

**EKSPERIMEN KUAT TEKAN BETON MODEL PRISMA
BERONGGA**

Concrete Strength Experiments with Holvy Prism Model

TUGAS AKHIR

*Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Menempuh Ujian Sarjana pada Program
Studi Teknik Sipil Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur*



DISUSUN OLEH:

SAHRUL PANJI SAPUTRA

NIM. 1911102443046

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH KALIMANTAN TIMUR**

2023

Eksperimen Kuat Tekan Beton Model Prisma Berongga

Concrete Strength Experiments with Holvy Prism Model

TUGAS AKHIR

*Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Menempuh Ujian Sarjana pada Program
Studi Teknik Sipil Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur*



Disusun Oleh:

Sahrul Panji Saputra

NIM. 1911102443046

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH KALIMANTAN TIMUR**

2023

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Sahrul Panji Saputra

Program Studi : Teknik Sipil

Judul : Eksperimen Kuat Tekan Beton Model Prisma Berongga

Menyatakan dengan ini bahwa laporan tugas akhir ini benar-benar asli karya tulis yang saya kerjakan sendiri dengan melakukan kajian dan pengumpulan data melalui penelitian langsung di laboratorium serta arahan dan bimbingan dari dosen pembimbing saya. Laporan tugas akhir bukan merupakan hasil plagiarisme, dan hasil karya milik orang lain. Apabila di kemudian hari dapat dibuktikan bahwa terdapat plagiat pada penelitian ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan perundangundangan (PERMENDIKNAS No. 17 Tahun 2010).



Sahrul Panji Saputra
NIM. 1911102443046

HALAMAN PERSETUJUAN
EKSPERIMEN KUAT TEKAN BETON MODEL PRISMA
BERONGGA

Concrete Strength Experiments With Holvy Prism Model

TUGAS AKHIR

*Disusun sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik
pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur*



Disusun Oleh:

Sahrul Panji Saputra

NIM. 1911102443046

Telah disetujui untuk dipertahankan dihadapan Tim Penguji Tugas Akhir

Program Studi Teknik Sipil Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur

Persetujuan dosen pembimbing

Dosen Pembimbing



Ir. Muhammad Noor Asnan, S.T., M.T., I.PM

NIDN. 1129126601

LEMBAR PENGESAHAN DEWAN PENGUJI**EKSPERIMEN KUAT TEKAN BETON MODEL PRISMA BERONGGA***Concrete Strength Experiments With Holvy Prism Model*

Disusun Oleh:

Sahrul Panji Saputra**NIM. 1911102443046**

Telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Tugas Akhir Program Studi
Teknik Sipil Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Muhammadiyah
Kalimantan Timur.

Pada hari : Selasa

Tanggal : 11 Juli 2023

Dr. Eng. Rusandi Noor, S.T., M.T**NIDN. 1101049101**

(Ketua Dewan Penguji)

**Ir. M. Noor Asnan, S.T., M.T., I.PM****NIDN 1129126601**

(Anggota 1 Dewan Penguji)

**Pitoyo, S.T., M.Sc****NIDN. 1119128401**

(Anggota 2 Dewan Penguji)



Disahkan,

Ketua Program Studi Teknik Sipil

Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur

**Dr. Eng. Rusandi Noor, S.T., M.T****NIDN. 1101049101**

Eksperimen Kuat Tekan Beton Model Prisma Berongga

Sahrul Panji Saputra¹. Muhammad Noor Asnan²

¹Mahasiswa Program Studi S1 Teknik Sipil

²Dosen Program Studi S1 Teknik Sipil

Email : mna985@umkt.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh lubang dengan variasi diameter pipa terhadap kekuatan tekan kolom beton model prisma berongga. Dalam penelitian ini, digunakan simulasi beton tak bertulang model prisma segi empat dengan ukuran 10 x 10 x 30 cm³ dan mutu beton Fc' 25 MPa. Penelitian ini dilakukan untuk memberikan kontribusi pada pengembangan ilmu teknik sipil dan memberikan informasi bermanfaat bagi praktisi industri konstruksi dalam perencanaan dan pembangunan gedung dengan kolom berlubang.

Pada bagian pengujian, dilakukan slump test untuk menguji tingkat kekentalan adonan beton segar. Hasil pengujian menunjukkan tingkat kelenturan yang sesuai. Setelah beton berumur 28 hari, dilakukan pengujian gaya tekan beton menggunakan alat Digital Compression Machine. Hasil pengujian menunjukkan nilai kuat tekan beton prisma tanpa rongga, beton kubus, dan beton prisma berongga dengan pipa. Dari grafik yang dihasilkan, dapat dilihat bahwa semakin besar diameter pipa yang ditanam dalam beton, semakin kecil nilai kuat tekan yang dihasilkan.

Penelitian ini memberikan pemahaman mengenai pengaruh variasi ukuran lubang pada beton prisma berongga terhadap kekuatan tekan dan memberikan rekomendasi mengenai ukuran lubang yang optimal pada kolom beton bertulang. Hasil penelitian ini dapat menjadi kontribusi dalam pengembangan teknik perencanaan dan desain struktur beton bertulang.

Kata kunci: Beton Prisma, Pipa, Kuat Tekan

Concrete Strength Experiments with Holvy Prism Model

Sahrul Panji Saputra¹. Muhammad Noor Asnan²

¹Student of Civil Engineering S1 Study Program

² Lecturer of Civil Engineering S1 Study Program

Email : mna985@umkt.ac.id

ABSTRACT

This study aims to analyze the influence of hole variations with different pipe diameters on the compressive strength of hollow prism concrete columns. In this research, a reinforced concrete simulation of a square prism model with dimensions of 10 x 10 x 30 cm³ and a concrete strength of Fc' 25 MPa was used. The purpose of this study is to contribute to the development of civil engineering knowledge and provide valuable information for construction industry practitioners in the planning and construction of buildings with hollow column structures.

During the testing phase, a slump test was conducted to assess the workability of fresh concrete mixtures. The test results indicated an appropriate level of consistency. After 28 days of concrete curing, compression tests were performed using a Digital Compression Machine. The test results revealed the compressive strength values of solid prism concrete, concrete cubes, and hollow prism concrete with pipes. From the generated graphs, it can be observed that as the diameter of the embedded pipe increases, the compressive strength decreases.

This research provides insights into the effect of hole size variations in hollow prism concrete on compressive strength and offers recommendations regarding the optimal hole size for reinforced concrete columns. The findings of this study can contribute to the development of planning techniques and the design of reinforced concrete structures.

Keywords: Prism Concrete, Pipe, Compressive Strength

PRAKATA

Assalamu’alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh,

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat, karunia dan hidayah-Nya, shalawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada baginda besar nabi Muhammad SAW, keluarga serta sahabat-sahabatnya. Sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi tugas akhir dengan judul **“Eksperimen Kuat Tekan Beton Model Prisma Berongga”** ini dengan baik.

Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam menyelesaikan studi di program Sarjana Teknik Sipil. Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini tidak lepas dari dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. H. Bambang Setiaji M. Si selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur.
2. Bapak Prof. Ir. Sardjito S.T., PH. D. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur.
3. Bapak Dr. Eng. Rusandi Noor., S.T., M.T Selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur.
4. Bapak Ir. Muhammad Noor Asnan, S.T., M.T selaku dosen pembimbing selama kegiatan tugas akhir ini, yang telah banyak memberikan saran, arahan, masukan serta ilmu yang sangat bermanfaat bagi penulis.
5. Seluruh jajaran dosen program studi teknik sipil Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur yang telah banyak memberikan ilmu yang sangat bermanfaat selama masa perkuliahan.
6. Terimakasih yang teristimewa kepada kedua orang tua penulis Bapak Suisro dan Ibu Sukarti yang telah bersusah payah berusaha mendidik dan serta senantiasa mendoakan penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan studi ini dengan tepat waktu.
7. Terimakasih banyak penulis ucapkan kepada jajaran staff dan laboran laboratorium program studi teknik sipil Universitas Muhammadiyah

Kalimantan Timur yang telah membantu dan mendukung terselesaikannya penyusunan laporan tugas akhir.

8. Kepada rekan-rekan teknik sipil sepejuangan yang telah membantu dalam kegiatan penelitian tugas akhir. Semua pihak yang telah membantu dan memberikan informasi dalam penyusunan laporan tugas akhir.
9. Kepada diri sendiri yang telah tangguh menjalani dan menyelesaikan pendidikan strata 1 program studi teknik sipil di Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini jauh dari sempurna, oleh karena itu saran dan kritik yang membangun sangat penulis harapkan guna perbaikan dan pengembangan di masa depan.

Akhir kata, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis dan para pembaca.

Billahi Fii Sabililhaq Fastabiqul Khairat **Wassalamu'alaikum Wr.Wb.**

Samarinda, 5 Juli 2023

Sahrul Panji Saputra
1911102443046

DAFTAR ISI

HALAMAN COVER.....
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN DEWAN PENGUJI	iii
ABSTRAK	iv
PRAKATA.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR NOTASI.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB 2 LANDASAN TEORI.....	4
2.1 Tinjauan Pustaka	4
2.2 Dasar Teori	5
2.2.1 Kekuatan Beton.....	5
2.2.2 Kolom	6
2.2.3 Beton.....	8
2.2.4 Komposisi Beton.....	10
2.2.5 Pipa PVC.....	11
2.2.6 Pola Retak Beton	12
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	14
3.1 Persiapan dan Studi Literatur	14
3.2 Pembuatan Cetakan Benda Uji.....	15
3.3 Persiapan Alat dan Bahan.....	16
3.3.1 Alat.....	16

3.3.2 Bahan	16
3.4 Metode Pelaksanaan	16
3.4.1 Pengujian Material.....	16
3.4.2 Penentuan Mix Design.....	17
3.4.3 Persiapan Bahan.....	23
3.4.4 Pembuatan Campuran Beton Segar	23
3.4.5 Penuangan Campuran Beton Ke Dalam Cetakan	23
3.4.6 Perawatan Beton	24
3.4.7 Pengujian Beton.....	25
3.4.8 Pengambilan Data	25
3.4.9 Pemeliharaan dan Perawatan Alat	25
3.5 Bagan Alur Penelitian	26
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	27
4.1 Hasil Pengamatan	27
4.1.1 Slump Test	27
4.1.2 Hasil Pengujian Beton Prisma Tanpa Rongga.....	28
4.1.3 Hasil Pengujian Beton Kubus	30
4.1.4 Hasil Pengujian Beton Prisma Dengan Pipa.....	32
4.1.5 Hasil Pengujian Beton Prisma Tanpa Pipa	35
4.2 Analisis Pembahasan.....	39
4.2.1 Perbandingan Beton Prisma Dengan Pipa dan Tanpa Pipa	39
4.2.2 Perbandingan Beton Prisma Berongga Dengan Pipa dan Berongga Tanpa Pipa, Beton Prisma Tanpa Rongga dan Beton Kubus	45
4.2.3 Analisa Pola Keretakan Beton	48
BAB 5 PENUTUP	56
5.1 Kesimpulan.....	56
5.1.1 Pengaruh Variasi Lubang.....	56
5.1.2 Pengaruh Pipa Terhadap Kuat Tekan	56
5.1.3 Pengaruh Pipa Keretakan Beton	56
5.2 Saran	57
DAFTAR PUSTAKA	58
LAMPIRAN.....	60

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kelas dan Mutu Beton (Mulyono, 2003)	9
Tabel 2. 2 Tabel Merk dan Spesifikasi Pipa	12
Tabel 3. 1 Tabel Benda Uji	16
Tabel 3. 2 Tabel Benda Uji Pembanding	16
Tabel 3. 3 Pengujian Agregat Kasar Ex Palu (Sahlan Sunaryo, 2021).....	17
Tabel 3. 4 Pengujian Agregat Halus Ex Palu (Sahlan Sunaryo, 2021).....	17
Tabel 3. 5 Perkiraan Kadar Air (Kg/m ³)	18
Tabel 3. 6 Formulir Rencana Adukan Beton	21
Tabel 3. 7 Kebutuhan Material per Cetakan	22
Tabel 4. 1 Slump Test Beton Prisma 10 x 10 x 30 cm.....	27
Tabel 4. 2 Hasil Tabel Pengujian Beton Prisma Tanpa Rongga.....	29
Tabel 4. 3 Hasil Tabel Pengujian Beton Kubus	31
Tabel 4. 4 Hasil Tabel Pengujian Beton Prisma Berongga Dengan Pipa	33
Tabel 4. 5 Hasil Tabel Pengujian Beton Prisma Tanpa Pipa	37
Tabel 4. 6 Analisa Pengujian Beton Prisma Berongga Dengan Pipa dan Tanpa Pipa.....	40
Tabel 4. 7 Spesifikasi dan Nilai Gaya Tekan Pipa.....	43
Tabel 4. 8 Tabel Persentase Luas Pipa Terhadap Luas Penampang	45
Tabel 4. 9 Rasio Kuat Tekan Beton Prisma Berongga dan Tanpa Rongga	47
Tabel 4. 10. Keretakan Beton Prisma Tanpa Rongga dan Kubus.....	49
Tabel 4. 11 Keretakan Beton Prisma Dengan dan Tanpa Pipa	50

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Benda Uji Beton Prisma dan Kubus.....	6
Gambar 2. 2 Jenis Kolom Berdasarkan Bentuknya (Dipohusodo, 1994)	8
Gambar 2. 3 Sketsa Benda Uji Tampak Atas.....	12
Gambar 2. 4 Pola Retak Beton (SNI 1974 : 2011, 2011).....	13
Gambar 3. 1 Desain Cetakan Benda Uji Beton Prisma dan Tutup Bawah	15
Gambar 3. 2 Cetakan Benda Uji Beton Prisma.....	15
Gambar 3. 3 Cetakan Beton Kubus.....	15
Gambar 3. 4 Hubungan antara kuat tekan dan faktor air semen	19
Gambar 3. 5 Persentase Pasir Terhadap Kadar Total Agregat Yang Dilanjutkan Untuk Butir Maksimum 20 mm	20
Gambar 3. 6 Perkiraan Berat Isi Beton Basah Yang Telah Dipadatkan	21
Gambar 3. 7 Persiapan Pembuatan Benda Uji	23
Gambar 3. 8 Pelumasan Cetakan Beton Prisma.....	24
Gambar 3. 9 Perawatan Beton Dengan Karung Goni	25
Gambar 4. 1 Slump Test Beton Prisma 10 x 10 x 30 cm.....	27
Gambar 4. 2 Pengujian Beton Prisma dan Pola Retak Beton Prisma	30
Gambar 4. 3 Pengujian Beton Kubus.....	32
Gambar 4. 4 Grafik Pengujian Beton Prisma Berongga Dengan Pipa.....	34
Gambar 4. 5 Pengujian Gaya Tekan Beton dan Pola Retak Beton Dengan Pipa..	35
Gambar 4. 6 Grafik Pengujian Beton Prisma Tanpa Pipa.....	38
Gambar 4. 7 Pengujian Gaya Tekan Beton Tanpa Pipa dan Pola Retak Beton Tanpa Pipa.....	39
Gambar 4. 8 Grafik Analisa Perbandingan	42
Gambar 4. 9 Grafik Kuat Tekan Pipa PVC.....	44
Gambar 4. 10 Pengujian Gaya Tekan Pipa ½ inch	44
Gambar 4. 11 Grafik Kuat Tekan Berongga, Tanpa Rongga dan Kubus	46

DAFTAR NOTASI

F_c' = Kuat Tekan

P = Beban Maksimum (N / kN)

A = Luas Penampang Benda Uji (mm^2)

V = Volume Benda Uji

\emptyset = Diameter

π = Pi = 3,14

r = Jari-Jari

t = Tinggi Benda Uji

MPa = Megapascal

Kg = Kilogram

cm^2 = Centimeter Persegi

m^3 = Meter Kubik

kN = Kilonewtons

Wh = Perkiraan Jumlah Air Agregat Halus

Wk = Perkiraan Jumlah Air Agregat Kasar

C = Nilai Kebutuhan Semen

Fas = Faktor Air Semen

L = Liter

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Primer.....	60
Lampiran 2. Data Sekunder	63
Lampiran 3. Data Tanggal Pembuatan dan Pengujian Benda Uji.....	67
Lampiran 4. Dokumentasi Pelaksanaan dan Pengujian Di Laboratorium	69
Lampiran 5. Dokumentasi Pola Keretakan Benda Uji.....	75
Lampiran 6. Surat Ijin Penelitian	81
Lembar Konsultasi	82
Lembar Uji Plagiasi.....	83

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kolom merupakan salah satu elemen struktural yang sangat penting dalam pembangunan gedung. Kekuatan kolom sangat menentukan stabilitas dan keamanan bangunan, sehingga perlu dilakukan penelitian yang cermat dalam hal perancangan kolom. Salah satu aspek yang mempengaruhi kekuatan kolom adalah adanya pipa yang ditanam pada struktur kolom. Pipa yang ditanam pada kolom dibuat dengan tujuan sebagai bentuk estetika sebuah bangunan, serta untuk saluran pembuangan air hujan atau instalasi listrik.

(Badan Standarisasi Nasional, 2013) menyatakan bahwa saluran pipa, bersama kaitnya, yang ditanam pada kolom tidak boleh menempati lebih dari 4% luas penampang. Segala jenis penanaman yang tidak membahayakan beton atau tulangan dapat diletakkan di dalam beton, tetapi pengerjaannya harus dilakukan dengan baik sehingga struktur tersebut tidak rusak (Badan Standarisasi Nasional, 2019) . Ketebalan selimut beton untuk pipa yang ditanam dengan dudukan (fitting) harus paling tidak 40 mm untuk beton yang terpapar cuaca dan paling tidak 20 mm untuk beton yang tidak terpapar cuaca atau kontak dengan tanah (Badan Standarisasi Nasional, 2019). Namun dalam praktiknya, seringkali ditemukan kolom dengan lubang pipa yang melebihi 4% dari luas penampang. Keberadaan lubang pipa pada kolom dapat mempengaruhi kekuatan struktur kolom tersebut. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh lubang pada kekuatan tekan pada struktur kolom.

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk menganalisis pengaruh lubang dengan variasi diameter pipa terhadap kekuatan tekan kolom beton. Dengan menggunakan simulasi beton tak bertulang model prisma segi empat dengan ukuran $10 \times 10 \times 30 \text{ cm}^3$ menggunakan mutu beton $F'c \text{ 25 MPa}$.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi pada pengembangan ilmu teknik sipil, khususnya dalam perancangan dan analisis struktur kolom. Selain itu, hasil penelitian ini dapat memberikan informasi yang bermanfaat bagi para praktisi dalam industri konstruksi terutama dalam proses perencanaan dan pembangunan gedung dengan kolom berlubang.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana perbandingan kuat tekan antara beton model kubus dengan beton model prisma tanpa rongga?
2. Bagaimana pengaruh variasi rongga pada beton model prisma terhadap kuat tekan beton?
3. Bagaimana pengaruh pipa yang ditanam di dalam beton model prisma, dengan yang tidak ditanam di dalam beton model prisma terhadap kuat tekan?

1.3 Tujuan

1. Mengidentifikasi kuat tekan beton model kubus dan beton model prisma tanpa rongga.
2. Membandingkan kuat tekan beton model prisma berongga yang di dalamnya ditanam pipa PVC, dengan yang tidak ditanam pipa PVC menggunakan diameter pipa PVC yang bervariasi.
3. Menganalisis kekuatan beton antara model kubus, model prisma tak berongga, model prisma berongga yang di tanam pipa PVC di dalam beton dan yang tidak ditanam pipa PVC.

1.4 Batasan Masalah

Untuk menjaga agar pembahasan materi penelitian ini lebih terarah, maka penulis menetapkan ruang lingkup penulisan sebagai berikut :

Penelitian uji kuat tekan beton model prisma ini sebagai bentuk simulasi analisa menghitung kekuatan tekan aksial kolom. Berdasarkan dari berbagai penelitian yang sudah penulis pelajari sebelumnya, kebanyakan dari penelitian tersebut tidak memperhatikan kekuatan pipa PVC yang ikut ditanam dalam kolom. Dimana pipa tersebut juga mempengaruhi kuat tekan kolom. Maka dari itu penulis berusaha memberikan kontribusi dengan penelitian menggunakan beton model prisma berongga dengan pipa yang ditanam di dalam beton dan pipa yang tidak ditanam di dalam beton menggunakan ukuran $10 \times 10 \times 30 \text{ cm}^2$ tanpa tulangan dengan mutu beton $f_c' 25 \text{ MPa}$. Menggunakan material agregat halus pasir Ex palu, agregat kasar batu Ex palu, semen *portland* serta air dari wilayah Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Menambah pemahaman dan wawasan mengenai pengaruh dari variasi ukuran lubang pada beton model prisma tak bertulang terhadap kuat tekan.
2. Memberikan rekomendasi mengenai ukuran lubang yang optimal pada kolom beton bertulang dalam rangka meningkatkan kinerja struktur pada bangunan.
3. Memberikan kontribusi dalam pengembangan teknik perencanaan dan desain struktur beton bertulang.

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:

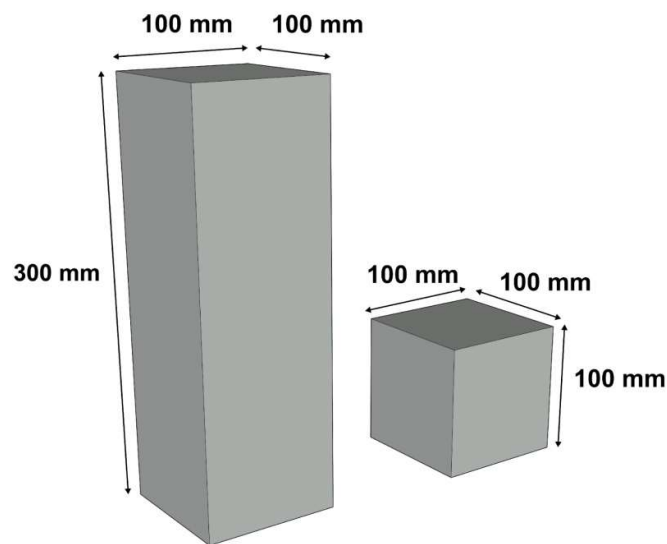
F_c' = kuat tekan beton (MPa)

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

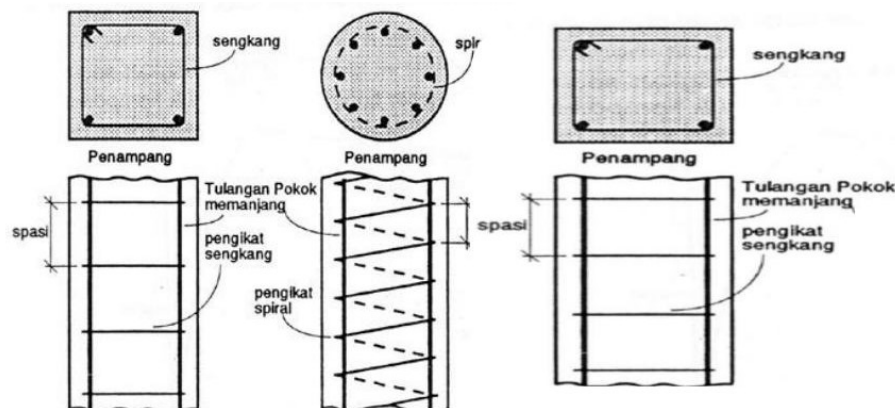
sama dengan 3 kali dimensi lateral terkecil kolom. Kegagalan kolom pendek disebabkan karena material.

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:

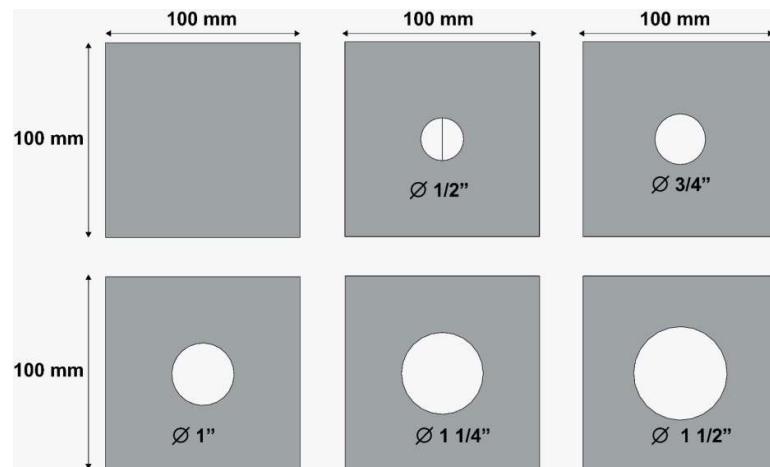
1. PVC kelas AW (*Asbestos Cement*): pipa jenis ini memiliki dinding yang tebal dan keras, dan umumnya digunakan untuk aplikasi yang membutuhkan tekanan tinggi. Pipa PVC kelas AW biasanya digunakan pada sistem air bersih atau air minum, serta sistem instalasi gas.
2. PVC kelas D (*Drainage*): pipa jenis 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

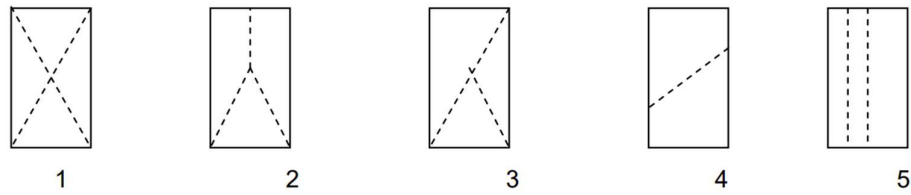
MERK	Ø PIPA (inch)	Ø PIPA (mm)	WARNA	KELAS	KETEBALAN PIPA (mm)
TRILLIUN BASICS	1/2"	22	Putih	AW	1,500
	1"	32			2,000
	1 1/4"	42			2,300
	1 1/2"	48			2,300



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*)

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Persiapan dan Studi Literatur

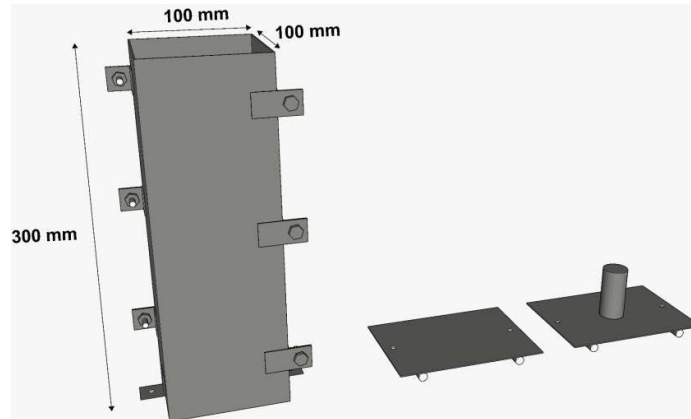
Persiapan dan studi literatur adalah tahap awal yang penting dalam penulisan skripsi. Pada tahap ini, penulis melakukan persiapan untuk memulai penelitian dengan memahami topik yang akan diteliti. Studi literatur dilakukan untuk memperoleh informasi tentang topik tersebut dan mengumpulkan data dari berbagai sumber yang relevan.

Persiapan dan studi literatur harus dilakukan dengan cermat dan terstruktur. Langkah pertama adalah menentukan topik yang akan diteliti dan merumuskan pertanyaan penelitian yang jelas dan terarah. Setelah itu, penulis melakukan pencarian sumber-sumber terkait dengan topik tersebut, seperti buku, jurnal, artikel, dan dokumen lainnya yang dapat membantu menjawab pertanyaan penelitian.

Penting bagi penulis untuk memilih sumber-sumber yang berkualitas dan akurat. Penulis juga perlu memastikan bahwa informasi yang didapatkan dari sumber-sumber tersebut relevan dengan pertanyaan penelitian dan dapat membantu mencapai tujuan penelitian. Selain itu, penulis perlu memahami dan menginterpretasikan informasi yang diperoleh dari sumber-sumber tersebut dengan cermat, untuk menghindari kesalahan interpretasi dan kesimpulan yang salah.

Secara keseluruhan, persiapan dan studi literatur merupakan langkah awal yang krusial dalam penulisan skripsi. Dengan melakukan persiapan dan studi literatur yang baik, penulis dapat memperoleh pemahaman yang lebih baik tentang topik yang akan diteliti, serta memperoleh data dan informasi yang relevan dan akurat yang dapat digunakan untuk menjawab pertanyaan penelitian dan mencapai tujuan penelitian.

3.2 Pembuatan Cetakan Benda Uji



Gambar 3.1 Desain Cetakan Benda Uji Beton Prisma dan Tutup Bawah



Gambar 3.2 Cetakan Benda Uji Beton Prisma



Gambar 3.3 Cetakan Beton Kubus

3.3 Persiapan Alat dan Bahan

Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah Semen Portland, agregat kasar, agregat halus dan pipa PVC. Pipa yang digunakan pada penelitian ini adalah pipa berukuran $\frac{1}{2}$ " , $\frac{3}{4}$ " , 1" , 1 $\frac{1}{4}$ " dan $\frac{1}{2}$ " .

Benda uji yang digunakan berbentuk prisma segiempat dengan ukuran panjang, lebar dan tinggi berturut – turut adalah 10 cm x 10 cm x 30 cm, direncanakan dalam penelitian ini sebanyak 42 benda uji untuk pengujian benda uji dilaksanakan pada umur 28 hari.

Tabel 3.1 Tabel Benda Uji

Benda Uji	Dengan Pipa (buah)	Tanpa Pipa (buah)
Beton Prisma Berongga $\frac{1}{2}$ "	3	3
Beton Prisma Berongga $\frac{3}{4}$ "	3	3
Beton Prisma Berongga 1"	3	3
Beton Prisma Berongga 1,25"	3	3
Beton Prisma Berongga 1,5"	3	3

Tabel 3.2 Tabel Benda Uji Pembanding

Pembanding	Jumlah
Beton Kubus 10 x 10 x 10 cm ³	6
Beton Prisma Tak Berongga	6

3.3.1 Alat

1. Mixer beton
2. Alat uji slump test
3. Alat uji kuat tekan
4. Timbangan

3.3.2 Bahan

1. Semen Portland
2. Agregat halus (pasir)
3. Agregat kasar (kerikil atau batu pecah)
4. Air bersih

3.4 Metode Pelaksanaan

3.4.1 Pengujian Material

Dalam penelitian ini, menggunakan agregat kasar batu Ex Palu dan agregat halus pasir Ex Palu sebagai bahan penyusun beton prisma. Data pengujian agregat

kami kutip dari penelitian (Sahlan Sunaryo, 2021). Data hasil pengujian ini bertujuan untuk mengevaluasi karakteristik fisik dan mekanik dari kedua bahan tersebut, serta menentukan proposi penggunaannya dalam pembuatan benda uji. Melalui metode pengujian yang terstandarisasi, berbagai parameter seperti ukuran berat jenis, dan kadar lumpur telah diukur dan dianalisis. Hasil pengujian ini akan menjadi dasar penting dalam penentuan proporsi bahan yang optimal dalam campuran beton yang akan digunakan dalam penelitian ini.

Tabel 3.3 Pengujian Agregat Kasar Ex Palu (Sahlan Sunaryo, 2021)

Pengujian	Hasil
Finesse modulus	6,91
Berat isi gembur	1503,51
Berat isi padat	1561,41
Berat jenis	2,53
Kadar lumpur	0,98%

Tabel 3.4 Pengujian Agregat Halus Ex Palu (Sahlan Sunaryo, 2021)

Pengujian	Hasil
Finesse modulus	3,21
Berat isi gembur	1467,61
Berat isi padat	1631,29
Berat jenis	2,473
Penyerapan Air	0,012

3.4.2 Penentuan Mix Design

Mix design menggunakan (SNI 03-2834-2000, n.d.) di dalam melakukan perancangan mix design hal pertama yang dilakukan adalah menentukan seluruh material yang akan digunakan semen PCC, batu palu, pasir palu, dan air. Kuat tekan rencana (MPa) pada umur 28 hari yaitu 25 MPa, slump yang digunakan 60-180 mm setelah itu menentukan harga kadar air bebas untuk mendapatkan kadar air berdasarkan rumus :

$$\frac{2}{3} \times W_h + \frac{1}{3} \times W_k = \dots\dots\dots \text{Kg/m}^3$$

$$\frac{2}{3} \times 195 + \frac{1}{3} \times 225 = 205 \text{ Kg/m}^3$$

Didapatkan Kadar Air Bebas sebesar 205 Kg/m³

Diketahui:

W_h adalah perkiraan jumlah air untuk agregat halus pada tabel 3.5.

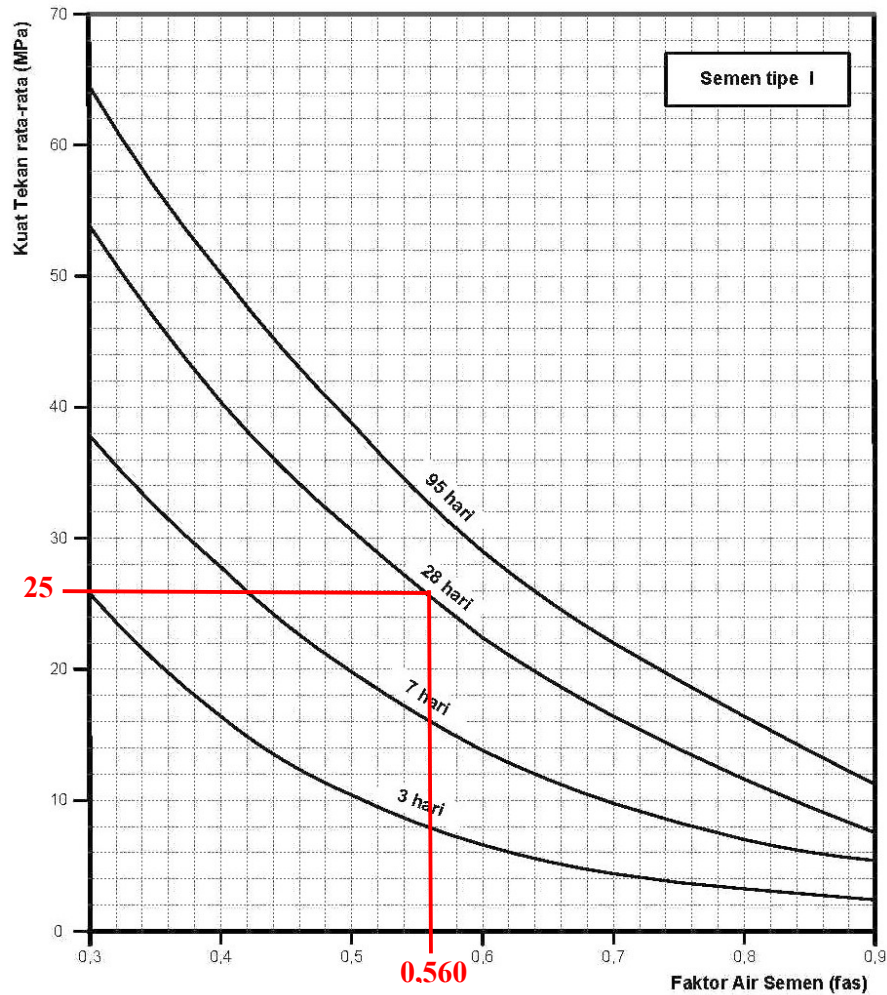
W_k adalah perkiraan jumlah air untuk agregat kasar pada tabel 3.5.

Tabel 3.5 Perkiraan Kadar Air (Kg/m³)

Perkiraan kadar air bebas (Kg/m³) yang dibutuhkan untuk beberapa tingkat kemudahan pengerjaan adukan beton

Slump (mm)		0-10	10-30	30-60	60-180
Ukuran besar butir agregat maksimum	Jenis agregat	---	---	---	---
10	Batu tak dipecahkan	150	180	205	225
	Batu pecah	180	205	230	250
20	Batu tak dipecahkan	135	160	180	195
	Batu pecah	170	190	210	225
40	Batu tak dipecahkan	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205

Setelah harga kebutuhan air bebas didapat selanjutnya kita menentukan factor air semen (fas), Harga fas didapatkan pada gambar grafik 3.1 dengan cara menarik garis horizontal dari mutu rencana sampai menyentuh garis grafik 28 hari dan tarik garis secara vertical pada titik tersebut dan didapatkan nilai fas sebesar 0,560.



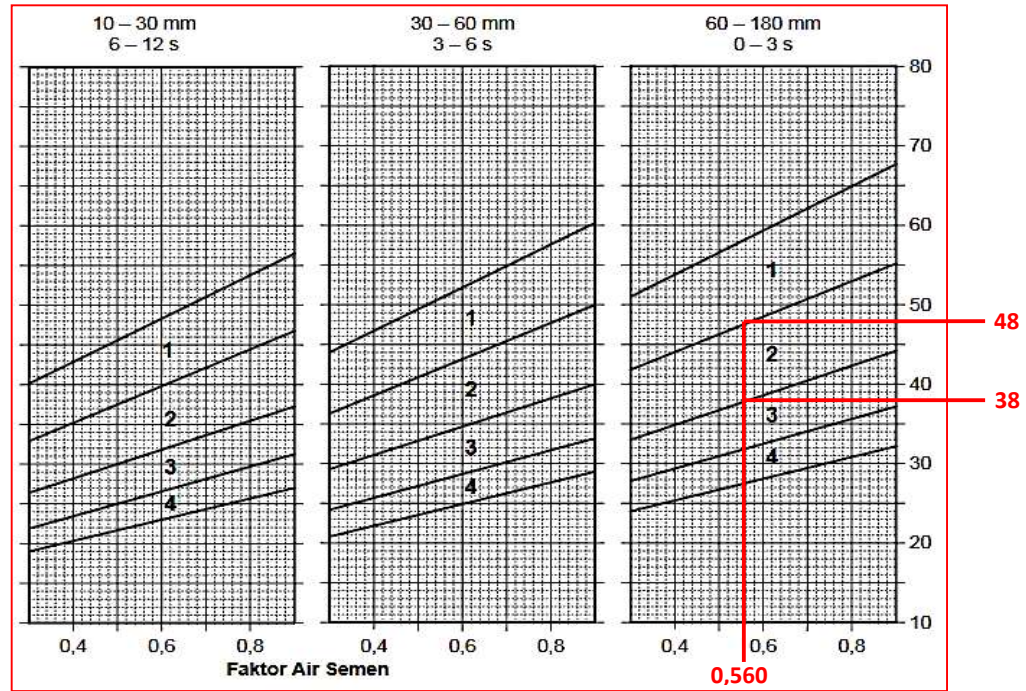
Gambar 3.4 Hubungan antara kuat tekan dan faktor air semen

Selanjutnya menghitung kebutuhan semen dengan menggunakan rumus:

$$c = \frac{\text{kadar air bebas}}{fas} = \frac{205}{0,560} = 366,07$$

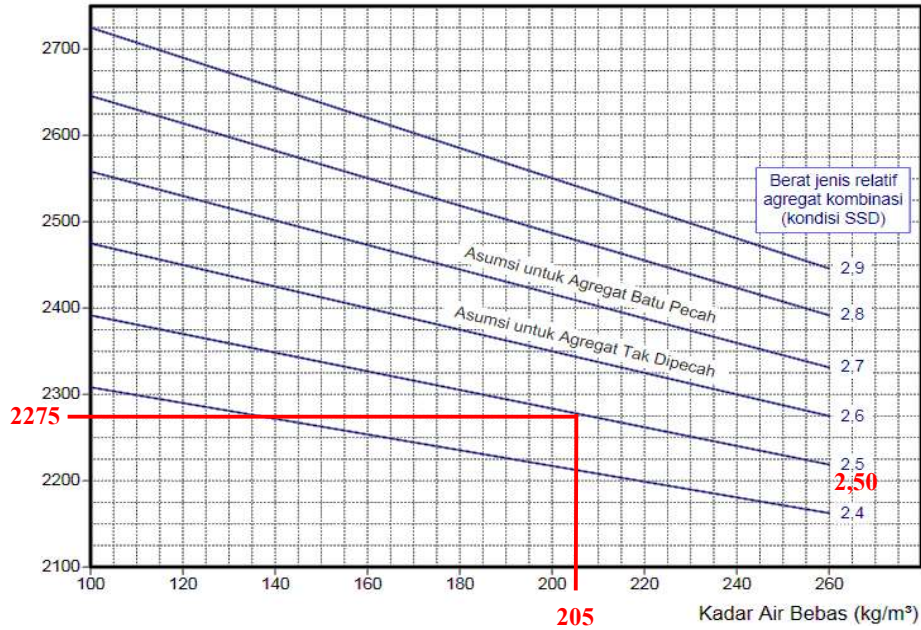
Sehingga di dapat nilai kebutuhan semen

sebesar 366,07 kg/m³. Dilanjutkan dengan menentukan persentase agregat dipilih 45% agregat halus dan 55% agregat kasar seperti pada grafik 3.2 dibawah ini.



Gambar 3.5 Persentase Pasir Terhadap Kadar Total Agregat Yang Dilanjutkan Untuk Butir Maksimum 20 mm

Dengan penggunaan jumlah air 205 liter/m³ dan berat jenis agregat gabungan 2,50 nilai ini di dapat dari $(45\% \times 2,473 \text{ (Berat Jenis Agregat Halus)}) + (55\% \times 2,53 \text{ (Berat Jenis Agregat Kasar)}) = 2,50$, sehingga didapat nilai beton segar yang telah di padatkan sebesar 2275 kg/m³ grafik 3.3.



Gambar 3.6 Perkiraan Berat Isi Beton Basah Yang Telah Dipadatkan

Tabel 3.6 Formulir Rencana Adukan Beton

No	Uraian	Tabel Grafik Perhitungan	Nilai
1	Kuat tekan yang diisyaratkan (benda uji silinder)	MPa	25
2	Deviasi standar (s)	-	-
3	Nilai tambah (m)	-	-
4	Kuat tekan rata-rata yang direncanakan	-	-
5	Jenis semen	PCC	Tipe 1
6	Jenis agregat (HALUS/KASAR)	Diketahui	Alami/Pecah
7	Faktor air semen	Gambar 3.1	0,56
8	Faktor air semen maksimum	-	-
9	Slump	Ditetapkan	60-180 mm
10	Ukuran agregat maksimum	Ditetapkan	20 mm
11	Kadar air bebas	Diketahui	205
12	Jumlah semen	Diketahui	366,1
13	Jumlah Semen maksimum	-	-
14	Jumlah semen minimum	-	-
15	Faktor air semen yang disesuaikan	-	-

16	Susunan besar butir agregat halus	Ditetapkan	Zona 2		
17	Susunan agregat kasar atau gabungan	-	-		
18	Persen agregat	Gambar 3.2			
	Agregat Halus		45%		
	Agregat Kasar		55%		
19	Berat jenis relative, agregat (kering permukaan)	Ditetapkan	2,50		
20	Berat isi beton	Gambar 3.3	2275		
21	Kadar agregat gabungan	20 - 12 - 11	1703,93		
22	Kadar agregat halus	18 x 21	766,77		
23	Kadar agregat kasar	21 - 22	937,16		
24	Proporsi campuran				
	Kebutuhan Campuran	Semen (kg)	Air (L)	Agregat Kondisi Jenuh Kering	
				Agregat Halus (kg)	Agregat Kasar (kg)
25	Tiap m ³	366,07	205	766,77	937,16

Setelah diketahui nilai dari masing-masing material penyusun beton per m³, selanjutnya dilakukan perhitungan kebutuhan agregat kasar, agregat halus, dan semen untuk cetakan berukuran 10 x 10 x 30 cm³. Dibawah ini adalah hasil perhitungan kebutuhan material per cetakan beton prisma, bisa dilihat pada tabel 3.7.

Tabel 3.7 Kebutuhan Material per Cetakan

BENDA UJI	KEBUTUHAN MATERIAL / CETAKAN			
	SEMEN (KG)	AIR (L)	PASIR (KG)	BATU (KG)
1/2"	1,056	0,592	2,213	2,705
3/4"	1,040	0,582	2,178	2,662
1"	1,010	0,566	2,115	2,585
1 1/4"	0,946	0,530	1,982	2,422
1 1/2"	0,900	0,504	1,884	2,303
10X10X30	1,098	0,615	2,300	2,811
10X10X10	0,366	0,205	0,767	0,937
JUMLAH	6,416	3,593	13,440	16,426

3.4.3 Persiapan Bahan

1. Persiapkan cetakan beton dan semua bahan-bahan yang dibutuhkan, termasuk semen, agregat halus, agregat kasar, dan air.
2. Pastikan semua bahan memiliki kualitas yang baik dan sesuai dengan persyaratan yang ditetapkan.



Gambar 3.7 Persiapan Pembuatan Benda Uji

3.4.4 Pembuatan Campuran Beton Segar

1. Siapkan *concrete mixer* yang bersih dan kering.
2. Masukkan agregat kasar dan agregat halus ke dalam *concrete mixer*.
3. Tambahkan semen ke dalam *concrete mixer* dengan proporsi yang tepat sesuai dengan mix design.
4. Mulai proses pengadukan dengan memasukkan air sedikit demi sedikit.
5. Lanjutkan pengadukan selama beberapa menit hingga campuran beton terlihat homogen dan konsistensinya sesuai dengan kebutuhan.

3.4.5 Penuangan Campuran Beton Ke Dalam Cetakan

1. Siapkan cetakan beton prisma yang bersih dan diolesi dengan lapisan minyak pelumas untuk memudahkan pelepasan dari cetakan setelah beton mengeras.
2. Isi cetakan dengan campuran beton yang sudah diaduk secara bertahap, pastikan cetakan terisi penuh dan tidak ada kekosongan udara di dalamnya.
3. Ratakan permukaan atas beton, pastikan permukaan cetakan beton prisma datar dan rata.

4. Untuk beton prisma dengan pipa yang ditanam, pastikan pipa yang akan ditanam telah diposisikan dengan benar dan terhubung dengan struktur yang tepat.
5. Tuangkan campuran beton secara perlahan ke dalam cetakan, sekitar pipa yang telah ditanam dengan jarak yang sesuai. Pastikan beton merata di sekitar pipa, mengisi seluruh ruang kosong.
6. Untuk beton prisma dengan pipa yang dicabut atau tidak ditanam caranya hampir sama dengan beton prisma yang pipanya ditanam, hanya saja setelah penuangan campuran beton, biarkan beton selama 120 menit hingga campuran beton sedikit mengeras, setelah itu baru pipa dicabut dari cetakan.



Gambar 3.8 Pelumasan Cetakan Beton Prisma

3.4.6 Perawatan Beton

1. Setelah pengecoran beton selesai dan cetakan sudah dilepas, segera tutup permukaan beton dengan karung goni yang bersih dan lembap. Pastikan karung goni sudah dicuci dan dan dibasahi dengan air bersih sebelum digunakan.
2. Sebarkan karung goni secara merata di atas permukaan beton yang baru dicor. Pastikan semua area permukaan beton tertutup oleh karung goni.
3. Setelah karung goni ditempatkan, pastikan karung goni tetap lembap dengan menyiramkan air ke atasnya. Air akan meresap melalui serat-serat karung goni dan menjaga kelembaban di bawahnya.

4. Periksa secara berkala kondisi karung goni dan pastikan tetap lembap. Jika karung goni terlihat kering, tambahkan air untuk menjaga kelembaban.
5. Lanjutkan perawatan dengan karung goni selama 28 hari hingga beton mencapai kekuatan yang cukup dan memadai.



Gambar 3.9 Perawatan Beton Dengan Karung Goni

3.4.7 Pengujian Beton

1. Pengujian beton dapat dilakukan pada umur 28 hari setelah pengecoran.
2. Benda uji beton harus diangkat dengan hati-hati dari cetakan dan kemudian dipindahkan ke ruang pengujian.
3. Pengujian beton dilakukan dengan menggunakan mesin uji tekan beton, sesuai dengan standar yang berlaku.

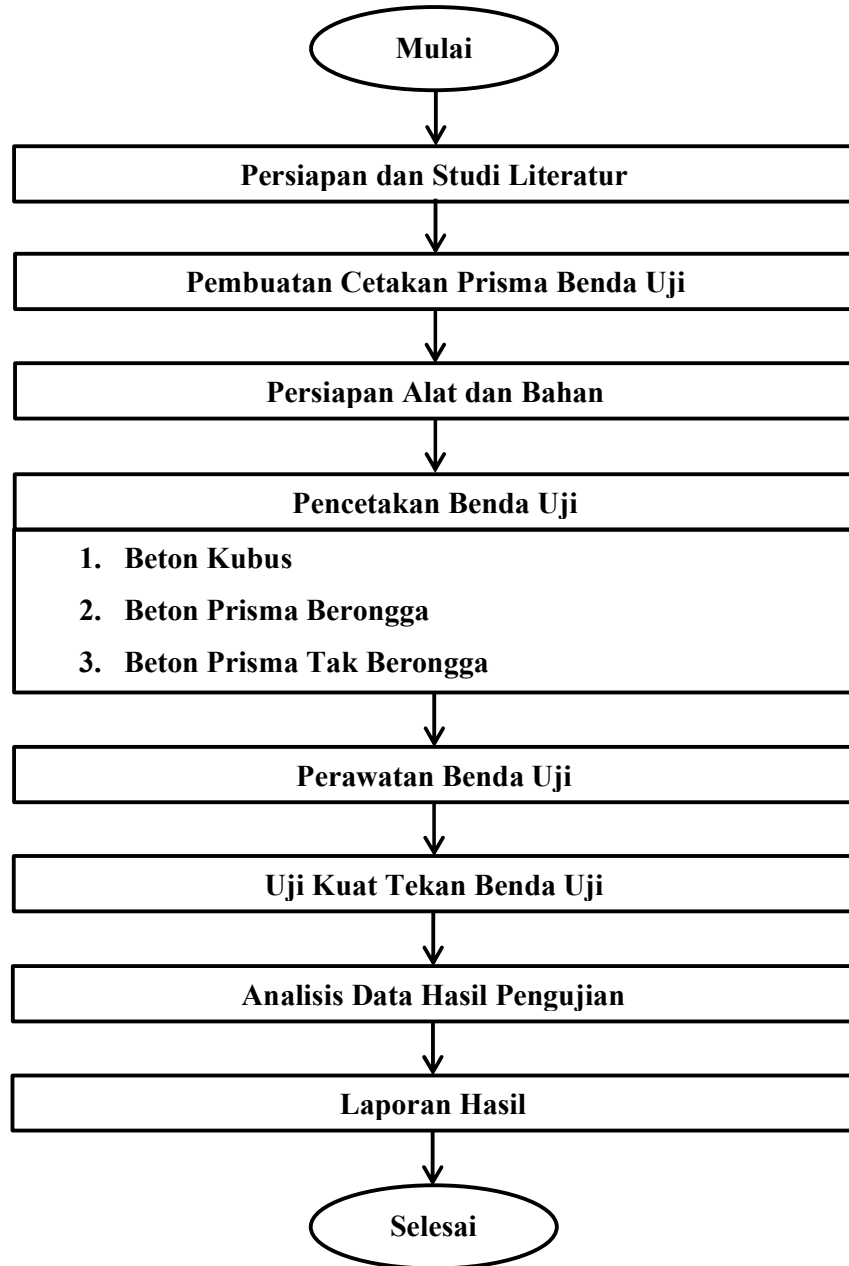
3.4.8 Pengambilan Data

1. Data hasil pengujian beton dicatat dengan benar dan teliti.
2. Hasil pengujian beton yang didapatkan digunakan untuk menentukan kuat tekan beton.

3.4.9 Pemeliharaan dan Perawatan Alat

1. Setelah digunakan, alat-alat yang digunakan dalam praktikum beton harus dicuci dan dirawat agar tetap berfungsi dengan baik.
2. Simpan alat-alat tersebut di tempat yang kering dan terlindungi dari kerusakan.

3.5 Bagan Alur Penelitian



BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengamatan

4.1.1 Slump Test

Slump Test digunakan untuk menguji tingkat kekentalan adonan beton segar agar hasil akhirnya bisa mencapai nilai kuat tekan seperti yang diinginkan. Nilai Slump adalah ukuran ketinggian campuran beton dalam kerucut terpancung relatif terhadap ketinggian campuran setelah cetakan kerucut diambil. Slump digunakan sebagai indikator untuk menentukan tingkat kelenturan campuran beton, di mana semakin tinggi tingkat kelenturan, semakin mudah proses pengerjaannya (mencerminkan nilai *workability* yang tinggi).

Tabel 4.1 Slump Test Beton Prisma 10 x 10 x 30 cm

Pengecoran	Nilai Slump (mm)
A	140
B	130
C	130
D	120
E	120
F	130



Gambar 4.1 Slump Test Beton Prisma 10 x 10 x 30 cm

4.1.2 Hasil Pengujian Beton Prisma Tanpa Rongga

Setelah beton berumur 28 hari, dilakukan pengujian gaya tekan beton di laboratorium teknik sipil Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur menggunakan alat *Digital Compression Machine*. Sebelum melakukan uji gaya tekan, beton ditimbang terlebih dahulu untuk mengetahui berat dan berat volume beton.

Berikut ini adalah perhitungan untuk menentukan nilai F_c' beton. Diperoleh nilai gaya tekan sebesar 142,0 kN dikonversikan ke satuan N menjadi 142000 N. Kemudian menghitung luas bidang tekan dengan cara, luas permukaan beton prisma tanpa rongga diperoleh 10000 mm². Selanjutnya untuk mengetahui nilai kuat tekan beton digunakan rumus berikut :

$$F_c' = \frac{P}{(\text{Luas Permukaan Beton})} = \frac{142000}{10000}$$

$$F_c' = 14,200 \text{ MPa}$$

Selanjutnya dengan cara perhitungan yang sama diperoleh data hasil pengujian seperti tabel 4.2 di bawah ini.

Tabel 4.2 Hasil Tabel Pengujian Beton Prisma Tanpa Rongga

KODE	Ø PIPA (inch)	Ø PIPA (mm)	LUAS PIPA (mm ²)	LUAS PERMUKAAN BETON (mm ²)	VOLUME (m ³)	BERAT		BERAT VOLUME (Kg/m ³)	GAYA AKSIAL		FC' (MPa)	RATA- RATA FC' (MPa)
						(Kg)	(Gram)		(kN)	(N)		
F4	0	0	0,000	10000	0,003	6,945	6945	2315,000	127,500	127500	12,750	13,877
F5				10000	0,003	6,795	6795	2265,000	142,000	142000	14,200	
F6				10000	0,003	6,795	6795	2265,000	146,800	146800	14,680	



Gambar 4.2 Pengujian Beton Prisma dan Pola Retak Beton Prisma

4.1.3 Hasil Pengujian Beton Kubus

Dalam penelitian ini juga dibuat benda uji beton kubus ukuran 10 cm x 10 cm x 10 cm. Kemudian hasil pengujianya disajikan dalam bentuk tabel 4.3 dibawah ini.

Tabel 4.3 Hasil Tabel Pengujian Beton Kubus

KODE	LUAS BETON (mm ²)	VOLUME (m ³)	BERAT		BERAT VOLUME (Kg/m ³)	GAYA AKSIAL		FC' (MPa)	RATA-RATA FC' (MPa)
			(Kg)	(Gram)		(kN)	(N)		
G1	10000	0,001	2,225	2225	2225,000	171,000	171000	17,100	17,080
G2	10000	0,001	2,210	2210	2210,000	166,900	166900	16,690	
G3	10000	0,001	2,190	2190	2190,000	174,500	174500	17,450	



Gambar 4.3 Pengujian Beton Kubus

4.1.4 Hasil Pengujian Beton Prisma Dengan Pipa

Berikut ini adalah perhitungan untuk menentukan nilai F_c' beton. Diperoleh nilai gaya tekan sebesar 137,8 kN dikonversikan ke satuan N menjadi 137800 N. Kemudian menghitung luas bidang tekan dengan cara, luas permukaan beton dikurangi dengan luas pipa. Luas permukaan beton $10 \text{ cm} \times 10 \text{ cm} = 100 \text{ cm}^2$ dikonversikan ke satuan mm^2 menjadi 10000 mm^2 . Kemudian dikurangi luas pipa sebesar $379,940 \text{ mm}^2$, maka diperoleh luas bidang tekan sebesar $9620,060 \text{ mm}^2$.

Untuk mengetahui nilai kuat tekan beton digunakan rumus berikut :

$$F_c' = \frac{P}{(\text{Luas Permukaan Beton} - \text{Luas Pipa})} = \frac{137800}{(10000 - 379,940)}$$

$$F_c' = \frac{137800}{9620,060} = 14,324 \text{ MPa}$$

Selanjutnya dengan cara perhitungan yang sama diperoleh data hasil pengujian seperti tabel 4.4 dibawah ini.

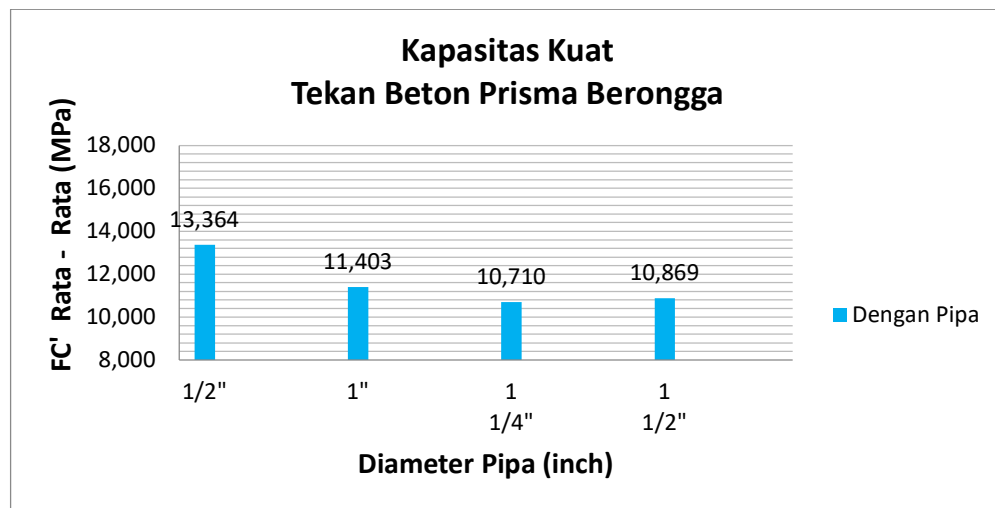
Tabel 4.4 Hasil Tabel Pengujian Beton Prisma Berongga Dengan Pipa

KODE	Ø PIPA (inch)	Ø PIPA (mm)	LUAS PIPA (mm ²)	LUAS PERIMETER (mm ²)	LUAS BIDANG TEKAN (mm ²)	VOLUME (m ³)	BERAT		GAYA AKSIAL		BERAT VOLUME (Kg/m ³)	FC' (MPa)	RATA-RATA FC' (MPa)
							(Kg)	(Gram)	(kN)	(N)			
A1	1/2"	22	379,940	10000	9620,060	0,0029	6,595	6595	98,200	98200	2285,156	10,208	13,364
A2		22	379,940	10000	9620,060	0,0029	6,435	6435	149,700	149700	2229,716	15,561	
A3		22	379,940	10000	9620,060	0,0029	6,465	6465	137,800	137800	2240,111	14,324	
C1	1"	32	803,840	10000	9196,160	0,0028	6,175	6175	80,100	80100	2238,253	8,710	11,403
C2		32	803,840	10000	9196,160	0,0028	6,015	6015	104,400	104400	2180,258	11,353	
C3		32	803,840	10000	9196,160	0,0028	6,285	6285	130,100	130100	2278,125	14,147	
D1	1 1/4"	42	1384,740	10000	8615,260	0,0026	5,950	5950	82,400	82400	2302,117	9,564	10,710
D2		42	1384,740	10000	8615,260	0,0026	5,815	5815	73,400	73400	2249,884	8,520	
D3		42	1384,740	10000	8615,260	0,0026	5,510	5510	121,000	121000	2131,876	14,045	
E1	1 1/2"	48	1808,640	10000	8191,360	0,0025	5,775	5775	96,400	96400	2350,037	11,768	10,869
E2		48	1808,640	10000	8191,360	0,0025	5,975	5975	87,100	87100	2431,424	10,633	
E3		48	1808,640	10000	8191,360	0,0025	5,755	5755	83,600	83600	2341,898	10,206	

Dibawah ini adalah grafik yang menunjukkan hasil pengujian beton prisma berongga dengan pipa. Pengujian ini bertujuan untuk mengevaluasi kuat tekan beton prisma yang di dalamnya ditanam pipa pada saat proses pengecoran.

Kemudian dibuatkan grafik yang menunjukkan hubungan antara rata – rata kuat tekan beton prisma berongga dengan diameter pipa. Pada sumbu x, terdapat skala diameter luar pipa yang ditanam dalam beton prisma, sedangkan pada sumbu y, terdapat skala rata – rata kuat tekan yang dihasilkan oleh beton prisma.

Dari grafik ini, dapat dilihat bahwa semakin besar diameter pipa yang ditanam dalam beton, semakin kecil rata – rata nilai F_c' yang dihasilkan.



Gambar 4.4 Grafik Pengujian Beton Prisma Berongga Dengan Pipa

Pada pengujian beton dengan *Digital Compression Machine*, dilakukan evaluasi terhadap gaya tekan beton yang dihasilkan. Alat yang digunakan, yaitu *Digital Compression Machine*, memiliki kemampuan untuk memberikan beban secara bertahap pada sampel beton dan secara otomatis mengukur gaya yang diterapkan.

Pengujian dimulai dengan menyiapkan sampel beton prisma segiempat dengan ukuran 10 cm x 10 cm x 30 cm. Sampel tersebut ditempatkan di antara plat pengujian pada mesin. Kemudian, proses pengujian dimulai dengan memberikan beban secara perlahan pada sampel beton.

Selama proses pengujian, *Digital Compression Machine* akan merekam dan menampilkan data secara *real-time*. Ketika beban mulai diterapkan pada sampel beton, angka menunjukkan peningkatan gaya tekan.

Seiring dengan peningkatan beban yang diterapkan, angka akan menunjukkan peningkatan yang signifikan dalam gaya yang diterapkan, ini menunjukkan bahwa beton masih dalam keadaan kuat dan deformasi masih dalam batas yang dapat diterima.

Namun pada titik tertentu, ketika angka pada layar mesin berhenti, ini mengindikasikan bahwa beton telah mencapai titik kegagalan atau batas maksimum kekuatannya.

Dengan cara yang sama dilakukan juga untuk pengujian beton prisma berongga tanpa pipa, beton prisma tanpa rongga, dan beton kubus. Berikut ini adalah dokumentasi pengujian beton prisma berongga dengan pipa dan pola retak beton bisa dilihat pada gambar 4.9.



Gambar 4.5 Pengujian Gaya Tekan Beton dan Pola Retak Beton Dengan Pipa

Setelah menjalani pengujian tekan yang, beton dapat mengalami berbagai keretakan tergantung pada beban yang diterapkan dan kualitas beton itu sendiri.

4.1.5 Hasil Pengujian Beton Prisma Tanpa Pipa

Cara yang sama juga dilakukan untuk menghitung kuat tekan beton prisma tanpa pipa. Berikut ini adalah perhitungan untuk menentukan nilai F_c' beton.

Diperoleh nilai gaya tekan sebesar 150,2 kN dikonversikan ke satuan N menjadi 150200 N. Kemudian menghitung luas bidang tekan dengan cara, luas beton dikurangi dengan luas pipa. Luas Beton 10 cm x 10 cm = 100 cm² dikonversikan ke satuan mm² menjadi 10000 mm². Setelah itu dikurangi luas pipa sebesar 379,940 mm², maka diperoleh luas bidang tekan sebesar 9620,060 mm².

Untuk mengetahui nilai kuat tekan beton digunakan rumus berikut :

$$F_c' = \frac{P}{(\text{Luas Permukaan Beton} - \text{Luas Pipa})} = \frac{137800}{(10000 - 379,940)}$$

$$F_c' = \frac{150200}{9620,060} = 15,613 \text{ MPa}$$

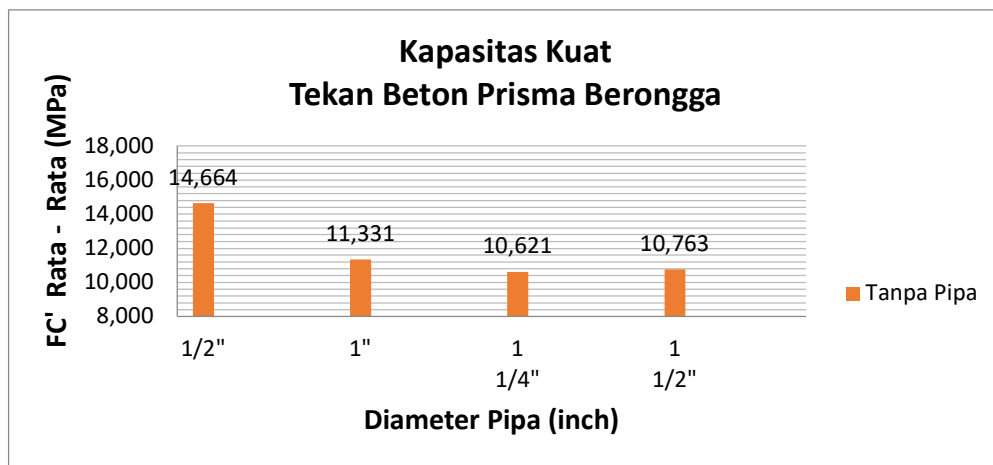
Di bawah ini merupakan tabel hasil pengujian Beton Prisma Tanpa Pipa, Bisa dilihat pada tabel 4.5 di bawah ini.

Tabel 4.5 Hasil Tabel Pengujian Beton Prisma Tanpa Pipa

KODE	Ø PIPA (inch)	Ø PIPA (mm)	LUAS PIPA (mm ²)	LUAS PERMUKAAN BETON (mm ²)	LUAS BIDANG TEKAN (mm ²)	VOLUME (m ³)	BERAT		GAYA AKSIAL		BERAT VOLUME (Kg/m ³)	FC' (MPa)	RATA-RATA FC' (MPa)
							(Kg)	(Gram)	(kN)	(N)			
A4	1/2"	22	379,940	10000	9620,060	0,0029	6,345	6345	150,200	150200	2198,531	15,613	14,664
A5		22	379,940	10000	9620,060	0,0029	6,305	6305	135,200	135200	2184,671	14,054	
A6		22	379,940	10000	9620,060	0,0029	6,190	6190	137,800	137800	2144,824	14,324	
C4	1"	32	803,840	10000	9196,160	0,0028	5,970	5970	93,200	93200	2163,947	10,135	11,331
C5		32	803,840	10000	9196,160	0,0028	6,100	6100	117,800	117800	2211,068	12,810	
C6		32	803,840	10000	9196,160	0,0028	6,175	6175	101,600	101600	2238,253	11,048	
D4	1 1/4"	42	1384,740	10000	8615,260	0,0026	5,650	5650	75,300	75300	2186,044	8,740	10,621
D5		42	1384,740	10000	8615,260	0,0026	5,930	5930	50,400	50400	2294,378	5,850	
D6		42	1384,740	10000	8615,260	0,0026	5,680	5680	148,800	148800	2197,651	17,272	
E4	1 1/2"	48	1808,640	10000	8191,360	0,0025	5,700	5700	95,500	95500	2319,517	11,659	10,763
E5		48	1808,640	10000	8191,360	0,0025	5,590	5590	91,300	91300	2274,755	11,146	
E6		48	1808,640	10000	8191,360	0,0025	5,560	5560	77,700	77700	2262,547	9,486	

Kemudian dibuatkan grafik yang menunjukkan hubungan antara rata – rata kuat tekan beton prisma berongga tanpa pipa. Grafik dibawah adalah hasil pengujian beton prisma berongga tanpa pipa. Pengujian ini dilakukan untuk mengevaluasi kekuatan beton tanpa penggunaan pipa tambahan dalam proses pengecoran.

Grafik menunjukkan hubungan antara rata – rata kuat tekan atau F_c' yang dihasilkan oleh beton prisma berongga tanpa pipa dengan diameter luar pipa atau lubang. Pada sumbu x, terdapat terdapat skala diameter lubang, sedangkan pada sumbu y adalah skala rata – rata kuat beton prisma.



Gambar 4.6 Grafik Pengujian Beton Prisma Tanpa Pipa



Gambar 4.7 Pengujian Gaya Tekan Beton Tanpa Pipa dan Pola Retak Beton Tanpa Pipa

4.2 Analisis Pembahasan

4.2.1 Perbandingan Beton Prisma Dengan Pipa dan Tanpa Pipa

Dari hasil penelitian beton prisma berongga dengan pipa berukuran 100 mm x 100 mm x 300 mm, dengan beton prisma berongga tanpa pipa yang memiliki ukuran yang sama, kemudian memvariasikan lubang (rongga) dengan diameter $\frac{1}{2}$ inch, 1 inch, dan $1\frac{1}{4}$ inch dan $1\frac{1}{2}$ inch. Pada pengujian beton prisma berongga dengan pipa, variasi lubang (rongga) $\frac{1}{2}$ inch nilai rata-rata kuat tekan (A1, A2, A3) sebesar 13,364 MPa. Untuk beton prisma berongga tanpa pipa (A4, A5, A6), dengan variasi lubang (rongga) $\frac{1}{2}$ inch nilai rata – rata kuat tekan sebesar 14,664 MPa. Selisih nilai rata – rata kuat tekan (A1, A2, A3) dengan (A4, A5, A6) sebesar 1,3 MPa, lebih tinggi nilai rata – rata kuat tekan (A4, A5, A6).

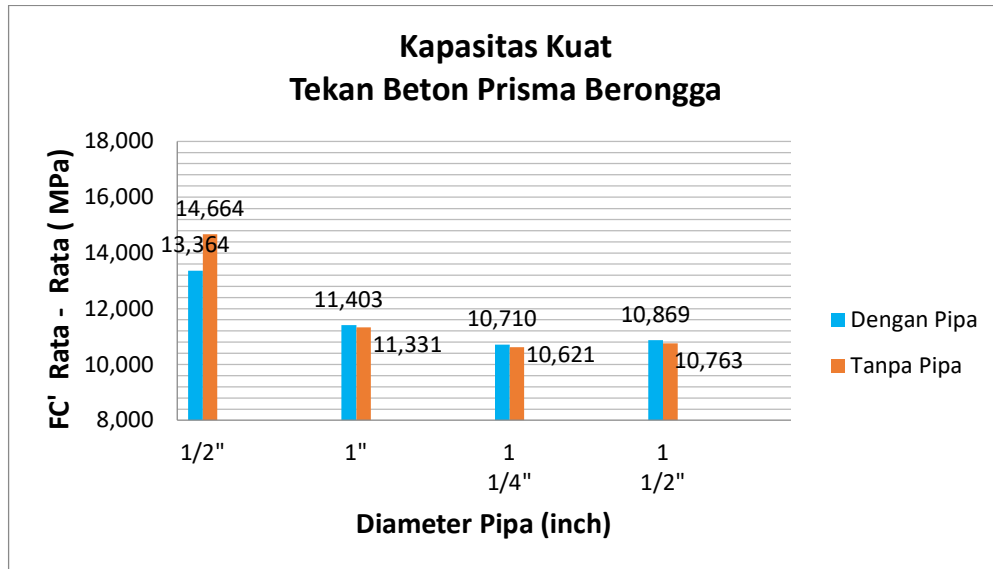
Tabel 4.6 Analisa Pengujian Beton Prisma Berongga Dengan Pipa dan Tanpa Pipa

Beton Prisma Berongga Dengan Pipa				
KODE	Ø PIPA (inch)	Ø PIPA (mm)	FC' (MPa)	RATA-RATA FC' (MPa)
A1	1/2"	22	10,208	13,364
A2		22	15,561	
A3		22	14,324	
C1	1"	32	8,710	11,403
C2		32	11,353	
C3		32	14,147	
D1	1 1/4"	42	9,564	10,710
D2		42	8,520	
D3		42	14,045	
E1	1 1/2"	48	11,768	10,869
E2		48	10,633	
E3		48	10,206	
Beton Prisma Berongga Tanpa Pipa				
KODE	Ø PIPA (inch)	Ø PIPA (mm)	FC' (MPa)	RATA-RATA FC' (MPa)
A4	1/2"	22	15,613	14,664
A5		22	14,054	
A6		22	14,324	
C4	1"	32	10,135	11,331
C5		32	12,810	
C6		32	11,048	
D4	1 1/4"	42	8,740	10,621
D5		42	5,850	
D6		42	17,272	
E4	1 1/2"	48	11,659	10,763
E5		48	11,146	
E6		48	9,486	

Pengujian beton prisma dengan pipa variasi lubang (rongga) 1 inch nilai rata-rata kuat tekan (C1, C2, C3) sebesar 11,403 MPa. Pengujian pada (C4, C5, C6) variasi lubang (rongga) 1 inch nilai rata-rata kuat tekan sebesar 11,331 MPa, Selisih nilai rata – rata kuat tekan (C1, C2, C3) dengan (C4, C5, C6) sebesar 0,072 MPa, lebih tinggi nilai rata – rata kuat tekan benda uji (C1, C2, C3).

Pengujian beton prisma dengan pipa variasi lubang (rongga) 1 ¼ inch nilai rata-rata kuat tekan (D1, D2, D3) sebesar 10,710 MPa menurun sebesar 0,693 MPa jika dibandingkan dengan nilai rata – rata kuat tekan (C1, C2, C3). Pengujian pada (D4, D5, D6) variasi lubang (rongga) 1 ¼ inch nilai rata-rata kuat tekan sebesar 10,621 MPa, pada variasi ini nilai rata – rata kuat tekan menurun sebesar 0,710 MPa jika dibandingkan dengan nilai rata – rata kuat tekan (C4, C5, C6). Selisih nilai rata – rata kuat tekan (D1, D2, D3) dengan (D4, D5, D6) sebesar 0,089 MPa. Lebih tinggi nilai rata – rata kuat tekan benda uji (D1, D2, D3).

Pengujian beton prisma dengan pipa variasi lubang (rongga) 1 ½ inch nilai rata-rata kuat tekan (E1, E2, E3) sebesar 10,869 MPa naik sebesar 0,159 MPa jika dibandingkan dengan nilai rata – rata kuat tekan (D1, D2, D3). Pengujian pada (E4, E5, E6) variasi lubang (rongga) 1 ½ nilai rata-rata kuat tekan sebesar 10,763 MPa, pada variasi ini nilai rata – rata kuat tekan naik sebesar 0,142 MPa jika dibandingkan dengan nilai rata – rata kuat tekan (D4, D5, D6). Jika dibandingkan dengan nilai rata – rata kuat tekan (E1, E2, E3), benda uji (E4, E5, E6) memiliki selisih lebih rendah sebesar 0,106 MPa.



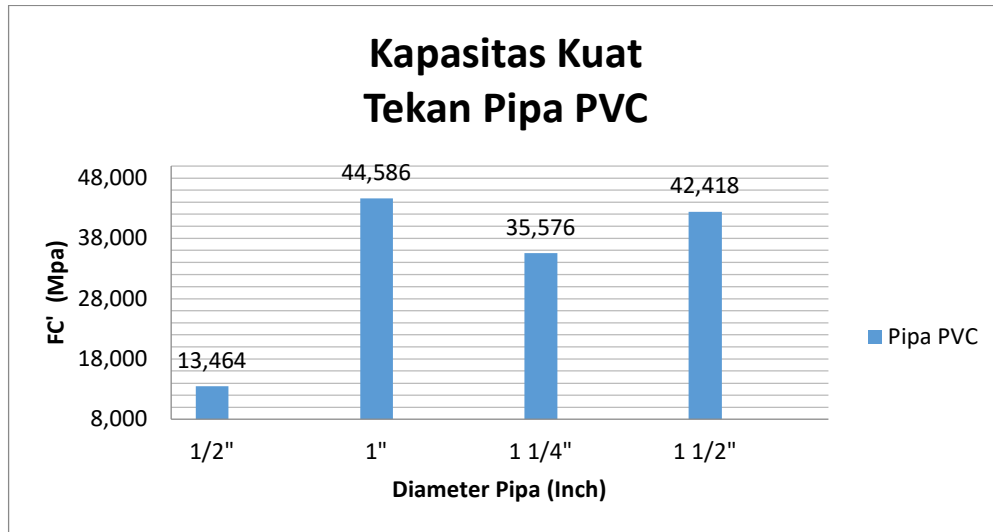
Gambar 4.8 Grafik Analisa Perbandingan

Pada beton prisma berongga dengan pipa rata – rata nilai kuat tekan paling tinggi diperoleh pada variasi lubang $\frac{1}{2}$ inch sebesar 13,364 MPa, dan pada beton prisma berongga tanpa pipa rata - rata nilai kuat tekan paling tinggi diperoleh pada variasi lubang $\frac{1}{2}$ inch juga sebesar 14,664 MPa. Jika keduanya dibandingkan nilai rata – rata kuat tekan paling tinggi diperoleh pada beton prisma berongga tanpa pipa pada variasi lubang $\frac{1}{2}$ inch.

Menurut hasil pengamatan penulis, hal ini bisa terjadi karena pada beton prisma berongga dengan pipa variasi lubang $\frac{1}{2}$ inch, mengalami percepatan kerusakan yang disebabkan oleh pipa yang ditanam di dalam beton pada saat pengujian kuat tekan beton. Sedangkan untuk beton prisma yang tanpa pipa tidak mengalami percepatan kerusakan, karena tidak ada pipa yang ditanam di dalamnya. Hal ini dibuktikan setelah penulis melakukan pengujian gaya tekan pada masing - masing pipa yang berdiameter $\frac{1}{2}$ inch, 1 inch, $1 \frac{1}{4}$ inch dan $1 \frac{1}{2}$ inch. Berikut adalah nilai gaya tekan pipa ditampilkan pada tabel 4.7.

Tabel 4.7 Spesifikasi dan Nilai Gaya Tekan Pipa

MERK	Ø PIPA (inch)	Ø PIPA (mm)	WARNA	KELAS	KETEBALAN PIPA (mm)	r Luar (mm)	r Dalam (mm)	Luas Total (mm²)	GAYA TEKAN (kN)	FC' (MPa)
TRILLIUN BASICS	1/2"	22	Putih	AW	1,500	11,000	9,500	96,555	1,300	13,464
	1"	32			2,000	16,000	14,000	188,400	8,400	44,586
	1 1/4"	42			2,300	21,000	18,700	286,713	10,200	35,576
	1 1/2"	48			2,300	24,000	21,700	330,045	14,000	42,418



Gambar 4.9 Grafik Kuat Tekan Pipa PVC



Gambar 4.10 Pengujian Gaya Tekan Pipa 1/2 inch

Berdasarkan data dan hasil pengujian gaya tekan pipa, pada variasi diameter pipa 1/2" inch (gambar 4.14), pipa tersebut mengalami deformasi akibat ada gaya tekan dari *Digital Compression Machine*. Pipa tersebut mengalami deformasi atau tekuk yang mempengaruhi kuat tekan beton prisma berongga dengan pipa pada variasi lubang 1/2 ". Hal ini menyebabkan nilai kuat tekan dari beton prisma berongga dengan pipa variasi lubang 1/2 inch, menjadi lebih rendah dari beton prisma berongga tanpa pipa dengan variasi lubang yang sama.

Di sisi lain beton prisma berongga dengan pipa juga mengalami penambahan nilai gaya tekan dari pipa yang ditanam di dalam beton. Beton prisma berongga dengan pipa yang memiliki diameter lubang $\frac{1}{2}$ inch mendapatkan tambahan gaya tekan sebesar 1,300 kN, diameter 1 inch 8,400 kN, diameter $1\frac{1}{4}$ inch 10,200 kN dan beton prisma berongga dengan pipa variasi lubang $1\frac{1}{2}$ inch mendapat tambahan gaya tekan sebesar 14,000 kN. Hal ini membuat beton prisma berongga dengan pipa memiliki nilai rata – rata kuat tekan yang relatif lebih tinggi dibandingkan beton prisma berongga tanpa pipa, kecuali yang terjadi pada variasi lubang $\frac{1}{2}$ inch.

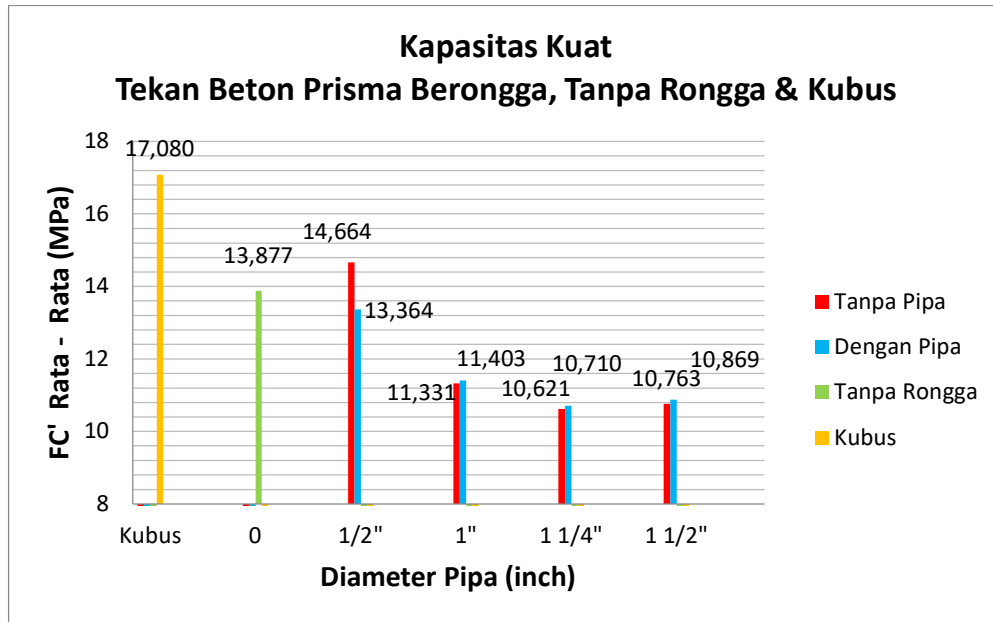
4.2.2 Perbandingan Beton Prisma Berongga Dengan Pipa dan Berongga Tanpa Pipa, Beton Prisma Tanpa Rongga dan Beton Kubus

Di bawah ini merupakan tabel persentase luas pipa terhadap luas penampang, pipa dengan diameter $\frac{1}{2}$ inch mempunyai persentase 3,95% dari luas penampang. Berarti dalam penelitian ini pipa dengan diameter $\frac{1}{2}$ inch menjadi ukuran yang paling aman untuk digunakan dalam beton prisma dengan penampang melintang berukuran 100 mm x 100 mm.

Tabel 4.8 Tabel Persentase Luas Pipa Terhadap Luas Penampang

UKURAN PIPA (Inch)	Ø PIPA (mm)	Ø PIPA (mm)	LUAS PIPA (mm ²)	LUAS PERMUKAAN BETON (mm ²)	LUAS BIDANG TEKAN (mm ²)	PERSENTASE LUAS PIPA TERHADAP LUAS PENAMPANG (%)
1/2"	22	11	379,94	10000	9620,06	3,95
1"	32	16	803,84	10000	9196,16	8,74
1 1/4"	42	21	1384,74	10000	8615,26	16,07
1 1/2"	48	24	1808,64	10000	8191,36	22,08

Hal ini dibuktikan dengan membuat perbandingan antara beton prisma tanpa rongga dengan beton prisma berongga baik yang berpipa maupun tanpa pipa, bisa dilihat pada gambar 4.14.



Gambar 4.11 Grafik Kuat Tekan Berongga, Tanpa Rongga dan Kubus

Pada grafik di atas, nilai rata – rata kuat tekan beton prisma tanpa rongga sebesar 13,877 MPa, untuk beton prisma dengan pipa sebesar 13,364 MPa dan untuk beton tanpa pipa sebesar 14,664 MPa. Hal ini menunjukkan bahwa beton prisma berongga baik yang berpipa dan tanpa pipa selisihnya tidak terlalu jauh dengan beton prisma tanpa rongga, yang mengindikasikan bahwa beton prisma berongga dengan variasi lubang (rongga) ½” dengan persentase terhadap luas penampang sebesar 3,95% masih aman digunakan untuk beton dengan luas penampang melintang berukuran 100 mm x 100 mm.

Dibawah ini merupakan rasio antara kuat tekan beton prisma berongga dengan pipa dan tanpa pipa, terhadap beton prisma tanpa rongga, bisa dilihat pada tabel 4.10.

Tabel 4.9 Rasio Kuat Tekan Beton Prisma Berongga dan Tanpa Rongga

FC' Rata - Rata Tanpa Rongga (MPa)	Ø PIPA (Inch)	FC' Rata - Rata Dengan Pipa (MPa)	FC' Rata - Rata Tanpa Pipa (MPa)	Rasio Dengan Pipa (%)	Rasio Tanpa Pipa (%)
13,877	1/2"	13,364	14,664	-3,69↓	5,67↑
	1"	11,403	11,331	-17,82↓	-18,35↓
	1 1/4"	10,710	10,621	-22,82↓	-23,46↓
	1 1/2"	10,869	10,763	-21,67↓	-22,44↓

Jika dilihat secara keseluruhan nilai rata-rata kuat tekan beton kubus memiliki nilai yang paling tinggi sebesar 17,080 kN dibandingkan dengan beton prisma tanpa rongga dan beton prisma berongga baik yang berpipa maupun tidak berpipa. Kemudian diikuti rata – rata kuat tekan beton prisma tanpa rongga sebesar 13,877 MPa.

Hal ini menunjukkan bahwa beton yang berongga mengalami penurunan kuat tekan yang cukup signifikan. Kecuali yang terjadi pada beton berongga tanpa pipa variasi lubang ½ inch memiliki nilai kuat tekan sebesar 14,664 MPa. Ada beberapa faktor yang bisa menyebabkan mengapa nilai kuat tekan beton prisma tanpa rongga bisa lebih rendah dari nilai rata-rata kuat tekan beton berongga tanpa pipa dengan variasi lubang ½ inch.

Berikut adalah faktor penyebabnya, antara lain:

1. Pemasangan yang tidak konsisten

Pemasangan beton yang tidak cukup baik dapat menyebabkan adanya ruang udara atau rongga dalam struktur beton. Ruang udara ini dapat menyebabkan pengurangan kuat tekan beton karena mengganggu ikatan antarpartikel.

2. Temperature

Paparan suhu, kelembaban yang tinggi, atau kondisi lingkungan lain yang tidak sesuai dengan persyaratan beton dapat mempengaruhi kuat tekan. Faktor-faktor lingkungan ini dapat menyebabkan kerusakan dan degradasi pada struktur beton.

3. Kesalahan dalam pelaksanaan

Kesalahan selama proses pengecoran, pemasangan, atau perawatan beton juga dapat berdampak negative pada kuat tekan. Ketidaksihinggaan dengan prosedur

dapat menyebabkan penurunan kuat tekan beton.



Beberapa faktor di atas juga bisa menjadi patokan penyebab mengapa pada sampel benda uji kubus tidak ada yang mencapai 25 MPa.

4.2.3 Analisa Pola Keretakan Beton



Setelah dilakukan pengujian kuat tekan pada beton prisma tanpa rongga, beton kubus, dan beton prisma berongga dengan pipa dan tanpa pipa, terlihat adanya keretakan pada permukaan beton. Keretakan ini muncul sebagai akibat dari beban tekan yang diterapkan pada prisma beton selama pengujian. Secara visual, keretakan terlihat sebagai retakan-retakan kecil yang menyebar di sekitar area beban. Keretakan ini dapat menjadi indikasi adanya kelemahan atau ketidakmampuan beton untuk menahan tekanan yang diberikan.

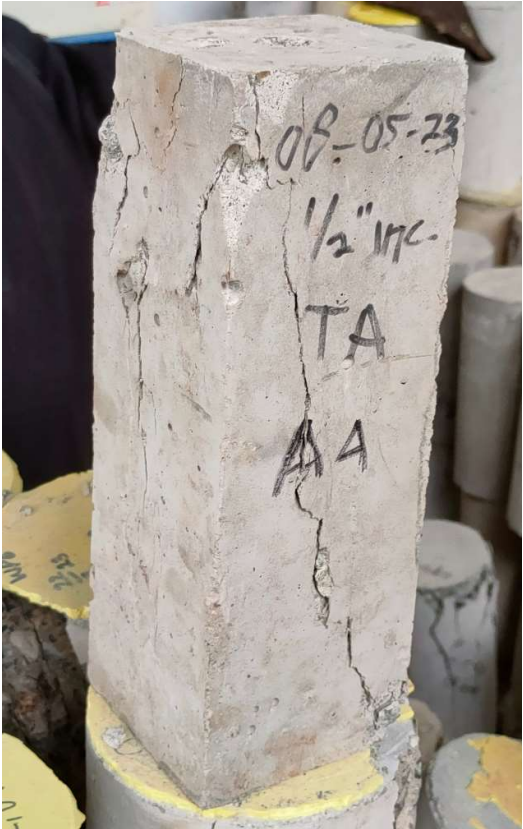
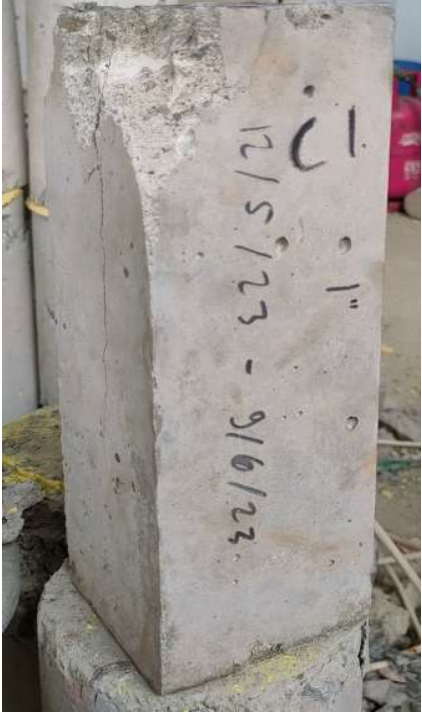
Di bawah ini adalah tabel kerusakan beton yang penulis tampilkan secara terpisah mulai dari beton prisma tanpa rongga, beton kubus, beton prisma berongga dengan pipa dan tanpa pipa.

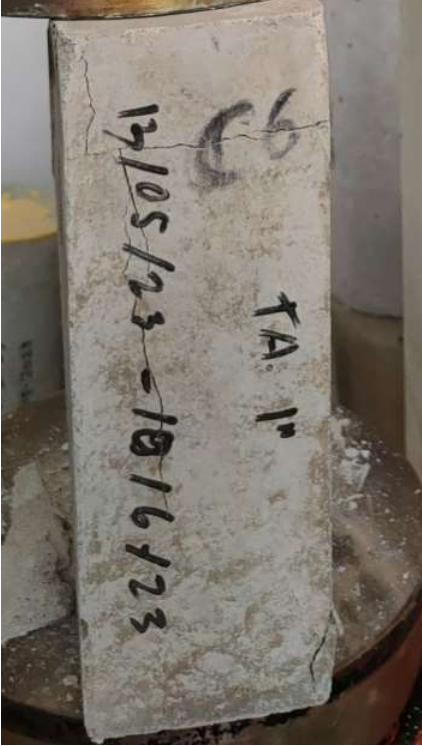

Tabel 4.10. Keretakan Beton Prisma Tanpa Rongga dan Kubus


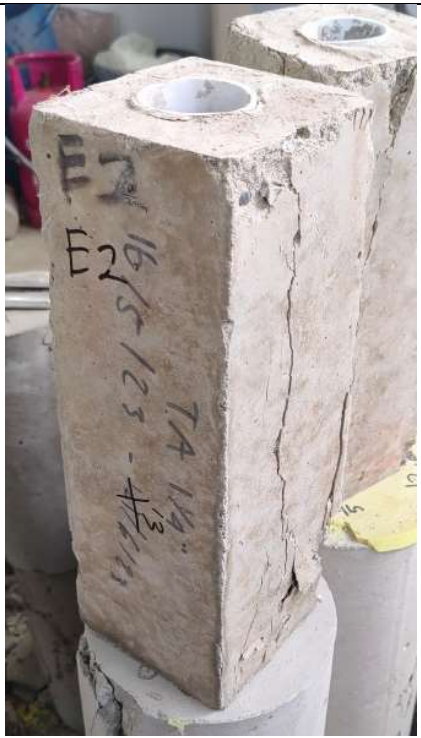
No.	Jenis Beton	Keterangan
1		<p>Beton Prisma Tanpa Rongga Tipe Retak <i>Columnar</i></p>
2		<p>Beton Kubus Retak Tipe Retak <i>Columnar</i></p>


Tabel 4.11 Keretakan Beton Prisma Dengan dan Tanpa Pipa

No.	Jenis Beton	Keterangan
1		<p>Beton Prisma Dengan Pipa Variasi Lubang ½ inch Tipe Retak <i>Columnar</i></p>
2		<p>Hasil <i>Zoom in</i> Beton Prisma Dengan Pipa Variasi Lubang ½ inch Tipe Retak <i>Columnar</i></p>

2	 A photograph of a concrete prism specimen. The specimen is a rectangular block of light-colored concrete with a vertical crack running down its center. Handwritten markings on the side include '08-05-23' at the top, '1/2" MC.' below it, 'TA' in the middle, and 'AA' at the bottom. The specimen is resting on a yellow cylindrical base.	<p>Beton Prisma Tanpa Pipa Variasi Lubang 1/2 inch Tipe Retak Geser</p>
3	 A photograph of a concrete prism specimen. The specimen is a rectangular block of light-colored concrete with a vertical crack running down its center. Handwritten markings on the side include '12/5/23 - 9/6/22' at the bottom, 'C1' at the top, and a small horizontal line below it. The specimen is resting on a yellow cylindrical base.	<p>Beton Prisma Dengan Pipa Variasi Lubang 1 inch Tipe Retak <i>Columnar</i></p>

4		<p>Beton Prisma Tanpa Pipa Variasi Lubang 1 inch Tipe Retak Geser</p>
5		<p>Beton Prisma Dengan Pipa Variasi Lubang 1 ¼ inch Tipe Retak <i>Columnar</i></p>

6	 A photograph of a concrete prism specimen. It is a rectangular block with a circular hole at the top. The concrete is light gray and shows significant damage, including a large, jagged shear crack that runs vertically down the side of the prism. The surface is rough and fragmented.	<p>Beton Prisma Tanpa Pipa Variasi Lubang 1 ¼ inch Tipe Retak Geser</p>
7	 A photograph of a concrete prism specimen. It is a rectangular block with a circular hole at the top. The concrete is light gray and shows significant damage, including a large, jagged shear crack that runs vertically down the side of the prism. The surface is rough and fragmented. Handwritten markings in black ink are visible on the side of the prism, including the letters 'E2', 'E2', '18/5/103', and 'TA 11/10'.	<p>Beton Prisma Dengan Pipa Variasi Lubang 1 ½ inch Tipe Retak <i>Columnar</i></p>

8		<p>Beton Prisma Tanpa Pipa Variasi Lubang 1 ½ inch Tipe Retak Geser</p>
---	---	---

Berdasarkan hasil pengujian di atas, dapat diamati bahwa beton prisma berongga dengan pipa mengalami keruntuhan tipe *Columnar*. Hal ini mengindikasikan kesesuaian teori beton dimana dominasi tegangan beton adalah tekan.

Sementara itu, pada beton prisma tanpa pipa mengalami pola keruntuhan tipe geser. Hal yang berbeda terjadi pada beton prisma berongga tanpa pipa dimana distribusi tegangan pada beton berubah yang sebelumnya dominasi tegangan tekan berubah menjadi tegangan geser. Hal ini menunjukkan potensi kerusakan yang terjadi pada beton yang tidak memiliki struktur pengaku seperti pipa PVC. Keruntuhan tipe geser pada beton prisma berongga tanpa pipa juga menunjukkan berkurangnya kekakuan minimal pada beton berongga tanpa pipa.

Kuat tekan pipa yang lebih besar dari beton (2.6 kali) membuat keruntuhan tekan pada beton dapat dijaga. Tetapi kontribusi kuat tekan pipa pada beton tidak menambah kuat tekan beton dengan pipa secara signifikan.

Kemudian pada pengujian beton prisma dengan pipa variasi lubang ½ inch (A1), pipa di dalam beton kehilangan daya lekat setelah proses pengujian kuat

tekan beton. Hal ini dapat dibuktikan pada gambar 4.16 dimana terlihat rongga diantara beton dengan pipa. Hal ini harus dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai daya lekat pipa terhadap beton.



Gambar 4.12 Hasil Zoom in Benda Uji Beton Prisma A1

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan terhadap beton prisma berpipa dan beton prisma tanpa pipa berukuran 100 mm x 100 mm x 300 mm, serta beton prisma tanpa lubang (rongga) dengan beton kubus, berikut beberapa kesimpulan dapat diambil:

5.1.1 Pengaruh Variasi Lubang

Pada variasi lubang (rongga) $\frac{1}{2}$ inch, beton prisma berongga dengan pipa dan beton prisma tanpa pipa menghasilkan nilai rata-rata kuat tekan yang paling tinggi dibandingkan dengan dengan variasi lubang, 1 inch, $1\frac{1}{4}$ inch dan $1\frac{1}{2}$ inch.

Hal ini menunjukkan peningkatan ukuran lubang (rongga) pada beton prisma dengan pipa maupun tanpa pipa mengakibatkan penurunan nilai rata-rata kuat tekan yang cukup signifikan. Semakin besar diameter lubang, semakin rendah nilai kuat tekan yang yang dihasilkan.

5.1.2 Pengaruh Pipa Terhadap Kuat Tekan

Berdasarkan hasil dan pembahasan, pipa yang ditanam di dalam beton juga mempengaruhi nilai kuat tekan beton dengan menambahkan nilai gaya tekan pada beton. Nilai gaya tekan tersebut bervariasi tergantung pada diameter lubang pipa. Semakin besar diameter pipa, semakin besar gaya tekan yang dihasilkan. Secara keseluruhan beton prisma berongga dengan pipa menghasilkan kapasitas kuat tekan yang lebih tinggi dibandingkan beton prisma berongga tanpa pipa.

Secara keseluruhan, rasio diantara keduanya tidak terlalu signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa dengan ada dan tidaknya pipa yang ditanam di dalam beton tidak terlalu mempengaruhi kuat tekan kedua benda uji tersebut.

5.1.3 Pengaruh Pipa Keretakan Beton

Berdasarkan hasil pengujian di atas, dapat disimpulkan bahwa beton prisma berongga dengan pipa rata – rata mengalami keruntuhan tipe *Columnar*, mengindikasikan dominasi tegangan tekan pada beton. Sebaliknya, beton prisma tanpa pipa mengalami keruntuhan tipe geser, menunjukkan perubahan distribusi tegangan dari tegangan tekan menjadi tegangan geser. Hal ini menunjukkan bahwa beton prisma berongga tanpa pipa memiliki potensi kerusakan yang lebih

tinggi karena tidak adanya struktur pengaku seperti pipa PVC. Keruntuhan tipe geser pada beton prisma berongga tanpa pipa juga mengindikasikan penurunan kekakuan minimal pada beton berongga tanpa pipa.

5.2 Saran

Berdasarkan data hasil penelitian, berikut adalah beberapa saran yang dapat diberikan kepada pembaca untuk penelitian yang lebih lanjut, berikut beberapa saran yang dapat penulis sampaikan:

1. Pertimbangkan faktor-faktor lain yang mempengaruhi kekuatan beton: Selain penggunaan jenis pipa, terdapat banyak faktor lain yang dapat mempengaruhi kuat tekan beton, seperti jenis semen, perawatan, penggunaan zat aditif, dan teknik perencanaan dan pelaksanaan yang benar. Disarankan untuk mempertimbangkan faktor-faktor tersebut dalam penelitian selanjutnya.
2. Disarankan juga untuk melakukan penelitian lebih lanjut mengenai perilaku jangka panjang beton yang di dalamnya ditanam pipa dalam konteks yang lebih luas seperti ketahanan terhadap kebakaran dan banjir.

DAFTAR PUSTAKA

- Amrun Nasution, M. I., 2019. Analisis Kolom Beton Bertulang Pada Penampang Persegi Berlubang. *Analisis Kolom Beton Bertulang ISSN 2086-9045*.
- Asroni, H. A., 2010. *Balok dan Pelat Beton Bertulang*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Badan Standarisasi Nasional, 2002. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*. Jakarta, s.n.
- Badan Standarisasi Nasional, 2003. *Semen Portland*. Jakarta, s.n.
- Badan Standarisasi Nasional, 2013. *Persyaratan beton struktural untuk bangunan*. Jakarta, s.n.
- Badan Standarisasi Nasional, 2019. *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan*. Jakarta, s.n.
- Dipohusodo, I., 1994. *Struktur Beton Bertulang*. Jakarta: s.n.
- Juragan Material, 2022. *Juragan Material*. [Online] Available at: <https://juraganmaterial.id/blog/tips-juragan/pipa-pvc-adalah> [Accessed 26 Februari 2023].
- Laris Parnington Situmorang, H. M. B. D. H., 2017. Pengaruh Variasi Luas Pipa Pada Elemen Kolom Beton Bertulang Terhadap Kuat Tekan. *No. 67/April 2017 ISSN : 0215-9617*, Volume 15.
- Mulyono, T., 2003. *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Safrin Zuraidah, I. K. B., Nopember 2013. Model Sengkang Kolom Berongga Untuk Memikul Beban Tekan. *Jurnal Teknik Sipil KERN*, Volume Vol. 13.
- Safrin Zuraidah, K. B. H. B., 2018. Peningkatan Kekuatan Kolom Berongga Untuk Memikul Beban. *Teknik Sipil, Universitas Dr. Soetomo*.
- Sahlan Sunaryo, M. I. N. H. N., 2021. INOVASI LIMBAH BUAH KETAPANG SEBAGAI AGREGAT KASAR DALAM CAMPURAN BETON RINGAN. *Lomba Karya Tulis Ilmiah Nasional*.
- Samsuriadi Batubara, D. M., 2018. Pengaruh Lubang Pada Kolom Akibat Gaya Aksial Tekan. *Jurnal Rekayasa Konstruksi Mekanika Sipil ISSN 2614-5707*, Volume 1.
- SNI 03-2834-2000, n.d. *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*. Jakarta, Badan Standarisasi Nasional.

SNI 1974 : 2011, 2011. *Cara Uji Kuat Beton Dengan Benda Uji Silinder*. Jakarta, Badan Standardisasi Nasional.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Primer

HASIL TABEL PENGUJIAN BETON PRISMA TANPA RONGGA												
KODE	Ø PIPA (inch)	Ø PIPA (mm)	LUAS PIPA (mm ²)	LUAS PERMUKAAN BETON (mm ²)	VOLUME (m ³)	BERAT		BERAT	GAYA		FC' (MPa)	RATA- RATA FC' (MPa)
						(Kg)	(Gram)	VOLUME (Kg/m ³)	AKSIAL			
								(kN)	(N)			
F4	0	0	0,000	10000	0,003	6,945	6945	2315,000	127,500	127500	12,750	13,877
F5				10000	0,003	6,795	6795	2265,000	142,000	142000	14,200	
F6				10000	0,003	6,795	6795	2265,000	146,800	146800	14,680	

HASIL TABEL PENGUJIAN BETON KUBUS									
KODE	LUAS BETON (mm ²)	VOLUME (m ³)	BERAT		BERAT	GAYA		FC' (MPa)	RATA- RATA FC' (MPa)
			(Kg)	(Gram)	VOLUME (Kg/m ³)	AKSIAL			
						(kN)	(N)		
G1	10000	0,001	2,225	2225	2225,000	171,000	171000	17,100	17,080
G2	10000	0,001	2,210	2210	2210,000	166,900	166900	16,690	
G3	10000	0,001	2,190	2190	2190,000	174,500	174500	17,450	

HASIL TABEL PENGUJIAN BETON PRISMA BERONGGA DENGAN PIPA													
KODE	Ø PIPA (inch)	Ø PIPA (mm)	LUAS PIPA (mm ²)	LUAS PERMUKAAN BETON (mm ²)	LUAS BIDANG TEKAN (mm ²)	VOLUME (m ³)	BERAT		GAYA AKSIAL		BERAT VOLUME (Kg/m ³)	FC' (MPa)	RATA-RATA FC' (MPa)
							(Kg)	(Gram)	(kN)	(N)			
A1	1/2"	22	379,940	10000	9620,060	0,0029	6,595	6595	98,200	98200	2285,156	10,208	13,364
A2		22	379,940	10000	9620,060	0,0029	6,435	6435	149,700	149700	2229,716	15,561	
A3		22	379,940	10000	9620,060	0,0029	6,465	6465	137,800	137800	2240,111	14,324	
C1	1"	32	803,840	10000	9196,160	0,0028	6,175	6175	80,100	80100	2238,253	8,710	11,403
C2		32	803,840	10000	9196,160	0,0028	6,015	6015	104,400	104400	2180,258	11,353	
C3		32	803,840	10000	9196,160	0,0028	6,285	6285	130,100	130100	2278,125	14,147	
D1	1 1/4"	42	1384,740	10000	8615,260	0,0026	5,950	5950	82,400	82400	2302,117	9,564	10,710
D2		42	1384,740	10000	8615,260	0,0026	5,815	5815	73,400	73400	2249,884	8,520	
D3		42	1384,740	10000	8615,260	0,0026	5,510	5510	121,000	121000	2131,876	14,045	
E1	1 1/2"	48	1808,640	10000	8191,360	0,0025	5,775	5775	96,400	96400	2350,037	11,768	10,869
E2		48	1808,640	10000	8191,360	0,0025	5,975	5975	87,100	87100	2431,424	10,633	
E3		48	1808,640	10000	8191,360	0,0025	5,755	5755	83,600	83600	2341,898	10,206	

HASIL TABEL PENGUJIAN BETON PRISMA BERONGGA TANPA PIPA													
KODE	Ø PIPA (inch)	Ø PIPA (mm)	LUAS PIPA (mm ²)	LUAS PERMUKAAN BETON (mm ²)	LUAS BIDANG TEKAN (mm ²)	VOLUME (m ³)	BERAT		GAYA AKSIAL		BERAT VOLUME (Kg/m ³)	FC' (MPa)	RATA-RATA FC' (MPa)
							(Kg)	(Gram)	(kN)	(N)			
A4	1/2"	22	379,940	10000	9620,060	0,0029	6,345	6345	150,200	150200	2198,531	15,613	14,664
A5		22	379,940	10000	9620,060	0,0029	6,305	6305	135,200	135200	2184,671	14,054	
A6		22	379,940	10000	9620,060	0,0029	6,190	6190	137,800	137800	2144,824	14,324	
C4	1"	32	803,840	10000	9196,160	0,0028	5,970	5970	93,200	93200	2163,947	10,135	11,331
C5		32	803,840	10000	9196,160	0,0028	6,100	6100	117,800	117800	2211,068	12,810	
C6		32	803,840	10000	9196,160	0,0028	6,175	6175	101,600	101600	2238,253	11,048	
D4	1 1/4"	42	1384,740	10000	8615,260	0,0026	5,650	5650	75,300	75300	2186,044	8,740	10,621
D5		42	1384,740	10000	8615,260	0,0026	5,930	5930	50,400	50400	2294,378	5,850	
D6		42	1384,740	10000	8615,260	0,0026	5,680	5680	148,800	148800	2197,651	17,272	
E4	1 1/2"	48	1808,640	10000	8191,360	0,0025	5,700	5700	95,500	95500	2319,517	11,659	10,763
E5		48	1808,640	10000	8191,360	0,0025	5,590	5590	91,300	91300	2274,755	11,146	
E6		48	1808,640	10000	8191,360	0,0025	5,560	5560	77,700	77700	2262,547	9,486	

Lampiran 2. Data Sekunder

HASIL TABEL PENGUJIAN BETON PRISMA TANPA RONGGA													
KODE	Ø PIPA (inch)	Ø PIPA (mm)	LUAS PIPA (mm ²)	LUAS PERMUKAAN BETON (mm ²)	VOLUME (m ³)	BERAT		BERAT VOLUME		GAYA AKSIAL		FC' (MPa)	RATA- RATA FC' (MPa)
						(Kg)	(Gram)	(Kg/m ³)	(kN)	(N)			
F1	0	0	0,000	10000	0,003	6,830	6830	2276,667	90,600	90600	9,060	12,255	
F2				10000	0,003	6,935	6935	2311,667	81,600	81600	8,160		
F3				10000	0,003	6,775	6775	2258,333	146,800	146800	14,680		
F4				10000	0,003	6,945	6945	2315,000	127,500	127500	12,750		
F5				10000	0,003	6,795	6795	2265,000	142,000	142000	14,200		
F6				10000	0,003	6,795	6795	2265,000	146,800	146800	14,680		

HASIL TABEL PENGUJIAN BETON KUBUS									
KODE	LUAS BETON PERMUKAAN (mm ²)	VOLUME (m ³)	BERAT		BERAT VOLUME (Kg/m ³)	GAYA AKSIAL		FC' (MPa)	RATA- RATA FC' (MPa)
			(Kg)	(Gram)		(kN)	(N)		
G1	10000	0,001	2,225	2225	2225,000	171,000	171000	17,100	15,520
G2	10000	0,001	2,210	2210	2210,000	166,900	166900	16,690	

HASIL TABEL PENGUJIAN BETON KUBUS									
KODE	LUAS BETON PERMUKAAN (mm ²)	VOLUME (m ³)	BERAT		BERAT VOLUME (Kg/m ³)	GAYA AKSIAL		FC' (MPa)	RATA- RATA FC' (MPa)
			(Kg)	(Gram)		(kN)	(N)		
G3	10000	0,001	2,190	2190	2190,000	174,500	174500	17,450	
G4	10000	0,001	2,160	2160	2160,000	121,000	121000	12,100	
G5	10000	0,001	2,185	2185	2185,000	129,400	129400	12,940	
G6	10000	0,001	2,170	2170	2170,000	168,400	168400	16,840	

HASIL TABEL PENGUJIAN BETON PRISMA BERONGGA DENGAN PIPA													
KODE	Ø PIPA (inch)	Ø PIPA (mm)	LUAS PIPA (mm ²)	LUAS PERMUKAAN BETON (mm ²)	LUAS BIDANG TEKAN (mm ²)	VOLUME (m ³)	BERAT		GAYA AKSIAL		BERAT VOLUME (Kg/m ³)	FC' (MPa)	RATA- RATA FC' (MPa)
							(Kg)	(Gram)	(kN)	(N)			
A1	1/2"	22	379,940	10000	9620,060	0,0029	6,595	6595	98,200	98200	2285,156	10,208	13,364
A2		22	379,940	10000	9620,060	0,0029	6,435	6435	149,700	149700	2229,716	15,561	
A3		22	379,940	10000	9620,060	0,0029	6,465	6465	137,800	137800	2240,111	14,324	
B1	3/4"	26	530,660	10000	9469,340	0,0028	6,505	6505	76,400	76400	2289,846	8,068	8,906
B2		26	530,660	10000	9469,340	0,0028	6,310	6310	93,900	93900	2221,204	9,916	

HASIL TABEL PENGUJIAN BETON PRISMA BERONGGA DENGAN PIPA													
KODE	Ø PIPA (inch)	Ø PIPA (mm)	LUAS PIPA (mm ²)	LUAS PERMUKAAN BETON (mm ²)	LUAS BIDANG TEKAN (mm ²)	VOLUME (m ³)	BERAT		GAYA AKSIAL		BERAT VOLUME (Kg/m ³)	FC' (MPa)	RATA- RATA FC' (MPa)
							(Kg)	(Gram)	(kN)	(N)			
B3		26	530,660	10000	9469,340	0,0028	6,340	6340	82,700	82700	2231,764	8,733	
C1	1"	32	803,840	10000	9196,160	0,0028	6,175	6175	80,100	80100	2238,253	8,710	11,403
C2		32	803,840	10000	9196,160	0,0028	6,015	6015	104,400	104400	2180,258	11,353	
C3		32	803,840	10000	9196,160	0,0028	6,285	6285	130,100	130100	2278,125	14,147	
D1	1 1/4"	42	1384,740	10000	8615,260	0,0026	5,950	5950	82,400	82400	2302,117	9,564	10,710
D2		42	1384,740	10000	8615,260	0,0026	5,815	5815	73,400	73400	2249,884	8,520	
D3		42	1384,740	10000	8615,260	0,0026	5,510	5510	121,000	121000	2131,876	14,045	
E1	1 1/2"	48	1808,640	10000	8191,360	0,0025	5,775	5775	96,400	96400	2350,037	11,768	10,869
E2		48	1808,640	10000	8191,360	0,0025	5,975	5975	87,100	87100	2431,424	10,633	
E3		48	1808,640	10000	8191,360	0,0025	5,755	5755	83,600	83600	2341,898	10,206	

HASIL TABEL PENGUJIAN BETON PRISMA TANPA PIPA													
KODE	Ø PIPA (inch)	Ø PIPA (mm)	LUAS PIPA (mm ²)	LUAS PERMUKAAN BETON (mm ²)	LUAS BIDANG TEKAN (mm ²)	VOLUME (m ³)	BERAT		GAYA AKSIAL		BERAT VOLUME (Kg/m ³)	FC' (MPa)	RATA-RATA FC' (MPa)
							(Kg)	(Gram)	(kN)	(N)			
A4	1/2"	22	379,940	10000	9620,060	0,0029	6,345	6345	150,200	150200	2198,531	15,613	14,664
A5		22	379,940	10000	9620,060	0,0029	6,305	6305	135,200	135200	2184,671	14,054	
A6		22	379,940	10000	9620,060	0,0029	6,190	6190	137,800	137800	2144,824	14,324	
B4	3/4"	26	530,660	10000	9469,340	0,0028	6,320	6320	96,200	96200	2224,724	10,159	9,219
B5		26	530,660	10000	9469,340	0,0028	6,350	6350	81,700	81700	2235,284	8,628	
B6		26	530,660	10000	9469,340	0,0028	6,350	6350	84,000	84000	2235,284	8,871	
C4	1"	32	803,840	10000	9196,160	0,0028	5,970	5970	93,200	93200	2163,947	10,135	11,331
C5		32	803,840	10000	9196,160	0,0028	6,100	6100	117,800	117800	2211,068	12,810	
C6		32	803,840	10000	9196,160	0,0028	6,175	6175	101,600	101600	2238,253	11,048	
D4	1 1/4"	42	1384,740	10000	8615,260	0,0026	5,650	5650	75,300	75300	2186,044	8,740	10,621
D5		42	1384,740	10000	8615,260	0,0026	5,930	5930	50,400	50400	2294,378	5,850	
D6		42	1384,740	10000	8615,260	0,0026	5,680	5680	148,800	148800	2197,651	17,272	
E4	1 1/2"	48	1808,640	10000	8191,360	0,0025	5,700	5700	95,500	95500	2319,517	11,659	10,763
E5		48	1808,640	10000	8191,360	0,0025	5,590	5590	91,300	91300	2274,755	11,146	
E6		48	1808,640	10000	8191,360	0,0025	5,560	5560	77,700	77700	2262,547	9,486	

Lampiran 3. Data Tanggal Pembuatan dan Pengujian Benda Uji

Ø PIPA	KODE	TANGGAL PEMBUATAN	TANGGAL PENGUJIAN
1/2"	A1	06/05/2023	03/06/2023
	A2	06/05/2023	03/06/2023
	A3	08/05/2023	05/06/2023
3/4"	B1	12/05/2023	09/06/2023
	B2	12/05/2023	09/06/2023
	B3	12/05/2023	09/06/2023
1"	C1	12/05/2023	09/06/2023
	C2	13/05/2023	10/06/2023
	C3	17/05/2023	14/06/2023
1 1/4"	D1	15/05/2023	12/06/2023
	D2	15/05/2023	12/06/2023
	D3	17/05/2023	14/06/2023
1 1/2"	E1	15/05/2023	13/06/2023
	E2	15/05/2023	13/06/2023
	E3	15/05/2023	13/06/2023




Ø PIPA	KODE	TANGGAL PEMBUATAN	TANGGAL PENGUJIAN
1/2"	A4	08/05/2023	05/06/2023
	A5	08/05/2023	05/06/2023
	A6	08/05/2023	05/06/2023
3/4"	B4	10/05/2023	07/06/2023
	B5	10/05/2023	07/06/2023
	B6	12/05/2023	09/06/2023
1"	C4	13/05/2023	10/06/2023
	C5	13/05/2023	10/06/2023
	C6	13/05/2023	10/06/2023
1 1/4"	D4	15/05/2023	12/06/2023
	D5	15/05/2023	12/06/2023
	D6	17/05/2023	14/06/2023
1 1/2"	E4	16/05/2023	13/06/2023
	E5	16/05/2023	13/06/2023
	E6	16/05/2023	13/06/2023



BETON NORMAL (cm3)	KODE	TANGGAL PEMBUATAN	TANGGAL PENGUJIAN
10X10X30	F1	13/05/2023	10/06/2023
10X10X30	F2	13/05/2023	10/06/2023
10X10X30	F3	17/05/2023	14/06/2023
10X10X30	F4	17/05/2023	14/06/2023
10X10X30	F5	17/05/2023	14/06/2023
10X10X30	F6	17/05/2023	14/06/2023



BETON KUBUS (cm3)	KODE	TANGGAL PEMBUATAN	TANGGAL PENGUJIAN
10X10X10	G1	17/05/2023	14/06/2023
10X10X10	G2	17/05/2023	14/06/2023
10X10X10	G3	17/05/2023	14/06/2023
10X10X10	G4	18/05/2023	15/06/2023
10X10X10	G5	18/05/2023	15/06/2023
10X10X10	G6	18/05/2023	15/06/2023



Lampiran 4. Dokumentasi Pelaksanaan dan Pengujian Di Laboratorium


No.	Kegiatan	Dokumentasi
1	Persiapan Cetakan Beton Prisma	 Three black metal prismatic molds are shown standing upright on a blue floor. The molds are rectangular and appear to be made of heavy-duty metal, likely steel, with some wear and tear visible on their surfaces.
2	Persiapan Penuangan Beton Segar	 A collection of blue metal molds and concrete cylinders is shown in a laboratory setting. The molds are rectangular and appear to be made of heavy-duty metal, likely steel, with some wear and tear visible on their surfaces. The concrete cylinders are stacked in the background.
3	Proses Penuangan Beton Segar ke Dalam Cetakan	 Five blue metal molds are lined up in a laboratory setting. The molds are rectangular and appear to be made of heavy-duty metal, likely steel, with some wear and tear visible on their surfaces. They are positioned in a row, and the background shows a concrete wall and some equipment.

4	Beton Dilepas dari Cetakan	
5	Perawatan Benda Uji dengan Karung Goni	
6	Penimbangan Beton Prisma Tanpa Rongga	



7	Penimbangan Beton Kubus	
8	Penimbangan Beton Prisma Berongga Dengan Pipa 1 ¼ inch	



9	Penimbangan Beton Prisma Berongga Tanpa Pipa 1 ¼ inch	
10	Pengujian Beton Prisma Tanpa Rongga	


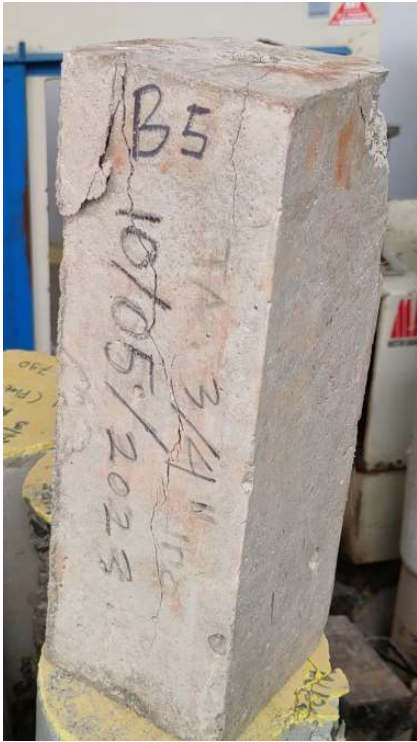
11	Pengujian Beton Kubus	 A digital compression machine with a display showing 166.9 kN. The machine is used for testing a concrete cube specimen. The specimen is a cube with the number 'G2' written on it.
11	Pengujian Beton Prisma Berongga Dengan Pipa	 A digital compression machine with a display showing 12.10 kN. The machine is used for testing a hollow concrete prism specimen. The specimen is a prism with a pipe inside, and the number 'D3' and the date '17/5/23' are written on it.

12	Pengujian Beton Prisma Berongga Tanpa Pipa	 <p>A digital compression machine is shown testing a concrete prism specimen. The machine's display shows a reading of 348.8 KN. The specimen is marked with 'P/0/23' and 'D6'. The machine is labeled 'DIGITAL COMPRESSION MACHINE' and 'D9'.</p>
----	--	---


Lampiran 5. Dokumentasi Pola Keretakan Benda Uji


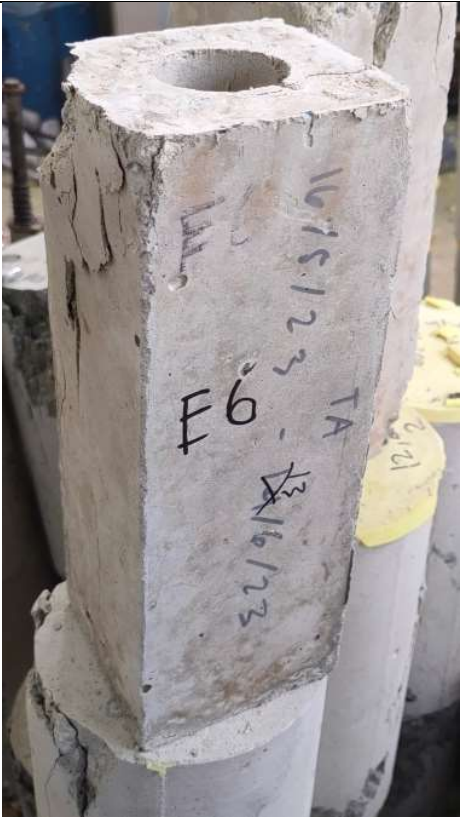
No.	Jenis Beton	Keterangan
1		Beton Prisma Tanpa Rongga Tipe Retak <i>Columnar</i>
2		Beton Kubus Tipe Retak Geser

3	 A photograph of a concrete prism specimen labeled 'A2'. The specimen is a rectangular block of concrete with a yellow-painted top surface. It has two vertical holes, each labeled '1/2" MC'. The specimen shows vertical cracking, characteristic of columnar cracking. Handwritten text on the side includes 'A2', '06-05-2023', and 'TA'.	<p>Beton Prisma Dengan Pipa Variasi Lubang $\frac{1}{2}$ inch Tipe Retak <i>Columnar</i></p>
4	 A photograph of a concrete prism specimen labeled 'A5'. The specimen is a rectangular block of concrete with a yellow-painted top surface. It has two vertical holes, each labeled '1/2" MC'. The specimen shows diagonal cracking, characteristic of shear cracking. Handwritten text on the side includes '08-05-23', '1/2" MC', 'TA', and 'A5'.	<p>Beton Prisma Tanpa Pipa Variasi Lubang $\frac{1}{2}$ inch Tipe Retak Geser</p>

5		<p>Beton Prisma Dengan Pipa Variasi Lubang $\frac{3}{4}$ inch Tipe Retak <i>Columnar</i></p>
6		<p>Beton Prisma Tanpa Pipa Variasi Lubang $\frac{3}{4}$ inch Tipe Retak <i>Columnar</i></p>

7	 A photograph of a concrete prism specimen mounted on a testing machine. The specimen is a vertical cylinder with a diameter of 1 inch. It has handwritten markings: 'TA. 1"' and '12/05/23 - 10/16/23'. A vertical crack is visible on the front face of the specimen.	<p>Beton Prisma Dengan Pipa Variasi Lubang 1 inch Tipe Retak <i>Columnar</i></p>
8	 A photograph of a concrete prism specimen mounted on a testing machine. The specimen is a vertical cylinder with a diameter of 1 inch. It has handwritten markings: 'TA. 1"' and '12/05/23 - 10/16/23'. A diagonal crack is visible on the front face of the specimen.	<p>Beton Prisma Tanpa Pipa Variasi Lubang 1 inch Tipe Retak Geser</p>

9	 A photograph of a concrete prism specimen. It is a rectangular block with a circular hole at the top. The surface is marked with handwritten text: 'D2', '12/15/05', and '12/16/21'. A prominent vertical crack runs down the front face of the specimen. The specimen is resting on a cylindrical base.	<p>Beton Prisma Dengan Pipa Variasi Lubang 1 ¼ inch Tipe Retak <i>Columnar</i></p>
10	 A photograph of a concrete prism specimen. It is a rectangular block with a circular hole at the top. The surface is marked with handwritten text: 'L6', '14/6/23', and 'R/15/23'. A diagonal crack is visible on the front face of the specimen. The specimen is resting on a cylindrical base.	<p>Beton Prisma Tanpa Pipa Variasi Lubang 1 ¼ inch Tipe Retak Geser</p>

11		<p>Beton Prisma Dengan Pipa Variasi Lubang 1 ½ inch Tipe Retak <i>Columnar</i></p>
12		<p>Beton Prisma Tanpa Pipa Variasi Lubang 1 ½ inch Tipe Retak Geser</p>

Lampiran 6. Surat Ijin Penelitian



UMKKT
Fakultas
Sains dan Teknologi

Telp. 0541-748511 Fax. 0541-766832

Website <http://fst.umkt.ac.id>

email: fst@umkt.ac.id



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

SURAT KETERANGAN

Nomor: 066-37/KET/FST/A.5/C/2023

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Isnaini Zulkarnain, S.T., M.T
NIDN : 1103128104
Jabatan : Kepala Bidang Pembelajaran Praktik

Menerangkan bahwa mahasiswa atas nama:

Nama : Sahrul Panji Saputra
NIM : 1911102443046
Program Studi : S1 Teknik Sipil
Judul Penelitian : Eksperimen Kuat Tekan Beton Model Prisma Berongga

Untuk melaksanakan Penelitian di Laboratorium Bahan dan Material Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur.

Kegiatan tersebut dilaksanakan pada 06 Mei s/d 15 Juni 2023 (Jadwal terlampir).

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Samarinda, 28 Desember 2023

Kepala Bidang Pembelajaran Praktik
Fakultas Sains dan Teknologi,

Isnaini Zulkarnain, S.T., M.T
NIDN.1103128104



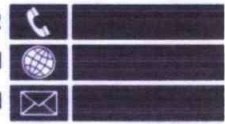
UMKT
Program Studi
Teknik Sipil

Fakultas Sains dan Teknologi

Telp. 0541-748511 Fax.0541-766832

Website <http://sipil.umkt.ac.id>

email: sipil@umkt.ac.id



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

**LEMBAR KONSULTASI
TUGAS AKHIR
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

Nama : Sahrul Panji Saputra

NIM : 1911102443046

Judul : Eksperimen Kuat Tekan Beton Model Prisma Berongga

No	Hari, tanggal	Uraian	Tanda tangan
1	2/23 /2	Pengajuan konsep judul TA	<i>my</i>
2	7/23 /2	Penerimaan judul TA & konsultasi	<i>my</i>
3	9/23 /2	Konsultasi Bab 1, Tujuan, Rumusan masalah dll.	<i>my</i>
4	14/23 /2	Konsultasi Bab 1, Rinci Tujuan, Tambahan Bab baru	<i>my</i>
5	16/23 /2	Konsultasi Bab 1, Bab 2 landasan teori, pustaka dll.	<i>my</i>
6	21/23 /2	Konsultasi metode pelaksanaan & penulisan	<i>my</i>
7	22/23 /2	Konsultasi Bab 3 Studi literatur, Bangun alat	<i>my</i>
8	23/23 /2	Konsultasi metode penelitian, mix dengan	<i>my</i>
9	27/23 /2	Seminar Proposal Tugas akhir	<i>my</i>
10	13/23 /6	Konsultasi hasil penelitian	<i>my</i>
11	22/23 /6	Konsultasi Bab IV (tabel, hasil penelitian)	<i>my</i>

SKR Sahrul Panji Saputra 3: Eksperimen Kuat Tekan Beton Model Prisma Berongga

by Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur

Submission date: 28-Dec-2023 01:43PM (UTC+0800)

Submission ID: 2201315184

File name: TUGAS_AKHIR_-_SAHRUL_PANJI_SAPUTRA_ACC_SEMHAS.docx (10.17M)

Word count: 9972

Character count: 55727

SKR Sahrul Panji Saputra 3: Eksperimen Kuat Tekan Beton Model Prisma Berongga

ORIGINALITY REPORT

25%	25%	2%	3%
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	dspace.umkt.ac.id Internet Source	19%
2	journals.umkt.ac.id Internet Source	2%
3	civilciveng.blogspot.com Internet Source	2%
4	repository.uma.ac.id Internet Source	1%
5	core.ac.uk Internet Source	1%
6	repository.ub.ac.id Internet Source	1%
7	desain-grafis-s1.stekom.ac.id Internet Source	1%