mengemas 14 makanan, minuman atau produk lain.

Menurut Haryadi dan Purwiyatno (2008), secara umum kemasan pangan juga berfungsi melindungi produk pangan yang dikemas, baik terhadap kerusakan fisik (benturan, gesekan, goresan, dan lain-lain). Dalam pengertian ini, limbah kaleng minuman juga termasuk limbah wadah yang terbuat dari aluminium dan campuran logam lainnya yang telah dibuang/ biasa disebut sampah kaleng minuman.

Berikut adalah karakteristik secara umum tentang pengemas kaleng (aluminium) menurut Haryadi dan Purwiyatno (2008):

- Bahan bersifat kaku (*rigid*) dengan kerapatan (densitas) yang bervariasi; daritinggi (untuk baja, atau pun baja *alloy*) dan rendah (untuk aluminium)
- Mempunyai kekuatan tensil yang baik (good tensile strength).
- Mempunyai tahanan yang sangat baik terhadap cahaya, uap air, cairan dan

- bahan pangan.
- d. Memerlukan penutup (closures) dan sambungan (seams) untuk membentuk kemasan (wadah).
 - e. Digunakan dalam berbagai aplikasi kemasan: kaleng produk pangan, aerosol, tubes, trays dan drum.
 - f. Memerlukan pelapisan sesuai dengan produk pangan yang akan dikemas.

Aluminium adalah salah satu jenis material yang banyak ditemui dan didapat disekitar seperti kaleng minuman, komponen mobil, pesawat, kereta api, perabot rumah tangga. Aluminium yang sudah terbuang atau tidak terpakai berpotensi untuk dimanfaatkan kembali, sehingga beberapa pihak mencoba melakukan berbagai percobaan untuk mencari solusi memanfaatkan limbah dari aluminium.

Mendaur ulang sampah aluminium dapat menghemat 5% energi dari pada memproduksi aluminium dari bauksit (Nia Artauli Sinaga 2016 : 269) . Meningkatnya penggunaan kaleng sebagai wadah makanan atau minuman memberikan masalah lingkungan yang menjadi perhatian 15 bersama. Limbah minuman kaleng tersebut menjadi salah satu bahan pencemar yang mengganggu lingkungan. Sampah yang menimbulkan karat akan mengganggu terhadap kesuburan tanah.

2.5. Compacting factor test

Pada gambar 3, uji faktor pemadatan beton bekerja berdasarkan prinsip menentukan tingkat pemadatan yang dicapai oleh jumlah pekerjaan standar yang dilakukan dengan membiarkan beton jatuh melalui ketinggian standar. Ini dirancang khusus untuk penggunaan laboratorium, tetapi jika keadaan mendukung, tes ini juga dapat dilakukan di lokasi kerja/proyek.



Gambar 3 Compacting factor concrete

Uji faktor pemadatan beton lebih tepat dan sensitif daripada uji kemerosotan beton (test slump). Oleh karena itu lebih menguntungkan dan berguna untuk beton yang bisa dikerjakan atau beton kering yang umumnya digunakan ketika beton akan dipadatkan oleh getaran.

Menurut 'A.M. Neville '(Penulis Properti Properti Beton), deskripsi tingkat kemampuan kerja beton dan faktor pemadatannya adalah sebagai berikut:

- a. Jika faktor pemadatan adalah 0,78 maka dianggap sebagai daya kerja beton yang sangat rendah
- b. Jika faktor pemadatan adalah 0,85 maka dianggap sebagai rendahnya daya kerja beton,
- c. Jika faktor pemadatan adalah 0,92 maka dianggap sebagai kemampuan kerja beton sedang,
- d. Jika faktor pemadatan adalah 0,95 maka dianggap sebagai kemampuan kerja beton yang tinggi.

2.6. Perawatan Beton

Perawatan pada beton dilakukan untuk menghindari terjadinya hidrasi pada beton disebabkan oleh proses pengikatan antara semen dan air. Jika beton terlalu cepat mengering, maka akan terjadi retak pada permukaannya. Kekuatan beton akan berkurang sebagai akibat retak ini, juga akibat kegagalan mencapai reaksi kimiawi penuh (Harahap, 2018). Terdapat beberapa metode yang dapat dilakukan untuk perawatan (*curing*) pada beton, antara lain:

a. *Water (Standart Curing)*

Metode perawatan ini dilakukan dengan menggunakan air sebagai media dalam pelaksanaan. Beton direndam dalam air dengan suhu tertentu selama waktu yang diperlukan untuk menggunakan beton tersebut (sebelum pengujian).

b. *Exposed Atmosfer*

Metode perawatan ini dilakukan dengan membiarkan beton setelah dilepas dari cetakan dalam ruangan berdasarkan suhu ruangan.

c. *Sealed atau Wrapping*

Perawatan beton dengan cara ini membalut dan menutupi menutupi semua permukaan beton. Beton dilindungi dengan karung basah, film plastic atau kertas perawatan tanah air, agar uap air yang terdapat dalam beton tidak hilang.

d. *Steam Curing (Perawatan Uap)*

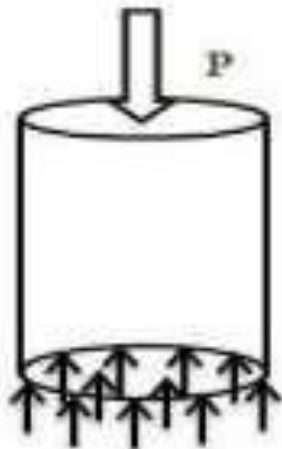
Metode perawatan ini dilakukan dengan uap. Metode ini umumnya digunakan untuk beton yang dihasilkan oleh pabrik. Temperatur perawatan uap ini 80 - 150 C dengan tekanan udara 76 mmHg dan biasanya lama perawatan satu hari.

e. *Autoclave*

Perawatan beton dengan cara ini dilakukan dengan memberikan tekanan yang tinggi pada beton dalam ruangan tertutup, untuk mendapatkan beton mutu tinggi.

2.7. Kuat Tekan Beton

Beton mempunyai kelebihan dalam kuat tekan. Kuat tekan beton adalah kemampuan beton dalam menerima gaya tekan persatuan luas. Mutu dari beton dapat dilihat dari kuat tekan beton itu sendiri. Semakin tinggi kekuatan struktur dikehendaki, semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan (Mulyono, 2005). Nilai kuat tekan beton didapatkan dari hasil pengujian kuat tekan benda uji silinder sampai nilai tertinggi atau sampai hancur. Tata cara pengujian yang umumnya dipakai adalah Standar Nasional Indonesia (SNI, 2011, p.8). Tenggangan tekan beton adalah perbandingan gaya yang mampu ditahan benda uji silinder persatuan luas penampang alas silinder.



$$f'_c = \frac{P}{A} \text{ (Mpa)} \dots\dots\dots(1)$$

dengan :

f'_c = Tegangan tekan beton (N/mm²)

P = Besar gaya yang mampu ditahan oleh silinder (N)

A = Luas penampang silinder (mm²)

2.8. Faktor yang mempengaruhi Kuat Tekan Beton

2.8.1. Faktor Air Semen

Faktor air semen (FAS) adalah ukuran kekuatan beton, sehingga faktor ini menjadi salah satu syarat utama dalam desain struktur beton pada umumnya. Biasanya faktor air semen ini dinyatakan dengan perbandingan berat air terhadap berat semen dalam campuran (Nawy,1990). Fungsi dari FAS adalah memungkinkan terjadinya reaksi kimia sehingga terjadi proses pengikatan dan pengerasan serta memudahkan dalam pengerjaan beton (Arizki et al., 2015).

Faktor air semen atau *water cement ratio* (wcr) juga merupakan salah satu faktor yang penting dalam pencampuran beton. Semakin tinggi nilai FAS, mengakibatkan penurunan mutu kekuatan beton. Namun nilai FAS

yang semakin rendah tidak selalu berarti bahwa kekuatan beton semakin tinggi. Jika FAS semakin rendah, maka beton akan semakin sulit untuk dipadatkan. Dengan demikian, ada suatu nilai FAS yang optimal yang dapat menghasilkan kuat tekan beton yang maksimal. Menurut Tjokrodinuljo (2007) umumnya nilai FAS yang diberikan dalam praktek pembuatan beton min. 0,4 dan max. 0,65

2.8.2. Umur Beton

Kekuatan dari sebuah beton akan bertambah sesuai dengan bertambahnya usia dari beton tersebut. Berikut ini adalah perbandingan antara kuat tekan beton dengan usia beton.

2.8.3. Jenis dan Jumlah Semen

Pengaruh jenis dan jumlah semen dalam beton adalah campuran zat kimia dalam semen secara tidak langsung berpengaruh terhadap kuat tekan beton.

2.8.4. Sifat Agregat

Sifat agregat yang paling berpengaruh terhadap kekuatan beton adalah kekasaran permukaan dan ukuran maksimum dari agregat (Tjokrodinuljo (1996)). Agregat yang mempunyai permukaan kasar menyebabkan terjadinya ikatan yang baik antara pasta semen dengan agregat yang digunakan, sedangkan pada agregat dengan ukuran permukaan yang besar dan permukaannya halus menyebabkan lekatan pasta semen menjadi kurang.

2.8.5. Efisiensi dari perawatan

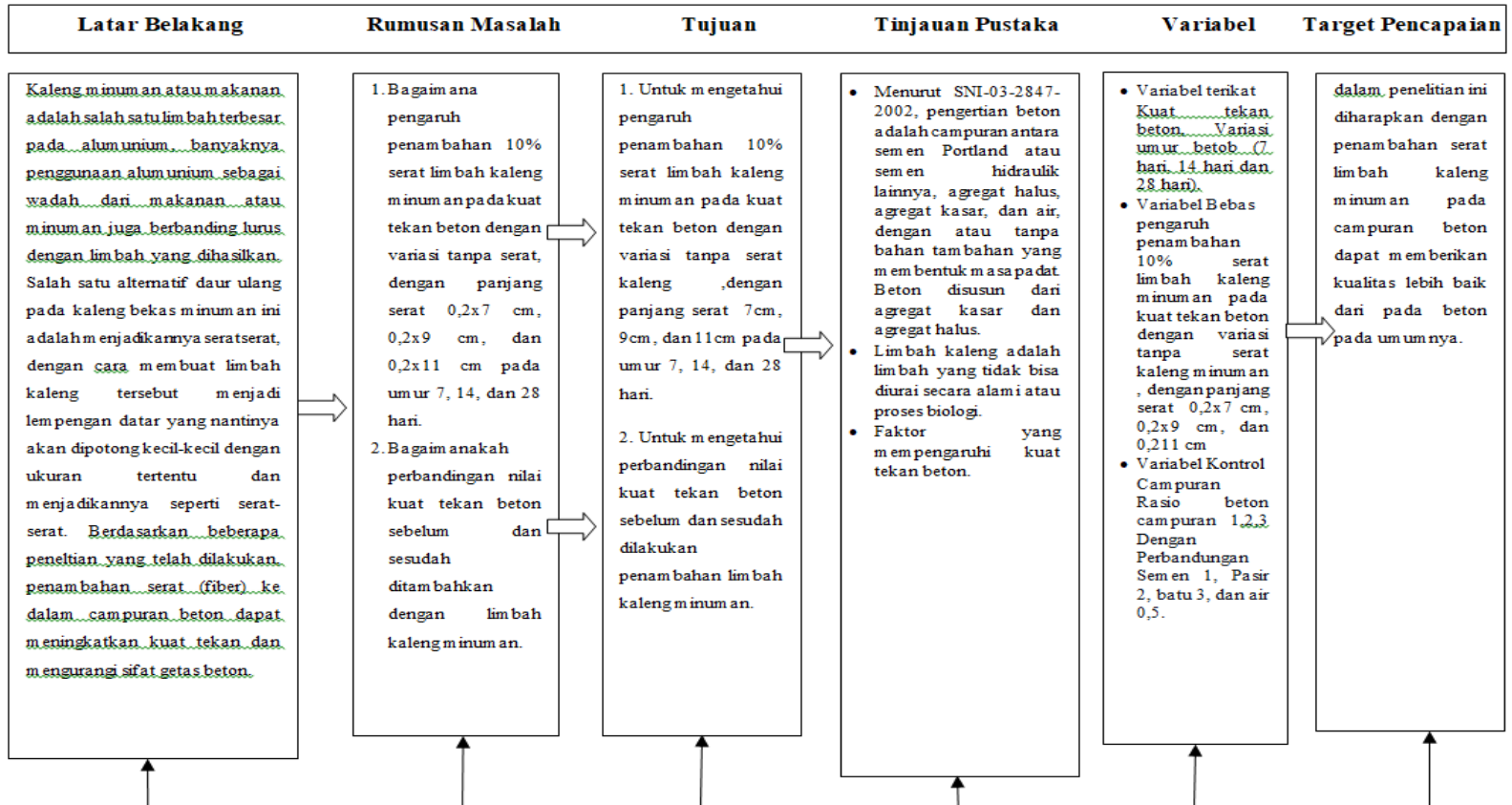
Perawatan merupakan salah satu hal yang sangat penting dalam pekerjaan lapangan dan pembuatan benda uji. Perawatan yang tidak efisien menyebabkan kekuatan beton berkurang hingga 40% bila pengeringan diadakan sebelum waktunya.

2.8.6. Suhu Pada umumnya kecepatan pengerasan beton bertambah seiring dengan pertambahan suhu.

Menurut Polii (2015), kuat tekan beton didapatkan dengan menggunakan mesin uji dengan cara memberikan beban tekan bertingkat dengan kecepatan peningkatan beban tertentu atas benda uji silinder sampai hancur. Kuat tekan masing-masing benda uji ditentukan oleh tegangan-tegangan tekan tertinggi (f'_c) yang dicapai benda uji pada umur 28 hari akibat beban tekan selama percobaan yang dinyatakan dengan satuan N/mm² atau MPa (Mega Pascal).

Nilai uji tekan yang diperoleh dari setiap benda uji akan sering berbeda cukup jauh karena beton merupakan material heterogen, yang kekuatannya dipengaruhi oleh proporsi campuran, bentuk dan ukuran, komposisi material pembentuk beton, perbandingan airsemen dan kepadatan, umur beton, jenis dan jumlah semen, sifat agregat, kecepatan pembebanan serta kondisi pada saat pengujian.

2.9. Kerangka Penelitian



Gambar 4 kerangka penelitian

2.10. Penelitian Terdahulu

Tabel 5 Penelitian Terdahulu

Peneliti	Tahun Penelitian	Judul Penelitian	Metode Penelitian	Kesimpulan
Iwan Rustendi	2013	Pemanfaatan Limbah Kaleng Bekas Kemasan Sebagai Campuran Adukan Beton Untuk Meningkatkan Karakteristik Beton	Penelitian ini menyelidiki karakteristik beton yang ditambah serat potongan kaleng bekas kemasan. Karakteristik beton yang diselidiki yaitu sifat kemudahan pengerjaan (workability), kuat tekan dan kuat tarik belah. Untuk mengetahui seberapa besar pengaruhnya terhadap karakteristik beton, dan berapa banyak penambahan serat yang optimum terhadap peningkatan kuat tekan dan kuat tarik belah, maka penambahan serat potongan kaleng dibuat dalam beberapa variasi yaitu volume fraksi 0%, 0,15%, 0,30%, 0,45%, 0,60%, 0,75% dan 0,90%	Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan serat potongan kaleng bekas kemasan mengakibatkan menurunnya sifat kemudahan pengerjaan, tapi dapat meningkatkan kuat tekan dan kuat tarik belah beton. Nilai slam terkecil yaitu nol terjadi pada adukan beton dengan volume fraksi 0,75% dan 0,90%. Peningkatan kuat tekan tertinggi terjadi pada beton dengan volume fraksi 0,60% yaitu sebesar 30,65 % (dari beton normal). Peningkatan kuat tarik belah tertinggi juga terjadi pada beton dengan volume fraksi 0,60% yaitu sebesar 49,69% (dari beton normal).
Dhia Karima	2018	Pengaruh Variasi Fraksi Dari Serat Kaleng Terhadap Besaran Karakteristik Beton	untuk mengetahui pengaruh serat kaleng pada campuran beton terhadap kuat tarik, peneliti juga menganalisa pengaruh serat kaleng terhadap kuat tekan dan modulus elastisitas beton. Pengujian dilakukan pada beton yang telah berumur 28 hari. Pengujian kuat tarik belah dan kuat tekan menggunakan compression machine,	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 juga 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

			sedangkan uji modulus elastisitas menggunakan extensometer dan strain gauge.	bahwa nilai modulus elastisitas maksimum diperoleh pada fraksi kaleng 10%.
Habibatul Amiroh	2019	Pengaruh Variasi Panjang Serat Kaleng Terhadap Kuat Lentur, Lendutan, dan Pola Retak Balok Beton Bertulang	tulangan utama D-10 mm dan tulangan sengkang $\varnothing 8$ mm. Serat yang digunakan yaitu serat dari limbah kaleng minuman dengan fraksi 10% dari volume beton, lebar 2 mm, dan variasi panjang yang digunakan yaitu 4 cm dan 8 cm. Pengujian dilakukan dengan meletakkan balok di atas dua tumpuan sederhana dan satu beban terpusat di tengah bentang. Pengukuran lendutan menggunakan dua LVDT yang diletakkan pada bagian bawah balok di tengah bentang, sedangkan pola retak diamati secara visual kemudian digunakan crack detector untuk mengukur lebar retak.	Hasil pengujian balok menunjukkan bahwa serat yang paling optimum dalam menaikkan kuat lentur dan menurunkan nilai lendutan serta lebar retak pada balok adalah serat variasi panjang 8 cm. Kuat lentur balok meningkat sebesar 8,9% dari balok normal, lendutan balok mengalami penurunan sebesar 8,1% dari balok normal, dan lebar retak mengalami penurunan sebesar 14,3%.
Johnson Sambrano	P. 2021	Optimisasi Kekuatan Tekan Pada Balok Beton Berongga Tanpa Beban Dengan Serat	penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan ketahanan dan kekuatan tekan balok beton berongga (CHB) yang tidak membawa beban dengan penyertaan serat kaleng minuman ringan daur ulang sebagai penguat. Metode Permukaan Respons (RSM) digunakan untuk memodelkan hubungan antara respons dan faktor-	Sebagai hasilnya, penambahan kandungan serat kaleng minuman ringan dan panjang serat ke dalam CHB meningkatkan kekuatan tekan CHB. Selain itu, hasil penelitian juga menunjukkan bahwa kombinasi optimal dari kandungan serat kaleng minuman ringan sebesar 3,0% dan panjang serat 25mm akan menghasilkan kekuatan tekan sebesar

		Kaleng Minuman Ringan Terbuang	faktor yang dipertimbangkan. RSM juga digunakan untuk menentukan proporsi campuran optimal dari kandungan serat dan panjang serat dalam CHB untuk mengembangkan model yang dapat menghasilkan kekuatan tekan maksimum.	508,89 psi untuk CHB, melebihi kriteria kekuatan tekan minimum Standar Nasional Filipina (PNS).
International Journal of GEOMATE	2019	Karakteristik Kekuatan dari Kaleng Minuman Ringan Terbuang sebagai Penguat Serat dalam Beton Ringan	masalah kekuatan lentur beton ringan telah diatasi dengan menambahkan serat ke campuran. Sementara itu, bahan limbah terus diproduksi sebagai hasil dari industri modern. Makalah ini bertujuan untuk meningkatkan karakteristik kekuatan kompresi dan lentur beton ringan dengan memperkenalkan kaleng minuman ringan yang terbuang sebagai penguat serat. Studi komprehensif telah dilakukan untuk menyelidiki jumlah optimal fraksi serat dan efek bentuk serat terhadap kekuatan mekanik beton. Studi ini mengklarifikasi efek berbagai fraksi (10%, 15%, dan 20% volume beton)	Studi ini mengklarifikasi efek berbagai fraksi (10%, 15%, dan 20% volume beton), diikuti oleh dua jenis bentuk serat (beruncing dan dipotong) terhadap kekuatan kompresi dan tarik belah beton ringan. Hasil eksperimen beton ringan silinder dibandingkan dengan beton ringan biasa. Hasilnya menunjukkan bahwa pengenalan 10% serat meningkatkan kekuatan tarik dengan peningkatan sebesar 23%, sementara bentuk serat beruncing meningkatkan kekuatan kompresi lebih dari 40%. Dapat disimpulkan bahwa pengenalan kaleng minuman ringan daur ulang meningkatkan sifat mekanik beton ringan biasa