

BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Pada penelitian ini, dilakukan perbandingan pengaruh lubang terhadap model kolom kubus dan model kolom kubus tanpa lubang. Beberapa penelitian sebelumnya juga telah membahas tentang pengaruh rongga (lubang) pada kolom, di antaranya:

1. Menurut (Zein, 2017) Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi ukuran lubang dalam arah memanjang kolom terhadap kekuatan kolom yang diuji di Laboratorium. Dalam penelitian ini, kolom dibuat bentuk silinder standar benda uji, dan lubang dalam silinder bervariasi ukuran diameternya.
2. Menurut (Safrin Zuraidah, 2013) Dalam penelitian ini yang diamati adalah pengaruh rongga pada beton silinder 15 cm x 30 cm. dengan beban aksial tekan yang mampu dipikul oleh beton dengan variasi rongga, 0%, 2,2%(1/2"), 3%(3/4"), 4,5%(1"), 9%(1 1/4") dari luas penampang pada umur 28 hari. Dari hasil penelitian didapat, adanya lubang 0% - 9 % dari luas penampang benda uji, kuat tekan beton mengalami penurunan secara signifikan. Pada rongga 2,2% kekuatan beton 328,23 kg/cm² (menurun 16,76%), pada rongga 3% kekuatan beton 313,20 kg/cm² (menurun 20,57%), pada rongga 4,5% kekuatan beton 279,19 kg/cm² (menurun 29,19%), sedangkan pada rongga 9% kekuatan beton 224,53 kg/cm² (menurun 43,05%) dibandingkan dengan yang tanpa rongga (0%). Hasil penelitian ini menguatkan pernyataan yang ada di SNI 03 – 2847 – 2002 yang menyatakan, bahwa saluran dan pipa, bersama kaitnya, yang ditanam pada kolom tidak boleh menempati lebih dari 4 % luas penampang yang diperlukan untuk kekuatan atau untuk perlindungan terhadap kebakaran. Sehingga apabila lebih besar dari 4 % maka pengaruh rongga perlu diperhitungkan terhadap kekuatannya yang akan menyebabkan penurunan kekuatan dari kolom tersebut. Dalam hal ini mutu beton yang direncanakan adalah 30 MPa.

3. Menurut (Atmadja, 2021). Penelitian dilakukan untuk mengetahui pengaruh rongga yang terbentuk dari pipa PVC yang telah dimodifikasi pada pelat beton bertulang terhadap kuat lentur, kuat geser, lendutan, kekakuan dan pola retaknya. Tiga benda uji terdiri dari pelat pejal dengan tebal 14 cm dan pelat berongga dengan tebal masing-masing 14 cm dan 15,9 cm. Semua pelat dibuat dengan ukuran skala penuh (275 cm x 180 cm) dengan sistem dua arah. Metode pembebanan adalah pembebanan merata yang dinaikkan secara bertahap hingga mencapai kapasitasnya.

Dari tinjauan Pustaka di atas, dapat disimpulkan bahwa pengaruh pipa PVC pada kolom beton dapat mempengaruhi kuat tekan kolom, berat struktur kolom, biaya pembuatan kolom, dan yang paling penting adalah keamanan pada kolom itu sendiri. Sehingga penelitian pada kolom beton kubus dengan pipa PVC didalamnya masih sangat terbatas. Oleh karena itu penulis berharap bahwa penelitian ini dapat melengkapi penelitian sebelumnya serta menambah keilmuan dalam bidang Teknik Sipil sehingga dapat berkontribusi terhadap perkembangan pembangunan di wilayah Indonesia umumnya.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Pasir

Menurut (Badan Standarisasi Nasional, 2002) pasir halus adalah butiran yang berukuran maksimum 5 mm dan minimum berukuran 0,063 mm kandungan pasir dalam campuran beton biasanya sangat tinggi, komposisi pasir tersebut berkisar 60%-70% dari berat campuran beton.

2.2.2 Agregat Kasar

Menurut (Badan Standarisasi Nasional, 2008) agregat kasar adalah agregat yang mempunyai ukuran butir antara No. 4 (4,75 mm) sampai 40 mm (1,5 inch). Ukuran maksimum agregat untuk AC-WC adalah 19 mm.

2.2.3 Semen

Semen Portland menurut (Badan Standarisasi Nasional, 2004) ini adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak semen Portland terutama yang terdiri atas kalsium silikat yang bersifat hidrolis, dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk Kristal senyawa kalsium sulfat dan bisa ditambah dengan bahan tambahan lain. Adapun SNI 7064:2014

menetapkan spesifikasi teknis untuk semen Portland komposit yang digunakan untuk konstruksi umum.

2.2.4 Air

Dalam hal ini, air untuk pembuatan beton minimal memenuhi syarat sebagai air minum yang tawar, tidak berbau, dan tidak mengandung bahan-bahan yang dapat merusak beton, seperti minyak, asam, alkali, garam atau bahan-bahan organik lainnya yang dapat merusak beton atau tulangnya.

2.2.5 Kekuatan Beton

Menurut (Mulyono, T, 2006). Kelas dan mutu beton dibedakan menjadi 3 kelas, yaitu:

- a. Beton kelas I adalah beton untuk pekerjaan non struktural. Untuk pelaksanaannya tidak diperlukan keahlian yang khusus. Pengawasan mutu hanya dibatasi pada pengawasan ringan terhadap mutu bahan-bahan, sedangkan terhadap kekuatan tekan tidak disyaratkan pemeriksaan.
- b. Beton kelas II adalah beton untuk pekerjaan struktural secara umum. Pelaksanaannya memerlukan keahlian yang cukup dan harus dilakukan dibawah pimpinan tenaga ahli. Beton kelas II dibagi dalam mutu-mutu standar K-125, K-175, dan K-225. Pada mutu ini, pengawasan mutu hanya dibatasi pada pengawasan terhadap mutu bahan-bahan, sedangkan terhadap kekuatan tekan tidak disyaratkan pemeriksaan. Pada mutu K-125 dan K-175 dengan keharusan untuk memeriksa kekuatan tekan beton secara kontinu dari hasil-hasil pemeriksaan benda uji.
- c. Beton kelas III adalah beton untuk pekerjaan struktural yang lebih tinggi dari K-225. Pelaksanaannya memerlukan keahlian khusus dan harus dilakukan dibawah tenaga ahli. Disyaratkan adanya pengujian laboratorium beton dengan peralatan yang lengkap serta dilayani oleh tenaga-tenaga ahli yang dapat melakukan pengawasan mutu beton secara berkelanjutan.

Menurut (Tjokrodinuljo, 2007). Beton memiliki beberapa sifat yang dimiliki, dan sering dipergunakan menggunakan acuan sebagai berikut ini:

a. Kekuatan

Beton bersifat getas sehingga mempunyai kuat tekan tinggi namun kuat tariknya rendah. Oleh karena itu kuat tekan beton sangat berpengaruh pada sifat

yang lain.

Tabel 2. 1 Beton menurut kuat tekannya (Tjokrodimuljo , 2007)

Jenis Beton	Kuat Tekan (MPa)
Beton sederhana	< 10
Beton normal	15 – 30
Beton pra tegang	30 – 40
Beton kuat tekan tinggi	40 – 80
Beton kuat tekan sangat tinggi	> 80

b. Berat jenis

Tabel 2.2 menjelaskan mengenai berat jenis beton yang digunakan untuk konstruksi bangunan.

Tabel 2. 2 Berat jenis beton (Tjokrodimuljo , 2007)

Jenis beton	Berat jenis	Pemakaian
Beton sangat ringan	< 1,00	Non struktur
Beton ringan	1,00 – 2,00	Struktur ringan
Beton normal	2,30 – 2,40	Struktur
Beton berat	> 3,00	Perisai sinar X

Untuk pengujian kuat tekan beton, benda uji biasanya menggunakan benda uji silinder berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm, kemudian ditekan dengan beban P sampai runtuh. Namun pada penelitian ini menggunakan beton model kolom berongga dan tidak berongga. Dengan ukuran benda uji 150 x 150 x 450 mm, karena ada beban P, maka terjadi tegangan tekan pada beton sebesar (P) dibagi dengan luas penampang beton (A), sehingga digunakan rumus:

$$F_c' = \frac{P}{A}$$

Dengan:

F_c' = tegangan tekan beton (Mpa)

P = besar tekan (N)

A = luas penampang beton (mm²)

Namun pada penelitian ini luas penampang (A) dikurangi dengan luas lubang, sehingga dirumuskan:

$$F_c' = \frac{P}{A - \text{Luas Lubang}}$$

2.2.6 Kolom

Definisi kolom (Badan Standarisasi Nasional, 2013) adalah komponen struktur dengan rasio tinggi terhadap dimensi lateral terkecil melebihi 3, yang digunakan terutama untuk mampu menumpu beban tekan aksial. Untuk komponen struktur dengan perubahan dimensi lateral, dimensi lateral terkecil adalah rata-rata dimensi atas dan bawah sisi yang lebih kecil.

Kolom dapat dikatakan sebagai komponen struktural vertikal yang dirancang untuk mendukung atau menahan beban tekan aksial yang berasal dari pelat lantai dan balok, kemudian ditransfer ke pondasi.

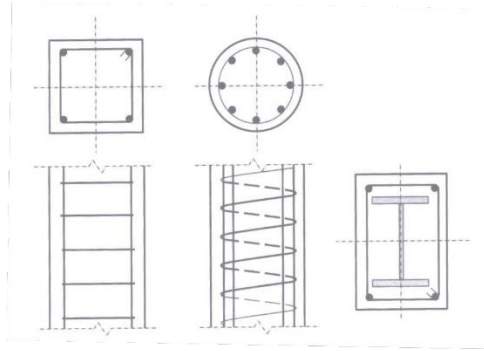
Menurut (Istimawan D., 1999) kolom merupakan bagian dari suatu kerangka bangunan yang menempati posisi terpenting dalam sistem struktur bangunan. Bila terjadi kegagalan pada kolom maka dapat berakibat keruntuhan komponen struktur lain yang berhubungan dengannya, atau bahkan terjadi keruntuhan total pada keseluruhan struktur bangunan.

a) Jenis kolom berdasarkan bentuk dan penulangannya

Kolom dapat diklasifikasikan berdasarkan bentuk dan susunan tulangnya, posisi beban yang bekerja pada penampang, dan panjang kolom yang berkaitan dengan dimensi penampangnya.

Jenis kolom berdasarkan bentuk dan macam penulangannya dapat dibagi menjadi tiga katagori yang diperlihatkan pada gambar 2.1 yaitu:

- a. Kolom segi empat atau bujur sangkar dengan tulangan memanjang dan sengkang
- b. Kolom bundar dengan tulangan memanjang dan sengkang berbentuk spiral
- c. Kolom komposit yaitu gabungan antara beton dan profil baja sebagai pengganti tulangan didalamnya.



Gambar 2. 1 Macam Kolom dan Penulangannya

(Sumber : Buku Perancangan Struktur Beton Bertulang, 2016)

b) Jenis kolom berdasarkan kelangsingannya

Dari Berdasarkan kelangsingannya, kolom terbagi menjadi dua jenis, yaitu sebagai berikut:

- a. Kolom pendek yaitu kolom yang dalam proses merencanakan masalah tekuk tidak menjadi perhatian utama karena pengaruhnya cukup kecil.
- b. Kolom langsing yaitu kolom yang dimana masalah tekuk perlu diperhitungkan dalam merencanakan kolom

c) Jenis kolom berdasarkan bentuknya

Berdasarkan bentuknya kolom dibagi menjadi dua, yaitu :

a. Kolom utama

Kolom utama pada struktur bangunan gedung adalah kolom utama yang memiliki fungsi untuk menyanggah beban aksial utama dan diteruskan ke fondasi. Pada (Badan Standarisasi Nasional, 2013) syarat kolom harus dirancah untuk menahan gaya aksial dari beban terfaktor pada semua lantai atau atap dan momen maksimum dari beban terfaktor pada satu bentang lantai atau atap bersebelahan yang ditinjau. Kondisi pembebanan yang memberikan rasio momen maksimum terhadap beban aksial harus juga ditinjau.

b. Kolom praktis

Kolom praktis adalah kolom yang berada antar dinding untuk membantu fungsi kolom utama. Menurut (Badan Standarisasi Nasional, 1992) kolom praktis yang terbuat dari beton bertulang berukuran 15 cm x

20 cm dengan tulangan utama minimal \varnothing 12 mm, sengkang \varnothing 8 mm dengan jarak 10 cm yang berfungsi sebagai pengaku dinding pasangan.

2.2.7 Pipa PVC

Dikutip dari (Juragan Material, 2022) Pipa PVC adalah pipa yang terbuat dari PVC yang merupakan singkatan dari Polyvinyl Chloride Atau Polivinil Klorida, yang merupakan bahan termoplastik. Pipa PVC sendiri sudah digunakan sejak tahun 1930 untuk instalasi plumbing. Pipa PVC memiliki kelebihan yaitu ringan, fleksibel, tahan api, dan tahan terhadap korosi

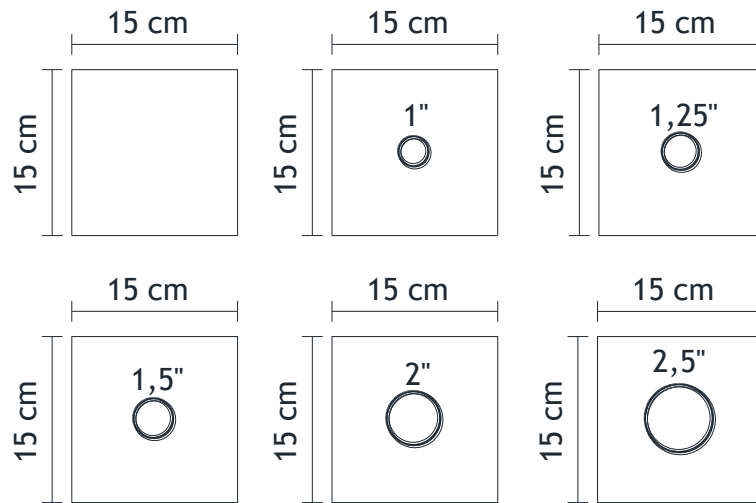
Berdasarkan kelasnya, pipa PVC dibagi menjadi tiga kelas, yaitu AW, D, dan C. Berikut penjelasan masing-masing kelas:

- a. PVC kelas AW (Asbestos Cement): pipa jenis ini memiliki dinding yang tebal dan keras, dan umumnya digunakan untuk aplikasi yang membutuhkan tekanan tinggi. Pipa PVC kelas AW biasanya digunakan pada sistem air bersih atau air minum, serta sistem instalasi gas.
- b. PVC kelas D (Drainage): pipa jenis ini biasanya digunakan untuk aplikasi yang membutuhkan aliran air yang lebih besar, seperti sistem drainase, pembuangan air limbah, dan sebagainya. Pipa PVC kelas D memiliki dinding yang tipis dan ringan, sehingga mudah dipasang dan lebih ekonomis.
- c. PVC kelas C (Conduit): pipa jenis ini digunakan untuk aplikasi yang membutuhkan perlindungan kabel listrik atau saluran kabel. Pipa PVC kelas C memiliki dinding yang lebih tebal dibandingkan dengan pipa PVC kelas D, dan umumnya tersedia dalam ukuran yang lebih kecil.

Dalam penelitian ini pengujian kolom berongga dengan ukuran pipa PVC berukuran 1", 1,25", 1,5", 2 dan 2,5".

Tabel 2. 3 Ukuran pipa yang digunakan

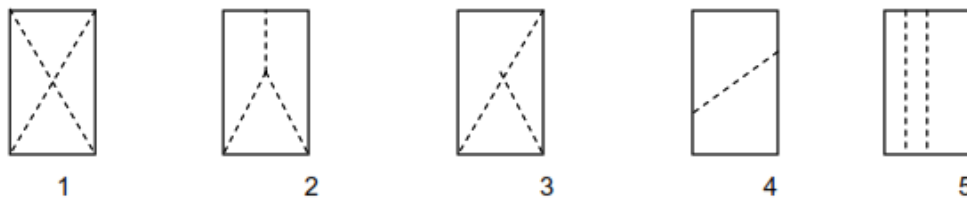
Merk	Diameter		Tebal Dinding (mm)	Panjang (cm)
	inch	mm	AW	
Trilliun Basics	1"	32	2.0	45
	1,25"	42	2.3	45
	1,5"	48	2.3	45
	2"	60	2.3	45
	2,5"	76	2.6	45



Gambar 2. 2 Sketsa Penambahan Pipa Tampak Atas Benda Uji

2.2.8 Analisa Pola Keruntuhan

Menurut (Badan Standarisasi Nasional, 2011)ada berbagai pola keruntuhan pada benda uji yang dihasilkan, ada berbagai macam pola keruntuhan yang dihasilkan oleh kekuatan beton itu sendiri. Pola keruntuhan itu sendiri bisa dilihat pada gambar 2.3 dibawah ini.



Gambar 2. 3 Pola Keruntuhan Sesuai *SNI-1974-2011*

Dari pola keruntuhan pada gambar 2.3 dapat dilihat bahwa pola keruntuhan masing masing sampel berbeda beda sesuai dengan kekuatan beton itu sendiri, sehingga dapat disimpulkan pola keruntuhan diatas adalah sebagai berikut :

a) Pola Keruntuhan Kerucut

Keruntuhan pada pola kerucut ini dapat terjadi ketika material yang ada di sekitar kerucut mengalami kegagalan dan runtuh secara radial yang dimulai dari puncak kerucut ke arah dasar. Pada pola keruntuhan ini, gaya yang bekerja lebih dominan pada tekanan aksial.

b) Pola Keruntuhan Kerucut Dan Belah

Pola keruntuhan kerucut dan belah ini dapat terjadi karena celah atau retakan tersebut dapat melemahkan struktur secara keseluruhan, menyebabkan

keruntuhan pada titik dengan tegangan tinggi. Analisis keruntuhan ini melibatkan evaluasi kekuatan material.

c) Pola Keruntuhan kerucut Dan Geser

Analisis keruntuhan ini dapat terjadi pada perhitungan kekuatan geser material serta perhitungan kestabilan struktur untuk memastikan bahwa kekuatan geser tidak terlampaui.

d) Pola Keruntuhan Geser

Pola keruntuhan ini dapat terjadi jika kekuatan geser struktur tidak mampu untuk menahan beban yang ditetapkan. Dapat disimpulkan dalam pola keruntuhan geser, perhitungan kekuatan geser material dan perhitungan kestabilan struktur dilakukan untuk dapat menentukan apakah struktur tersebut mampu atau tidak menahan beban yang diberikan.

e) Keruntuhan Sejajar Sumbu Tegak (*Columnar*)

Pola keruntuhan sejajar sumbu tegak dapat terjadi ketika struktur runtuh pada pola sumbu vertikal atau tegak lurus terhadap permukaan. Analisis pola keruntuhan ini melibatkan perhitungan kestabilan keseluruhan struktur, distribusi beban, dan interaksi antara beban yang ditetapkan struktur itu sendiri.

2.2.9 Teknik Pengumpulan Data

Dalam penelitian yang dilakukan ini, dilakukan pengujian kuat tekan beton pada sampel-sampel beton uji di laboratorium Teknik Sipil. Proses pengujian dilakukan menggunakan alat uji tekan beton yang sesuai dengan standar pengujian yang berlaku.

Langkah-langkah teknik pengumpulan daya yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Persiapan Sampel

Sampel beton prisma berongga dan tidak berongga, serta kubus disiapkan dengan hati-hati sesuai dengan dimensi yang telah ditentukan. Proses pengecoran ini dilakukan dengan menjaga kualitas dan campuran beton pada setiap sampel.

2. Pengecoran dan Curing

Setelah dilakukan proses pencampuran beton, adukan beton dituangkan ke dalam cetakan prisma dan kubus. Sampel-sampel tersebut kemudian dibiarkan

mengeras dan mendapatkan perawatan yang tepat untuk mencapai kekuatan yang optimal pada masa umur beton 28 hari.

3. Persiapan Alat Uji

Alat uji tekan beton disiapkan dan diperiksa untuk memastikan bahwa pola instrument pengukuran dan sensor berfungsi dengan baik.

4. Pengujian Kuat Tekan

Sampel sampel beton ditempatkan di bawah mesin uji tekan beton. Beban diterapkan secara perlahan dan terus menerus pada sampel hingga terjadi kegagalan atau mencapai batas tertentu. Selama pengujian data beban dan deformasi dapat diambil secara berkala.

5. Pencatatan Data

Data yang relevan seperti beban dan deformasi pada setiap interval pemuatan, dicatat dengan cermat. Data tersebut mencakup kekuatan tekan maksimum yang dapat ditahan oleh masing-masing benda uji.

6. Analisis Data

Setelah pengujian selesai, data yang terkumpul dapat dianalisis secara statistic untuk mendapatkan pemahaman tentang pengaruh penggunaan pipa PVC berongga terhadap kekuatan beton. Data tersebut dapat menggambarkan perbedaan kekuatan beton antara sampel berongga dan tidak berongga, serta sebagai kontrolnya dengan sampel kubus dan prisma tanpa rongga.

Dengan menggunakan teknik pengumpulan data ini, penelitian ini bisa diharapkan dapat menghasilkan informasi yang bermanfaat mengenai pengaruh penggunaan pipa PVC berongga terhadap kekuatan beton.