

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian mengenai pengaruh penambahan *polycarboxylate* dan *naphthalene* sudah banyak dilakukan oleh akademisi sebelumnya, hal tersebut memberikan banyak referensi bagi penelitian yang akan dilakukan. Tugas akhir ini mengacu pada perencanaan dan penelitian sejenis yang pernah dilakukan sebelumnya. Megasari, S.W. dan Winayati (2017) melakukan penelitian mengenai Analisis Pengaruh Penambahan *Sikament NN* Terhadap Karakteristik Beton.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi persentase bahan tambah *Sikament NN* terhadap karakteristik kuat tekan beton. Benda uji yang digunakan berbentuk silinder dengan ukuran tinggi 300 mm dan diameter 150 mm. Pelaksanaan penelitian dilakukan di Laboratorium Teknologi Bahan Universitas Lancang Kuning. Persentase penambahan *Sikament NN* sebesar 0%; 0,3%; 0,8%; 1,3%; 1,8% dan 2,3%. Pengujian kuat desak beton dilaksanakan pada umur 28 hari. Dari Hasil pengujian didapat bahwa kuat desak beton variasi yang terendah adalah benda uji yang menggunakan bahan tambah sebesar 0,3% yaitu 22,98 MPa dan kuat desak beton tertinggi adalah benda uji yang menggunakan bahan tambah sebesar 1,8% yaitu 38,65 MPa.

Pengujian Statistik dengan menggunakan analisis varian (*Analysis of Variance- ANOVA*) menyatakan bahwa terdapat interaksi atau perlakuan yang sangat nyata antara kuat tekan beton dengan penambahan *Sikament NN*. Sehingga dapat disimpulkan bahwa penambahan *Sikament NN* berpengaruh terhadap peningkatan karakteristik kuat tekan beton.

Yonnes, F, Warman, H, dan Khadavi (2016) melakukan penelitian tentang Pengaruh Pemakaian *Superplasticizer (Sika Viscocrete 1003)* Dalam Rancangan Beton Mutu Tinggi yang bertujuan mengetahui pengaruh persentase penambahan *Sika Viscocrete 1003* terhadap kuat tekan beton.

Perencanaan campuran beton berpedoman pada SNI 03- 2834-2000. Benda uji yang digunakan pada penelitian ini adalah beton berbentuk silinder berdiameter 150 mm dan tinggi 300 mm. Pengujian kuat tekan beton

dilakukan pada umur 7, 14 dan 28 hari. Pelaksanaan penelitian dilakukan di Laboratorium Teknologi Bahan Universitas Bung Hatta. Persentase penambahan *Sika Viscocrete 1003* sebesar 0,2%; 0,4% dan 0,6% dari berat semen. Hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa kuat desak beton variasi yang terendah adalah benda uji yang menggunakan bahan tambah sebesar 0% yaitu 42 MPa dan kuat desak beton tertinggi adalah benda uji yang menggunakan bahan tambah sebesar 0.6% yaitu 51.96 MPa pada umur beton 28 hari.

Dengan demikian dari hasil penelitian ini didapat bahwa semakin besar kadar pemakaian *Sika Viscocrete 1003* maka akan semakin tinggi nilai kuat desak beton yang dihasilkan, begitupun dengan nilai slump yang dihasilkan akan semakin besar.

2.1 BETON

Beton merupakan hasil pencampuran semen, air, dan agregat. Terkadang ditambah menggunakan bahan tambah dengan perbandingan tertentu, mulai dari bahan kimia tambahan, fiber, sampai bahan buangan non kimia. Sifat-sifat beton pada umumnya dipengaruhi oleh kualitas bahan, cara pengerjaan dan cara perawatannya, Tjokrodimuljo (1996).

Definisi beton adalah campuran antara semen *portland* atau semen hidrolis yang lain, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk masa padat. SNI 2847:2019.

Menurut Mulyono (2004), penggunaan beton dalam konstruksi bangunan mempunyai beberapa kelebihan dan kelemahan, antara lain:

A. Kelebihan

1. Dapat dengan mudah dibentuk sesuai kebutuhan konstruksi
2. Mampu memikul beban yang berat, karena memiliki kuat tekan yang tinggi
3. Tahan terhadap temperatur tinggi
4. Biaya pemeliharaan yang kecil.

B. Kekurangan

1. Bentuk yang dibuat sulit untuk diubah
2. Kuat tarik rendah
3. Sangat getas
4. Pelaksanaan pekerjaan membutuhkan ketelitian yang tinggi
5. Berat
6. Daya pantul suara yang besar.

Dalam pengerjaan beton ada 3 sifat yang harus diperhatikan yaitu:

1. Kemudahan pengerjaan dapat dilihat dari slump yang identik dengan tingkat keplastisan beton. Semakin plastis beton, semakin mudah pengerjaannya. Unsur – unsur yang mempengaruhinya antara lain:
 - a. Jumlah air pencampur semakin banyak air, semakin mudah dikerjakan.
 - b. Kandungan semen, jika FAS tetap, semakin banyak semen berarti semakin banyak kebutuhan air sehingga keplastisannya semakin tinggi
 - c. Gradasi campuran pasir – kerikil, jika memenuhi syarat dan sesuai dengan standar, akan lebih mudah dikerjakan.
 - d. Bentuk butiran agregat kasar Agregat berbentuk bulat (guli) lebih mudah dikerjakan
 - e. Butir maksimum
 - f. Cara pemadatan dan alat pemadatan
2. Pemisahan kerikil (*Segregation*)

Kecenderungan butir – butir kasar untuk lepas dari campuran beton dinamakan segregasi. Hal ini akan menyebabkan sarang kerikil yang pada akhirnya akan menyebabkan keropos pada beton. Segregasi ini disebabkan oleh beberapa hal. Pertama, campuran kurus atau kurang semen. Kedua, terlalu banyak air. Ketiga, besar ukuran agregat maksimum lebih dari 40 mm. keempat, semakin besar permukaan butir agregat, semakin mudah terjadi segregasi

Kecenderungan terjadinya segregasi ini dapat dicegah jika:

- a. Tinggi jatuh diperpendek

- b. Penggunaan air sesuai dengan syarat
- c. Cukup ruangan antara batang tulangan dengan acuan
- d. Ukuran agregat sesuai dengan syarat
- e. Pematatan baik

3. *Bleeding* (Pemisahan air)

Kecenderungan air untuk naik kepermukaan pada beton yang baru dipadatkan dinamakan *bleeding*. Air yang naik ini membawa semen dan butir – butir halus pasir, yang pada saat beton mengeras nantinya akan membentuk selaput (*laitance*). *Bleeding* ini dipengaruhi oleh:

- a. Susunan butir agregat, jika komposisinya sesuai, kemungkinan untuk terjadinya *bleeding* kecil
- b. Banyaknya air, semakin banyak air berarti semakin besar pula kemungkinan terjadinya *bleeding*
- c. Kecepatan hidrasi, semakin cepat beton mengeras, semakin kecil kemungkinan terjadinya *bleeding*
- d. Proses pematatan, pematatan yang berlebihan akan menyebabkan terjadinya *bleeding*

Bleeding ini dapat dikurangi dengan cara:

1. Memberi lebih banyak semen
2. Menggunakan air sedikit mungkin
3. Memasukan sedikit udara dalam adukan untuk beton khusus.

2.2 MATERIAL PENYUSUN BETON

2.2.1 Semen *Portland*

Semen *portland* adalah semen hidraulis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang terutama terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidraulis dengan gips sebagai bahan tambahan. Unsur utama yang terkandung dalam semen dapat digolongkan ke dalam empat bagian yaitu: trikalsium silikat (C₃S), dikalsium silikat (C₂S), trikalsium aluminat (C₃A) dan tetrakalsium *aluminoforit* (C₄AF), selain itu pada semen juga terdapat unsur-unsur lainnya dalam jumlah kecil, misalnya: MgO, TiO₂, Mn₂O₃, K₂O dan Na₂O. Soda atau potasium (Na₂O dan K₂O) merupakan

komponen minor dari unsur-unsur penyusun semen yang harus diperhatikan, karena keduanya merupakan alkalis yang dapat bereaksi dengan silika aktif dalam agregat sehingga menimbulkan disintegrasi beton (Neville dan Brooks, 1987). Unsur C₃S dan C₂S merupakan bagian terbesar (70% - 80%) dan paling dominan dalam memberikan sifat semen (Tjokrodimuljo, 1996)

Proses pembuatan semen *Portland* dilaksanakan melalui beberapa tahapan yaitu;

- a. Penambangan di (*quarry*)
- b. Pemecahan di (*crushing plant*)
- c. Penggilingan (*blending*)
- d. Pencampuran bahan – bahan
- e. Pembakaran (*ciln*)
- f. Penggilingan kembali hasil pembakaran
- g. Penambahan bahan tambah (*gypsum*)
- h. Pengikatan (*packing plant*)

Proses pembuatan semen *Portland* dapat dibedakan menjadi 2, yaitu:

- a. Proses Basah

Pada proses basah, sebelum dibakar bahan dicampur dengan air (*slurry*) dan digiling hingga berupa bubur halus. Proses basah umumnya dilakukan jika yang diolah merupakan bahan – bahan lunak seperti kapur dan lempung. Bubur halus yang dihasilkan selanjutnya dimasukkan dalam sebuah pengering (*oven*) berbentuk silinder yang dipasang miring (*ciln*). Suhu *ciln* ini sedikit dinaikkan dan diputar dengan kecepatan tertentu. Bahan akan mengalami perubahan sedikit demi sedikit akibat naiknya suhu dan akibat terjadinya sliding didalam *ciln*. Pada suhu 100° C air mulai menguap dan pada suhu 850° C karbondioksida dilepaskan. Pada suhu 1400° C, berlangsung permulaan perpaduan didaerah pembakaran, dimana akan terbentuk klinker yang terdiri dari senyawa kalsium silikat dan kalsium aluminat. Klinker tersebut selanjutnya didinginkan, kemudian dihaluskan menjadi butir halus dan ditambah dengan bahan *gypsum* sekitar 1% - 5%.

b. Proses Kering

Proses kering biasanya digunakan untuk jenis batuan yang lebih keras misalnya untuk batu kapur jenis shale. Pada proses ini bahan dicampur dan digiling dalam keadaan kering menjadi bubuk kasar. Selanjutnya bahan tersebut dimasukkan kedalam *mill* dan proses selanjutnya sama dengan proses basah.

Berdasarkan SNI 15-2049-2004 Semen hidrolis yang mengandung suatu tambahan udara dalam jumlah tertentu yang menyebabkan udara terkandung didalam mortar didalam batasan yang dispesifikasikan pada saat diukur dengan suatu metode. Perubahan komposisi kimia semen yang dilakukan dengan cara mengubah persentase 4 komponen utama semen dapat menghasilkan beberapa jenis semen sesuai dengan tujuan pemakaiannya yaitu:

1. Jenis I, yaitu semen *Portland* untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus
2. Jenis II, yaitu semen *Portland* yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang. Semen type II memiliki kadar C3A tidak lebih dari 8% dan digunakan untuk konstruksi bangunan dan beton yang terus-menerus berhubungan dengan air kotor atau air tanah atau untuk pondasi yang tertanam didalam tanah yang mengandung air agresif (Garam-garam dan Sulfat) dan saluran air buangan
3. Jenis III, yaitu semen *Portland* yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan kekuatan awal yang tinggi setelah pengikatan terjadi. Semen type ini memiliki kadar C3A serta C3S yang tinggi dan butirannya digiling sangat halus, sehingga cepat mengalami proses hidrasi. Semen jenis ini dipergunakan pada daerah yang memiliki temperature rendah terutama pada daerah yang memiliki musim dingin.
4. Jenis IV, yaitu semen *Portland* yang dalam penggunaannya menuntut panas hidrasi yang rendah. Semen jenis ini memiliki panas hidrasi yang rendah, kadar C3S nya dibatasi maksimum sekitar 35% dan kadar

C3A- nya maksimum 5% digunakan untuk pekerjaan bending (bendungan), pondasi berukuran besar dan pekerjaan besar lainnya.

5. Jenis V, yaitu semen *Portland* yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan tinggi terhadap sulfat. Semen tipe ini digunakan untuk bangunan yang berhubungan dengan air laut, air buangan industri, bangunan yang terkena pengaruh gas atau uap kimia yang agresif serta untuk bangunan yang berhubungan dengan air tanah yang mengandung sulfat dalam prosentase yang tinggi.

2.2.2 Air

Menurut Tjokrodinuljo, 1996 air merupakan bahan penyusun beton yang diperlukan untuk bereaksi dengan semen, yang juga berfungsi sebagai pelumas antara butiran-butiran agregat agar dapat dikerjakan dan dipadatkan. Proses hidrasi dalam beton segar membutuhkan air kurang lebih 25% dari berat semen yang digunakan, tetapi dalam kenyataan jika nilai faktor air semen kurang dari 35% beton segar menjadi tidak dapat dikerjakan dengan sempurna sehingga setelah mengeras beton yang dihasilkan menjadi keropos dan memiliki kekuatan yang rendah. Kelebihan air dalam proses hidrasi diperlukan untuk syarat-syarat kekentalan (*consistency*) agar dapat dicapai tingkat kemudahan campuran beton untuk diaduk, diangkut, dituang, dan dipadatkan (*workability*) yang baik. Kelebihan air ini selanjutnya akan menguap atau tertinggal di dalam beton sehingga menimbulkan pori-pori (*capillary pores*) di dalam beton yang sudah mengeras.

Hal-hal yang perlu diperhatikan pada air yang akan digunakan sebagai bahan pencampur beton meliputi:

1. Memiliki kandungan lumpur maksimum 2 gram/liter
2. Memiliki kandungan garam yang dapat merusak beton (asam, zat organik, dll) maksimum 15 gram/liter
3. Memiliki kandungan klorida (Cl) maksimum 0,5 gram/liter
4. Memiliki kandungan senyawa sulfat maksimum 1 gram/liter.

2.2.3 Agregat

Agregat adalah butiran mineral yang merupakan hasil disintegrasi alami batu - batuan atau juga hasil mesin pemecah batu dengan memecah batu alami. Agregat berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar atau beton. Kandungan agregat dalam beton kira-kira mencapai 70% dari volume beton. Agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat mortar atau beton, sehingga pemilihan agregat merupakan suatu bagian penting dalam pembuatan mortar atau beton (Tjokrodinuljo, 1996). Faktor lain yang perlu diperhatikan adalah gradasi atau distribusi ukuran butir agregat, karena bila butir-butir agregat mempunyai ukuran yang seragam akan menghasilkan volume pori yang besar tetapi bila ukuran butir-butirnya bervariasi maka volume pori menjadi kecil. Hal ini disebabkan butir yang lebih kecil akan mengisi pori di antara butiran yang lebih besar. Agregat sebagai bahan penyusun beton diinginkan mempunyai kesempatan yang tinggi, sehingga volume pori dan bahan pengikat yang dibutuhkan lebih sedikit.

Ukuran agregat dalam prakteknya secara umum digolongkan ke dalam 3 kelompok yaitu:

1. Batu, jika ukuran butiran lebih dari 40 mm,
2. Kerikil, jika ukuran butiran antara 5 mm sampai 40 mm,
3. Kasir, jika ukuran butiran antara 0,15 mm sampai 5 mm.

Butiran yang lebih kecil dari 0,15 mm dinamakan *silt* atau lanau (Tjokrodinuljo, 1996).

1. Agregat Kasar

Adalah kerikil sebagai hasil disintegrasi alami dari batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir antara 5 mm sampai 40 mm (SNI 2847:2019). Agregat kasar ini harus bersih dari bahan-bahan organik dan harus mempunyai ikatan yang baik. Syarat mutu agregat kasar menurut ASTM C 33 adalah seperti tercantum di bawah ini:

- a. Tidak boleh reaktif terhadap alkali jika dipakai untuk beton basah

dengan lembab atau berhubungan dengan bahan yang reaktif terhadap alkali semen, dimana penggunaan semen yang mengandung, natrium oksida tidak lebih dari 0,6 %.

- b. Susunan gradasi harus memenuhi syarat
- c. Kadar bahan atau partikel yang berpengaruh buruk pada beton
- d. Sifat fisika, Sifat fisika mencakup kekerasan butiran diuji dengan mesin Los Angeles.

2. Agregat Halus

Agregat halus adalah agregat dengan besar butir maksimum 4,76 mm berasal dari alam atau hasil olahan yang digunakan sebagai bahan pengisi, penahan penyusutan, dan penambah kekuatan (SNI 03-6820-2002). Agregat halus yang digunakan harus memenuhi persyaratan karena sangat berpengaruh pada kualitas beton yang dihasilkan. Agregat halus dalam beton merupakan pasir alam sebagai salah satu agregat yang lolos dari ayakan no.4 (lebih kecil dari 3/16 inchi) dimana besar butirannya berkisar antara 0,15 sampai 5 mm. Pasir dibedakan menjadi 3 yaitu:

- a. Pasir galian yang diperoleh dari permukaan tanah
- b. Pasir sungai yang diambil dari sungai
- c. Pasir laut yang diperoleh dari pantai.

Ukuran agregat mempunyai pengaruh yang penting terhadap jumlah semen dan air yang diperlukan untuk membuat satu-satuan beton

2.2.4 Bahan Tambahan

Bahan tambah yaitu bahan selain unsur pokok pada beton (air, semen dan agregat). yang ditambahkan pada adukan beton, baik sebelum, segera atau selama pengadukan beton dengan tujuan mengubah satu atau lebih sifat-sifat beton sewaktu masih dalam keadaan segar atau setelah mengeras. Fungsi-fungsi bahan tambah antara lain: mempercepat pengerasan, menambah kelecakan (*workability*) beton segar, menambah kuat tekan beton, meningkatkan daktilitas atau mengurangi sifat getas beton, mengurangi retak-retak pengerasan dan sebagainya. Bahan tambah diberikan dalam jumlah yang relatif sedikit dengan pengawasan yang ketat agar tidak

berlebihan yang berakibat memperburuk sifat beton (Tjokodimuljo, 1996). Bahan tambah menurut maksud penggunaannya dibagi menjadi dua golongan yaitu *admixtures* dan *additive*. *Admixtures* ialah semua bahan penyusun beton selain air, semen hidrolik dan agregat yang ditambahkan sebelum, segera atau selama proses pencampuran adukan di dalam *batching*, untuk merubah sifat beton baik dalam keadaan segar atau setelah mengeras. Definisi *additive* lebih mengarah pada semua bahan yang ditambahkan dan digiling bersamaan pada saat proses produksi semen. Menurut Tjokodimuljo (1996), bahan tambah dapat dibedakan menjadi 3 golongan seperti tercantum di bawah ini.

1. *Chemical Admixtures* merupakan bahan tambah bersifat kimiawi yang dicampurkan pada adukan beton dengan maksud agar diperoleh sifat-sifat yang berbeda pada beton dalam keadaan segar maupun setelah mengeras, misalnya sifat pengerjaannya yang lebih mudah dan waktu pengikatan yang lebih lambat atau lebih cepat. *Superplasticizer* merupakan salah satu jenis *chemical admixture* yang sering ditambahkan pada beton segar. Pada dasarnya penambahan *superplasticizer* dimaksudkan untuk meningkatkan kelecakan, mengurangi jumlah air yang diperlukan dalam pencampuran (faktor air semen), mengurangi *slump loss*, mencegah timbulnya *bleeding* dan segregasi, menambah kadar udara (*air content*) serta memperlambat waktu pengikatan (*setting time*).
2. Pozolan (*pozzolan*) merupakan bahan tambah yang berasal dari alam atau buatan yang sebagian besar terdiri dari unsur-unsur silikat dan aluminat yang reaktif. Pozolan sendiri tidak mempunyai sifat semen, tetapi dalam keadaan halus bereaksi dengan kapur bebas dan air menjadi suatu massa padat yang tidak larut dalam air. Pozolan dapat ditambahkan pada campuran adukan beton atau mortar (sampai batas tertentu dapat menggantikan semen), untuk memperbaiki kelecakan (*workability*), membuat beton menjadi lebih kedap air (mengurangi permeabilitas) dan menambah ketahanan beton atau mortar terhadap serangan bahan kimia yang bersifat agresif. Penambahan pozolan juga dapat meningkatkan

kuat tekan beton karena adanya reaksi pengikatan kapur bebas (Ca(OH)_2) oleh silikat atau aluminat menjadi *tobermorite* ($3\text{CaO}\cdot 2\text{SiO}_2\cdot 3\text{H}_2\text{O}$). Pozolan yang saat ini telah banyak diteliti dan digunakan antara lain *silica fume* (SF), *fly ash* (FA), *Ground Granulated Blast Furnace Slag* (GGBS), tras alam dan abu sekam padi (*Rice Husk Ash*).

3. Serat (*fibre*) merupakan bahan tambah yang berupa serat gelas/kaca, plastik, baja atau serat tumbuh-tumbuhan (rami, ijuk). Penambahan serat ini dimaksudkan untuk meningkatkan kuat tarik, menambah ketahanan terhadap retak, meningkatkan daktilitas dan ketahanan beton terhadap beban kejut (*impact load*) sehingga dapat meningkatkan keawetan/*durabilitas* beton, misalnya pada perkerasan jalan raya atau lapangan udara, *spillway* serta pada bagian struktur beton yang tipis untuk mencegah timbulnya keretakan

2.3 KUAT TEKAN BETON

Kuat tekan adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Kuat tekan beton mendefinisikan mutu dari sebuah struktur. Semakin tinggi kekuatan struktur dikehendaki, semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan (Mulyono, 2004). Uji kekuatan tekan adalah hasil rata-rata pengujian setidaknya dua silinder berukuran 150 mm x 300 mm atau tiga silinder berukuran 100 mm x 200 mm yang terbuat dari beton dengan sampel yang sama dan berusia 28 hari, atau usia pengujian saat beton mencapai mutu beton ($f'c$) SNI 2847:2019.

Kuat tekan beton merupakan parameter utama yang harus diketahui dan dapat memberikan gambaran tentang hampir semua sifat-sifat mekanisnya yang lain dari beton tersebut. Hal ini dikarenakan karakteristik utama beton adalah sangat kuat dalam menahan gaya tekan, tetapi sangat lemah dalam menerima gaya tarik. Kuat tarik beton hanya berkisar antara 10% sampai 15% dari kuat tekan beton. Dalam perencanaan struktur beton bertulang, beton diasumsikan hanya berperan dalam menahan gaya tekan dan sama sekali tidak memberikan kontribusi dalam menahan gaya tarik.

Kekuatan tekan beton dipengaruhi oleh kekuatan komponen- komponennya yaitu;

1. Pasta semen,
2. Volume rongga,
3. Agregat, dan
4. Interface (hubungan antar muka) antara pasta semen dengan agregat.

Dalam pelaksanaannya di lapangan, faktor-faktor yang mempengaruhi kekuatan beton adalah:

1. Nilai faktor air semen. Untuk memperoleh beton yang mudah dikerjakan, diperlukan faktor air semen minimal 0,35. Jika terlalu banyak air yang digunakan, maka akan berakibat kualitas beton menjadi buruk. Jika nilai faktor air semen lebih dari 0,60, maka akan berakibat kualitas beton yang dihasilkan menjadi kurang baik.
2. Rasio agregat-semen. Pasta semen berfungsi sebagai perekat butir-butir agregat, sehingga semakin besar rasio agregat-semen semakin buruk kualitas beton yang dihasilkan, karena kuantitas pasta semen yang menyelimuti agregat menjadi berkurang.
3. Derajat kepadatan. Semakin baik cara pemadatan beton segar, semakin baik pula kualitas yang dihasilkan. Pemadatan di lapangan biasa dilakukan dengan potongan besi tulangan $\varnothing 16$ yang ditumpulkan, atau dengan alat bantu vibrator.
4. Umur beton. Semakin bertambah umur beton, semakin meningkat pula kuat tekan beton. Pada umumnya, pelaksanaan di lapangan, bekisting dapat dilepas setelah berumur 14 hari, dan dianggap mencapai kuat tekan 100% pada umur 28 hari.
5. Cara perawatan. Beton dirawat di laboratorium dengan cara perendaman, sedangkan di lapangan dilakukan dengan cara perawatan lembab (menutup beton dengan karung basah) selama 7-14 hari.
6. Jenis semen. Semen tipe I cenderung bereaksi lebih cepat dari pada PPC. Semen tipe I akan mencapai kekuatan 100% pada umur 28 hari, sedangkan PPC diasumsikan mencapai kekuatan 100% pada umur 90 hari.

7. Jumlah semen. Semakin banyak jumlah semen yang digunakan, semakin baik kualitas beton yang dihasilkan, karena pasta semen yang berfungsi sebagai matriks pengikat jumlahnya cukup untuk menyelimuti luasan permukaan agregat yang digunakan.

Prosedur pengujian kuat tekan beton di Indonesia dapat dilakukan dengan mengacu SNI: 03-1974-1990. Faktor-faktor yang mempengaruhi hasil uji kuat tekan beton, meliputi:

1. Kondisi ujung benda uji,
2. Ukuran benda uji,
3. Rasio diameter benda uji terhadap ukuran maksimum agregat,
4. Rasio panjang terhadap diameter benda uji,
5. Kondisi kelembaban,
6. Suhu benda uji,
7. Arah pembebanan terhadap arah pengecoran,
8. Laju penambahan beban pada compression testing machine, dan
9. Bentuk geometri benda uji.

2.4 TATA CARA PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON MENURUT SNI 03-1974-1990

Kuat tekan beton adalah besarnya beban persatuan luas yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh alat uji tekan. Peralatan yang diperlukan dalam pelaksanaan uji kuat tekan beton menurut SNI 03-1974-1990, terdiri dari:

Cetakan silinder dengan diameter 152 mm dan tinggi 305 mm,

1. Tongkat pemadat terbuat dari baja yang bersih dan bebas karat, berdiameter 16 mm, panjang 600 mm, dan ujungnya dibulatkan,
2. Mesin pengaduk (*mixer*),
3. Timbangan,
4. Mesin uji tekan (*compression testing machine*),
5. Sendok cekung,
6. Sarung tangan.

Untuk keperluan uji kuat tekan beton, perlu dipersiapkan adukan beton dengan volume 10% lebih banyak daripada volume yang dibutuhkan.

Pengadukan campuran beton dapat dilakukan dengan mesin (*mixer*) ataupun secara manual dengan tangan. Perlu dicatat bahwa pengadukan dengan tangan akan menyebabkan hasil pekerjaan kurang baik. Menurut SNI 03-2493-1991, pengadukan secara manual hanya diperbolehkan maksimal 7 liter adukan setiap kali dilakukan pengadukan

Untuk membuat benda uji kuat tekan beton harus diikuti beberapa tahapan perlakuan beton segar sebagai berikut:

1. Mengisi cetakan dengan adukan beton dalam 3 lapis, yang setiap lapisnya dipadatkan dengan 25 kali tusukan secara merata.
2. Meratakan permukaan beton.
3. Menutup permukaan benda uji dengan bahan kedap air dan biarkan selama 24 jam.
4. Membuka cetakan dan keluarkan benda uji.
5. Merendam dalam bak perendam berisi air pada temperatur $\pm 25^{\circ}\text{C}$

Pada tahapan persiapan pengujian, benda uji harus diperlakukan sebagai berikut:

1. Mengambil benda uji dari bak perendam.
2. Membersihkan kotoran yang menempel dengan kain basah.
3. Menentukan berat dan ukuran benda uji.
4. Melapisi permukaan atas dan bawah benda uji dengan mortar belerang (capping) dengan cara sebagai berikut;
 - a. Melelehkan mortar belerang di dalam pot peleleh yang dinding dalamnya telah dilapisi tipis dengan lemak,
 - b. Meletakkan benda uji tegak lurus pada cetakan,
 - c. Angkat benda uji dari cetakan lalu angin-anginkan
 - d. Benda uji siap diperiksa.

Setelah benda uji siap, prosedur pengujian dapat mulai dilaksanakan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Meletakkan benda uji pada mesin tekan secara sentris.
2. Menjalankan mesin tekan dengan penambahan beban antara 2 sampai 4 kg/cm² per-detik.
3. Melakukan pembebanan sampai benda uji menjadi hancur.

4. Mencatat beban maksimum yang terjadi selama pemeriksaan benda uji.
5. Menggambar/mendokumentasikan bentuk kerusakan benda uji.
6. Mencatat keadaan benda uji.
7. Menghitung kuat tekan beton, yaitu besarnya beban persatuan luas.

2.5 SUPERPLASTICIZER

Superplasticizer merupakan salah satu bahan tambahan beton (*admixture*) dalam solusi mewujudkan beton dengan *workability* yang tinggi. Penggunaan *superplasticizer* mulai dikembangkan di Jepang dan Jerman pada tahun 1960-an dan menyusul kemudian di Amerika Serikat pada 1970-an. Efek *superplasticizer* pada beton segar yang dimanfaatkan adalah kemampuannya untuk:

1. Meningkatkan *slump* dan *workability* (*slump* hingga 23 cm)
2. Mengurangi pemakaian air
3. Mengurangi pemakaian semen

Secara umum tujuan yang ingin dicapai dengan penggunaan *superplasticizer* adalah untuk

1. Mencapai posisi pengecoran yang sulit melakukan pemadatan dengan vibrator - karena dapat menghasilkan beton segar yang dapat mengalir dengan lebih baik dengan *slump* hingga 23 cm
2. Menghasilkan beton mutu tinggi, dengan mengurangi air sehingga faktor air semen yang merupakan faktor utama penentu mutu beton dapat diminimalkan sekecil mungkin, sehingga hanya air yang diperlukan untuk reaksi hidrasi semen saja yang digunakan
3. Menghasilkan beton dengan permeabilitas yang lebih rendah (lebih kedap air), dengan pengurangan pemakaian air dan kemampuan menyebarkan partikel semen dalam adukan beton segar, dapat menghasilkan kepadatan beton yang lebih baik sehingga lebih kedap air
4. Menghasilkan beton yang setara mutunya dengan faktor air semen yang lebih kecil, sehingga pemakaian semen menjadi lebih sedikit - namun pemakaian untuk tujuan ini tidak terlalu sering digunakan, karena jumlah semen minimum yang disyaratkan untuk beton tertentu harus dipenuhi.

Kemampuan *superplasticizer* untuk meningkatkan *slump* beton segar tergantung pada:

1. Jenis, takaran dan waktu penambahan *superplasticizer*
2. Faktor air semen dan jumlah semen yang digunakan dalam adukan beton segar.

Takaran penggunaan *superplasticizer* harus mengikuti rekomendasi dari produsen, yang dapat dilihat pada brosur teknis atau panduan pemakaian - secara umum penggunaannya pada beton normal adalah 1-3 liter per m³ beton segar untuk tujuan meningkatkan workability (dapat dicampurkan di lokasi proyek sebelum penuangan beton segar). Penggunaan untuk mengurangi pemakaian air dapat dilakukan dengan takaran 5-20 liter per m³ beton segar namun hal ini harus dilakukan di batching plant dengan pengawasan engineer sehubungan dengan penggabungannya dengan bahan tambah yang bersifat retarding, yang tujuan utamanya adalah menghasilkan beton mutu tinggi dengan pemakaian semen yang tetap (<https://lauwtjunji.weebly.com/superplasticizer.html>)

. Jenis *superplasticizer* yang dipakai dalam penelitian ini adalah *Sulphonate Naphthapthalene Formaldehyde Condansates (Naphthaalene)* dengan merek *Mighty* yang di produksi oleh PT KAO dan *Polycarboxylate Ethers* dengan merek *Tamcem 60RA (Polycarboxylate)* yang diproduksi oleh PT. NORMET INDONESIA