

BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Pada penelitian ini, dilakukan analisis pengaruh lubang terhadap kuat tekan beton model prisma tanpa tulangan. Beberapa penelitian sebelumnya juga telah membahas tentang pengaruh lubang pada kolom beton, di antaranya:

1) Analisis Kolom Beton Bertulang pada Penampang Persegi Berlubang.

Penelitian Oleh (Amrun Nasution, 2019) ini membahas tentang analisis kolom beton bertulang pada penampang persegi berlubang dengan variasi diameter lubang dan jumlah tulangan. Penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan jumlah tulangan pada kolom berlubang dapat meningkatkan kekuatan tekan kolom secara signifikan.

2) Pengaruh Lubang Pada Kolom Akibat Gaya Aksial Tekan.

Penelitian oleh (Samsuriadi Batubara, 2018) ini membahas tentang pengaruh lubang pada kolom beton bertulang akibat gaya aksial tekan. Pada penelitian ini, terdapat variasi jumlah dan diameter lubang pada kolom beton yang akan diuji tekan. Dari hasil pengujian ditemukan bahwa adanya lubang pada kolom beton dapat mempengaruhi kekuatan tekan beton. Semakin banyak jumlah lubang dan semakin besar diameter lubang pada kolom beton, maka kekuatan tekan beton akan semakin menurun. Hal ini disebabkan oleh adanya penurunan luas penampang kolom yang terdapat lubang. Dalam penelitian ini juga ditemukan bahwa penggunaan tulangan tidak dapat sepenuhnya mengatasi penurunan kekuatan tekan beton akibat adanya lubang pada kolom.

3) Peningkatan Kekuatan Kolom Berongga untuk Memikul Beban Maksimum.

Penelitian oleh (Safrin Zuraidah, 2018) ini membahas tentang teknik peningkatan kekuatan kolom berongga model *Spiral* dan *Rectangular*. Model sengkang *spiral* lebih besar memikul kuat tekan dibandingkan sengkang model *rectangular* pada beton berongga. Penggunaan tulangannya model sengkang *spiral* dan *rectangular* juga berpengaruh pada kebutuhan anggaran biaya, penggunaan sengkang *spiral* lebih ekonomis.

4) Pengaruh Variasi Luas Pipa Pada Kolom Beton Bertulang Terhadap Kuat Tekan.

Penelitian oleh (Laris Parnington Situmorang, 2017) ini membahas tentang pengaruh variasi luas pipa pada kolom beton bertulang terhadap kekuatan tekan kolom. Penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan diameter pipa pada kolom dapat menurunkan kekuatan tekan kolom secara signifikan, namun pengurangan luas permukaan kolom dapat dikompensasi dengan penambahan jumlah tulangan pada kolom.

Dari tinjauan pustaka di atas, dapat disimpulkan bahwa pengaruh lubang pada kolom beton dapat mempengaruhi kuat tekan kolom, kapasitas beban, berat struktur, dan biaya pembangunan. Namun, penelitian mengenai pengaruh lubang terhadap kuat tekan beton model prisma tanpa tulangan masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk melengkapi penelitian sebelumnya dan memberikan kontribusi terhadap pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di bidang teknik sipil.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Kekuatan Beton

Menurut (Asroni, 2010) Sifat utama dari beton adalah sangat kuat jika menerima beban tekan, maka mutu beton pada umumnya hanya ditinjau terhadap kuat tekan beton tersebut. Sifat yang lain (misalnya: kuat tarik, modulus elastisitas beton) dapat dikorelasikan terhadap kuat tekan beton. Menurut (Badan Standarisasi Nasional, 2002) kuat tekan beton diberi notasi f_c' , yaitu kuat tekan silinder beton yang disyaratkan pada waktu berumur 28 hari. Mutu beton dibedakan atas 3 macam menurut kuat tekannya, yaitu:

1. Mutu beton dengan f_c' kurang dari 10 MPa, digunakan untuk beton non struktur (misalnya: kolom praktis, dan balok praktis)
2. Mutu beton dengan f_c' antara 10 MPa sampai 20 MPa, digunakan untuk beton struktur (misalnya: balok, kolom, pelat, maupun fondasi).
3. Mutu beton dengan f_c' sebesar 20 MPa ke atas, digunakan untuk struktur beton yang direncanakan tahan gempa.

Untuk pengujian kuat tekan beton, benda uji beton prisma berukuran 100 mm x 100 mm dan tingginya 300 mm ditekan dengan beban P sampai runtuh. Namun pada penelitian kali ini menggunakan benda uji prisma berongga dan tidak

berongga. Karena ada beban P , maka terjadi tegangan tekan pada beton sebesar (P) dibagi dengan luas penampang beton (A) , sehingga dirumuskan:

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

Dengan:

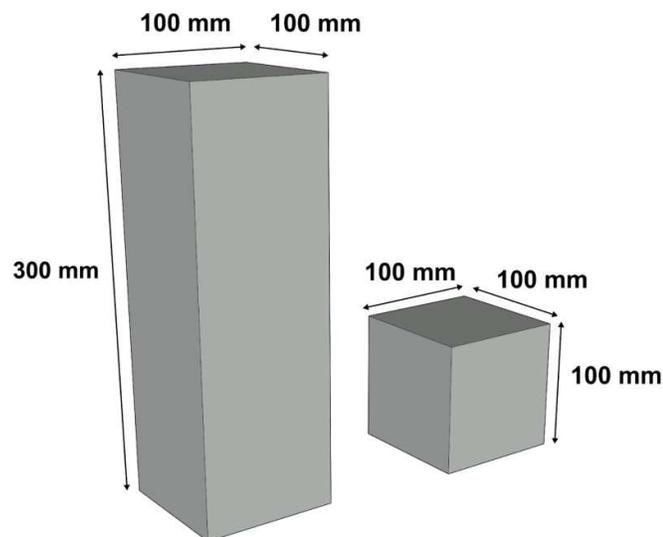
F_c' = kuat tekan beton (MPa)

P = besar tekan (N)

A = luas penampang beton (mm^2)

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

$$F_c' = \frac{P}{A - (\pi \cdot r^2)}$$



Gambar 2.1 Benda Uji Beton Prisma dan Kubus

2.2.2 Kolom

Kolom adalah komponen struktur bangunan yang tugas utamanya menyangga beban aksial desak vertikal dengan bagian tinggi yang tidak ditopang paling tidak tiga kali dimensi lateral terkecil. Kolom berfungsi sebagai pendukung beban-beban dari balok dan pelat, untuk diteruskan ke tanah melalui dasar pondasi pada suatu konstruksi bangunan gedung. Beban dari balok dan pelat ini berupa

beban aksial tekan serta momen lentur (Badan Standarisasi Nasional, 2013). Berikut ini adalah jenis – jenis kolom, yaitu:

1. Kolom utama

Biasanya terpasang dalam jarak 3,5 meter agar dimensi balok untuk menopang lantai tidak begitu besar. Kolom jenis ini memiliki peran yang cukup penting dalam menopang seluruh bagian bangunan secara vertikal. Ukuran kolom utama umumnya lebih besar, panjang, serta tersembunyi dalam dinding dan tidak terlihat dari luar.

2. Kolom Praktis

biasanya jarak kolom ini berkisar antara 3 sampai 4 meter. Rangka struktur dari kolom jenis ini biasanya berada dalam posisi vertikal untuk menopang beban balok. Fungsi kolom praktis ini adalah untuk menahan dinding dari gaya melintang agar tidak roboh. Letak kolom praktis juga tersembunyi di dalam dinding sehingga tidak terlihat dari luar.

3. Jenis kolom berdasarkan bentuk

Jika dilihat berdasarkan bentuk dan susunan tulangnya, adapun jenis kolom terbagi menjadi tiga kategori. Di antaranya adalah sebagai berikut:

- a) Kolom segi empat atau bujur sangkar dengan tulangan memanjang dan menyengkang
- b) Kolom bundar dengan tulangan memanjang dan menyengkang berbentuk spiral. Adapun fungsi dari tulangan spiral ini adalah memberi kemampuan kolom untuk menyerap deformasi cukup besar sebelum runtuh sehingga mampu mencegah terjadinya kehancuran seluruh struktur bangunan sebelum proses redistribusi momen dan tegangan terwujud
- c) Kolom komposit, yaitu gabungan antara beton dan profil baja sebagai pengganti tulangan di dalamnya.

4. Berdasarkan Kelangsingannya

Menurut (Badan Standarisasi Nasional, 2013), kolom dapat diklasifikasikan menjadi dua kategori, yaitu kolom pendek dan kolom panjang, berdasarkan perbandingan antara panjang efektif kolom dengan dimensi lintang kolom.

a) Kolom Pendek

Secara umum, kolom pendek memiliki panjang efektif kurang dari atau

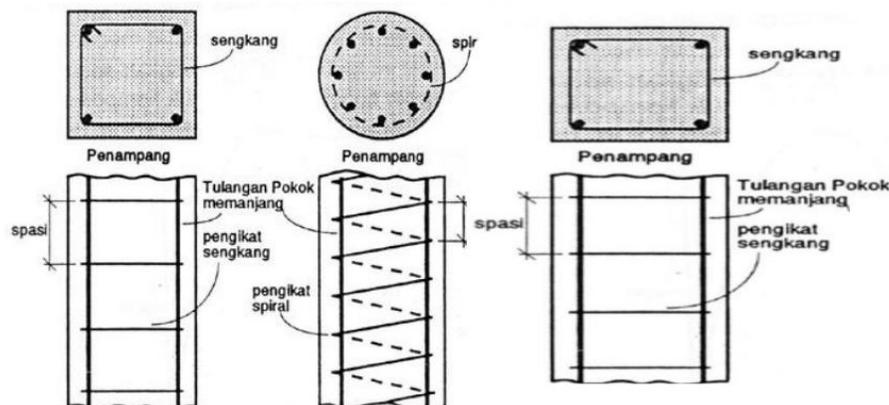
sama dengan 3 kali dimensi lateral terkecil kolom. Kegagalan kolom pendek disebabkan karena material.

b) Kolom Panjang

Secara umum, kolom panjang memiliki panjang efektif lebih dari 3 kali dimensi lateral terkecil kolom. Kolom yang kegagalannya ditentukan oleh tekuk (*buckling*) jadi kegagalan diakibatkan karena ketidakstabilan bukan karena kekuatan.

Dalam beberapa kasus, kolom bersengkang merupakan jenis kolom yang kerap digunakan karena proses pengerjaannya yang relatif lebih mudah dan terjangkau dari segi biaya. Meskipun demikian, jenis kolom segi empat dan kolom bundar juga kerap digunakan terutama di daerah dengan tingkat potensi gempa yang berisiko tinggi.

Gambar di bawah ini akan menjelaskan perbedaan jenis kolom segi empat/bujur sengkang, kolom bundar, dan kolom komposit.



Gambar 2.2 Jenis Kolom Berdasarkan Bentuknya (Dipohusodo, 1994)

2.2.3 Beton

Beton merupakan campuran antara semen portland atau semen hidrolis, agregat halus, agregat kasar serta air, menggunakan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk masa padat (Badan Standarisasi Nasional, 2002). Menurut (Mulyono, 2003) secara umum beton dibedakan menjadi 2 kelompok, yaitu:

1. Berdasarkan Kelas dan Mutu Beton dibedakan menjadi 3 kelas, yaitu:

a) Beton kelas I adalah beton untuk pekerjaan-pekerjaan non struktural. Untuk pelaksanaannya tidak diperlukan keahlian khusus. Pengawasan mutu

hanyadibatasi pada pengawasan ringan terhadap mutu bahanbahan, sedangkan terhadap kekuatan tekan tidak diisyaratkan pemeriksaan. Mutu kelas I dinyatakan Bo.

- b) Beton kelas II adalah beton untuk pekerjaan-pekerjaan struktural secara umum. Pelaksanaannya memerlukan keahlian yang cukup dan harus dilakukan di bawah pimpinan tenaga-tenaga ahli. Beton kelas II dibagi dalam mutu-mutu standar B1, K 125, K 175, dan K 225. Pada mutu B1, pengawasan mutu hanya dibatasi pada pengawasan terhadap mutu bahanbahan, sedangkan terhadap kekuatan tekan tidak diisyaratkan. Pada mutu-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-pekerjaan struktural yang lebih tinggi dari K 225. Pelaksanaannya memerlukan keahlian khusus dan harus dilakukan dibawah tenaga-tenaga ahli. Disyaratkan adanya laboratorium beton dengan peralatan yang lengkap serta dilayani oleh tenaga-tenaga ahliyang dapat melakukan pengawasan mutu beton secara kontinu. Adapun pembagian kelas beton, dapat dilihat dalam tabel 2.1 berikut ini:

Tabel 2.1 Kelas dan Mutu Beton (Mulyono, 2003)

Kelas	Mutu	'bk (kg/cm ²)	σ 'bk (kg/cm ²)	Tujuan	Pengawasan Terhadap Mutu Kekuatan Agregat Tekan	
					Ringan	Tanpa
I	Bo	-	-	Non Struktural	Ringan	Tanpa
II	B1	-	-	Struktural	Sedang	Tanpa
	K 125	125	200	Struktural	Ketat	Kontinu
	K 175	175	250	Struktural	Ketat	Kontinu
	K 225	225	200	Struktural	Ketat	Kontinu
III	K>225	>225	>300	Struktural	Ketat	Kontinu

2. Berdasarkan jenisnya menurut (Mulyono, 2003) berdasarkan jenisnya beton dibagi menjadi 6 jenis, yaitu:

a) Beton ringan

Beton ringan merupakan beton yang dibuat dengan bobot yang lebih ringan dibandingkan dengan bobot beton normal. Agregat yang digunakan untuk memproduksi beton ringan pun merupakan agregat ringan juga. Agregat yang digunakan umumnya merupakan hasil dari pembakaran shale, lempung, slates, residu slag, residu batu bara dan banyak lagi hasil pembakaran vulkanik. Berat jenis agregat ringan sekitar 1900 kg/m³ atau berdasarkan kepentingan penggunaan strukturnya berkisar antara 1440 – 1850 kg/m³, dengan kekuatan tekan umur 28 hari lebih besar dari 17,2 Mpa menurut SNI 08-1991-03.

b) Beton normal

Beton normal adalah beton yang menggunakan agregat pasir sebagai agregat halus dan batu pecah sebagai agregat kasar sehingga mempunyai berat jenis beton antara 2200 kg/m³ – 2400 kg/m³ dengan kuat tekan sekitar 15 – 14 Mpa.

c) Beton berat

Beton berat digunakan agregat yang mempunyai berat jenis yang tinggi.

d) Beton Massa

(Mass Concrete) Dinamakan beton massa karena digunakan untuk pekerjaan beton yang besar dan masif, misalnya untuk bendungan, kanal, pondasi, dan jembatan.

e) Ferro-Cement

Ferro-Cement adalah suatu bahan gabungan yang diperoleh dengan cara memberikan suatu tulangan yang berupa anyaman kawat baja sebagai pemberi kekuatan tarik dan daktil pada mortar semen.

f) Beton Serat (Fibre Concrete)

Beton serat adalah bahan komposit yang terdiri dari beton dan bahan lain berupa serat. Serat dalam beton ini berfungsi mencegah retak-retak sehingga menjadikan beton lebih daktil daripada beton normal.

2.2.4 Komposisi Beton

1. Agregat Halus (*Fine Aggregate*)

(Badan Standarisasi Nasional, 2002) agregat halus artinya agregat buah butiran

halus yang lolos di saringan No. 4 atau berukuran 4,8 mm serta tertahan pada saringan No. 100 atau berukuran 150 μm .

2. Agregat Kasar (*Coarse Aggregate*)

(Badan Standarisasi Nasional, 2002) agregat merupakan butiran-butiran tidak halus lebih besar dari pasir serta berfungsi buat bahan pengisi pencampuran beton yang berasal dari kerikil menjadi hasil disintegrasi alamiah berasal dari batuan atau hasil industri batu pecah (*split*) serta berukuran butirannya antara 5 mm sampai 4 mm.

3. Semen Portland

Dari (Badan Standarisasi Nasional, 2003), semen portland merupakan semen hidrolis didapatkan dengan cara menggiling terak semen, yang terdiri dari kalsium silikat yang bersifat hidrolis yang digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat serta boleh ditambah dengan bahan tambahan lain.

2.2.5 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:

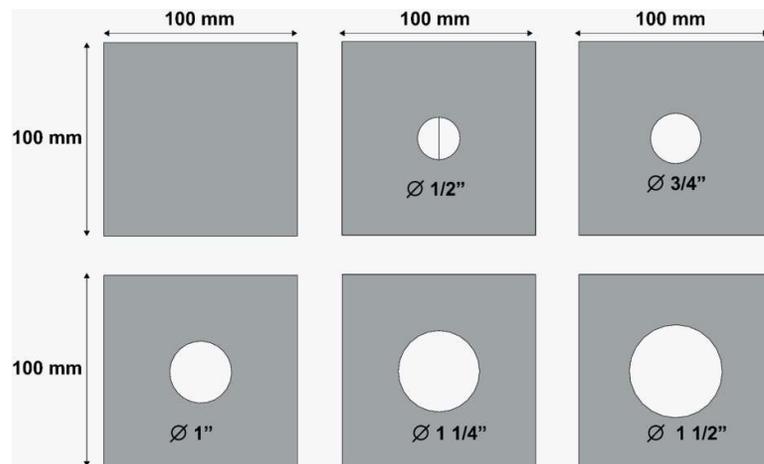
1. PVC kelas AW (*Asbestos Cement*): pipa jenis ini memiliki dinding yang tebal dan keras, dan umumnya digunakan untuk aplikasi yang membutuhkan tekanan tinggi. Pipa PVC kelas AW biasanya digunakan pada sistem air bersih atau air minum, serta sistem instalasi gas.
2. PVC kelas D (*Drainage*): pipa jenis 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.
3. 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 digunakan pipa PVC berukuran ½ inch, ¾ inch, 1 inch, 1 ¼ Inch, dan 1 ½ inch. Berikut ini adalah spesifikasi pipa yang digunakan, bisa dilihat pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 Tabel Merk dan Spesifikasi Pipa

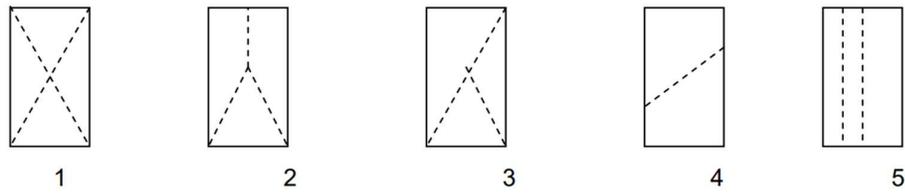
MERK	Ø PIPA (inch)	Ø PIPA (mm)	WARNA	KELAS	KETEBALAN PIPA (mm)
TRILLIUN BASICS	1/2"	22	Putih	AW	1,500
	1"	32			2,000
	1 1/4"	42			2,300
	1 1/2"	48			2,300



Gambar 2.3 Sketsa Benda Uji Tampak Atas

2.2.6 Pola Retak Beton

Berdasarkan (SNI 1974 : 2011, 2011) jenis retak pada beton dapat dibagi menjadi 5 jenis retak, bisa dilihat pada gambar 4.15 sebagai berikut:



Gambar 2.4 Pola Retak Beton (SNI 1974 : 2011, 2011)

Keterangan:

1. Jenis retak kerucut (*cone*)
2. Pola retak kerucut dan retak (*cone dan split*)
3. Retak kerucut dan geser (*cone dan shear*)
4. Pola retak geser (*shear*)
5. Keretakan sejajar sumbu tegak (*columnar*)