

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

2.1.1 Pengertian Beton

Beton merupakan salah satu bahan konstruksi yang banyak dipergunakan dalam struktur bangunan modern. Beton sangat banyak digunakan untuk konstruksi di samping kayu dan baja. Hampir 60% material yang digunakan dalam konstruksi adalah beton. Beton diperoleh dengan mencampurkan material semen, agregat halus, agregat kasar, air, dan kadang – kadang ditambah dengan material lain. Untuk mendapatkan kualitas beton yang baik harus memperhatikan material – material pembentuknya dan komposisinya. Tidak saja kualitas material yang baik akan tetapi juga diperhatikan mengenai keseragaman secara keseluruhan.

Disamping kualitas bahan penyusunnya, kualitas pelaksanaan pun menjadi penting dalam pembuatan beton. Kualitas pekerjaan suatu konstruksi sangat dipengaruhi oleh pelaksana pekerjaan beton langsung, seperti disebutkan oleh N.Jackson : *“The quality of the concrete in the structure depends on the workmanship on site”* (Jackson, 1977:146) serta L.J. Murdock dan K.M.Brock yang mengatakan *“Kecakapan tenaga kerja adalah salah satu faktor penting dalam produksi suatu bangunan yang bermutu, dan kunci keberhasilan untuk mendapatkan tenaga kerja yang cakap adalah pengetahuan dan daya tarik pada pekerjaan yang sedang dikerjakan”* (Murdock, 1991:6).

2.1.1.1 Jenis- Jenis Beton

1. Beton Normal

Beton normal yaitu beton yang memiliki berat isi berkisar (2200-2500) kg/m³ dengan menggunakan agregat alam yang dipecah atau tanpa dipecah. Beton jenis ini paling banyak digunakan dalam pelaksanaan proyek konstruksi dikarenakan proses pembuatannya (*Mix Design*) yang relatif mudah untuk dikerjakan. Beton normal umumnya digunakan untuk keperluan proyek dengan beban yang relatif kecil dan sedang misalnya rumah tinggal, ruko, kantor, gedung sekolah dll.

2. Beton Ringan

Beton ringan merupakan jenis beton yang memiliki berat isi berkisar (1400-1800) kg/m³. Beton ringan banyak digunakan untuk mengurangi bobot mati dari struktur bangunan, teknologi yang sedang dikembangkan sekarang ini dalam penerapan beton ringan banyak diaplikasikan dalam pembuatan elemen-elemen struktur beton yang ringan misalnya panel dinding, plat, atap, elemen beton *precast* dan elemen struktur lain,. Beton ringan biasanya dimodifikasikan dengan beberapa material ringan seperti *sterofoam*. Beton ringan dalam proses rekayasa pembuatannya (*Mix Design*) biasanya menggunakan agregat yang ringan pengganti agregat kasar/ kerikil (*Artificial Light Weight Agregate – ALWA*) dan bahan pengisi berupa abu terbang (*Fly Ash*). Beton ringan juga memiliki golongan berdasarkan tingkat kekuatannya/*strength* antara lain beton ringan dengan kekuatan ringan (Beton Insulasi), kekuatan sedang dan beton ringan struktural.

3. Beton Massa

Beton massa merupakan beton yang digunakan untuk aplikasi pekerjaan yang menggunakan volume beton dan luasan permukaan yang relatif besar dan menerus misalnya pekerjaan pondasi rakit/raft pondation, dinding tanggul, bendungan, bendung, *retaining wall* dll. Beton massa memiliki panas hidrasi yang relatif lebih rendah dibandingkan dengan jenis beton lainnya, penggunaan jenis beton massa digunakan untuk menghindari terjadinya peningkatan panas hidrasi beton ketika dalam proses pelaksanaan/pengecoran yang lama yang dapat mengakibatkan terjadinya retak pada struktur beton akibat perbedaan suhu bagian luar dan bagian dalam beton. Adapun metode yang biasa digunakan dalam mengurangi efek panas hidrasi beton massa yaitu dengan menggunakan air es/ menambah es pada campuran beton, menggunakan pipa air/aliran air (*Cooling pipe*) dalam beton dan dengan menggunakan pelapis insulasi pada permukaan beton agar pelepasan panas dapat terjadi secara perlahan-lahan sehingga suhu dalam beton dapat terjaga. Dalam penerapannya beton massa biasanya menggunakan proporsi semen yang relatif lebih sedikit dikarenakan sifat semen yang cenderung melepaskan panas serta menggunakan agregat kasar dengan ukuran yang relatif besar tetapi sesuai dengan standar yang diijinkan.

4. Beton Mutu Tinggi

Beton mutu tinggi merupakan beton yang memiliki kekuatan yang relatif cukup besar yaitu kuat tekan minimal $> 41,4$ Mpa (SNI 03-6468-2000). Beton mutu tinggi biasanya digunakan untuk elemen struktur yang memikul beban yang besar misalnya *girder jembatan, pier, poer, spun pile pondasi, sheet pile*, elemen

struktur bangunan tingkat tinggi dll. Beton mutu tinggi umumnya selain memiliki kuat tekan yang tinggi juga memiliki kelemahan yaitu meningkatnya tingkat getasnya (*Brittle*), oleh karena itu bisanya beton mutu tinggi dimodifikasi dengan material serat/batang fiber untuk meningkatkan tingkat daktilitasnya. Beton mutu tinggi dalam proses pembuatannya (*Mix Design*) selalu menjaga kadar air –semen (*Water/Cement Ratio*) yaitu berkisar 0,2-0,3 agar tingkat porositas dalam beton dapat berkurang, tetapi tidak menghilangkan sifat *workability* saat proses pelaksanaannya yaitu dengan penambahan bahan *superplastisizer*. Teknologi beton mutu tinggi terus diteliti dan dikembangkan, sebagai contoh perubahan beton mutu tinggi menjadi beton berkinerja tinggi (*Ultra High Performance Concrete -UHPC*) dengan kuat tekan dapat mencapai $f_c' = 240$ Mpa dan kini sedang dikembangkan beton reaktif yang dikenal dengan istilah *Reactive Powder Concrete - RPC* dengan menggunakan material reaktif berukuran mikro – nano seperti silica dan Quartz. Dengan penggunaan beton mutu tinggi dimensi beton dapat direduksi sehingga secara otomatis dapat mengurangi bobot massa struktur bangunan. Dalam beberapa percobaan, beton mutu tinggi cenderung mengurangi penggunaan ukuran agregat kasar yang besar tetapi lebih dititik beratkan pada tingkat kehalusan, kekerasan dari agregat yang digunakan.

5. Beton Berat

beton berat merupakan beton yang memiliki berat isi berkisar > 3200 kg/m³. Beton berat pada dasarnya memiliki tingkat kerapatan dan bobot massa yang padat dan berat, beton berat banyak diaplikasikan pada konstruksi khusus misalnya dinding nuklir, tanur, silo, fasilitas pengujian, penelitian atom dan

fasilitas kesehatan dll yang membutuhkan struktur dengan tingkat kerapatan dan massa yang cukup kompak sehingga sulit untuk ditembus oleh paparan gas / radiasi. Beton berat pada umumnya dibuat dengan menggunakan material agregat yang berat seperti biji besi/logam atau material lain yang berat.

2.1.1.2 Parameter – Parameter Yang Paling Mempengaruhi Kekuatan Beton

- a). kualitas semen,
- b). proporsi semen terhadap campuran,
- c). kekuatan dan kebersihan agregat,
- d). interaksi atau adhesi antara pasta semen dengan agregat,
- e). pencampuran yang cukup dari bahan – bahan pembentuk beton,
- f). penempatan yang benar, penyelesaian dan pemadatan beton,
- g). perawatan beton,
- h). kandungan klorida tidak melebihi 0,15 % dalam beton yang diekspos dan 1% bagi beton yang tidak dieskpos (Nawy, 1985:24)

Beton segar yang dihasilkan dengan memperhatikan parameter tersebut biasanya sangat kaku, sehingga sulit dibentuk atau dikerjakan terutama pada pengerjaan pemadatan (Mulyono, 2003:295). Kekuatan yang dimiliki beton tidak lebih tinggi dari agregat yang dimilikinya, maka dari itu agregat memiliki peran yang sangat penting untuk menunjang kekuatan beton. Berat agregat, bentuk agregat, tekstur permukaan agregat, gradasi agregat, dan bahkan ukuran butir agregat dapat mempengaruhi kuat tekan beton.

Kelebihan dan kekurangan beton dalam keadaan mengeras dengan kekuatan tinggi tapi dalam keadaan segar beton berbentuk seperti bubur sehingga mudah di

bentuk sesuai keinginan, beton juga sangat tahan terhadap panas juga tahan korosi sehingga secara umum beton memiliki kelebihan dan kekurangan sebagai berikut :

2.1.1.3 Kelebihan Beton

1. Tahan lama
2. Kekuatannya bisa diatur
3. Mudah dibentuk
4. Maintenance/ perawatannya lebih mudah
5. Tahan terhadap
6. Mampu memikul beban tekan yang berat
7. Tahan terhadap temperatur tinggi

2.1.1.4 Kekurangan Beton

1. Pekerjaan butuh ketelitian tinggi
2. Lebih mahal
3. Kuat tariknya lemah
4. Lebih lama dalam proses pengerjaan
5. Bentuk yang sudah dibuat susah diubah
6. Daya pantul suara besar
7. Beton yang mengeras sebelum pengecoran, tidak bisa didaur ulang
8. Berat

2.1.2 Bahan Penyusun Beton

Beton adalah suatu Campuran dari bahan batu-batuan yang direkatkan oleh bahan ikat. Beton dibentuk dari campuran agregat (halus dan kasar) dan pasta semen. Pada prinsipnya pasta semen mengikat pasir dan bahan-bahan agregat lain

(batu kerikil, basalt dan sebagainya).. Hal ini memberi gambaran bahwa harus ada perbandingan optimal antara agregat campuran yang bentuknya berbeda-beda agar pembentukan beton dapat dimanfaatkan oleh seluruh material.

2.1.2.1 Semen

Semen adalah bahan pengikat hidrolis yang terbuat dari penggilingan halus (klingker) dan gips, bila dicampur air didiamkan akan mengikat, mengeras, membatu dan direndam dalam air tidak larut. Empat unsur yang paling penting dalam susunan semen yaitu :

1. Trikalsium silikat (C S) atau $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}$
2. Dikalsium silikat (C S) atau $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}$
3. Trikalsium aluminat (C A) atau $3\text{CaO}\cdot\text{AlO}$
4. Tetrakalsium aluminoforit (C AF) atau $4\text{CaO}\cdot\text{Al O}\cdot\text{Fe O}$

Keempat digiling halus dengan menggunakan perbandingan tertentu, setelah digiling dibakar dengan suhu 1350° dengan proses bertahap

1. Pada suhu 100°C (dalam keadaan kering oven kandungan H O masih ada)
2. Pada suhu $250^{\circ}\text{-}300^{\circ}\text{C}$ (warnanya kemerahan, H O sudah hilang)
3. Pada suhu 800°C (proses kalsinasi)

CO hilang peruraian dari Batu kapur ke kapur toho (kapur hidup)

- a) Pada suhu 1350°C terjadi proses sintering (pelelehan)
- b) Setelah melalui proses pemansan tersebut kemudian dialirkan ke tungku putar pendingin suhunya menjadi 60° berbentuk klingker. Kemudian klingker-klingker tersebut digiling halus dengan gips dan menjadi semen.

c) Senyawa C S dan C S memiliki sifat mengikat, senyawa C A dan C AF memiliki sifat mengeras dan mengeluarkan panas hidrasi. Sifat *Gypsum* (CH) memperlambat pengerasan semen dan pengikatannya yang digunakan untuk member kesempatan pada proses pengerjaan

Pada umumnya terdapat beberapa jenis semen dan tipe semen yang berada di pasaran. Beberapa jenis semen diatur dalam SNI, diantaranya : SNI 15-2049-2004 mengenai semen portland (OPC=*Ordinary Portland Cement*) yang dibedakan menjadi 5 tipe diantaranya :

- a) Tipe I adalah semen portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis-jenis lain.
- b) Tipe II adalah semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sifat atau kalor hidrasi sedang.
- c) Tipe III adalah semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap pemulaan setelah pengikatan terjadi
- d) Tipe IV adalah semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan kalor hidrasi rendah
- e) Tipe V adalah semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan tinggi terhadap sulfat

2.1.2.2 Agregat

1. Pengertian Agregat

Agregat adalah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar atau beton. Kira-kira 70 % volume mortar atau beton diisi

oleh agregat. Agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat mortar atau beton, sehingga pemilihan agregat merupakan suatu bagian penting dalam pembuatan mortar atau beton. Dari segi ekonomis lebih menguntungkan jika digunakan campuran beton dengan sebanyak mungkin bahan pengisi dan sedikit mungkin jumlah semen. Namun keuntungan dari segi ekonomis harus diseimbangkan dengan kinerja beton baik dalam keadaan segar maupun setelah mengeras. Pengaruh kekuatan agregat terhadap beton begitu besar, karena umumnya kekuatan agregat lebih besar dari kekuatan pasta semennya. Namun kekasaran permukaan agregat berpengaruh terhadap kekuatan beton.

2. Macam-macam Agregat

1. Agregat Kasar

Agregat kasar (*Coarse Aggregate*) biasa juga disebut kerikil sebagai hasil desintegrasi alami dari batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari industri pemecah batu, dengan butirannya berukuran antara 4,76 mm — 150 mm..

Ketentuan agregat kasar antara lain:

- a) Agregat kasar harus terdiri dari butiran yang keras dan tidak berpori. Agregat kasar yang butirannya pipih hanya dapat dipakai jika jumlah butir-butir pipihnya tidak melampaui 20% berat agregat seluruhnya.
- b) Agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1% dalam berat keringnya. Bila melampaui harus dicuci.
- c) Agregat kasar tidak boleh mengandung zat yang dapat merusak beton, seperti zat yang relatif alkali.
- d) Agregat kasar untuk beton dapat berupa kerikil alam dari batu pecah.

- e) Agregat kasar harus lewat tes kekerasan dengan bejana penguji Rudeloff dengan beban uji 20 ton.
- f) Kadar bagian yang lemah jika diuji dengan goresan batang tembaga maksimum 5%.
- g) Angka kehalusan (*Fineness Modulus*) untuk *Coarse Aggregate* antara 6–7,5.

Jenis agregat kasar yang umum adalah:

1. Batu pecah alami: Bahan ini didapat dari cadas atau batu pecah alami yang digali.
2. Kerikil alami: Kerikil didapat dari proses alami, yaitu dari pengikisan tepi maupun dasar sungai oleh air sungai yang mengalir.
3. Agregat kasar buatan: Terutama berupa slag atau shale yang biasa digunakan untuk beton berbobot ringan.
4. Agregat untuk pelindung nuklir dan berbobot berat: Agregat kasar yang diklasifikasi disini misalnya baja pecah, barit, magnetit dan limonit.

2. Agregat Halus

Agregat halus untuk beton dapat berupa pasir alam sebagai hasil desintegrasi alami dari batuan-batuan atau berupa pasir buatan yang dihasilkan oleh alat pemecah batu. Agregat ini berukuran 0,063 mm — 4,76 mm yang meliputi pasir kasar (*Coarse Sand*) dan pasir halus (*Fine Sand*). Untuk beton penahan radiasi, serbuk baja halus dan serbuk besi pecah digunakan sebagai agregat halus. Menurut PBI, agregat halus memenuhi syarat:

- a) Agregat halus harus terdiri dari butiran-butiran tajam, keras, dan bersifat kekal artinya tidak hancur oleh pengaruh cuaca dan temperatur, seperti terik matahari hujan, dan lain-lain.
- b) Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5 % berat kering, apabila kadar lumpur lebih besar dari 5%, maka agregat halus harus dicuci bila ingin dipakai untuk campuran beton atau bisa juga digunakan langsung tetapi kekuatan beton berkurang 5 %.

Agregat halus harus terdiri dari butiran yang beranekaragam dan apabila diayak dengan ayakan susunan harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut:

- a) Sisa diatas ayakan 4 mm minimum beratnya 2%
- b) Sisa diatas ayakan 1mm minimum beratnya 10%
- c) Sisa diatas ayakan 0,025 beratnya berkisar antara 80% sampai 95%.

2.1.2.3 Air

Kualitas air sangat mempengaruhi kekuatan beton. Kualitas air erat kaitannya dengan bahan-bahan yang terkandung dalam air tersebut. Air diusahakan agar tidak membuat rongga pada beton, tidak membuat retak pada beton dan tidak membuat korosi pada tulangan yang mengakibatkan beton menjadi rapuh.

Pada pengecoran beton pembuatan rumah sederhana atau tidak bertingkat, kebanyakan tukang mengira, semakin encer beton, semakin bagus karena permukaan yang dihasilkan semakin mulus, tanpa ada rongga, padahal, dengan kelebihan air, mutu beton akan anjlok sangat jauh. ini disebabkan faktor air semen yang tinggi dalam beton menyebabkan banyak rongga setelah airnya mengering.

Banyak hal-hal lain yang bisa berdampak karena pemakaian air, berikut ini uraiannya :

1. Air tidak mengandung lumpur lebih dari 2 gram/liter karena dapat mengurangi daya lekat atau bisa juga mengembang (pada saat pengecoran karena bercampur dengan air) dan menyusut (pada saat beton mengeras karena air yang terserap lumpur menjadi berkurang).
2. Air tidak mengandung garam lebih dari 15 gram karena resiko terhadap korosi semakin besar.
3. Air tidak mengandung klorida lebih dari 0,5 gram/liter karena bisa menyebabkan korosi pada tulangan.
4. Air tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gram/liter karena dapat menurunkan mutu beton sehingga akan rapuh dan lemah.
5. Air tidak mengandung minyak lebih dari 2 % dari berat semen karena akan mengurangi kuat tekan beton sebesar 20 %.
6. Air tidak mengandung gula lebih dari 2 % dari berat semen karena akan mengurangi kuat tekan beton pada umur 28 hari.
7. Air tidak mengandung bahan organik seperti rumput/lumut yang terkadang terbawa air Karena akan mengakibatkan berkurangnya daya lekat dan menimbulkan rongga pada beton.

Air yang dapat digunakan dalam proses pencampuran beton adalah sebagai berikut :

1. Air yang digunakan pada campuran beton harus bersih dan bebas dari bahan-bahan merusak yang mengandung oli, asam, alkali, garam, bahan organik, atau bahan-bahan lainnya yang merugikan terhadap beton atau tulangan.
2. Air pencampur yang digunakan pada beton prategang atau pada beton yang didalamnya tertanam logam aluminium, termasuk air bebas yang terkandung dalam agregat, tidak boleh mengandung ion klorida dalam jumlah yang membahayakan.
3. Air yang tidak dapat diminum tidak boleh digunakan pada beton, kecuali Pemilihan proporsi campuran beton harus didasarkan pada campuran beton yang menggunakan air dari sumber yang sama dan hasil pengujian pada umur 7 dan 28 hari pada kubus uji mortar yang dibuat dari adukan dengan air yang tidak dapat diminum harus mempunyai kekuatan sekurang-kurangnya sama dengan 90% dari kekuatan benda uji yang dibuat dengan air yang dapat diminum. Perbandingan uji kekuatan tersebut harus dilakukan pada adukan serupa, terkecuali pada air pencampur, yang dibuat dan diuji sesuai dengan “Metode uji kuat tekan untuk mortar semen hidrolis (Menggunakan spesimen kubus dengan ukuran sisi 50 mm)” (ASTM C 109).

2.1.2.4 Limbah Serbuk Cangkang Telur

Cangkang telur adalah lapisan telur terluar. Lapisan ini dapat bertekstur keraas ataupun lunak tergantung jjenis telurnya. Cangkang kulit telur umumnya memiliki kandungan kalsium karbonat yang dapat larut dalam asam dan melepaskan karbondioksida Cangkang telur mengandung 94% kalsium karbonat, 1% kalium phospat, dan 1% magnesium karbonat (Afifah Indah 7 maret 2017

pukul 08:41). Selain itu Hunton (2005) melaporkan kulit telur terdiri atas 97% kalsium karbonat. Kulit telur juga mengandung 3% fosfor dan 3 % terdiri dari magnesium, natrium, kalium, seng, besi, dan tembaga (*Butcher dan Miles*). Kandungan kalsium yang cukup besar bisa dimanfaatkan sebagai bahan tambah pembuatan semen. Di Indonesia produksi kulit telur akan terus meningkat selama telur masih di produksi di bidang peternakan dan di gunakan di pabrik roti dan pedagang kaki lima sebagai bahan makanan.

Seiring dengan bertambahnya waktu telur yang di konsumsi manusia maka kulit telurnya akan semakin meningkat. Dan kebanyakan masyarakat membuang begitu saja dan dianggap tidak ada manfaatnya.

Di Amerika Serikat, 150 ribu ton cangkang telur dihasilkan setiap tahunnya. Cangkang telur ini kemudian diolah menjadi pupuk dan pakan hewan, dan sebagian digunakan sebagai pemanfaatan kalsium karbonat dari cangkang telur cukup sulit karena keberadaan membran protein yang menyertainya. Jika keduanya bisa dipisah, kalsium karbonat dapat menjadi sumber pupuk dan suplemen, dan membran protein dapat menjadi sumber protein yang sangat signifikan.

Telur adalah makanan yang sangat mudah ditemui, cara memasaknya juga tergolong mudah, telur termasuk makanan yang serbaguna dan lezat. Telur diibaratkan sebagai pembangkit kenyang dalam program diet yang sehat, karena protein yang dimiliki telur membuat orang mudah kenyang tanpa harus membuat badan gemuk. Oleh karena itu telur sangat diminati oleh masyarakat. Berikut adalah kandungan yang terdapat pada cangkang telur:

1. Kalsium karbonat 94%

Kalsium karbonat adalah garam kalsium yang terdapat pada kapur, batu kapur pualam dan merupakan komponen utama yang terdapat pada kulit telur. Kalsium karbonat berupa serbuk, putih, tidak berbau, tidak berasa, stabil di udara, praktis tidak larut dalam air, kelarutan dalam air meningkat dengan adanya sedikit garam amonium atau karbondioksida. Larut dalam asam nitrat dengan membentuk gelembung gas. Salah satu sifat kimia dari kalsium karbonat yaitu dapat menetralisasi asam.

2. Kalium Phospat (1%)

Phospat atau Fosfat unsur dalam suatu batuan beku atau sedimen dengan kandungan fosfor ekonomis. Biasanya kandungan fosfor dinyatakan sebagai *bone phosphate of lime* (BPL) atau *triphosphate of lime* (TPL) atau berdasarkan kandungan P_2O_5 .

3. Magnesium Karbonat

Magnesium karbonat $MgCO_3$ adalah garam anorganik yang merupakan padatan putih. Beberapa bentuk magnesium karbonat terhidrasi dan ada juga sebagai mineral.

4. Fosfor (3%)

Fosfor adalah zat yang dapat berpendar karena mengalami fosforesens (pendaran yang terjadi walaupun sumber pengesitasinya telah disingkirkan)

5. Cangkang telur kering hampir 94% berupa kalsium karbonat. Bahan lain yaitu berupa mineral, lain seperti magnesium karbonat dan kalsium fosfat, sisa protein telur yang melekat dan tertinggal di lapisan dalam cangkang.

2.1.3 *Slump*

Slump merupakan pengukur terhadap tingkat kekecekan suatu adukan beton beton yang berpengaruh pada tingkat pengerjaan. Semakin tinggi tingkat kekenyalan maka semakin mudah pengerjaannya. Nilai slump berbagai macam struktur diperlihatkan pada tabel berikut:

Tabel 2.1 Nilai *Slump* Untuk Berbagai Macam Struktur

Jenis konstruksi	Nilai slump (mm)	
	Maksimum	Minimum
Dinding plat dan pondasi	75	25
Balok dan dinding beton	100	25
Kolom	100	25
Perkerasan jalan dan lantai beton	75	25
Beton massa	50	25

Sumber : Hanafiah, dkk, 2010

2.1.4 Uji Kuat Tekan

Pemeriksaan kuat beton dilakukan untuk mengetahui kuat tekan beton pada umur 28 hari yang dihasilkan apakah sesuai dengan yang telah disyaratkan. Pada mesin uji tekan benda diletakkan dan diberikan beban sampai benda runtuh, yaitu pada saat beban maksimum bekerja (Mulyono,2004).

Kuat tekan beton dapat di hitung dengan rumus :

$$P = \sigma \frac{A}{P}$$

Dengan :

σ = Kuat Tekan benda uji (kg/cm²)

P = Beban maksimum (kg)

A = Luas Penampang (cm²)

Pada mesin uji tekan benda diletakkan dan diberikan beban sampai benda runtuh, yaitu pada saat beban maksimum bekerja.

2.1.5 Uji Kuat Lentur

Untuk pengujian dimana bidang patah terletak di daerah pusat (daerah 1/3 jarak titik perletakan bagian tengah), maka kuat lentur beton dihitung menurut persamaan sebagai berikut.

$$\sigma_l = \frac{P.L}{b.h^2}$$

dengan :

σ_l = kuat lentur benda uji (MPa)

P = beban tertinggi yang terbaca pada mesin uji (pembacaan dalam ton sampai 3 angka di belakang koma)

L = jarak (bentang) antara dua garis perletakan (mm)

B = lebar tampang lintang patah arah horizontal (mm)

h = lebar tampang lintang patah arah vertikal (mm)

a = jarak rata-rata antara tampang lintang patah dan tumpuan luar yang terdekat, diukur pada 4 tempat pada sudut dari bentang (mm)

2.2 Penelitian Terdahulu

Adapun penelitian terdahulu mengenai cangkang telur sebagai bahan tambah pembuatan beton adalah, tentang kuat tekan beton dan juga tentang beton adalah sebagai berikut

2.2.1 Achmad Riyanto, Dwi Kartika Sari, ST.,MT. (2018)

Penelitian oleh Achmad Riyanto yang berjudul Pengaruh Penambahan Serat pelepah Pisang Terhadap Kuat Tekan Beton Non-Struktural K-150. Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan serat pelepah pisang sebagai bahan tambah beton non struktural serta untuk mengetahui pengaruh penambahan serat pelepah pisang terhadap kuat tekan beton non struktural dengan menggunakan metode eksperimen. Hasil dari tersebut adalah semakin banyak penambahan serat pelepah pisang maka semakin menurun kuat tekannya.

2.2.2 Kartisya Wulandari, Dwi Kartika Sari, ST.,MT. (2018)

Penelitian oleh Kartisya Wulandari yang berjudul Studi Pencampuran Serat Alami Enceng Gondok (*Eichhornia Crossifes*) Pada Campuran Beton Dengan Penggunaan Agregat Kasar Dari Kecamatan Mantup. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik agregat kasar Mantup dan untuk mengetahui pengaruh penambahan serat alami enceng gondok dari penggunaan agregat kasar Mantup terhadap kuat tekan beton. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah mix design SNI 03-2434-2000. Dari hasil konvesi ke 28 hari di dapatkan hasil kuat tekan untuk variasi 0% menghasilkan kuat tekan

94,36kg/cm² untuk variasi serat 4% menghasilkan kuat tekan 40,44 kg/cm², variasi serat 6% menghasilkan kuat tekan 48,53 kg/cm², dan variasi serat 8% menghasilkan kuat tekan 47,18 kg/cm².

2.2.3 Mirza Firdaus, Dwi Kartika Sari, ST.,MT. (2019)

Penelitian oleh Mirza Firdaus yang berjudul Pemanfaatan Abu Terbang Ampas Tebu Sebagai Pengganti Semen Terhadap Kuat Lentur Beton. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan ampas tebu terhadap kuat lentur beton dengan variasi presentase 5%, 10%, dan 15% dari berat semen. Hasil data pada campuran beton dengan variasi penambahan 5% (21,138 Mpa), 10% (19,63 Mpa), dan 15% (12,206 Mpa), dimana nilai kuat lentur tertinggi didapat pada penambahan ampas tebu 5% yaitu 21,138 Mpa, sedangkan nilai terendah didapat pada penambahan ampas tebu 15% yaitu 12,206 Mpa.

2.2.4 Asyfa'iyah, Dwi Kartika Sari, ST.,MT. (2017)

Penelitian ini membahas tentang Pemanfaatan Abu Limbah Serbuk Gergaji Kayu Sebagai Bahan Pengganti Sebagian Semen Terhadap Kuat Tekan Beton Mutu K-175. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai kuat tekan serta memanfaatkan limbah serbuk kayu yang digunakan dalam penelitian ini yaitu semua jenis kayu. Serbuk kayu harus melalui proses pembakaran sampai menjadi abu, sebelum dicampur dalam campuran beton. Hasil dari penelitian ini adalah beton umur 28 hari pada penambahan abu serbuk kayu sebesar 0%, 5%, 7%, 10% berturut-turut adalah 19,85 Mpa, 16,54 Mpa, 15,36 Mpa, 13,23 Mpa. Penurunan nilai kuat tekan sejalan dengan peningkatan kadar serbuk kayu. Hasil penelitian

menunjukkan kuat tekan mengalami penurunan dengan bertambahnya presentase serbuk kayu yang di tambahkan pada campuran beton.

2.2.5 Miftakhul Nur Hidayat, Dr. Sugeng Dwi Hartantyo, ST.,MT. (2017)

Penelitian oleh Miftakhul Nur Hidayat berjudul “Studi Pengaruh Penambahn Serbuk Halus Batu Bata Pada Campuran Beton” Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah serbuk batu bata merah yang dapat diasumsikan sebagai bahanpengikat dapat mengurangi penyusunan semen dan memiliki kuatekan yang baik serta memenuhi syarat untuk campuran beton penelitian ini dirancang dengan menggunakan benda uji yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari 9 benda uji benda uji yang digunakan adalah silinder beton dengan ukuran 15 x 30 cm.masing-masing campuran serbuk batu bata sebesar 0% 9%, 12% dan 15% dibuat sebanyak 3 benda uji untuk masing-masing sample metode yang disarangka adalah metode ASTM uji kuat tekan beton dilaksanakan setelah beton mencapai umur 7 hari masing-masing 0%, 9%,12% dan 15%. yaitu sebesar 17,989 mpa, 13.830 mpa , 12,447 mpa dan 18.144 mpa. tidak dari pembahasan tersebut dapat digunakan sebagai campuran beton.

2.2.6 Wiwit Nurul Rochmah, Dr. Sugeng Dwi Hartantyo, ST.,MT. (2017)

Penggunaan Wiwit Nurul Rochmah” Pemanfaatan Abu Terbang Ampas Tebu Sebagai Bahan Tambah Terhadap Kuat Tekan Beton”Proses percampuran beton normal dan campuran abu terbang ampas tebu menggunakan proses sesuai dengan standart ASTM, masukkan semua bahan pembuatan beton dalam molen termasuk bahan tambah abu terbang ampas tebu terkecuali air dikarenakan harus memasukannya dengan perlahan atau dengan tahapan presentase pembuatan

Normal, 8%, 10% dan 12% tiga benda uji untuk masing-masing presentasi. Nilai kuat tekan yang diperoleh dari uji kuat tekan mutu sedang (K-175) untuk mengetahui sejauh mana pengaruh penggantian semen dengan abu terbang ampas tebu sebagai bahan tambah semen sebanyak Normal, 8%; 10% dan 12% pada setiap tiga benda uji, semua benda uji berbentuk tabung dengan diameter 30 x 15 cm dengan mutu beton yang direncanakan pada umur 7 hari, sampel di uji pada umur 7 hari 18.17 Mpa untuk rata-rata beton normal, 15.04 Mpa campuran 8%, 10.03 Mpa untuk campuran 10%, 8.62 Mpa untuk campuran 12%, data diatas menunjukkan beton campuran abu terbang ampas tebu cenderung menurun.

2.2.7 Abdul Jabbar, Zulkifli Lubis, ST., MT. (2017)

Penelitian oleh Abdul Jabbar "Studi Penggunaan Pasir Laut Paciran Untuk Campuran Beton K-175" bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan pasir laut paciran terhadap campuran beton. Untuk mengetahui hasil kuat tekan beton pasir laut paciran terhadap campuran beton, Untuk mengetahui suatu masalah yang terdapat dalam penelitian penggunaan pasir laut paciran terhadap campuran beton. Penelitian ini menggunakan benda uji silinder berukuran diameter 15cm dengan tinggi 30 cm dan membandingkan hasil kuat tekan beton yang menggunakan pasir paciran dengan beton campuran biasa setelah berumur 7 hari berdasarkan hasil uji kuat tekan rata-rata pasir laut paciran yang dihasilkan setelah beton berumur 7 hari mencapai 13,94 MPa sehingga melebihi dari persyaratan minimal kuat tekan beton yang telah ditetapkan yaitu 9,42 MPa. dari hasil penelitian ini didapat penemuan kuat tekan beton pasir laut paciran yang lebih unggul dari kuat tekan beton normal disebabkan pada saat pencampuran beton

normal tercampur material pasir yang kualitasnya jelek banyak kotoran/lumpur yang tercampur dan menyebabkan kekuatan beton normal kurang baik dan lebih unggul dibeton pasir laut paciran.

2.2.8 Jeri Radita Prihandana, Rasio Hepiyanto, ST.,MT. (2017)

Peneliti oleh Jeri Radita Prihandani "Pengaruh Limbah Keramik Dalam Proyek Sebagai Bahan Pengganti Agregat Kasar Terhadap Kuat Tekan Pada Beton K250" Dalam penelitian ini dilakukan metode penelitian dengan memanfaatkan limbah keramik dengan analisis ayakan (sieve analysis), specific gravity dari limbah keramik dan agregat, setting time, dan slump test. Metode penelitian ini dilakukan dengan cara pengujian di Laboratorium sesuai dengan data-data dari studi pustaka menggunakan standart SNI beton. Dari hasil uji kuat tekan beton normal dengan umur 7 hari di konversikan ke 28 hari dapat nilai rata-rata dari 3 sampel sebesar 22,22 Mpa. Dari hasil uji kuat tekan beton limbah keramik dengan umur 7 hari di konversikan ke 28 hari dapat nilai rata-rata dari 3 sampel sebesar 19,15 Mpa. Jadi limbah keramik tidak memenuhi persyaratan untuk dijadikan agregat kasar pada beton

2.2.9 Bagas Dwi Septianto, Rasio Hepiyanto, ST.,MT. (2019)

Penelitian oleh Bagas Dwi Septianto "Pengaruh Penambahan Serbuk Kayu Jati Terhadap Kuat Tekan Beton – 175. Penelitian ini menggunakan bahan tambah Serbuk Kayu Jati yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan Serbuk Kayu Jati terhadap kuat tekan beton dengan variasi persentase 5% 10% dan 15% dari berat pasir. Hasil data serbuk kayu jati pada campuran beton dengan variasi penambahan 5% (21.138 Mpa), 10% (19.63 Mpa), dan 15% (12.206 Mpa),

dimana nilai kuat tekan tertinggi Mpa. didapat pada penambahan serbuk Kayu Jati 5% yaitu 21,138 Mpa, sedangkan nilai terendah didapat terdapat pada penambahan serbuk kayu jati 15% yaitu 12.206 Mpa.

2.2.10 Muhammad Yahya Khozin, Dr. Sugeng Dwi Hartantyo, ST., MT (2019)

Penelitian yang berjudul Pengaruh Penambahan Cangkang Telur Terhadap Kuat Tekan Beton Non Struktural Pada Mutu K-200 yang bertujuan untuk mengetahui penambahan cangkang telur terhadap kuat tekan beton dan mengetahui apakah cangkang telur dapat digunakan reduksi semen untuk bahan tambah pembuatan beton, menggunakan metode benda uji silinder sebanyak 12 buah dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm dimensi tersebut sesuai revisi SNI 03-3421-1994 dengan menggunakan variasi 11%, 12%, dan 13% dari variasi tersebut diperoleh kuat tekan beton normal dengan korelasi 28 hari sebesar 3,04 Mpa, dan mengalami penurunan pada variasi campuran 11% dari beton normal dengan berat sebesar 31,33 Mpa, tetapi pada varian 12% mengalami kenaikan beton normal dengan kuat tekan sebesar 37,60 Mpa, kuat tekan mengalami kenaikan dari beton normal pada varian campuran 13% dengan nilai sebesar 35,89 Mpa.

2.2.11 Putra Anggun (2019)

Penelitian oleh Putra Anggun berjudul “Analisa Pengaruh Penggunaan Limbah Timah Sebagai Pengganti Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton k-250” Bentuk usaha dalam mendapatkan dengan mutu yang baik meningkatkan mutu material misalkan kekerasan agregat maupun kehalusan semen, salah satu

alternatif yang ada yaitu penggantian agregat halus dengan limbah timah. Salah satu bentuk usaha dalam mendapatkan beton dengan mutu yang lebih baik yaitu meningkatkan mutu material. Dalam penelitian ini, akan dilakukan dengan empat variasi campuran beton, yaitu : persentase penggantian pasir galian dengan limbah timah sebesar 0%, 60%, 70% dan 100%. Dari masing-masing campuran tersebut dibuat 9 benda uji. Dari penelitian diperoleh, nilai kuat tekan beton dengan persentase 0%, 60%, 70% dan 80% pada umur 28 hari berturut-turut adalah 274,3 kg/cm²; 217,6 kg/cm²; 189,6 kg/cm² dan 150,4 kg/cm².

2.2.12 Melita (2015)

Penelitian oleh Melita yang berjudul “Pengaruh Penggunaan Limbah Pengolahan Timah (Tin Slag) Sebagai Substitusi Parsial Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Belah Beton” Peningkatan kebutuhan bahan bangunan dari tahun ke tahun semakin besar. Apabila kebutuhan pasir meningkat maka ketersediaannya pun akan semakin berkurang dan diperlukan alternatif untuk mengatasi masalah tersebut. Terak timah (tin slag) adalah sisa dari pengolahan timah dan merupakan bahan yang banyak tertimbun dan cenderung menjadi limbah karena pemanfaatannya masih relatif kecil dan belum maksimal. Mempunyai bentuk yang tajam dan kubikal. Penelitian tentang pengaruh penggunaan terak timah(tin slag) yang berasal dari PT. Stanindo Inti Perkasa dengan menggunakan enam variasi campuran substitusi parsial terhadap berat agregat halus yaitu 0%, 10%, 20%, 30%, 40% dan 50%.

2.2.13 Gerry Phillip Rompas (2013)

Penelitian oleh Gerry Phillip Rompas dengan judul “Pengaruh Pemanfaatan Abu Ampas Tebu Sebagai Substitusi Parsial Semen Dalam Campuran Beton Ditinjau terhadap Kuat Tarik Lentur Dan Modulus Elastisitas” Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh AAT terhadap kuat tarik lentur dan modulus elastisitas. Penggunaan air untuk campuran beton dalam penelitian ini dibuat sama untuk setiap prosentase AAT. Hasil penelitian menunjukkan semakin tinggi prosentase AAT maka semakin rendah workability beton segar. Penggunaan AAT tidak mempengaruhi peningkatan kuat tarik lentur tetapi memberi peningkatan pada modulus elastisitas dan kuat tekan. Modulus elastisitas beton dengan AAT lebih besar dari beton tanpa AAT kecuali pada prosentase 15%. Kuat tekan yang diperoleh melebihi kuat tekan yang direncanakan dan peningkatan terbesar terjadi pada Prosentase 5%. secara keseluruhan AAT dapat dimanfaatkan sebagai bahan substitusi parsial semen dalam campuran beton dengan prosentase optimum pada prosentase 5% berdasarkan kekuatan dan workabilitynya.

2.2.14 Yufiter Silas Kandi (2012)

Penelitian oleh Yufiter Silas Kandi berjudul “Substitusi Agregat Halus Beton Menggunakan Kapur Alam Dan Menggunakan Pasir Laut Pada Campuran Beron” Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui persentase kapur alam dan pasir laut yang dapat digunakan dan untuk mengetahui kualitas beton yang dihasilkan. Benda uji yang digunakan adalah beton silinder (diameter 15 cm dan tinggi 30 cm). Metode yang digunakan untuk analisa data adalah statistik deskriptif. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh bahwa persentase yang dapat

digunakan untuk pasir laut adalah 100% dan untuk kapur alam adalah 25%. Hasil uji kualitas diperoleh bahwa beton yang menggunakan kapur alam memiliki kuat tekan dan kuat tarik belah yang lebih kecil dari beton normal dan tidak mencapai kuat tekan rencana. Sedangkan beton yang menggunakan pasir laut menghasilkan kuat tekan dan kuat tarik belah yang lebih besar dari beton normal.

2.2.15 Pandu Mahendra (jurnal 2019)

Peneliti oleh Pandu Mahindra berjudul “Pemanfaatan Limbah Karbit Sebagai Material Pengganti Semen Terhadap Kuat Tekan Beton Normal” Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui jumlah persentase pemakaian limbah karbit dan pengaruhnya dalam pembuatan beton normal. Penelitian ini dilakukan dengan menggantikan prosentase tertentu dari berat semen dengan limbah karbit. Beton dicetak menggunakan cetakan silinder berukuran tinggi 20 cm dengan diameter 10 cm. Hasil dari penelitian ini didapat nilai kuat tekan maksimal limbah karbit berada pada titik 10%. Melebihi itu kuat tekan beton akan mengalami penurunan. Pada persentase 12,5 % nilai kuat tekan mengalami penurunan. Hal tersebut dikarenakan sifat halus dari karbit tidak mampu menyamai sifat dari semen. Butiran limbah karbit tidak mampu menyamai kehalusan dari semen. Butiran yang terlalu banyak justru akan menimbulkan rongga pada beton.

2.2.16 Syibral Malasyi (2014)

Penelitian yang berjudul Analisis Pengaruh Penggunaan Abu Jerami terhadap Kuat Tekan Beton Dalam Penelitian digunakan metode SNI dengan jumlah benda uji adalah sebanyak 18 buah. Penambahan abu jerami padi terhadap

massa semen sebesar 5%, 10%, 15%, 20% dan 25% dari volume semen. Benda uji dilakukan pengujian setelah dilakukan perawatan selama 28 hari. Pada penambahan abu jerami padi sebesar 0% didapat nilai kuat tekan sebesar 24,53 Mpa, sedangkan dengan penambahan abu jerami 5% didapat nilai kuat tekan sebesar 21,04 Mpa, penambahan abu jerami 10% didapat nilai kuat tekan sebesar 17,17 Mpa, penambahan abu jerami 15% didapat nilai kuat tekan sebesar 16,61 Mpa, penambahan abu jerami 20% didapat nilai kuat tekan sebesar 15,66 Mpa, dan penambahan abu jerami 25% didapat nilai kuat tekan sebesar 15,66 Mpa. Semakin banyak penambahan abu jerami padi sebagai bahan substitusi parsial semen dalam campuran beton, nilai kuat tekan semakin menurun, tetapi pada penggunaan abu jerami 25% terhadap massa semen masih bisa digunakan untuk beton non struktural.

2.2.17 Herry Widhiarto (2012)

Penelitian oleh Herry Widiarto berjudul “ Analisa Campuran Beton Beton Berpori Dengan Agregat Bergradasi Terpisah Ditinjau Terhadap Mutu Dan Biaya” Penelitian ini untuk mengetahui mutu beton dan menganalisis hubungan porositas, resapan terhadap mutu beton serta biaya kebutuhan material betonberpori bila dibandingkan dengan beton normal berdasarkanberat volumebeton.Metode penelitian eksperimentalyaitu dengan melakukan pengamatan dan pengukuran dilaboratoriumdengan 75 benda uji, analisis campuran beton mengacu pada beton normal dan Standar Nasional Indonesia (SNI).Berdasarkan hasil penelitian dan analisa dapat disimpulkan bahwa : 1.Kuat tekan beton berpori variasiBP-C sebesar 20,48 Mpa, sedangkan kuat tarik

belahbetonpadavariasiBP-C sebesar 5,92 MPa lebih rendah dari beton normalpada umur 28hari. Dengan demikian Mutu beton tidak mencapai kuat tekan rata-rata yang ditargetkan yaitu 30 Mpa.2.) normal sebesar Rp645,925.00/m³.berdasarkan berat volume beton, sehingga berat volume padat beton berporiyang diperoleh dari hasil pengujian sebesar 2089 kg/m³ tidak mencapai berat beton normal (2400 kg/cm³)

2.2.18 Sahrudi (2016)

Penelitian oleh Sahrudin “Pengaruh Penambahn Serat Sabut Kelapa Terhadap Kuat Tekan Beton” Pemakaian serat sabut kelapa dalam campuran beton serat memberi kontribusi positif dalam pemanfaatan sumber daya yang melimpah berupa pohon kelapa. Penelitian ini dimaksudkan untuk mencari konsentrasiserat sabut kelapa yang memiliki nilai kuat tekan tertinggi. Benda uji berupa beton silinder dia.15 x 30 cm dengan variasi penambahan serat sabut kelapa sebesar 0.125% , 0.250 % dan 0.50% dari volume beton . Mutu beton yang direncanakan adalah K-225 dengan uji tekan pada umur 28 hari. Hasil pengujian menunjukkan penambahan serat sabut kelapa sebesar 0.125% menghasilkan kuat tekan 244.84 kg/cm² dan 0.50 % sebesar 272.14 kg/cm². Terdapat peningkatan kuat tekan sebesar 16.56% dan 29.55% dari beton normal.

2.2.19 Nur Fatah Sidik (2016)

Penelitian oleh Nur Fatah Sidik berjudul “ Pengaruh Penggunaan Limbah Beton Sebagai Penganti Agregat Kasar Pada Beton Normal Terhadap Kuat Tekan Dan Modulus Elastisitas” Penelitian ini merencanakan beton normal dengan kuat tekan yang ditargetkan adalah 25MPa dan menggunakan slump 30-60 mm serta

menggunakan Portland Pozzolan Cement (PPC). Penggunaan proporsi agregat limbah dalam penelitian ini adalah 25%, 50%, 75% dan 100% dari berat total agregat alami dengan umur pengujian 7 hari, 14 hari, 21 hari dan 28 hari. Jumlah benda uji 48 buah (3 benda uji untuk setiap umur pengujian dan proporsi). Hasil kuat tekan dan modulus elastisitas akan dibandingkan dengan nilai teoritis. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa semakin besar penggunaan limbah beton, semakin besar penurunan yang terjadi pada nilai kuat tekan dan modulus elastisitas. Berdasarkan hasil pengujian, penggunaan limbah pada beton dengan proporsi 25% menunjukkan penurunan rata-rata nilai kuat tekan dan modulus elastisitas yang cukup signifikan yaitu 45,39% dan 77,35%. Berlanjut proporsi berikutnya yaitu 50% menunjukkan penurunan 56,99% dan 77,45%. Proporsi 75% menunjukkan penurunan 61,65% dan 79,26%. Proporsi 100% menunjukkan penurunan 66,62% dan 79,12%. Proporsi paling optimum dari penelitian ini adalah proporsi limbah 25%. Variabilitas kualitas limbah mengakibatkan perbedaan sifat-sifat material beton yang dihasilkan dan cenderung menurunkan kuat tekan dan modulus elastisitas.

2.2.10 Hendra Purnomo (2014)

Penelitian oleh Hendra Purnomo yang berjudul "Pemanfaatan Serbuk Kaca Sebagai Substitusi Parsial Semen Pada Campuran Beton Ditinjau Dari Kekuatan Tekan Dan Kekuatan Tarik Belah Beton" Penelitian tentang pemakaian serbuk kaca sebagai substitusi parsial semen menggunakan beberapa persentase yaitu 0%, 2.5%, 5%, 7.5%, 10%, 12.5% dan 15%, dengan umur beton 28 hari. Dari masing-masing campuran beton tersebut dibuat tiga benda uji. Pengujian yang

dilakukan pada campuran beton adalah kuat tekan dan kuat tarik belah beton dengan menggunakan alat uji tekan beton (Universal Testing Machine). Dari hasil penelitian diperoleh, kuat tekan beton dengan penambahan serbuk kaca 0% sebesar 23,20 MPa, 2,5% sebesar 20,28 MPa, 5% sebesar 20,37 MPa, 7,5% sebesar 20,56 MPa, 10% sebesar 21,41 MPa, 12,5% sebesar 18,49 MPa dan 15% sebesar 16,69 Mpa.