

BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Dalam penulisan tugas akhir ini, tinjauan pustaka menjadi penting untuk mendukung kebenaran dan keakuratan hasil penelitian. Tinjauan pustaka akan membahas tentang penelitian yang berkaitan dengan masalah penelitian yang diangkat. Adapun beberapa tinjauan pustaka yang diambil sebagai acuan penelitian ini adalah :

Berikut beberapa penelitian terkait dengan pengaruh variasi lubang pada beton telah dilakukan sebelumnya, sebagai berikut :

1. Jurnal Teknik Sipil KERN Vol. 3 No. 1 (2013) : “Pengaruh Rongga Dalam Beton Terhadap Kuat Tekan Beton.” Oleh Safrin Zuraidah, Handoko dan K Budhastono, tuntutan estetika seperti menyembunyikan instalasi air ke dalam tengah beton. Penelitian ini fokus pada pengaruh rongga pada beton menggunakan benda uji silinder 15 cm x 30 cm. Variasi rongga dalam persentase terhadap luas penampang benda uji dilibatkan, yaitu 0%, 2,2% ($\frac{1}{2}$ "), 3% ($\frac{3}{4}$ "), 4,5% (1"), dan 9% ($1\frac{1}{4}$ "), pada umur 28 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kekuatan tekan beton mengalami penurunan signifikan dengan adanya rongga. Pada rongga 2,2%, kekuatan beton menurun 16,76% menjadi 328,23 kg/cm². Pada rongga 3%, kekuatan beton menurun 20,57% menjadi 313,20 kg/cm². Pada rongga 4,5%, kekuatan beton menurun 29,19% menjadi 279,19 kg/cm². Sedangkan pada rongga 9%, kekuatan beton menurun 43,05% menjadi 224,53 kg/cm² dibandingkan dengan beton tanpa rongga (0%). Hasil penelitian ini mendukung pernyataan dalam SNI 03-2847-2002 yang menyatakan bahwa saluran dan pipa yang ditanam pada kolom tidak boleh menempati lebih dari 4% luas penampang yang diperlukan untuk kekuatan atau perlindungan terhadap kebakaran.
2. Jurnal Civitas Akademik (2008) : “Pengaruh Variasi Lubang Pada Kolom Beton Bertulang Terhadap Kapasitas Tekan”. Oleh Irdwi Juni Kartika, Pekerjaan struktur sering mempertimbangkan aspek estetika, penelitian ini bertujuan untuk menguji pengaruh variasi lubang pada kolom pendek beton

bertulang terhadap kapasitas tekan. Variasi lubang yang diuji adalah 0%, 2%, 3%, 4%, 5%, dan 6% dari luas penampang kolom. Kolom pendek dengan dimensi 150 mm x 150 mm dan panjang 450 mm digunakan sebagai benda uji. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi lubang memiliki pengaruh signifikan terhadap kekuatan kolom. Kekuatan kolom menurun secara proporsional dengan peningkatan persentase lubang. Pada lubang 0%, kekuatan kolom adalah 100%. Pada lubang 2%, kekuatan kolom adalah 89,78%. Pada lubang 3%, kekuatan kolom adalah 84,67%. Pada lubang 4%, kekuatan kolom adalah 79,56%. Pada lubang 5%, kekuatan kolom adalah 74,76%. Dan pada lubang 6%, kekuatan kolom adalah 69,35%. Hal ini terjadi karena semakin besar lubang pada kolom, blok tekan kolom mengalami pengurangan.

3. Prosiding SNITT Poltekba Vol. 4 (2020) : “Kekakuan Pelat Beton Bertulang Berongga Dua Arah Dengan Pemanfaatan Pipa PVC Sebagai Pembentuk Rongga”. Oleh penelitian yang dilakukan oleh Wahyu Mahendra Trias Atmadja, Herman Parung, Rita Irmawaty dan A. Arwin Amiruddin, bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh rongga pada pelat beton bertulang terhadap kekakuan pelat. Penelitian menggunakan tiga varian benda uji: pelat pejal (PP) dengan tebal 14 cm, pelat berongga (PB-1) dengan tebal yang sama, dan pelat berongga (PB-2) dengan volume yang sama dengan PP dan tebal 15,9 cm. Hasil analisis menunjukkan kekakuan pelat PP adalah 16,32 kN, PB-1 adalah 14,79 kN, dan PB-2 adalah 23,94 kN. Selanjutnya, hasil eksperimen menunjukkan kekakuan pelat PP sebesar 14,26 kN, PB-1 sebesar 12,37 kN, dan PB-2 sebesar 22,35 kN.
4. Jurnal Rakayasa Teknik dan Teknologi Vol. 6 No. 1 (2022) : “Pengaruh Penggunaan Pipa Pada Kolom Terhadap Kuat Tekan Beton Mutu K-250, K-225 dan K-200”. Oleh Suhaimi dan Hasan Mahsul, Penggunaan pipa PVC dalam kolom untuk alasan estetika dapat menyebabkan terjadinya rongga yang mempengaruhi luas penampang dan kekuatan tekan beton. SNI-03-2847-2002 membatasi penggunaan pipa dalam kolom tidak melebihi 4% dari luas penampang. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh variasi mutu beton terhadap kehilangan kekuatan tekan akibat penggunaan pipa PVC.

Uji eksperimen dilakukan pada benda uji silinder berukuran 15 cm x 30 cm dengan pipa PVC diameter 1,5 inch dan tanpa pipa PVC (benda uji normal) pada umur 28 hari. Hasil penelitian menunjukkan penurunan nilai kekuatan tekan beton yang signifikan pada berbagai variasi mutu beton yang direncanakan. Penggunaan pipa PVC 1,5 inch pada mutu beton K-250 mengalami penurunan kekuatan tekan sebesar 15,458%, K-225 mengalami penurunan sebesar 44,201%, dan K-200 mengalami penurunan sebesar 49,538%. Hal ini mendukung batasan penggunaan pipa dalam kolom sebesar 4% dari luas penampang yang ditetapkan dalam SNI-03-2847-2002.

5. Tekno Vol. 15 No. 67 (2017) : “Pengaruh Variasi Luas Pipa Pada Elemen Kolom Beton Bertulang Terhadap Kuat Tekan”. Oleh Laris Parningotan Situmorang, H. Manalip dan Banu Dwi Handono, Penggunaan pipa PVC pada kolom untuk alasan estetika dengan penambahan lubang (rongga) dapat mengurangi luas penampang dan kekuatan tekan kolom. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh penambahan pipa PVC dengan variasi luas lubang (2%, 4%, dan 6%) terhadap kapasitas beban aksial kolom. Pengujian dilakukan di laboratorium dengan umur perawatan 28 hari. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penambahan lubang pada kolom mengakibatkan penurunan kapasitas beban aksial. Kolom dengan lubang 2% mengalami penurunan 1,18% kapasitas beban aksial, kolom dengan lubang 4% mengalami penurunan 2,52%, dan kolom dengan lubang 6% mengalami penurunan 4,34%. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar lubang pada kolom, semakin besar penurunan kapasitas beban aksialnya.

Dengan demikian, persamaan penelitian yang dapat ditarik dari kelima jurnal tersebut adalah pengujian kekuatan tekan beton pada benda uji dengan lubang, namun terdapat perbedaan dalam variabel penelitian seperti jenis benda uji, ukuran dan jumlah lubang, serta penggunaan pipa PVC. Dari kelima penelitian tersebut tidak ada membahas tentang pengaruh adanya perbandingan antara pipa tanam dan lepas terhadap pengaruh beton, serta melihat pola keruntuhan atau kehancuran yang terjadi.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Beton

Menurut SNI 2002 beton merupakan bangunan yang terbuat dari campuran semen, air, agregat kasar, agregat halus, dan bahan tambahan lainnya. Beton mempunyai sifat yang kuat, tahan lama, dan dapat dibentuk sesuai dengan kebutuhan. Beton juga mempunyai kekurangan, yaitu sifat yang kurang lentur dan kurang tahan terhadap tekanan tinggi.

2.2.2 Proses Pembuatan Benda Uji Beton

Benda uji prisma merupakan salah satu jenis benda uji yang digunakan untuk menguji kekuatan beton. Berbeda dengan benda uji kubus, benda uji prisma memiliki dimensi yang lebih panjang sehingga dapat memberikan informasi yang lebih akurat tentang kuat tekan beton. Perencanaan mutu beton menggunakan f'_c 25 MPa sesuai dengan SNI 7656:2012, benda uji prisma memiliki dimensi 20 cm x 20 cm x 50 cm dan benda uji kubus dengan dimensi 20 cm x 20 cm x 20 cm.

2.2.3 Uji Kuat Tekan Beton

Uji kuat tekan beton merupakan salah satu cara untuk mengetahui kekuatan beton. Uji ini dilakukan dengan cara menekan benda uji beton hingga pecah dengan menggunakan mesin uji tekan. Dari hasil uji ini, dapat diperoleh nilai kuat tekan. Menurut peraturan beton di Indonesia SNI 03-2847-2002, kuat tekan beton diberi notasi f'_c , yaitu kuat tekan silinder beton yang disyaratkan pada waktu berumur 28 hari.

SNI 03-1974-2013 tentang Tata Cara Pengujian Kuat Tekan Beton di Laboratorium mengatur bahwa pengujian kuat tekan beton dilakukan dengan menggunakan benda uji silinder atau kubus, yang diambil dari beton segar dengan cara yang representatif. Pengujian dilakukan dengan menggunakan mesin uji tekan hidrolik yang mampu memberikan beban secara perlahan dan konsisten, benda uji silinder beton berdiameter 15 cm dan tingginya 30 cm ditekan dengan beban P sampai runtuh.

Namun pada penelitian kali ini karena menggunakan benda uji prisma yang memiliki rongga di tengah beton dengan tanam pipa dan lepas pipa. Dalam perhitungan f'_c kuat tekan untuk benda uji yang terdapat rongga pada luas

permukaan penampang prisma harus dikurangi dengan luas permukaan penampang pipa.

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' = tegangan tekan beton (MPa)

P = besar tekan (N)

A = luas penampang beton (mm²)

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

$$F_c' = \frac{P}{A} = F_c' = \frac{P}{(A - \text{Luas Diameter Lubang Pipa PVC})} \quad (2.1)$$

2.2.4 Kolom

SNI 2847:2013 "Persyaratan Beton Struktural" mendefinisikan kolom sebagai elemen struktural beton yang berbentuk vertikal dan berfungsugi menahan beban aksial dan lentur. Kolom harus mampu menahan beban aksial yang ditimbulkannya sendiri dan beban tambahan yang diberikan oleh elemen struktural lainnya.

Kolom harus didesain untuk menahan gaya lateral yang terjadi akibat gempa atau angin. Hal ini dapat dilakukan dengan memberikan tulangan di sekitar kolom dan dengan menggunakan perhitungan struktur yang akurat. SNI 2847:2013 juga memberikan persyaratan terkait dimensi dan spasi tulangan pada kolom yang harus dipenuhi agar kolom dapat berfungsi secara optimal.

1. Berdasarkan panjangnya, kolom terbagi menjadi dua jenis. Di antaranya adalah sebagai berikut:
 - a. Kolom pendek, adalah jenis kolom yang keruntuhannya diakibatkan oleh hancurnya beton atau luluhnya baja di bawah kapasitas ultimit kolom tersebut.
 - b. Kolom panjang, adalah jenis kolom yang direncanakan memiliki kapasitas di bawah kolom pendek dengan memperhitungkan rasio kelangsingan dan efek tekuk.

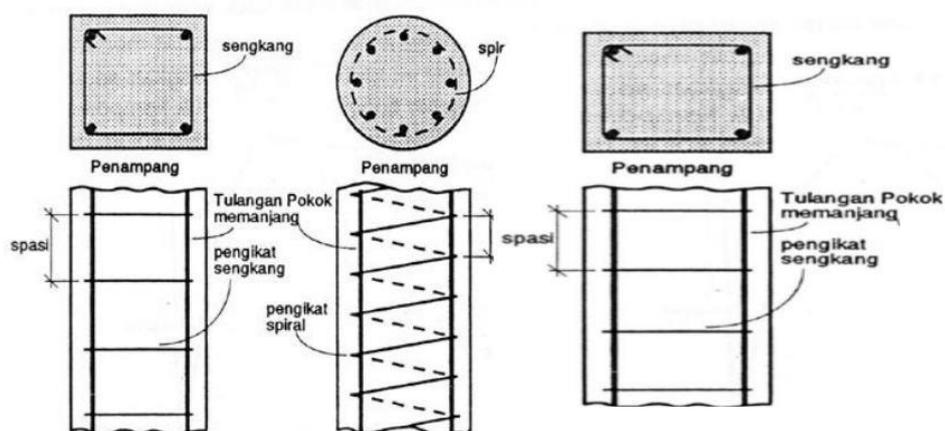
2. Sedangkan jenis kolom berdasarkan bentuknya adalah sebagai berikut:

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.



Gambar 2. 1 Jenis Kolom Berdasarkan Bentuknya (Sumber : Buku Perancangan Struktur Beton Bertulang, 2016)

Namun, perlu diingat bahwa pemilihan jenis kolom harus disesuaikan dengan kondisi struktur bangunan dan beban yang akan ditanggung oleh kolom tersebut.

Menurut Badan Standarisasi Nasional (2013), saluran pipa yang tertanam pada kolom tidak diperbolehkan mengambil lebih dari 4% luas penampangnya. Segala

jenis penanaman yang tidak membahayakan beton atau tulangan dapat dilakukan di dalam beton, namun perlu dilakukan dengan hati-hati agar struktur tidak mengalami kerusakan (Badan Standarisasi Nasional, 2019).

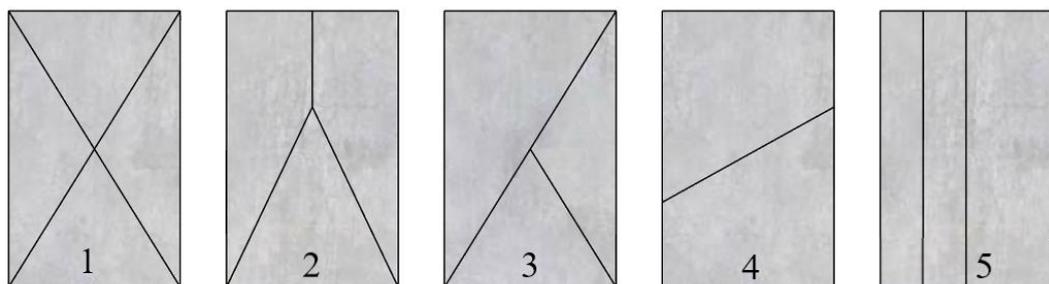
Dalam kasus pipa yang tertanam dengan fitting, ketebalan selimut beton minimal harus 40 mm untuk beton yang terkena cuaca dan minimal 20 mm untuk beton yang tidak terkena cuaca atau bersentuhan dengan tanah (Badan Standarisasi Nasional, 2019).

Meskipun demikian, seringkali ditemui kolom yang memiliki lubang pipa yang melebihi batas 4% dari luas penampangnya. Praktik ini dapat berdampak pada kekuatan tekan kolom. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian untuk mengkaji pengaruh lubang pada kekuatan tekan kolom tersebut.

Pada penelitian yang dilakukan terhadap variasi lubang menggunakan maupun tidak menggunakan pipa PVC dan pengaruhnya terhadap kuat tekan beton benda uji prisma. Hasil dari penelitian ini untuk mendapatkan informasi yang berguna dalam merancang kolom dengan kualitas dan kekuatan yang lebih baik, dengan mempertimbangkan faktor variasi lubang dan penggunaan pipa PVC dan lepas pipa pada beton.

2.2.5 Pola Keretakan

SNI-1974-2011 adalah standar yang berkaitan dengan beton dan mungkin mencakup berbagai aspek terkait seperti desain, bahan, dan pelaksanaan beton. Salah satu aspek yang umumnya dibahas dalam standar adalah pola keretakan beton. Pola keretakan beton dapat bervariasi tergantung pada berbagai faktor, termasuk beban yang diterapkan, perubahan suhu, kelembaban, dan kualitas beton itu sendiri.



Gambar 2. 2 Pola Keretakan Beton

Beberapa pola keretakan beton umum yang mungkin dijelaskan dalam standar tersebut meliputi :

1. Bentuk Kehancuran Kerucut

Bentuk kehancuran kerucut adalah pola keretakan beton yang berbentuk kerucut atau tumpul. Pola keretakan ini terjadi ketika beton mengalami tekanan yang kuat dan melebihi kapasitas tekan beton. Retak-retak akan berbentuk kerucut dengan ujung yang lebih lebar di permukaan beton yang terkena tekanan.

2. Bentuk Kehancuran Kerucut dan Belah

Bentuk kehancuran kerucut dan belah adalah kombinasi pola keretakan beton yang menggabungkan pola kerucut dan pola belah (*splitting*). Pola keretakan ini terjadi ketika beton mengalami tekanan yang kuat dan terjadi retakan yang membentang sejajar dengan permukaan beton yang mengalami tekanan.

3. Bentuk Kehancuran Kerucut Geser

Bentuk kehancuran kerucut geser terjadi ketika beton mengalami tekanan geser yang melebihi kapasitas geser beton. Pola keretakan ini biasanya terjadi secara diagonal atau melintang pada permukaan beton yang mengalami geser.

4. Bentuk Kehancuran Geser

Bentuk kehancuran geser terjadi ketika beton mengalami tegangan geser yang melebihi kapasitas geser beton. Pola keretakan ini cenderung membentuk pola diagonal atau melintang pada permukaan beton yang mengalami geser.

5. Bentuk Kehancuran Sejajar Sumbu Tegak (*Kolumnar*)

Bentuk kehancuran sejajar sumbu tegak, juga dikenal sebagai pola kolumnar, terjadi ketika beton mengalami keretakan vertikal yang sejajar dengan sumbu tegak struktur.

Pola keretakan beton yang dijelaskan dalam SNI-1974-2011 dapat mencakup panduan mengenai toleransi keretakan yang diperbolehkan dalam struktur beton, kriteria perbaikan keretakan, dan metode evaluasi kekuatan struktural berdasarkan keretakan yang terjadi.

2.2.6 Pipa PVC

Pipa PVC (*Polyvinyl Chloride*) adalah pipa yang terbuat dari bahan plastik PVC. Pipa PVC memiliki beberapa kelebihan seperti ringan, mudah diinstalasi, dan

tahan terhadap korosi. Pipa PVC juga memiliki kelemahan seperti tidak tahan terhadap panas yang tinggi dan tidak tahan terhadap tekanan yang besar.

Pipa PVC digunakan untuk sistem perpipaan dalam berbagai aplikasi seperti sistem air bersih, sistem pembuangan air limbah, sistem pendingin, dan sistem pengairan pertanian.

Dalam penelitian ini menggunakan pipa merek Triliun Basic dengan tipe AW adalah salah satu merek pipa PVC yang terkenal di Indonesia. Pipa Rucika memiliki beberapa spesifikasi, yaitu :

1. Bahan PVC yang tahan terhadap korosi dan bahan kimia.
2. Tersedia dalam berbagai ukuran, dari diameter 1/2 inch hingga 12 inch.
3. Mampu menahan tekanan hingga 16 bar pada suhu 23 derajat Celsius.
4. Sudah memenuhi standar SNI dan ISO.

Tabel 2. 1 Ukuran Pipa PVC AW (Sumber : <https://triliun.com/basics/>)

Diameter		Tebal Dinding	Panjang	Sistem
(Inch	(mm)	(mm)	(m)	Penyambungan
1 ¼"	42	2,30	4	SC
1 ½"	48	2,30	4	SC
2"	60	2,30	4	SC
2 ½"	76	2,60	4	SC
3"	89	3,10	4	SC

2.2.7 Konversi Umur Beton

Konversi umur beton, sejalan dengan ketentuan dalam SNI 2847-2019 Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung, merupakan suatu pendekatan yang digunakan untuk memproyeksikan nilai kekuatan tekan beton pada umur 28 hari. Pendekatan ini melibatkan pemanfaatan kekuatan tekan yang terukur pada umur tertentu, serta mempertimbangkan angka konversi yang relevan dengan klasifikasi mutu beton yang ditetapkan. Landasan dari metode konversi umur beton ini berakar pada hubungan empiris antara kekuatan tekan beton dan usia beton itu sendiri, yang sering dijabarkan melalui persamaan polinomial. Faktor angka konversi berfungsi sebagai koreksi yang disesuaikan untuk menyelaraskan kekuatan tekan beton pada umur tertentu dengan estimasi kekuatan tekan yang diharapkan pada umur 28 hari, sejalan dengan ketetapan standar SNI yang berlaku.

Tabel 2. 2 Faktor Konversi Umur Beton

(Sumber : <https://www.ilmubeton.com/2018/06/faktor-konversi-uji-beton-1-hari-sampai.html>)

Umur (Hari)	Faktor Konversi	Umur (Hari)	Faktor Konversi
1	0,231	15	0,896
2	0,319	16	0,909
3	0,400	17	0,921
4	0,473	18	0,930
5	0,539	19	0,938
6	0,598	20	0,945
7	0,651	21	0,951
8	0,698	22	0,956
9	0,740	23	0,961
10	0,776	24	0,967
11	0,808	25	0,973
12	0,836	26	0,980
13	0,859	27	0,989
14	0,879	28	1,000