

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Studi Terdahulu

Penelitian sebelumnya digunakan sebagai salah satu sumber acuan oleh penulis dalam melakukan studi ilmiah, yang memungkinkan penulis untuk memperdalam pemahaman teori dengan cara mengevaluasi hasil karya penelitian tersebut.

Menurut Ramdhani Nur dkk (2024) Pemakaian superplasticizer yang berbasis polimer menunjukkan peningkatan kuat tekan yang lebih signifikan serta percepatan dalam perkembangan kekuatannya jika dibandingkan dengan superplasticizer berbasis naftalena. Beton yang menggunakan bahan tambahan berbasis polimer mencapai kuat tekan sebesar 185 kg/cm² pada hari pertama, 508 kg/cm² pada hari ketujuh, 533 kg/cm² pada hari ke-14, dan meningkat menjadi 550 kg/cm² pada hari ke-28.

Pada penelitian M.F.D Ananda (2023) memberi kesimpulan bahwa penambahan admixture Consol CR-93 pada beton segar menggunakan mutu beton f_c' 30 MPa dengan 3 variasi, yaitu variasi 1 campuran 0 %, variasi 2 dengan campuran admixture 0,75 %, dan variasi 3 dengan campuran admixture 0,9% serta pengurangan penggunaan semen dengan masing masing sejumlah admixture yang ditambahkan pada campuran pembuatan beton segar bahwa kuat tekan dan kuat tarik belah rata-rata didapat nilai tertinggi pada beton variasi 1 yaitu dengan campuran admixture Consol CR-93 sebesar 0 % atau beton kontrol dengan nilai kuat tekan tertinggi adalah 33,5 MPa dan kuat tarik belah pada variasi 2 yaitu 0,75 % bahan campuran dengan nilai kuat tarik 3,2 MPa.

Menurut Mahmuddillah R. S. (2022) dalam penelitiannya menyebutkan bahwa hasil uji kuat tekan pada beton silinder dengan bahan tambah Consol CR-93 sejumlah 0,6% pada umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari sebesar 22,16 MPa, 27,8 MPa, dan 31,59 MPa. Kuat tekan beton silinder dengan bahan tambah 0,8% pada umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari sebesar 25,27 MPa, 30,6 MPa, dan 34,77 MPa. Selanjutnya untuk kuat tekan beton silinder dengan bahan tambah Consol CR-93 sejumlah 1% pada umur 7 hr, 14 hr, dan 28 hr sebesar 23,81 MPa, 29,2 MPa, dan 33,18 MPa.

Menurut Slat V. B. (2021) dalam penelitiannya yang berjudul “Pengaruh Superplasticizer Polimer Terhadap Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi” menyajikan efek penggunaan Superplasticizer tipe polimer Ligno C-165 dalam pembuatan beton berkualitas tinggi. Proporsi bahan ini yang digunakan berkisar antara 0,25%, 0,5%, 0,75%, 1%, 1,25%, hingga 1,5% dari berat semen. Sampel beton diuji pada umur 3, 7, 14, 21, dan 28 hari setelah

proses perawatan dalam air (curing). Hasil menunjukkan bahwa penambahan 1,5 persen Superplasticizer mampu meningkatkan kuat beton pada umur 28 hri hingga mencapai 64,97 MPa, dapat dikatakan meningkat sebesar 166,08% dibandingkan dengan target kekuatan beton $f'c$ sebesar 40 MPa.

2.2 Beton

Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) 7656:2012, beton didefinisikan sbagai campuran padat dan stabil yang terdiri dari semmen Portland atau semen hidrolis lainnya, agregat halus, agregat kasar, air, serta bisa juga mengandung bahan tambahan.

SNI 2847:2019 disebutkan berbagai jenis beton, antara lain:

1. Beton bertulang (*reinforced concrete*)

Beton struktural yang dilengkapi dengan tulangan baja, baik prategang maupun nonprategang, yang jumlahnya tidak kurang dari batas minimum yang ditetapkan.

2. Beton bertulangan serat baja (*steel fiber – reinforced concrete*)

Beton yang mengandung serat baja acak tersebar di seluruh campuran untuk meningkatkan ketahanan retak.

3. Beton kekuatan tekan yg disyaratkan (*concrete, specified compressive strength of, $f'c$*)

Beton yang didesain untuk mencapai nilai kuat tekan tertentu yang dinyatakan dalam megapascal (MPa). Jika nilai $f'c$ digunakan dalam bentuk akar kuadrat, satuan tetap dinyatakan dalam MPa.

4. Beton non prategang (*concrete nonprestressed*)

Beton bertulang yang hanya menggunakan tulangan nonprategang atau, dalam kasus pelat 2 arah, menggunakan tulangan prategang di bawah jumlah minimum yang disyaratkan.

5. Beton normal (*concrete normal weight*)

Beton dengan berat jenis tipikal antara 2155 hingga 2560 kg/m^3 , biasanya digunakan nilai antara 2320–2400 kg/m^3 .

6. Beton pasir ringan (*concrete sand light weight*)

Beton ringan yang menggunakan pasir sebagai pengganti agregat halus. Namun, dalam praktiknya, tidak semua agregat halus digantikan sepenuhnya oleh pasir. Jika penggantian dilakukan sebagian, perlu dijelaskan batas interpolasinya sesuai standar yang berlaku.

7. Beton polos (*plain concrete*)

Beton struktural yang tidak mengandung tulangan atau memiliki jumlah tulangan di bawah batas minimum yang ditentukan untuk beton bertulang.

8. Beton pracetak (*precast concrete*)

Elemen beton yang dicetak di lokasi berbeda dari tempat pemasangannya dalam struktur akhir.

9. Beton prategang (*prestressed concrete*)

Beton yang diberikan tegangan internal (prategang) untuk mengurangi potensi tegangan tarik akibat pembebanan. Pada pelat dua arah, harus menggunakan paling tidak jumlah minimum tulangan prategang.

10. Beton ringan (*concrete lightweight*)

Beton yang menggunakan agregat ringan dan memiliki densitas setimbang sesuai ASTM C567, dengan kisaran antara 1140 sampai 1840 kg/m³.

11. Beton semua agregat ringan (*concrete all – lightweight*)

Beton ringan yang seluruh agregatnya, baik halus maupun kasar, menggunakan jenis agregat ringan sesuai standar ASTM C330M.

12. Beton struktural (*structural concrete*)

Semua jenis beton yang difungsikan untuk mendukung struktur, baik beton polos maupun beton bertulang.

2.3 Material Beton

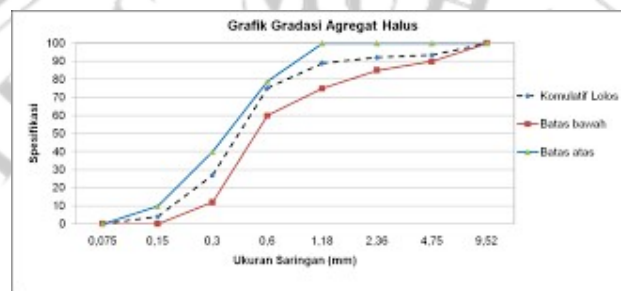
2.3.1 Pasir

SNI 03-6820-2002 menyatakan bahwa Agregat halus, atau yang biasa disebut pasir, adalah material dengan ukuran butir maksimal 4,76 mm yang berasal dari alam atau hasil alam.

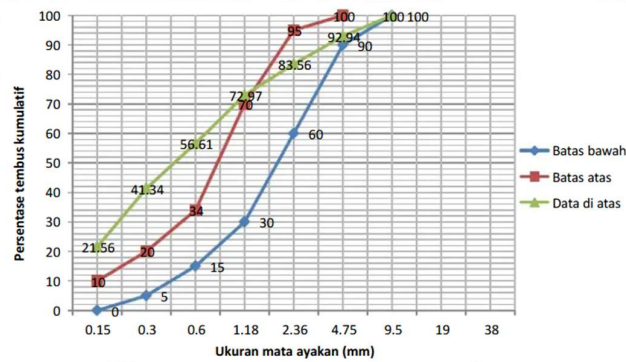
Menurut British Standard (BS), terdapat persyaratan gradasi untuk pasir, yang membaginya menjadi empat kategori berdasarkan tingkat kekasarannya: pasir halus (zona 4), agak halus (zona 3), sedikit kasar (zona 2), dan kasar (zona 1).

Tabel 2. 1 Tabel Gradasi Agregat Halus

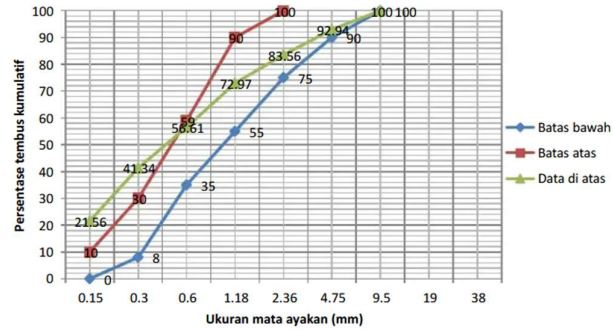
No. Sieve BS 882 (mm)	% Berat Lolos Kumulatif			
	Zone 1	Zone 2	Zone 3	Zone 4
9.6	100	100	100	100
4.8	90-100	90-100	90-100	95-100
2.4	60-95	75-100	85-100	95-100
1.2	30-70	55-90	75-100	90-100
0.6	15-34	25-59	60-79	80-100
0.3	5-20	8-30	12-40	15-50
0.15	0-10	0-10	0-10	0-15



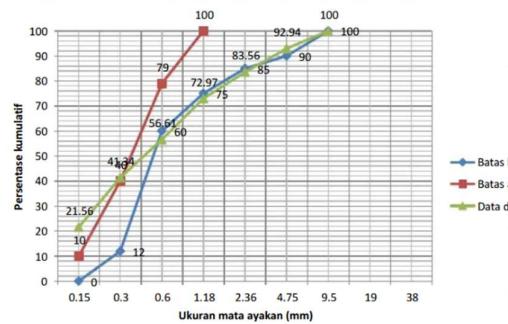
Gambar 2. 1 Grafik Pembagian Zona untuk Agregat



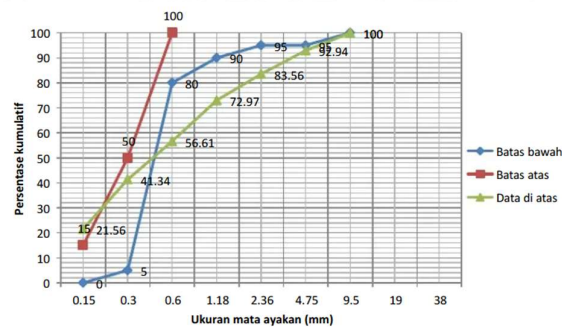
Gambar 2. 2 Grafik Gradasi Agregat Halus Zona 1



Gambar 2.3 Grafik Gradasi Agregat Halus Zona 2



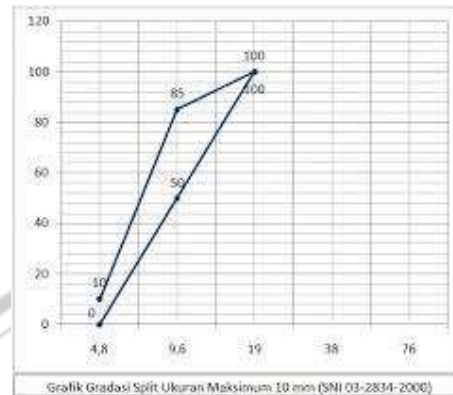
Gambar 2.4 Grafik Gradasi Agregat Halus Zona 3



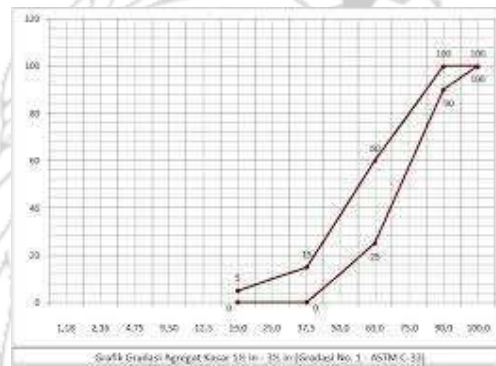
Gambar 2.5 Grafik Gradasi Agregat Halus Zona 4

2.3.2 Agregat Kasar

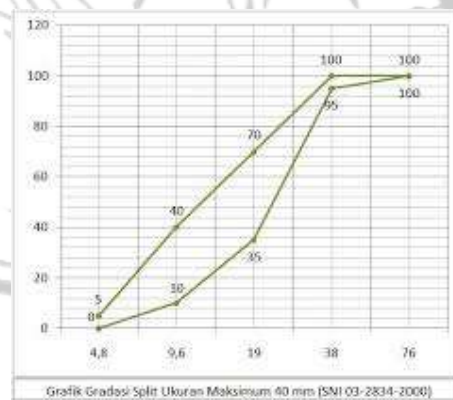
SNI 1970-2008 menyatakan bahwa Agregat kasar merujuk pada kerikil yang berasal dari proses dis integrasi alami batuan atau batu puecah yang dihasilkan melalui industri pemecah batu, dengan ukuran bulir antara 4,75 mm hingga 40 mm. Gradasi agregat kasar dibedakan berdasarkan ukurannya, yaitu 10 mm, 20 mm, dan 40 mm.



Gambar 2. 6 Grafik Gradasi Kerikil Ukuran 10mm



Gambar 2. 7 Grafik Gradasi Kerikil Ukuran 20mm



Gambar 2. 8 Grafik Gradasi Kerikil Ukuran 40mm

2.3.3 Air

Air adalah senyawa kimia yang terdiri dari dua atom hidrogen & satu atom oksigen (H_2O). Dalam pembuatan beton, air memegang peran penting karena bereaksi dengan semen membentuk pasta yang berfungsi sebagai perekat bagi agregat. Jumlah air juga memengaruhi kekuatan tekan beton; penggunaan air yang berlebihan dapat menurunkan kekuatan tersebut. Selain itu, air yang terlalu banyak dapat menyebabkan fenomena bleeding, yaitu pergerakan campuran air dan semen ke permukaan beton segar, yang dapat mengganggu ikatan antar lapisan beton dan menurunkan kekuatan struktur secara keseluruhan.

Air yang digunakan dalam campuran beton memiliki pengaruh terhadap beberapa hal berikut :

- a) Tingkat kelecakan (workability) dari adukan beton.
- b) Besarnya penyusutan beton setelah pengerasan.
- c) Proses reaksi kimia antara semen Portland dan air yang membentuk kekuatan beton seiring waktu.
- d) Proses curing yang tepat untuk memastikan beton mengeras dengan baik.

Air juga berperan penting dalam memberikan kelecakan yang dibutuhkan agar beton dapat dituangkan dengan mudah. Jumlah air yang dipakai harus disesuaikan dengan karakteristik bahan-bahan lainnya dalam campuran. Jika air mengandung banyak kotoran, hal ini dapat mengganggu proses pengikatan dan berdampak buruk terhadap daya tahan beton. Secara umum, zat pengotor dalam air bisa memengaruhi kualitas pengerasan beton. Pengaruh kotoran secara umum dapat menyebabkan :

1. Gangguan pada hidrasi dan pengikatan. Besar kecilnya nilai susut beton.
2. Gangguan pada kekuatan dan ketahanan
3. Perubahan volum yang dapat menyebabkan keretakan
4. Korosi pada tulangan baja maupun kehancuran beton
5. Bercak-bercak pada campuran beton.

Air yang digunakan dalam pembuatan beton harus setidaknya memenuhi standar air minum, yaitu bersifat tawar, tidak berbau, dan bebas dari zat-zat yang dapat merusak beton seperti minyak, asam, alkali, garam, atau bahan organik lain yang dapat merusak beton maupun tulangan nya (SNI 03-2847-2002), Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung). Selain berfungsi untuk reaksi

pengikatan, air juga digunakan untuk perawatan setelah beton dituangkan. Kualitas air untuk pemeliharaan (curing) harus lebih tinggi dibandingkan air untuk pembuatan beton, dengan pH tidak lebih dari 6 dan kandungan kapur yang cukup.

2.3.4 Bahan Tambah

Berdasarkan ASTM C.125-1995:61, “Standard Definition of Terminology Relating to Concrete and Concrete Aggregates” dan ACI SP-19, “Cemen and Concrete Terminology”, admixture didefinisikan sebagai bahan selain air, agregat, dan semen hidrolik yang dicampurkan ke dalam beton atau mortar sebelum atau saat proses pengadukan disebut bahan tambahan. Tujuan penggunaannya adalah untuk mengubah atau meningkatkan sifat-sifat beton, seperti meningkatkan kemudahan dalam proses pengerjaan maupun untuk efisiensi dalam pencampuran atau penyebaran material.

Menurut (Irwan,2018) Bahan tambahan merupakan zat kimia yang dimasukkan ke dalam campuran beton untuk mengatur proses pengerasan, terutama digunakan saat pengecoran beton dalam kondisi lingkungan yang ekstrem, seperti suhu yang sangat panas atau dingin, serta kondisi berangin.

ASTM menyatakan bahwa, bahan kimia pembantu adalah material disamping agregat dan semen hidrolik yang ditambahkan kedalam adukan beton sebelum atau selama proses pengecoran. Bahan kimia pembantu ada banyak jenisnya, menurut ASTM C494 terbagi sbb :

- a. Jenis A : Admixture yang berfungsi untuk mengurangi jumlah air (water-reducing admixtures).
- b. Jenis B : Admixture yang digunakan untuk memperlambat proses pengikatan (retarding admixtures).
- c. Jenis C : Admixture yang dapat mempercepat proses pengikatan (accelerating admixtures).
- d. Jenis D : Admixture yang mengurangi air sekaligus memperlambat pengikatan (water-reducing and retarding admixtures).
- e. Jenis E : Admixture yang mengurangi air dan sekaligus mempercepat pengikatan (water-reducing and accelerating admixtures).

- f. Jenis F : Superplastikizer yang merupakan admixture pengurang air dengan rentang tinggi (water-reducing, high-range admixtures).
- g. Jenis G : Superplastikizer yang juga berfungsi sebagai retarder, yaitu admixture pengurang air dengan rentang tinggi dan memperlambat pengikatan (water-reducing, high-range, and retarding admixtures).

2.4 Rancangan Campuran Beton

Menurut (Yulius,2016), merancang campuran beton merupakan proses yang cukup rumit karena dipengaruhi oleh berbagai variabel. Beberapa faktor yang memengaruhi antara lain tipe struktur yang akan dibangun, kualitas beton yang diinginkan, jumlah air yang digunakan, bentuk serta ukuran maksimum agregat, distribusi ukuran partikel (gradasi), jumlah semen, suhu lingkungan, umur saat pengujian, metode pemadatan, tingkat kemudahan pengerjaan (workability), ketahanan terhadap kondisi lingkungan (durabilitas), serta bentuk dan ukuran benda uji. Inti dari perancangan campuran beton adalah menentukan perbandingan yang tepat antara semen, agregat halus, agregat kasar, dan air agar beton yang dihasilkan sesuai dengan spesifikasi teknis yang ditetapkan.

2.5 Consol CR-93

Consol CR – 93 adalah bahan tambah sejenis polimer yang larut dalam air yang dikembangkan khusus beton, yang digunakan untuk meningkatkan kekuatan beton dan mengurangi konsumsi semen. Consol CR – 93 berbentuk cairan dan memiliki berat jenis sebesar 1.00 ± 0.02 kg/L pada suhu 25°C .

Consol CR-93 berguna untuk meningkatkan disperse semen dan mineral campuran, meningkatkan kekuatan beton dan mengurangi jumlah semen, serbuk mineral, serta menekan biaya produksi. Dosis yang digunakan adalah 0,3% sampai 1% dari jumlah semen yang digunakan. Consol CR-93 dapat ditambahkan pada saat proses pengadukan beton setelah semua bahan masuk ke dalam pengaduk beton segar.

Kandungan kimia yang ada di dalam Consol CR – 93 adalah polikarboksilat yang sudah dimodifikasi didalam air.

2.6 Semen

SNI 2049 tahun 2015 menyatakan bahwa semen portland adalah semen hidrolis diperoleh melalui proses penggilingan terak semen portland, yang sebagian besar mengandung kalsium silikat dengan sifat hidrolis. Proses ini dilakukan bersama dengan penambahan satu atau lebih

jenis senyawa kalsium sulfat berbentuk kristal, dan dapat pula disertai bahan tambahan lain sesuai kebutuhan.

SNI 2049 tahun 2015 membagi semen menjadi beberapa jenis, yaitu :

- a. Jenis I adalah semen portland yang digunakan untuk keperluan umum tanpa memerlukan karakteristik khusus seperti pada jenis lainnya.
- b. Jenis II merupakan semen portland yang dirancang untuk kondisi yang memerlukan ketahanan terhadap serangan sulfat atau memiliki tingkat kalor hidrasi sedang.
- c. Jenis III adalah semen portland yang diformulasikan untuk menghasilkan kekuatan awal yang tinggi sesaat setelah proses pengikatan dimulai.
- d. Jenis IV adalah semen portland yang digunakan saat dibutuhkan kalor hidrasi yang rendah selama proses pengerasan.
- e. Jenis V adalah semen portland yg dirancang untuk kondisi lingkungan yang mengandung sulfat tinggi, sehingga memiliki ketahanan yang tinggi terhadap zat tersebut.

2.7 Slump

SNI 1972 tahun 2008 menyatakan bahwa, slump merupakan besarnya penurunan tinggi pada bagian tengah permukaan atas beton segar yang diukur sesaat setelah cetakan slump diangkat.

Cara menghitung ketinggian slump yaitu :

1. Beton segar yang sudah dicampur di dalam mixer beton, dituang ke dalam gerobak 3 kaki.
2. Kemudian siapkan talam baja sebagai alas pengujian slump, kerucut abrams sebagai media pengujian slump, dan alat perojok untuk merojok beton segar.
3. Kemudian taruh kerucut abrams diatas talam baja dan tuang beton segar yang ada di gerobak 3 kaki, tuang sebanyak $\frac{1}{3}$ dari tinggi kerucut abrams dan rojok sebanyak 25 kali arah memutar.
4. Selanjutnya lakukan lagi cara ke – 3 sampai kerucut abrams penuh.
5. Kemudian angkat kerucut abrams dan hitung tinggi penurunan slump.
6. Menghitung penurunan slump dengan cara membalik kerucut abrams, taruh bersebelahan dengan beton yang sudah mengalami penurunan dan taruh alat perojok diatas kerucut abrams.
7. Bandingkan tinggi selisih dari kerucut abrams dan beton segar yang sudah

mengalami penurunan dengan meteran.

2.8 Capping

Menurut Ariawan, Bayu dan Sirait Johan P, bahan kaping pada setiap pengujian silinder beton, diperlukan penggunaan bahan tambahan kaping untuk memastikan bagian ujung silinder memiliki permukaan yang rata. Prosedur ini bertujuan untuk meratakan permukaan ujung beton yang baru dicetak, beton yang telah mengeras, maupun inti beton hasil pengeboran apabila permukaannya tidak rata atau tidak memenuhi standar ketegaklurusan. Selama proses pengujian, permukaan silinder beton harus rata agar beban dapat terdistribusi secara merata ke seluruh permukaan. Bahan kaping yang digunakan tidak boleh memiliki kekuatan lebih rendah dari beton dalam spesimen, dan kekuatan lapisan kaping dipengaruhi oleh ketebalannya. Perbedaan kekuatan yang terlalu besar dianggap tidak diinginkan karena dapat menyebabkan pengeangan lateral berlebih, sehingga berpotensi meningkatkan kekuatan hasil uji secara tidak wajar. Oleh karena itu, ketebalan kaping yang disarankan adalah antara 3 hingga 8 mm, dan harus mampu membentuk ikatan yang baik dengan beton. Tiga jenis material kaping yang umum digunakan adalah belerang, teflon, dan baja.

2.9 Kuat Tekan Beton

Menurut (Manuahe, 2014), kuat tekan beton adalah Kekuatan tekan beton merupakan nilai beban persatuan luas yang menyebabkan beton mengalami kerusakan atau hancur ketika diberi tekanan oleh mesin uji tekan. Nilai ini dipengaruhi oleh komposisi campuran beton, yang meliputi proporsi antara semen, agregat kasar dan halus, air, serta bahan tambahan lainnya. Perbandingan dari air semen merupakan faktor utama dalam menentukan kekuatan beton. Semakin rendah perbandingan air semen, semakin tinggi kekuatan desaknya. Suatu jumlah tertentu air diperlukan untuk memberikan aksi kimiawi dalam pengerasan beton, kelebihan air meningkatkan workability akan tetapi menurunkan kekuatan (Gerry, 2013). Secara matematis kuat tekan beton ditanyakan sebagai berikut :

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

$f'c$ = Kuat Tekan Beton (MPa)

P = Beban Maksimum (N)

A = Luas Penampang (mm²)

Cara melakukan pengujian kuat tekan beton yaitu:

1. Benda uji diangkat dari kolam perawatan (curing), kemudian diangin – anginkan
2. Benda uji diukur diameter dan tingginya, benda uji juga ditimbang dan dicatat hasilnya.
3. Selanjutnya benda uji dikaping pada permukaan beton yang akan menerima beban
4. Setelah kaping mengeras, benda uji diletakkan pada alat uji tekan, dengan bagian kaping diatas (menerima beban). Mesin tekan dijalankan hingga menyentuh ujung atas benda uji dan indikator bebas bergerak
5. Mesin dioperasikan dengan kecepatan konstan hingga mencapai beban puncak dan benda uji hancur.
6. Angkat benda uji dan bersihkan. Lanjutkan untuk benda uji selanjutnya

2.10 Kuat Tarik Belah Beton

Menurut SNI – 2491 – 2014, Kekuatan tarik belah umumnya lebih besar dibandingkan dengan kuat tarik langsung, namun tetap lebih rendah daripada kekuatan lentur. Nilai ini dimanfaatkan dalam perencanaan elmen struktur beton untuk mengevaluasi kemampuan beton dalam menahan gaya geser serta menentukan panjang penyaluran tulangan secara akurat. Salah satu kelemahan utama beton adalah rendahnya kekuatannya yang hanya sekitar 10% hingga 15% dari kuat tekannya ($f'c$). Kekuatan tarik beton juga berperan penting dalam kemampuan beton menahan retak awal sebelum menerima beban (Wayan, 2016).

Cara melakukan pengujian tarik belah yaitu :

1. Lakukan penandaan dengan menggambar garis diameter di setiap ujung spesimen menggunakan alat yang tepat, agar kedua garis tersebut berada dalam satu bidang aksial yang sejajar.
2. Pengukuran dilakukan dengan menentukan diameter spesimen uji hingga mendekati ketelitian 0,25 mm, dengan mengambil rata-rata dari tiga pengukuran pada kedua ujung serta bagian tengah spesimen, menggunakan garis tanda yang telah dibuat di kedua ujung. Panjang spesimen diukur dengan ketelitian mendekati 2 mm, diperoleh dari rata-rata minimal dua pengukuran pada bidang yang ditandai di kedua ujung.

3. Penyesuaian posisi dengan tanda garis diameter dilakukan dengan meletakkan salah satu dari dua bantalan kayu lapis di tengah bagian bawah blok penahian beban. Spesimen kemudian ditempatkan di atas bantalan tersebut sehingga garis tengah pada ujung spesimen tegak lurus dan sejajar dengan titik tengah bantalan kayu lapis. Bantalan kayu lapis kedua diletakkan memanjang di atas silinder dengan posisi tengahnya tepat bersilangan dengan garis tengah yang ada pada ujung silinder.
4. Penataan posisi menggunakan alat bantu jig dilakukan dengan meletakkan lapisan penyebar beban, silinder uji, dan batang penyebar beban tambahan sesuai dengan peralatan bantu seperti yang terlihat pada gambar 3. Titik tengah peralatan penyebar beban tambahan dan titik tengah spesimen harus sejajar dan tepat berada di bawah titik tengah blok penyebar beban bagian atas saat pengujian.
5. Beban diberikan secara terus-menerus tanpa adanya hentakan, dengan laju tegangan tarik belah yang konstan antara 0,7 MPa/menit hingga 1,4 MPa/menit (100 psi/menit hingga 200 psi/menit) sampai spesimen mengalami kerusakan. Catat beban maksimum yang ditampilkan oleh mesin uji serta jenis keruntuhan dan kondisi permukaan penampang beton yang terlihat.

Cara melakukan pembebanan yaitu benda uji berbentuk silinder 150 x 300 mm diletakkan mendatar sejajar dan diberi batang perata agar benda uji stabil dengan penekan dari mesin uji tekan. Pada angka yang muncul dari mesin penekan, masih dalam satuan N (newton). Maka dari itu perlu digunakan rumus tambahan, yaitu :

$$T = \frac{2P_{max}}{\pi LD}$$

T = kuat tarik belah (Mpa)

P_{max} = beban maksimum yang tercapai (N)

L = rata – rata tinggi silinder benda uji (mm)

D = rata – rata diameter benda uji (mm)