

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Definisi Beton**

Sesuai standar nasional Indonesia (SNI 2847-2019), beton terdiri dari kombinasi semen Portland atau semen hidrolis alternatif, agregat halus, agregat kasar, dan air dengan atau tanpa bahan tambahan. Beton adalah bahan yang umum digunakan dalam bangunan struktural. Semua struktur sebagian besar dibangun dari beton, termasuk kerangka bangunan, sistem hidrolis, bangunan transportasi dan berbagai konstruksi pendukung lainnya. Beton memiliki manfaat menahan beban tekan, variasi iklim, suhu tinggi, dapat dicetak dan menunjukkan daya tahan yang baik. Karakteristik beton sangat dipengaruhi oleh kualitas bahan, metode pembuatan dan proses pengolahan yang digunakan. Sifat-sifat semen mempengaruhi kualitas beton dan laju pengerasannya. Tingkat kehalusan mempengaruhi pengerjaan, sedangkan tingkat kekasaran mempengaruhi kualitas beton. Kualitas dan kuantitas air mempengaruhi pepadatan dan kualitas beton.

#### **2.2 Sifat - Sifat Beton**

Sifat beton dapat bervariasi sesuai dengan metode produksinya, perbandingan campuran beton dan pengolahannya, semuanya memengaruhi sifat beton. Dalam hal ini, berikut ini adalah ciri-ciri beton:

a. Kemampuan kerja (*workability*)

Kemampuan kerja atau *workability* adalah sifat beton yang menentukan jumlah kinerja yang diperlukan untuk menghasilkan pepadatan penuh atau kemudahan beton yang dapat dipadatkan hingga 100% dengan mempertimbangkan cara pepadatan dan tempat pengendapan. Kemampuan kerja (*workability*) merupakan salah satu parameter beton yang mempengaruhi kekuatan dan daya tahan serta tampilan permukaan akhir pada beton. Kemampuan kerja beton ditentukan oleh perbandingan air-semen dan kapasitas penyerapan air agregat. Campuran beton bisa dikatakan dapat dikerjakan apabila memenuhi sifat berikut ini, mudah

dicampur, mudah diangkut, mudah dituang, mudah dipadatkan dan mudah untuk diselesaikan.

b. *Bleeding*

*Bleeding* atau pemisahan air, terjadi ketika air dalam campuran beton naik ke permukaan beton yang baru dicampur. Keadaan ini dapat pada saat proses masuknya hasil adukan beton kedalam cetakan. Tetapi, hal ini tidak diinginkan karena saat beton mengeras, meninggalkan lapisan tipis lumpur di permukaannya, yang terdiri dari potongan-potongan kecil semen dan pasir. *Bleeding* dapat dikurangi dengan meningkatkan kadar semen, mengurangi kadar air dan meningkatkan kadar pasir, semuanya dapat membantu mengurangi kemungkinan pemisahan air pada beton.

c. *Segregasi*

Segregasi adalah kecenderungan partikel agregat kasar mengalami pemisahan dalam campuran beton. Kurangnya daya ikat dalam campuran beton menyebabkan partikel-partikel tersebut terpisah. Penyebab campuran beton tersegmentasi antara lain penggunaan air yang terlalu banyak, bahan yang tidak cukup halus dan kasar serta jumlah pemakaian semen yang tidak cukup dalam campuran.

d. Kuat Tekan

Kuat tekan ialah kemampuan beton dalam mengukur berapa banyak tekanan yang diperlukan sebelum pecah. Metode pengujian standar dilakukan dengan mengompresi objek secara aksial hingga benda uji mengalami kehancuran.

## 2.3 Bahan Penyusun Beton

a. Semen

Semen portland merupakan semen hidrolik yang dihasilkan dengan penambahan satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat dan penambahan bahan tambahan lainnya (SNI 15-2049-2004).

Pasta semen dibuat dengan mencampurkan semen dengan air, yang menyebabkan semen bereaksi. Ketika agregat dicampur dengan pasta semen, mereka membentuk padatan. Selain itu, pasta semen juga digunakan untuk lebih mengisi ruang di antara partikel agregat.

Berdasarkan SK SNI S-04-1989-F, ada banyak jenis semen portland. Ada berbagai jenis semen, antara lain:

1. Tipe I: Tidak diperlukan kondisi khusus untuk semen portland jenis ini, dapat digunakan untuk keperluan umum, mirip dengan jenis lainnya.
2. Tipe II: Penerapannya dalam proyek bangunan yang memerlukan ketahanan terhadap serangan sulfat dan panas hidrasi.
3. Tipe III: Penerapannya dalam konstruksi ketika diperlukan persyaratan kekuatan awal yang tinggi.
4. Tipe IV: Penerapannya digunakan untuk konstruksi panas hidrasi rendah.
5. Tipe V: Penerapannya digunakan untuk konstruksi yang membutuhkan ketahanan sulfat tingkat tinggi.

**Tabel 2.1** Komposisi Kimis Semen Portland

Oksida	(%)
Kapur (CaO)	60-65
Silika (SiO <sub>2</sub> )	17-25
Alumina (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	3-8
Oxid besi (FeO <sub>3</sub> )	0,5-6
Magnesium (MgO)	0,5-4
Sulfur (SO <sub>3</sub> )	0,5-1
Soda/Potash (Na <sub>2</sub> O + K <sub>2</sub> O)	0,5-1

b. Agregat

Digunakan sebagai pengisi dalam campuran beton, agregat berupa potongan-potongan kecil mineral alami. Agregat membentuk sebagian besar campuran beton, biasanya berkisar antara 60% hingga 70%. Komposisi yang relatif besar dari bahan tambahan ini membuatnya menjadi penting, meskipun hanya berfungsi sebagai pengisi.

Agregat halus dapat terdiri dari pasir olahan atau pasir alami atau bahkan campuran keduanya. Agregat halus didefinisikan sebagai agregat

yang memiliki ukuran partikel maksimum 5,00 mm per SNI 03 - 2847 - 2002. Bahan organik, tanah liat, dan partikel yang lebih kecil tidak boleh dimasukkan dalam agregat halus berkualitas tinggi.

Agregat kasar dapat terdiri dari berbagai bahan seperti batu pecah, kerikil, pecahan kerikil, terak dari tanur tiup dan semen hidrolis retak. Agregat yang memiliki ukuran butir mulai dari 5,00 mm - 40 mm dianggap agregat kasar menurut SNI 03 - 2847 - 2002.

c. Air

Air merupakan salah satu unsur terpenting dalam konstruksi, namun masyarakat masih mengabaikan aspek kualitas unsur ini. Air dibutuhkan untuk pembuatan mortar, pencampuran semen pada beton hingga proses pengeringan. Selama konstruksi, kualitas dan kuantitas air memiliki dampak yang signifikan terhadap kekuatan mortar dan beton. Jumlah air yang dibutuhkan untuk pengerjaan mortar atau beton sangat mempengaruhi dalam pengerjaan beton. Penambahan air yang berlebihan dapat menyebabkan dampak buruk dalam campuran beton.

Beton membutuhkan air yang murni dan tidak mengandung asam, alkali, minyak, garam, gula, sisa-sisa organik, kehidupan tumbuhan, atau apa pun yang dapat mengikis batu bata, batu, beton, atau baja. Bahan kimia dan polutan lainnya tidak boleh ada dalam air. Dalam kebanyakan kasus, Anda dapat mencampur air minum dengan zat lain. Air tidak boleh memiliki pH di bawah 6. Tolok ukur umum untuk kesesuaian air guna mencampur beton adalah bahwa air yang layak untuk diminum juga layak untuk membuat beton (Kumar et al., 2017).

d. Bahan Tambah

Merupakan zat bubuk atau cair yang dimasukkan ke dalam campuran mortar beton selama pencampuran untuk mengubah kualitas mortar atau beton. Ada dua kategori yaitu *additive* dan *admixture* (Rahmat et al., 2016).

Aditif adalah bahan tambahan yang digunakan selama proses pembuatan semen di pabrik. Aditif disertakan untuk meningkatkan kuat tekan beton. Beton tanpa agregat halus menjadi tidak kohesif dan mudah

terjadi pemisahan air. Aditif biasanya dimasukkan sebagai butiran padat halus untuk mengurangi masalah ini. Kombinasi tersebut dimasukkan ke dalam beton yang kekurangan agregat halus atau dengan kandungan semen standar yang memerlukan pemompaan pada jarak yang jauh. Jenis-jenis aditif tersebut antara lain *pozzolan*, *fly ash*, *slag*, dan *silica fume*.

*Admixture* ialah material semen dan agregat (selain air), yang dimasukkan ke dalam beton selama proses pencampuran. Tujuan *Admixture* ke dalam beton baru adalah untuk meningkatkan kemampuan kerja, mengontrol faktor air-semen, menyesuaikan waktu pengikatan aduk beton, menambah kekuatan dan daya tahan untuk menahan bahan kimia dan meningkatkan karakteristik kedap air (Rahmat et al., 2016).

#### 2.4 *Superplastisizer*

Superplasticizer, yang dikenal sebagai *High Range Water Reducers* (HRWR), *Superplasticizer* adalah dispersan (zat) polimer, yang bila ditambahkan dalam jumlah kecil ke beton (biasanya kurang dari 0,5% dari massa semen), memungkinkan pengurangan air yang tinggi untuk *workability* yang sama. Penggunaan *superplasticizer* akan terus tumbuh karena kemampuannya untuk memungkinkan produksi beton yang menunjukkan daya tahan tinggi (Flatt et al., 1998).

*Superplasticizer* (SP) digunakan untuk meningkatkan kemampuan kerja tanpa mengubah rasio air-semen. Sebagai alternatif, ini dapat meningkatkan kekuatan beton dengan mengurangi kadar air sambil mempertahankan kemampuan kerjanya (Alsadey & Mohamed, 2020).

Sikament LN adalah zat pereduksi air dan *superplasticizer* yang secara signifikan meningkatkan pengaturan pengerasan beton atau beton yang dipercepat dengan kemampuan kerja yang unggul. Sesuai dengan A. S. T. M. C 494-92 Tipe F. (Sika, 2024). Sikament LN dapat mengurangi penggunaan air hingga 20% dan meningkatkan kuat tekan beton hingga 40% atau lebih pada umur 28 hari. Sebagai aditif beton, Sikament LN berfungsi untuk mengurangi porositas, meningkatkan pengecoran dan mempercepat proses pengerasan beton, sehingga meningkatkan kekuatan awalnya.

## 2.5 *Filler* (Bahan Pengisi)

*Filler* pada dasarnya adalah campuran bahan tambahan yang bukan air, agregat dan semen portland. Pengisi dapat berupa berbagai bahan yang dapat melewati saringan 0,15 mm yang dicampur ke dalam campuran beton pada tahap pencampuran. Gradasi agregat yang ditingkatkan dan karakteristik beton yang diubah agar lebih mudah dikerjakan adalah dua tujuan utama *filler*.

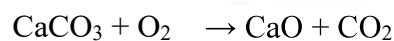
## 2.6 Kapur Padam

Kapur telah digunakan sejak zaman kuno untuk membuat plester dan mortar. Kapur biasanya dibuat dengan membakar batu kapur. Secara kimia, kapur terdiri dari kalsium oksida (CaO), yang dibuat dengan melalui pembakaran kalsit (CaCO<sub>3</sub>) untuk menghilangkan karbon dioksida (CO<sub>2</sub>).

Kapur padam adalah kapur hasil pemadaman dari kapur tohor yang membentuk hidrat (SK SNI S-04-1989-F). Untuk membuat semen kalsium silika, kapur dikombinasikan dengan berbagai komponen pozzolan halus. *Fly ash* sebagian besar mengandung silika, yang bila dikombinasikan dengan kapur akan membentuk gel [Ca(Si)<sub>3</sub>]. *Fly ash* mempunyai sifat *pozzolan* sehingga bila dicampur dengan kapur dan air akan bereaksi membentuk kalsium silikat hidrat (C-S-H) (Lisantono & Purnandani, 2010)

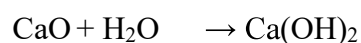
Tanur tinggi vertikal digunakan untuk membakar batugamping pada suhu berkisar antara 800 hingga 1200 °C. Kapur padam atau kalsium hidroksida merupakan hasil reaksi kalsium oksida yang dihasilkan dengan air. Berikut ini adalah reaksi kimia yang terjadi:

### Reaksi Kimia Kapur



Kalsium karbonat + oksigen → Kapur + Karbon dioksida

### Reaksi Kimia kapur padam



Kapur tohor + air → Kalsium hidroksida (kapur padam)

## 2.7 Kalsium Karbonat

Kalsium karbonat merupakan senyawa dengan rumus kimia  $\text{CaCO}_3$  dan biasa disebut dengan kalsit. Kalsium karbonat dapat digunakan sebagai pengganti beberapa jenis semen pada campuran beton. Kalsit dihasilkan berdasarkan proses kimia dan mekanis alami. Kalsit telah digunakan sebagai bahan mortar dan plester pada bangunan selama berabad-abad, seperti yang terlihat pada konstruksi piramida mesir, yang dibangun lebih dari 4500 SM.

Kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) dapat dinyatakan sebagai kalsium karbonat "alami" atau "buatan". Batugamping dan marmer adalah dua contoh mineral alami yang dapat ditambang untuk menghasilkan kalsium karbonat. Kalsium dalam kalsium karbonat buatan berasal dari bahan daur ulang seperti karang, kulit kerang, dan kulit telur.

Kalsium karbonat dianggap dapat menggantikan sebagian gipsum atau semen sebagai pengisi. Kalsium karbonat menunjukkan beberapa keuntungan penggunaan kalsium karbonat dalam hal peningkatan dalam kuat tekan, efek percepatan dan manfaat ekonomis dibandingkan dengan semen dan bahan pelengkap semen lainnya. Secara kimia, keberadaan  $\text{CaCO}_3$  meningkatkan laju reaksi hidrasi (Supit & Shaikh, 2014).

Bubuk  $\text{CaCO}_3$  (kalsium karbonat) digunakan dalam campuran beton sebagai pengganti semen. Hal ini mempercepat proses hidrasi pada beton dan meningkatkan kuat tekan beton setelah satu hari. Kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) dapat digunakan sebagai alternatif pengganti  $\text{CaCl}_2$  atau bahan berbasis klorida lainnya untuk mengurangi waktu pengerasan awal dan akhir semen, namun memiliki efek negatif berupa korosi pada batang tulangan beton bertulang (Sofian & Bayu Ramadhan, 2019).

## 2.8 Pengujian Beton

### 2.8.1 Uji Slump

Uji slump beton merupakan pengujian yang mengukur kemampuan kerja (*workability*) adukan beton segar. Pengujian ini dilakukan untuk memeriksa

konsistensi beton yang baru dibuat. Konsistensi adalah istilah yang sangat erat kaitannya dengan kemampuan kerja. Istilah ini menggambarkan keadaan beton segar siap digunakan. Ini menunjukkan betapa mudahnya beton mengalir. Kemampuan kerja beton dipengaruhi oleh konsistensinya, yaitu campuran basah lebih mudah dikerjakan dari pada campuran kering, tetapi beton dengan konsistensi yang sama mungkin memerlukan metode penanganan yang berbeda (Kumar et al., 2017).

Nilai slump yang baik harus berada diantara 50 sampai 150 mm, tergantung penggunaan adukan beton tersebut pada konstruksi. Dalam pengaturan laboratorium yang dikontrol dengan ketat, nilai slump umumnya meningkat sebanding dengan nilai kadar air campuran beton, dengan demikian berbanding terbalik dengan kekuatan beton. Tetapi dalam pelaksanaan di lapangan banyak faktor yang berpengaruh terhadap perubahan adukan beton pada pencapaian nilai slump yang ditentukan, sehingga nilai slump yang diperoleh di lapangan tidak sesuai dengan kekuatan beton yang diharapkan. Keruntuhan beton pada saat pengujian slump dapat terjadi karena adukan beton kurang plastis (terlalu encer) atau kurang kohesif.

### **2.8.2 Uji Kuat Tekan**

Parameter yang paling penting untuk dipahami adalah uji kuat tekan beton, yang dapat memberikan ringkasan sifat mekanik beton. Pasta semen, agregat, bukaan pada beton dan antarmuka di antara keduanya semuanya berkontribusi pada kekuatan material secara keseluruhan (Gusti et al., 2017).

Uji kuat tekan beton dilakukan sesuai dengan SNI 1974:2011, dengan menggunakan benda uji berbentuk silinder berukuran 15 cm x 30 cm. Membagi beban terbesar di mana benda uji dihancurkan oleh luas penampang ( $f_c = P / A$ ) menghasilkan besarnya kuat tekan beton. Berikut dapat mempengaruhi kuat tekan beton

#### **a. Faktor Air Semen (FAS)**

Perbandingan berat air dengan berat semen dalam campuran beton disebut faktor air-semen (FAS). Rumus berikut diterapkan untuk menentukan rasio berat air terhadap semen:

$$\text{FAS (kg/l)} = \frac{\text{Berat Air } (\frac{\text{kg}}{\text{m}^3})}{\text{Berat Semen } (\frac{\text{l}}{\text{m}^3})}$$

Fungsi faktor air semen (FAS) ialah:

1. Untuk memudahkan terjadinya proses kimia yang mengarah pada pengikatan dan pengerasan.
2. Membuat pekerjaan beton lebih mudah.

Meskipun menambahkan lebih banyak air membuat beton lebih mudah dikerjakan dan dipadatkan, hal itu melemahkan material dan meningkatkan risiko *bleeding*. Dalam kebanyakan kasus, air diperlukan untuk membuat partikel menjadi lunak dan dapat diproses. Perlu ada cukup air yang diserap oleh permukaan partikel untuk mengisi ruang antar partikel. Partikel halus membutuhkan banyak air karena luas permukaannya yang sangat besar. Sebaliknya, plastisitas beton bergantung pada keberadaan partikel. Secara umum, semakin lemah kuat tekan beton, semakin tinggi nilai FAS. 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 (Arizki et al., 2015).

b. Umur Beton

Kuat tekan beton dipengaruhi sebagian oleh umur beton. Karena beton dibuat dengan membiarkan semen terhidrasi dari waktu ke waktu, kuat tekannya meningkat seiring bertambahnya usia. Variabel seperti air semen dan suhu pengawetan mempengaruhi seberapa cepat kekuatan beton meningkat. Kekuatan beton meningkat lebih lambat dengan kadar air semen yang lebih tinggi dan lebih cepat dengan suhu perlakuan yang lebih tinggi (Arizki et al., 2015).

c. Jenis Semen

Jenis dan kualitas semen yang digunakan mempengaruhi kuat tekan beton. Semen berkualitas tinggi atau semen dengan bahan tambahan khusus

dapat meningkatkan kuat tekan beton. Misalnya semen portland umumnya mempunyai kuat tekan yang cukup baik.

d. Jumlah Semen

Kuat tekan beton yang lebih kuat dicapai dengan kadar semen yang lebih sedikit yang diukur dengan water-cement factor (FAS). Hal ini karena, Hal ini dikarenakan karena jumlah air yang juga sedikit sehingga memiliki pasta yang sedikit yang membuat kandungan pori lebih sedikit dari pada beton dengan kandungan semen yang banyak.

e. Sifat Agregat

Sifat-sifat agregat sangat mempengaruhi mutu campuran beton untuk menghasilkan beton dengan kekuatan yang dibutuhkan. Jika ukuran agregat lebih besar maka diperlukan jumlah pasta semen lebih sedikit. Agregat yang digunakan di Indonesia harus memenuhi persyaratan SII 0052-80 "*Mutu dan Cara Uji Agregat Beton*" dan harus memenuhi syarat dan ketentuan ASTM C-33-82, "*Standard Specification for Concrete Aggregates*".

f. Perawatan (curing)

Perawatan (curing) beton yang baik sangat penting untuk memastikan hidrasi semen berjalan optimal. Pemeliharaan kelembaban dan suhu yang tepat dalam periode curing dapat meningkatkan kuat tekan beton.

## 2.9 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu yang membahas tentang penggunaan kapur padam dan kalsium karbonat sebagai *filler* pada beton cukup banyak digunakan untuk mengetahui kekuatan beton. Oleh sebab itu dari referensi terdahulu peneliti mengambil penelitian penambahan kapur padam dan kalsium karbonat dengan kadar 5% dan 10%.

Penelitian oleh Ramezani pour dkk (2009) dilakukan dengan menggunakan bahan aditif batu kapur yang bervariasi antara 5%, 10%, 15% dan 20% dari berat semen dan superplasticizer (SP) 1% terhadap berat semen dengan faktor air semen 0,37, 0,45 dan 0,55. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh berbagai jumlah bubuk batu kapur terhadap kinerja beton semen batu

kapur Portland (*Influence of various amounts of limestone powder on performance of Portland limestone cement concretes*).

Hasil penelitian dari penjelasan dia atas adalah kuat tekan benda uji beton dengan perbandingan w/c yang bervariasi. Dimana hasil kuat tekan semua benda uji beton meningkat seiring dengan lamanya perawatan dan menurun dengan meningkatnya rasio w/c. Selain itu, umumnya bila jumlah batu kapur dinaikkan maka kuat tekannya menurun. Namun penggantian batu kapur hingga 10% tidak mengalami penurunan yang signifikan. Sebagai contoh, kuat tekan campuran kapur 20% dengan fas 0,55 setelah 180 hari adalah 23% lebih rendah dibandingkan campuran kapur 0% dengan fas 0,55. Kuat tekan maksimum benda uji beton umur 180 hari adalah 67,0 MPa untuk campuran kapur 10% dengan fas 0,37 dan kuat tekan minimum 32,0 MPa untuk campuran 20% dengan fas 0,55. Penurunan kuat tekan disebabkan oleh efek pengenceran klinker. Efek pengenceran merupakan akibat penggantian sebagian semen dengan batu kapur dalam jumlah yang sama.

Penelitian dilakukan oleh Kosim dan Julian Fikri berjudul *Superplasticizer and hydrated lime for high-strength concrete*. Penelitian ini dilakukan menggunakan bahan adiktif superplasticizer yang bervariasi yaitu 1%, 2% dan 3%. Selain menggunakan bahan tambah adiktif, penelitian ini melakukan penambahan filler berupa kapur padam (hydrated lime) dengan kadar 5%, 15% dan 25%.

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Kosim dan Julian adalah dimana penambahan superplasticizer dan penambahan proporsi kapur padam pada campuran beton mengakibatkan kuat tekan beton menurun. Dengan menggunakan campuran superplasticizer 1% sampai 3% dan kapur padam 5% diperoleh kuat tekan berturut-turut sebesar 698,67 kg/cm<sup>2</sup>, 668,89 kg/cm<sup>2</sup> dan 465,48 kg/cm<sup>2</sup> pada umur 28 hari. Dengan penambahan kapur padam 15% terjadi penurunan kuat tekan menjadi 508,89 kg/cm<sup>2</sup>, 473,33 kg/cm<sup>2</sup>, 359,70 kg/cm<sup>2</sup>, dan nilai terendah sebesar 320,00 kg/cm<sup>2</sup>, 300,44 kg/cm<sup>2</sup>, dan 254,22 kg/cm<sup>2</sup> pada penambahan kapur padam 25%. Namun kuat tekan beton yang dicampur dengan superplasticizer 1% dan 2% serta kapur padam 5% melebihi kuat tekan beton rencana dengan nilai 698,67 kg/cm<sup>2</sup>, 668,89 kg/cm<sup>2</sup> dan 525 kg/cm<sup>2</sup>. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kapur padam tidak dapat memberikan tambahan kekuatan pada beton terutama pada penambahan kapur padam 15% dan 25%.

Camiletti dkk (2013) melakukan penelitian berjudul Pengaruh nano-kalsium karbonat terhadap sifat awal beton berkinerja tinggi. Penelitian ini dilakukan dengan menambahkan kalsium karbonat dengan kadar 0%, 2,5%, 5%, 10% dan 15% dari berat semen.

Hasil penelitian Camiletti adalah dimana hasil kuat tekan setiap kadar kalsium karbonat bertambah, maka hasil kuat tekan semakin tinggi. Dimana kinerja dan ekonomi dalam menambahkan 5% sampai 10% kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) bisa meningkatkan yg efisien buat sifat beton.

J. Wang & Liu (2019) melakukan penelitian berjudul penambahan berbagai mineral kalsium karbonat dalam semen untuk meningkatkan keramahan lingkungan. Penelitian ini dilakukan dengan menambahkan kalsium karbonat, bubuk kerang laut dan batu kapur dengan kadar 0%, 5%, 10% dan 20% dari berat semen dengan faktor air semen (FAS) 0,5.

Hasil kuat tekan campuran yang berbeda pada umur 1, 7 dan 28 hari menunjukkan bahwa penggantian OPC dengan ketiga jenis campuran mengurangi kuat tekan pasta semen, dan pengurangan ini lebih tinggi dengan meningkatnya kadar filler yang ditambahkan. Pada umur 1 hari, campuran dengan bahan kimia  $\text{CaCO}_3$  memiliki kekuatan tertinggi diantara campuran lainnya, hal ini bisa disebabkan oleh ukuran partikel rata-rata kimia  $\text{CaCO}_3$  yang lebih halus dibandingkan dengan serbuk kerang dan serbuk batu kapur. Pada umur 7 dan 28 hari, campuran dengan serbuk kerang mempunyai kekuatan paling tinggi diantara jenis campuran lainnya.

## **2.10 Hipotesa Penelitian**

Hipotesa dalam penelitian ini adalah dengan penambahan kapur padam dan kalsium karbonat sebagai filler pada beton normal dengan kadar air dan semen tereduksi akan meningkatkan workability beton dan kuat tekan beton.