

**PENGARUH VARIASI JENIS SEMEN  
TERHADAP KUAT TEKAN BETON**

**SKRIPSI  
TEKNIK SIPIL**

**Ditujukan untuk memenuhi persyaratan  
Memperoleh gelar Sarjana Teknik**



**FIRZI MAULANA SANI  
NIM. 165060107111037**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
MALANG  
2021**



**LEMBAR PENGESAHAN**  
**PENGARUH VARIASI JENIS SEMEN**  
**TERHADAP KUAT TEKAN BETON**

**SKRIPSI**  
**TEKNIK SIPIL**

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan  
Memperoleh gelar Sarjana Teknik



**FIRZI MAULANA SANI**  
**NIM. 165060107111037**

Skripsi ini telah di revisi dan disetujui oleh dosen pembimbing  
pada tanggal 13 April 2021

Dosen Pembimbing 1

**Dr. Eng. Lilva Susanti, ST, MT**  
NIP. 201102 850221 2 001

Dosen Pembimbing 2

**Prof. Dr. Ir. Sri Murni Dewi, MS.**  
NIP. 19511211 198103 2001

Mengetahui,

Ketua Program Studi S1



**Dr. Eng. Indradi W., ST., M.Eng (Prac)**  
NIP. 19810220 200604 1 002

**HALAMAN IDENTITAS TIM PENGUJI SKRIPSI**

JUDUL SKRIPSI:

**PENGARUH VARIASI JENIS SEMEN TERHADAP KUAT TEKAN BETON**

Nama Mahasiswa : Firzi Maulana Sani

NIM : 165060107111037

Program Studi : Teknik Sipil

Minat : Struktur

**TIM DOSEN PENGUJI**

Dosen Penguji I : Dr. Eng. Lilya Susanti, ST, MT

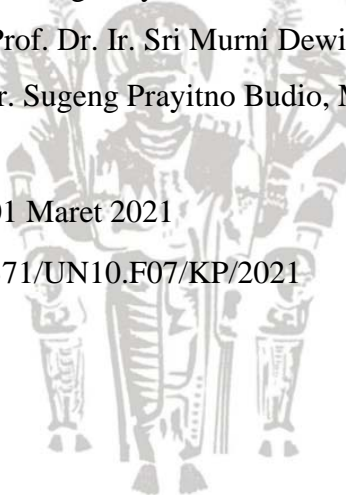
Dosen Penguji II : Prof. Dr. Ir. Sri Murni Dewi, MS.

Dosen Penguji III : Ir. Sugeng Prayitno Budio, MS., IPM

Tanggal Ujian : 01 Maret 2021

SK Penguji : 371/UN10.F07/KP/2021

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



## PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

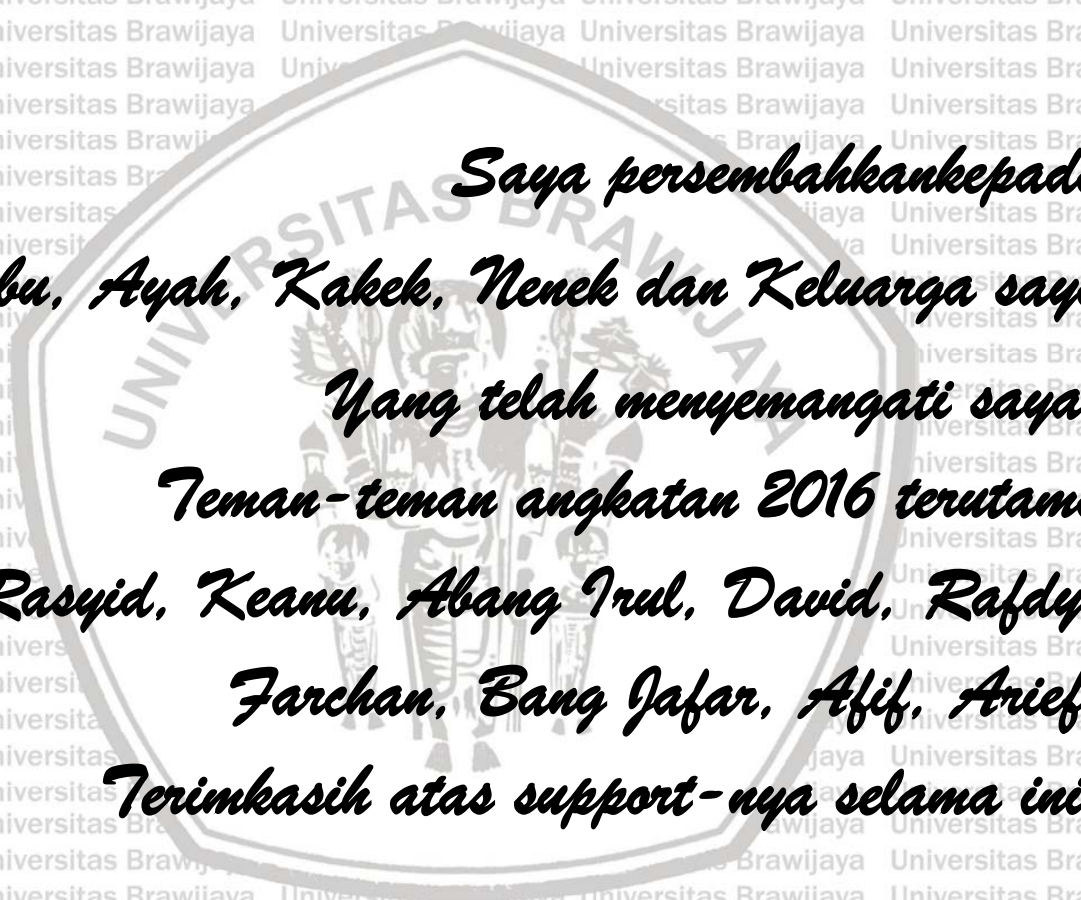
Malang, 18 April 2021

Mahasiswa,

Firzi Maulana Sani

NIM. 165060107111037





*Saya persembahkan kepada  
Ibu, Ayah, Kakek, Nenek dan Keluarga saya  
Yang telah menyemangati saya.  
Teman-teman angkatan 2016 terutama  
Rasyid, Keanu, Abang Irul, David, Rafdy,  
Farchan, Bang Jafar, Afif, Arief.  
Terimakasih atas support-nya selama ini.*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah Azza Wa Jalla atas segala nikmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul: “PENGARUH VARIASI JENIS SEMEN TERHADAP KUAT TEKAN BETON”. Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat kelulusan yang harus dipenuhi selaku mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya untuk memperoleh gelar sarjana, serta diharapkan dapat menjadi sumbangsih bagi ilmu pengetahuan dalam bidang Teknik Sipil, khususnya bidang Struktur.

Selama penyusunan skripsi ini, penulis mendapatkan banyak bantuan dan bimbingan. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak **Dr. Eng. Alwafi Pujiraharjo, ST., MT.** dan Ibu **Dr. Eng. Eva Arifi, ST., MT.** selaku Ketua dan Sekretaris Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya;
2. Bapak **Dr. Eng. Indradi Wijatmiko, ST., M.Eng (Prac)** selaku Ketua Program Studi S1 Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya;
3. Ibu **Dr. Eng. Lilya Susanti, ST, MT.,** Ibu **Prof. Dr. Ir. Sri Murni Dewi, MS.** Dan **Ir. Sugeng Prayitno Budio, MS, IPM.** selaku dosen pembimbing pertama, kedua dan Ketua Majelis;
4. Ibu **Dr. Eng. Yatnanta Padma Devia, ST, MT.** selaku dosen pembimbing akademik;
5. Bapak **Sugeng Hendrik, ST.** dan **Dino Teguh, ST.** selaku Staff Laboran Laboratorium Struktur dan Bahan Konstruksi Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya;

Penulis menyadari bahwa penyusunan tugas akhir ini tidak terlepas dari kekurangan dan keterbatasan. Penulis menerima segala bentuk masukan, baik berupa saran maupun kritik yang bersifat membangun guna penyusunan laporan dan tugas-tugas mendatang.

Akhir kata, penulis berharap agar tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan pihak-pihak yang membutuhkan.

Malang, 18 April 2021

Penulis

-Halaman ini sengaja dikosongkan-



# DAFTAR ISI

Halaman

<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>i</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>ix</b>
<b>RINGKASAN .....</b>	<b>xi</b>
<b>SUMMARY .....</b>	<b>xiii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Identifikasi Masalah .....	2
1.3 Rumusan Masalah .....	2
1.4 Batasan Masalah .....	2
1.5 Tujuan Penelitian .....	3
1.6 Manfaat Penelitian .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>5</b>
2.1 Beton .....	5
2.1.1 Semen Portland .....	5
2.1.2 Semen Slag .....	6
2.1.3 Ordinary Portland Cement (OPC/Type I) .....	9
2.1.4 Type V .....	9
2.1.5 Portland Pozzolan Cementi( PPC ) .....	9
2.1.6 <i>Max Strength Cement</i> .....	10
2.1.7 Agregat Halus .....	10
2.1.8 Agregat Kasar .....	11
2.1.9 Air .....	12
2.2 Kuat Tekan .....	12
2.3 Penelitian Terdahulu .....	14
2.4 Hipotesis .....	14
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>15</b>
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian .....	15
3.2 Peralatan dan Bahan Penelitian .....	15
3.2.1 Peralatan .....	15
3.2.2 Bahan .....	15
3.3 RancanganjPenelitian .....	16
3.4 Variabel Penelitian .....	16
3.5 Prosedur Penelitian .....	16
3.5.1 PembuatanjBenda Uji .....	16
3.5.2 PerawatanjBenda Uji .....	17
3.5.3 Pengujian Modulus Elastisitas dan Berat Volume .....	17
3.6 Metode Analisis Data .....	18
3.6.1 Pengumpulan Data .....	18
3.6.2 Pengolahan Data .....	18



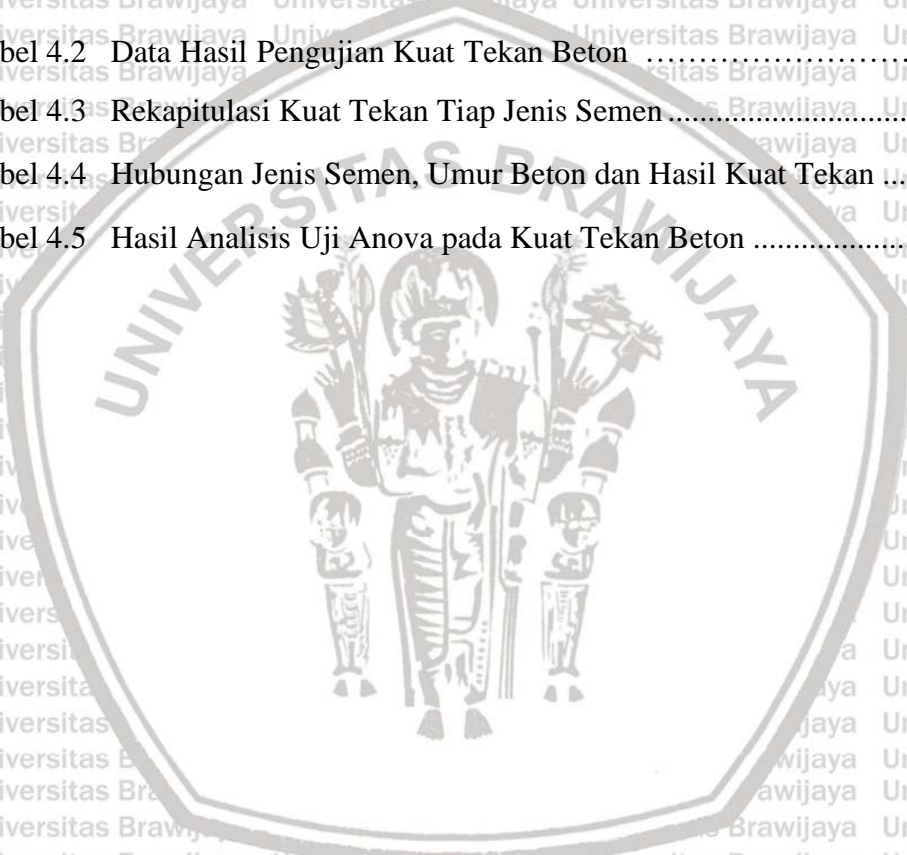


3.7	Diagram Alir Penelitian.....	19
<b>BAB IV PEMBAHASAN.....</b>		<b>21</b>
4.1	Perencanaan Benda Uji.....	21
4.2	Pembuatan dan Perawatan Benda Uji.....	21
4.2.1	Pembuatan Benda Uji.....	22
4.2.2	Perawatan Benda Uji ( <i>Curing</i> ).....	24
4.3	Pengujian Kuat Tekan.....	24
4.3.1	Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan Dengan Jenis Semen Yang Berbeda.....	28
4.3.2	Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan Terhadap Umur Benda Uji.....	31
4.4	Analisa Varian Dua Arah (Two-Way Anova).....	36
<b>BAB V HASIL PEMBAHASAN.....</b>		<b>39</b>
5.1	Kesimpulan.....	39
5.2	Saran.....	39
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>		<b>41</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>43</b>



## DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
Tabel 2.1	Persyaratan Fisika Semen Portland .....	6
Tabel 2.2	Spesifikasi dan Analisa Hasil Kimia Fisika GBFS .....	8
Tabel 2.3	Batasan Susunan Butiran Agregat Halus.....	11
Tabel 3.1	Rincian Benda Uji .....	16
Tabel 3.2	Form Pengumpulan Data Dari Pengujian Kuat Tekan Beton Silinder.....	18
Tabel 4.1	Perencanaan Beton .....	21
Tabel 4.2	Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton .....	25
Tabel 4.3	Rekapitulasi Kuat Tekan Tiap Jenis Semen .....	27
Tabel 4.4	Hubungan Jenis Semen, Umur Beton dan Hasil Kuat Tekan .....	37
Tabel 4.5	Hasil Analisis Uji Anova pada Kuat Tekan Beton .....	38





## DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Alat uji kuat tekan beton.....	13
Gambar 2.2	Tegangan Tekan Benda Uji Beton.....	13
Gambar 2.3	Diagram Hubungan Kuat Beton Dengan Umur Beton .....	13
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian.....	19
Gambar 4.1	Bekisting Silinder 15 x 30 cm .....	22
Gambar 4.2	Penimbangan bahan sesuai perhitungan mix design .....	22
Gambar 4.3	Pencampuran material .....	23
Gambar 4.4	Pelapisan bekisting dengan oli tipis.....	23
Gambar 4.5	Penuangan campuran kedalam bekisting.....	24
Gambar 4.6	Uji Tekan Beton .....	25
Gambar 4.7	Grafik Batang Hubungan Kuat Tekan Beton dengan Variasi Jenis Semen pada Umur 3 Hari.....	28
Gambar 4.8	Grafik Batang Hubungan Kuat Tekan Mortar dengan Variasi Jenis Semen pada Umur 7 Hari.....	29
Gambar 4.9	Grafik Batang Hubungan Kuat Tekan Mortar dengan Variasi Jenis Semen pada Umur 28 Hari.....	30
Gambar 4.10	Grafik Batang Hubungan Kuat Tekan Beton dengan Umur Benda Uji Semen OPC.....	31
Gambar 4.11	Grafik Batang Hubungan Kuat Tekan Beton dengan Umur Benda Uji Semen PPC .....	32
Gambar 4.12	Grafik Batang Hubungan Kuat Tekan Beton dengan Umur <i>Benda Uji Semen</i> PCC.....	33
Gambar 4.13	Grafik Batang Hubungan Kuat Tekan Beton dengan Umur Benda Uji Semen Easymax.....	34
Gambar 4.14	Grafik Batang Hubungan Kuat Tekan Beton dengan Umur Benda Uji Semen Maxstrength .....	35
Gambar 4.15	Grafik Batang Hubungan Kuat Tekan Beton dengan Umur Benda Uji Semen Type-V .....	36

-Halaman ini sengaja dikosongkan-





## DAFTAR LAMPIRAN

No.	Judul	Halaman
Lampiran 1	Data Pengujian Kuat Tekan Silinder .....	43
Lampiran 2	Dokumentasi Pengujian Kuat Tekan Silinder .....	45



-Halaman ini sengaja dikosongkan-



## RINGKASAN

**FIRZI MAULANA SANI**, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Februari 2021, *Pengaruh Jenis Semen terhadap Karakteristik Kuat Tekan Beton*, Dosen Pembimbing: Lilya Susanti dan Sri Murni Dewi.

Isu negatif untuk lingkungan mejadi hal yang krusial dalam industri semen portland. Oleh karena itu bermunculan berbagai varian jenis semen campur yang dimaksudkan untuk mengurangi dampak negatif tersebut. Berbagai jenis semen memiliki karakteristiknya masing – masing. Pada penelitian ini akan dilihat bagaimana karakteristik kuat tekan pada tiap jenis semen tersebut agar bisa dijadikan pertimbangan dalam memilih jenis semen sesuai dengan pekerjaan, kebutuhan dan keadaan yang memperhatikan juga efek yang akan ditimbulkan terhadap lingkungan.

Penelitian ini menguji kuat tekan beton silinder dengan menggunakan alat *Compression Test Machine*. Variasi yang digunakan yaitu jenis semen PPC, *EasyMax*, *Max Strength*, PCC, OPC, dan Tipe-V. Serta variasi umur pengujian yaitu 3 hari, 7 hari, dan 28 hari.

Dari hasil penelitian didapatkan variasi jenis semen, dan umur beton, berpengaruh terhadap nilai kuat tekan Beton. Variasi umur memberikan pengaruh terhadap nilai kuat tekan beton. Untuk umur 3 hari nilai kuat tekan terbesar didapatkan dengan menggunakan *EasyMax* sebesar 21,32 Mpa. Untuk umur 7 hari nilai kuat tekan terbesar didapatkan dengan jenis semen OPC sebesar 27,08 Mpa. Untuk umur 28 hari nilai kuat tekan terbesar didapatkan dengan jenis semen OPC sebesar 33,74 MPa. Setiap jenis semen memiliki karakteristik perkembangan kuat tekan yang berbeda yang dipengaruhi senyawa  $C_3S$  dan  $C_2S$ , pada klinkernya. Dapat dilihat pada umur 3 hari *Easymax* menghasilkan kuat tekan yang terbesar dengan urutan *EasyMax* > PCC > OPC > *Max Strength* > PPC > Type V. Pada 7 hari OPC menghasilkan kuat tekan terbesar dengan urutan OPC > *EasyMax* > PCC > *MaxStrength* > Type V > PPC. Pada 28 hari OPC menghasilkan kuat tekan terbesar dengan urutan OPC > PCC > *EasyMax* > *MaxStrength* > Type V > PPC.

Kata kunci: jenis semen, kuat tekan beton.



-Halaman ini sengaja dikosongkan-



## SUMMARY

**Firzi Maulana Sani**, Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering Universitas Brawijaya, February 2021, *Effect of Cement Type to The Characteristic of Concrete Compressive Strength*, Supervisors: Lilya Susanti and Sri Murni Dewi.

Negative issues for the environment are crucial in the portland cement industry. Therefore, air appears different variants of the type of cement mix which is intended to reduce the impact of negative them. Different types of cement have their characteristics. In this study, it will be seen how the characteristics of the compressive strength of each type of cement can be taken into account in choosing the type of cement according to the work, needs, and circumstances that take into account the effects that will be caused to the environment

This study tested the compressive strength of cylindrical concrete by using a Compression Test Machine. The variations used are PPC, EasyMax, Max Strength, PCC, OPC, and Type-V cement types. As well as variations in the age of the test, namely 3 days, 7 days, and 28 days.

From the results of the study, it was found that variations in the type of cement, and the age of the concrete, affect the value of the compressive strength of concrete. Variations in age affect the value of the compressive strength of concrete. For ages 3 days the value of a powerful press and the largest obtained by EasyMax amounted to 21.32 MPa. For the age of 7 days, the greatest compressive strength value was obtained with the type of OPC cement amounted to 27.08 Mpa. To the age of 28 days, the value of a powerful press and the largest is obtained by the type of cement OPC amounted to 33.74 MPa. Each type of cement has the characteristics of different compressive strength is influenced by compound C3S and C2S, on its clinker. It can be seen at the age of 3 days Easymax produces the largest compressive strength in the order of EasyMax > PCC > OPC > Max Strength > PPC > Type V. At 7 days OPC produces the largest compressive strength in the order of OPC > EasyMax > PCC > MaxStrength > Type V > PPC . At 28 days OPC produced the largest compressive strength in the order of OPC > PCC > EasyMax > MaxStrength > Type V > PPC.

**Keywords:** cement types, concrete compressive strength

-Halaman ini sengaja dikosongkan-



## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Di zaman yang semakin berkembang ini khususnya di Indonesia ketertarikan dalam bidang konstruksi terus meningkat setiap tahunnya, sehingga membuatnya menjadi sorotan utama. Mulai dari pembangunan rumah hingga gedung pencakar langit. Banyak hal yang perlu diperhatikan dalam pengembangan bidang konstruksi ini, salah satunya yaitu pembuatan beton yang akan digunakan untuk membangun rumah atau gedung pencakar langit. Beton merupakan hal utama yang ada disetiap konstruksi yang akan dibangun, ini menyebabkan beton harus memiliki ketahanan yang tinggi, dapat dicetak sesuai dengan kebutuhan, dan yang paling utama beton tidak perlu perawatan secara berkala.

Material yang digunakan dalam pembuatan beton sangat mudah dan terjangkau, namun ada beberapa kualifikasi yang harus diperhatikan ketika memilih material yang akan digunakan untuk membuat beton. Adapun material yang digunakan, yaitu semen, agregat kasar (batu/krikil), agregat halus (pasir), dan air. Bahan utama yang digunakan dalam pembuatan beton adalah semen, dimana semen berfungsi untuk merekatkan material seperti agregat kasar dan halus. Saat ini bermacam-macam jenis semen yang beredar di Indonesia. Sebagai contoh, semen *Portland* yang merupakan salah satu jenis semen untuk membuat beton. Bahan-bahan yang digunakan semen *Portland* merupakan buatan pabrik, yang memiliki kontrol mutu yang baik. Sehingga dapat dipahami bahwa kualitas yang dihasilkan dari material semen *Portland* relatif sama dan konsisten dibanding material semen lainnya. Semen *Portland* terdiri dari beberapa jenis, yaitu Semen *Portland* Type I-V, Ordinary Portland Cement (OPC), *Portland* Composite Cement (PCC), dan *Portland* Pozzolan Cement (PPC).

Bahan yang digunakan dalam pembuatan semen *Portland* merupakan bahan alam yang tidak dapat diperbaharui, seperti tanah liat dan kapur. Hal tersebut membuat semen *Portland* memiliki efek negatif untuk lingkungan. Pencemaran udara yang di akibatkan oleh cerobong-cerobong pembakaran pabrik semen *Portland* menghasilkan asap dan debu, tidak hanya itu ketika lapisan perkerasan semen menutupi lapisan tanah, sehingga limpasan air tidak bisa meresap kedalam tanah yang akan menyebabkan banjir di saluran air yang meluap.

Selain itu, biasanya semen *Portland* dalam proses pengerasannya akan mengeluarkan panas hidrasi yang tinggi. Karena efek negatif yang ada, pemerintah harus turun tangan untuk memperingati para pelaku industri agar memanfaatkan hasil limbah produksi untuk menjadi semen yang baru. Dalam peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 231 Tahun 2010, limbah industri yang dapat digunakan untuk bahan baku pembuatan semen adalah Slag. Slag merupakan hasil limbah dari peleburan bijih logam. Slag memiliki kandungan oksida besi dan kalsium, dan secara bentuk serta kandungan slag mirip dengan terak, sehingga slag dapat digunakan untuk menggantikan semen sebagai bahan substitusi tambahan. Salah satu semen mengandung komposisi slag yaitu semen *Max Strength* yang merupakan produk jenis semen *Portland* slag, dan ini pertama di Indonesia.

Pada penelitian ini akan dilakukan sebuah analisis mengenai perbedaan kekuatan tekan beton yang dibuat dengan jenis semen *Portland Type-V*, *Ordinary Portland Cement* (OPC) *Max Strength*, semen *Portland Composite Cement* (PCC), *EasyMax*, dan *Portland Pozzolan Cement* (PPC) yang kemudian akan diuji tekannya pada usia beton berumur 3, 7, dan 28 hari.

## 1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan masalah yang sudah dipaparkan pada latar belakang, akan dilakukan penelitian untuk mengetahui kekuatan beton yang menggunakan jenis material semen yang berbeda dan umur beton yang berbeda, melalui uji tekan maksimum.

## 1.3 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana hasil kekuatan tekan benda uji silinder dari pengujian kuat tekan maksimum beton dengan perbedaan jenis semen?
2. Bagaimana hasil kekuatan tekan benda uji silinder dari pengujian kuat tekan maksimum beton dengan perbedaan umur benda uji silinder?

## 1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini, yaitu:

1. Pengujian pada beton beton silinder yang berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm.
2. Jenis semen yang digunakan adalah semen *Portland Type-V*, *Ordinary Portland Cement* (OPC) *Max Strength*, semen *Portland Composite Cement* (PCC), *EasyMax*, dan *Portland Pozzolan Cement* (PPC).

3. Mutu beton yang direncanakan dalam penelitian ini adalah K-350 (28,050 Mpa)
4. Komposisi campuran beton berupa semen 448 Kg, pasir 667 Kg, kerikil 1000 Kg, dan air 215 Liter.
5. Pengujian kekuatan tekan beton dilakukan pada umur 3, 7, 28 hari.
6. Air yang digunakan merupakan air PDAM yang berlokasi di Lab. Struktur Universitas Brawijaya.
7. Menggunakan analisis kuat tekan.

### 1.5 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menganalisis hasil kuat tekan dari uji kuat tekan maksimum benda uji dengan menggunakan variasi jenis semen yang berbeda.
2. Menganalisis hasil kuat tekan dari uji kuat tekan maksimum benda uji dengan umur yang berbeda.

### 1.6 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini, yaitu:

1. Bagi penulis :
  - Memberikan informasi hasil kuat tekan dari uji kuat tekan maksimum benda uji silinder dengan perbedaan jenis semen.
  - Memberikan informasi hasil kuat tekan dari uji kuat tekan maksimum benda uji silinder dengan perbedaan umur.
2. Bagi pembaca :
  - Dapat menjadi acuan dalam pemilihan jenis semen yang sesuai dengan kebutuhan.
  - Dapat menjadi acuan bagi penelitian selanjutnya yang ingin mengambil topik mengenai perbedaan jenis semen

-Halaman ini sengaja dikosongkan-



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Beton

Beton merupakan bahan konstruksi yang terdiri dari material agregat halus, agregat kasar, campuran semen Portland, dan air, serta bahan tambahan. Umumnya sifat beton dipengaruhi oleh cara pengerjaan, pemilihan bahan, dan perawatannya.

Untuk mendapatkan kekuatan yang diinginkan, perlu memperhatikan sifat dan karakteristik dari bahan penyusunnya. Pada umumnya, beton mengandung pasta semen (semen dan air) sekitar 25% - 40%, rongga udara sekitar 1%-2%, serta agregat halus dan agregat kasar sekitar 60% - 75%. (Mulyono, 2004).

Kelebihan dan kekurangan beton yaitu, sebagai berikut (Nurlina, 2011) :

Kelebihan beton :

- Ekonomis,
- Mudah dicetak,
- Awet dan tahan lama, biaya pemeliharaan rendah,
- Tahan terhadap api (sekitar 1 hingga 3 jam tanpa bahan kedap api tambahan), dan
- Dapat dicor di tempat

Kekurangan beton :

- Daktilitas rendah
- Memerlukan biaya untuk bekisting,
- Volume tidak stabil, bergantung waktu, rangkai serta susut, dan
- Kekuatan tariknya rendah (sekitar 10% dari kuat tekan), akibatnya mudah retak.

Beton terdiri dari beberapa campuran dan bahan tambahan. Bahan-bahan penyusun beton antara lain:

##### 2.1.1 Semen Portland

Menurut ASTM C-150, 1985 semen portland ialah semen hidrolik hasil dari menggiling klinker. Klinker ini terdiri dari kalsium silika hidrolik, yang biasanya memiliki satu ataupun lebih wujud kalsium sulfat selaku bahan bonus, yang digiling bersama-sama dengan bahan utamanya (Mulyono, 2004).



### 2.1.2 Semen Slag

Menurut SNI 8379:2017, Semen slag adalah limbah padat bukan hasil dari peleburan besi dan baja, berupa BF, BOF, EAF dan IF yang mengandung CaO, SiO<sub>2</sub>, FeO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dan MgO, selanjutnya dihancurkan menjadi agregat slag dengan berbagai ukuran.

Persyaratan fisik semen slag dapat dilihat pada table 2.1.

Tabel 2.1 Persyaratan Fisik Semen Portland

Item		
Kehalusan:		
Bila diayak basah, jumlah tertahan pada ayakan 45- $\mu$ m (No. 325), maksimum %		20
Luas permukaan spesifik yang ditentukan dengan permeabilitas udara, ASTM C204, harus ditentukan dan dilaporkan meskipun tidak ada batasan yang disyaratkan.		...
Kadar udara mortar slag, maksimum %		12
Rata-rata dari lima sampel terakhir berturut-turut		Setiap sampel individual
Indeks aktivitas slag, minimum, %		
<b>Indeks 7 hari</b>		
Tingkat 80	...	...
Tingkat 100	75	70
Tingkat 120	95	90
<b>Indeks 28 hari</b>		
Tingkat 80	75	70
Tingkat 100	95	90
Tingkat 120	115	110

Jenis-jenis Semen Slag: (SNI 8379:2017)

#### 1. BF Slag (Blast Furnace Slag)

Proses pendinginan dan pemisahan besi yang dilebur dalam tanur tiup (Blast Furnace) yang nantinya akan menjadi slag, dengan kandungan utama aluminium silikat dan kalsium silikat.

#### 2. BOF Slag (Basic Oxygen Furnace Slag)

Slag dari hasil pendinginan dan pemisahan baja yang dilebur dalam tungku tanur oksigen.

#### 3. EAF Slag (Electric Arc Furnace Slag)

Pemisahan hasil slag dan pendinginan dari baja yang dilebur di dalam tungku tanur listrik.

#### 4. IF Slag (Induction Furnace Slag)

Pemisahan dari slag dan proses pendinginan baja yang dilebur di dalam tungku tanur listrik.

GBFS jika digiling secara halus mengabaikan sifat yang sangat reaktif hingga dapat dipakai untuk bahan pengganti semen. Komposisi kimia yang dimiliki oleh GBFS tidak berbeda dengan bahan-bahan mineral alami termasuk bahan hidrasi yang terkandung pada Semen Portland. Oleh karenanya GBFS merupakan campuran Semen Portland untuk pembuatan beton, grouts, mortar, dan lain-lain. GBFS yang digiling halus biasa disebut sebagai GGBFS/GGBS (*Ground Granulated Blast Furnace Slag/Ground Granulated Blast furnace Slag*). Campuran seperti ini biasa disebut sebagai Semen Blended.

GGBS digunakan sebagai pengganti langsung untuk semen Portland. Persentase penggantian untuk GGBS bervariasi dari 30% hingga 85%. Biasanya 40 hingga 50% digunakan dalam kebanyakan kasus. Untuk struktur beton di tanah dengan persyaratan kekuatan usia dini yang lebih tinggi, rasio penggantian biasanya 20 hingga 30%. Untuk struktur beton bawah tanah dengan persyaratan kekuatan rata-rata, rasio penggantian biasanya 30 hingga 50%. Untuk beton massa atau struktur beton dengan persyaratan kenaikan suhu yang ketat, rasio penggantian biasanya 50 hingga 65%. Untuk struktur beton khusus dengan persyaratan yang lebih tinggi pada daya tahan, ketahanan korosi untuk struktur laut, instalasi pengolahan air limbah dan lain-lain, rasio penggantian biasanya 50 hingga 70%.

GBFS yang dihaluskan memiliki sifat cementitious seperti semen yang berfungsi sebagai perekat agregat, biasa disebut juga GGBFS/GGBS (*Ground Granulated Blast Furnace Slag/Ground Granulated Blastfurnace Slag*). Jika GGBFS/GGBS dihaluskan dengan baik, akan memiliki kualitas yang sama dengan Semen Portland yang digunakan untuk perekat. Karenanya ini dapat digunakan untuk menggantikan semen Portland dengan perbandingan rasio massa tertentu. Biasanya pengganti seperti GGBFS ini levelnya dimulai dari 10%  $\geq$  70%. Dari beberapa hasil penelitian umumnya dipakai antara 30% - 50%.

Menurut Lewis (1982), keuntungan penggunaan limbah padat (slag) dalam campuran beton adalah :

- Kekuatan tekan beton dipertinggi
- Ratio antara kuat tekan beton dan kelenturan dinaikkan
- Ketahanan terhadap sulfat dalam air laut ditinggikan
- Mengurangi serangan alkali-silika
- Menurunkan suhu dan mengurangi panas hidrasi
- Mengurangi porositas dan serangan klorida

Semen jenis portland yang dipakasi saat aktivitas pengujian slag memenuhi persyaratan standar fisik dan kimia pada Tipe I, ASTM C150 atau Tipe II dan batas kekuatan tekan persyaratan yang harus diperhatikan untuk total kadar alkali sesuai Tabel 2.2.

Setelah pengujian pertama menentukan terpenuhinya persyaratan kekuatan tekan beton pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Spesifikasi dan Analisa Hasil Kimia Fisika GBFS

No	Parameter	Oksida	Hasil Uji	Lh (ppm)	Referen PTSI
1	Kalium Oksida	CaO	45,2%	-	(CaO+MgO+SiO <sub>2</sub> )>65%
2	Silikon Oksida	SiO <sub>2</sub>	34,80%	-	
3	Alumunium Oksida	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14,79%	-	
4	Sulfur Oksida	SO <sub>3</sub>	1,74%	-	
5	Ferri Oksida	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,34%	-	
6	Magnesium Oksida	MgO	0,99%	-	
7	Titanium Oksida	TiO <sub>2</sub>	0,55%	-	
8	Kalium Oksida	K <sub>2</sub> O	0,38%	-	
9	Mangan Oksida	MnO	0,25%	-	
10	Natrium Oksida	Na <sub>2</sub> O	0,22%	-	
11	Barium Oksida	BaO	0,08%	-	
12	Phospor Oksida	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,05%	-	
13	Stronsium Oksida	SrO	0,04%	-	
14	Zirconium Oksida	ZrO <sub>2</sub>	0,04%	-	
15	Chromium Oksida	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,01%	<250(0.025%)	
16	Zinc Oksida	ZnO	30ppm	<500(0.050%)	
Pengujian Fisika					
NO	Parameter	Hasil Uji	Satuan	-	Referen PTSI
17	Work Index	21,68	kWh/ton	-	
18	Berat Volume (fresh)	1,106	kg/liter	-	
19	Berat Volume (powder)	0,963	kg/liter	-	
20	Kadar Air	4.0	%		<15%
21	Analisa Ayak Fresh BFS (Mesh)				
	No.16(1180 μm) Passing:80.43%				>75%
	No.30(600 μm) Passing:41.72 %				
	No.50(300 μm) Passing:11.92%				

Sumber: [krakatausemenindonesia.com](http://krakatausemenindonesia.com)

### 2.1.3 Ordinary Portland Cement (OPC/Type I)

Semen digunakan di tanah dan air dalam kondisi wajar serta memiliki sulfat (0 – 0,10%). Semen dengan kondisi seperti ini dipakai pada struktur yang dibentuk di wilayah wajar. Semen portland tipe- I atau disebut juga *Ordinary Portland Cement* (OPC), biasanya digunakan pada bangunan yang tidak mengalami pergantian cuaca yang ekstrim atau dibentuk oleh lingkungan yang sangat korosif.

### 2.1.4 Type V

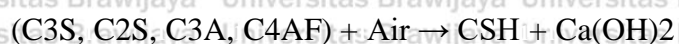
Konstruksi dengan ketahanan sulfat paling tinggi biasanya menggunakan semen Portland tipe-V dengan membatasi kadar  $C_3A$  di klinker.  $C_3A$  dapat bereaksi bersama dengan garam-garam dulfat yang ada di lingkungan seperti  $MgSO_4$  dan  $Na_2SO_4$  yang mengakibatkan beton pecah. Semen tipe-V bisa dipakai pada konstruksi ditanah dan air yang mengandung sulfat lebih dari 0.20%, yang biasa terdapat di pengelola limbah dan sejenisnya.

### 2.1.5 Portland Pozzolan Cement ( PPC )

*Portland pozzolan cement* adalah semen hidrolis, dimana semen ini terdiri dari berbagai macam semen portland dan pozzolan halus. Syarat dari kandungan pozzolan oleh SNI 15 - 0302 - 2004 ialah 6% – 40% massa portland pozzolan cement. Proses pencampuran antara semen portland dengan bahan pozzolan bisa dicoba saat sebelum jadi semen portland ialah dikala menggiling klinker dimana bahan pozzolan disebut selaku additive, ataupun dengan menggabungkan bahan pozzolan dengan semen portland yang telah jadi dimana bahan pozzolan disebut selaku admixture, ataupun gabungan antara kedua metode tersebut.

Bahan pozzolan merupakan bahan yang memiliki silika atau senyawa serta alumina. Kondisi asli dari senyawa ini sesungguhnya tidak mengikat bahan lain seperti semen, tapi dalam wujud yang halus dan bila senyawa tersebut disatukan dengan air maka senyawa tersebut akan bereaksi bersama karbon hidroksida  $Ca(OH)_2$  yang muncul sehabis semen Portland dan air merespon, lalu menciptakan senyawa yang mempunyai watak mirip semen. Dibawah ini adalah cerminan respon semen Portland serta semen Portland pozzolan.

Respon semen portland:



Respon semen portland pozzolan:



Ada 2 tipe pozzolan, ialah pozzolan alam dan pozzolan buatan. Pozzolan alam yaitu hasil dari pelapukan abu vulkanik. Sebaliknya pozzola buatan berasal dari limbah batu bara serta limbah dipabrik pertanian, menyebabkan semen ini jadi lebih murah, ramah lingkungan karena dapat mengoptimalkan respon ion tetap, dikelilingi dengan molekul pada semen Portland.

### 2.1.6 Max Strength Cement

*Max strength cement* adalah slag portland cement yang memiliki spesifikasi yang terbuat dari industri *ready mix* serta *precast*. *Max strength cement* mempunyai keunggulan semacam kokoh tekan serta kokoh lentur yang besar, panas ion tetap dikelilingi dengan molekul yang lebih rendah, dan bisa memperpanjang umur beton.

*Portland composite cement*, *Portland pozzolan cement* serta *cement slag* adalah tipe semen bercampur, bekerja dengan cara mereaksikan kembali CO<sub>2</sub> dari hasil campuran semen portland dan air dengan bahan campur yang memerlukan air agar dapat bereaksi. Semen campur lebih ramah area sebab bisa mengoptimalkan respon pada semen portland.

*Portland pozzolan cement* bahan campurnya berbentuk pozzolan, pada *portland composite cement* bahan campurnya berbentuk bahan organik, serta pada *cement slag* bahan campurnya berbentuk slag.

Slag ialah limbah padat, bukan logam yang dihasilkan oleh besi tau baja yang dilebur, yang biasanya memiliki SiO<sub>2</sub>, CaO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, FeO, serta MgO. Di Indonesia sendiri, slag itu dikategorikan limbah B3, yang dimanfaatkan untuk wajib menajaki prosedur yang tertentu.

Sebab itu slag yang dihasilkan oleh limbah industri baja akan menjadikan semen yang lebih murah.

### 2.1.7 Agregat Halus

Agregat halus atau pasir yang digunakan untuk pembuatan beton merupakan hasil desintegrasi alami dari bebatuan atau pasir dari sisa alat pemecah batu. Agregat halus ini berukuran 0,063 mm – 4,76 mm yang terdiri dari pasir kasar (Coarse Sand) dan pasir halus (Fine Sand). Agregasi halus yang digunakan untuk pembuatana beton penaha radiasi biasanya terbuat dari serbu baja halus dan serbuk besi.

Persyaratan agregat halus berdasarkan SNI 03-6821-2002, yaitu:

1. Butir-butir halus itu kekal, dimana tidak terpengaruh oleh cuaca. Sifat dari agregat halus itu kekal juga dapat dilakukan pengujian garam. Jika memakai natrium sulfat secara maksimum, bagian yang hancur adalah 10% berat.
2. Agregat halus terdiri dari butir-butir keras dan tajam.
3. Apabila kadar lumpur mencapai 5%, pasir tersebut harus dicuci.

Dalam campuran untuk pembuatan beton, pasir yang digunakan sangat menentukan pengerjaan (*workability*), kekuatan (*strength*), dan tingkat keawetan (*durability*) dari suatu beton yang dibangun. Mutu pasir yang akan digunakan, benar-benar harus konsisten agar hasil beton yang diperoleh, seragam. Oleh karenanya, pasir atau agregat halus harus memenuhi persyaratan dan gradasi yang sudah ditentukan.

Batasan dari susunan butiran agregat halus, dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2.3

Batasan Susunan Butiran Agregat Halus

Ukuran saringan (mm)	Prosentase lolos saringan			
	Daerah 1	Daerah 2	Daerah 3	Daerah 4
10,00	100	100	100	100
4,80	90-100	90-100	90-100	95-100
2,40	60-95	75-100	85-100	95-100
1,20	30-70	55-90	75-100	90-100
0,60	15-34	35-59	60-79	80-100
0,30	5-20	8-30	12-40	15-50
0,15	0-10	0-10	0-10	0-15

Sumber : (Teknologi Beton; Kardiyono Tjokrodinuljo)

Keterangan:

- Daerah I : pasir kasar
- Daerah II : pasir agak kasar
- Daerah III : pasir agak halus
- Daerah IV : pasir halus

### 2.1.8 Agregat Kasar

Agregat kasar (Coarse Aggregate) merupakan hasil desintegrasi alami dari bebatuan atau pecahan batu dari industri pemecah batu, butirannya berukuran sekitar 4,76 mm - 150 mm. Agregat kasar ini tidak berasal dari bahan-bahan organik dan harus memiliki ikatan baik dengan gel dan semen.

### 2.1.9 Air

Air berfungsi untuk bereaksi secara kimiawi dengan semen, yang nantinya berfungsi untuk membasahi dan melumas agregat dan campran lain untuk mempermudah pengerjaan.

Air dapat diminum baik untuk beton. Air dapat merubah sifat semen apabila tercemar oleh zat-zat yang berbahaya seperti garam, gula, minyak, dll. Selain itu, air tersebut dapat mengurangi afinitas antar agregat dan pasta semen, mungkin pula mempengaruhi kemudahan pengerjaan. (Nawy, 2010).

Adapun persyaratan untuk jenis air yang bisa untuk digunakan pada campuran beton sebagai berikut:

1. Air tidak tercampur lumpur atau benda melayang lainnya yang lebih dari 2gr/lit.
2. Air yang digunakan tidak mengandung garam-garaman yang bisa merusak beton (asam, zat organik dan sebagainya).
3. Air tidak boleh mengandung klorida (Cl) lebih dari 0,5 gr/lit
4. Air tidak boleh mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gr/lit yang bisa menurunkan kualitas pada beton.

### 2.2 Kuat Tekan

Kuat tekan beton merupakan suatu kemampuan saat beton menahan gaya tekan tiap satuan luas. Besarnya kekuatan tekan beton didapat dari pengujian kuat tekan benda uji silinder beton (berdiameter 15 cm, tinggi 30 cm) sampai hancur. Tegangan yang digunakan untuk tekan beton merupakan perbandingan antara gaya yang mampu ditahan oleh benda uji silinder dan luas penampang alas silinder. Kuat tekan mengidentifikasi kualitas beton. Maka semakin tinggi kekuatan struktur, maka harus tinggi pula kualitas beton yang harus dihasilkan (Mulyono, 2005).

$$f_c = \frac{P}{A} \dots \dots \dots (2-1)$$

dengan :

$f_c$  = Tegangan tekan beton (N/mm<sup>2</sup>)

P = Besar gaya yang mampu ditahan silinder (N)

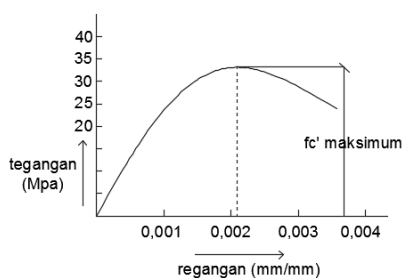
A = Luas Penampang (mm<sup>2</sup>)



Gambar 2.1 Alat Uji Kuat Tekan Beton

Sumber: Dokumentasi Peneliti

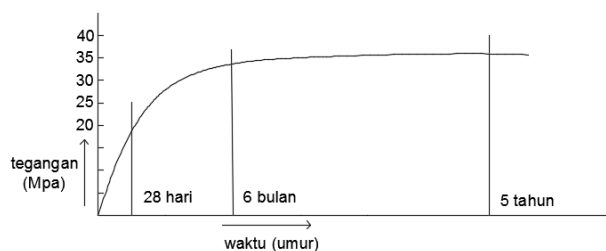
Tegangan tekan ( $f_c$ ) beton menunjukkan hasil bukan pada saat beton hancur, tapi ketika tegangan maksimum pada beton mencapai regangan ( $\epsilon_b$ ), nilainya  $\pm 0,002$ . Kuat tekan masing-masing benda uji didapatkan dari tegangan tekan paling tinggi ( $f_c$ ) yang memakai mesin uji dengan penigkatan beban tekan yang bertingkat dan dengan kecepatan pembebanan tertentu.



Gambar 2.2 Tegangan Tekan Benda Uji Beton

Sumber: (Istimawan, 1996, P.7)

Nilai dari kuat tekan beton beragam, sesuai dengan umurnya. Pada umumnya beton normal, kuat tekan ditentukan di umur 28 hari setelah dibangun. Diumur ke 7 hari, kuat tekan mencapai 70% dari umur 28 hari, diumur 14 hari kuat beton mencapai 85-90% dari kuat beton diumur 28 hari.



Gambar 2.3 Diagram Hubungan Kuat Beton Dengan Umur Beton

Sumber: (Istimawan, 1996, P.9)



### 2.3 Penelitian Terdahulu

1. Penelitian terdahulu untuk referensi adalah penelitian yang dilakukan oleh Lukman, Purwono, Nurhayati, dan Siti (2007) tentang tinjauan eksperimental kuat tekan beton dengan campuran limbah slag. Penelitian ini membuktikan bahwa menggunakan limbah slag dapat meningkatkan kuat tekan beton. Kuat tekan beton naik seiring penambahan presentase slag dalam penyampuran saat pembuatan beton, dan jika dilihat dari segi ekonomi, penggunaan limbah slag sebagai campuran dalam proses pembuatan beton sangatlah menguntungkan.
2. Penelitian yang dilakukan oleh D. Suresh dan K. Nagaraju tentang Ground Granulated Blast Slag (GGBS) dalam beton. Penelitian ini membahas penggunaan GGBS dan membahas kelebihan serta kekurangannya dalam pembuatan beton. Penggunaan GGBS ini berfungsi sebagai pengganti bahan bangunan konvensional yang sudah mulai langka dan beberapa tahun terakhir dan juga sebagai produk sampingan yang berfungsi sebagai cara yang Ramah Lingkungan untuk menggunakan produk tanpa membuangnya di tanah.

### 2.4 Hipotesis

Berdasarkan tinjauan pustaka yang ada, maka diharapkan penelitian ini memeberikan hasil sebagai berikut :

1. Variasi jenis semen dapat mempengaruhi hasil pengujian kuat tekan beton silinder.
2. Variasi umur benda uji dapat mempengaruhi hasil pengujian kuat tekan beton silinder.

## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Struktur Jurusan Teknik Sipil Universitas Brawijaya Malang. Dimulai pada bulan Februari 2020.

#### 3.2 Peralatan dan Bahan Penelitian

##### 3.2.1 Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya:

1. Cetakan benda uji silinder
2. Plastik
3. Double tape
4. Timbangan
5. Sekop
6. Kuas
7. Kertas A4
8. Wadah tempat mencampur
9. Ember
10. Karung goni
11. *Compression test machine*

##### 3.2.2 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini sebagai berikut :

1. Semen jenis Ordinary Portland Cement (OPC)
2. Semen jenis Portland Pozzolan Cement (PPC)
3. Semen jenis Composite Cement (PCC)
4. Semen jenis EasyMax
5. Semen jenis Max Strenght
6. Semen jenis Type-5
7. Agregat Halus
8. Air
9. Oli

### 3.3 Rancangan Penelitian

Pada penelitian ini benda uji yang di buat hanya satu yaitu benda uji bentuk silinder dengan tinggi 30 cm dan diameter 15 cm. Benda uji yang silinder berjumlah 72 buah dengan jumlah variasi tiap jenis semen adalah 4 buah.

Tabel 3.1  
Rincian Benda Uji

	A1	A2	A3	A4	A5	A6
B1	4	4	4	4	4	4
B2	4	4	4	4	4	4
B3	4	4	4	4	4	4
	12	12	12	12	12	12
						72

Keterangan:

- A : Jenis Semen OPC , PPC , PCC, EasyMax , Max Strength ,Type-V  
 B ; Umur 3 , 7 , 28 hari

### 3.4 Variabel Penelitian

Adapun Variabel yang dipakai pada penelitian ini adalah:

- Variabel terikat (*dependent variable*), yaitu variabel yang nilainya tergantung dari variabel bebas. yang menjadi variabel terikat adalah hasil kuat tekan benda uji silinder.
- Variabel bebas (*independent variable*), yaitu variabel yang bebas yang tentukan peneliti. variabel bebas di penelitian adalah variasi jenis-jenis semen yang akan digunakan, dan umur pengujian dalam campuran benda uji Silinder.

### 3.5 Prosedur Penelitian

#### 3.5.1 Pembuatan Benda Uji

Tahapan pembuatan benda uji silinder sebagai berikut :

- Bahan yang keperluan sesuai dengan perhitungan *mix design*.
- Alat dan bahan yang digunakan sebelum pembuatan benda uji harus disiapkan.
- Bahan-bahan akan dimasukkan kedalam alat pengaduk dengan durasi kurang lebih 10-15 menit.
- Setelah pengadukan selesai, sebagian adonan dari beton akan diuji dengan slump.

5. Siapkan Cetakan bentuk Silinder yang telah dilapisi oli pada setiap sisi dalam Cetakan.

6. Adonan beton dimasukan kedalam cetakan bentuk silinder yang telah dilapisi oli kemudian dipadatkan.

### 3.5.2 Perawatan Benda Uji

Setelah 24 jam campuran beton didiamkan, cetakan silindir akan dilepas agar semen dapat terhidrasi dengan sempurna. Perawatan benda uji diselimuti oleh karung goni basah dan dilakukan selama waktu 7 hari. Setelah itu benda uji didiamkan supaya mengering sampai hari yang sudah ditentukan dari tanggal pengujian sesuai dengan variasi benda uji.

### 3.5.3 Pengujian Modulus Elastisitas dan Berat Volume

#### 1. Pengujian berat volume

Berat volume diuji sebelum melakukan uji kuat tekan. Berat volume didapatkan dengan cara menimbang benda uji.

#### 2. Pengujian kuat tekan

Adapun prosedur pengujian dilakukan dengan meletakkan benda uji silinde pada alat *Compression test machine*. Setelahnya akan diuji sampai benda uji mengalami retakan atas terambung dengan bagian bawah atau runtuh. Kemudian didapatkan kuat tekan beton dari alat tersebut.

Tata cara pengujian kuat tekan beton sebagai berikut:

#### 1. Timbang benda uji beton .

2. Benda uji yang sudah di timbang di lapisi belerang di permukaan atas agar permukaan atas benda uji dapat rata.

3. Benda uji diletakkan pada *compression test machine*.

4. Nyalakan alat *compression test machine*.

5. Atur angka awal ( nol) pada alat *compression test machine*.

6. Amati benda uji dari awal samapi runtuh ditandai dengan angka pada alat yang sudah tidak mengalami kenaikan lagi dan retakan tersambung dari atas sampai bawah.

7. Catat hasil kuat tekan dan berat benda uji yang telah di peroleh.

8. Dari data yang didapat dihitung pengolahan sehingga mendapatkan tegangan yang terjadi.

### 3.6 Metode Analisis Data

#### 3.6.1 Pengumpulan Data

Berdasarkan hasil pengujian, akan diambil data diperlukan. Dari pengujian didapatkan data seperti beban maksimum dan akan dikonversikan jadi gaya kuat tekan benda uji. Sedangkan data perubahan panjang dari benda uji dikoversikan menjadi defleksi. Data-data yang dihasilkan akan dikelompokkan berdasarkan variasi semen.

Tabel 3.2

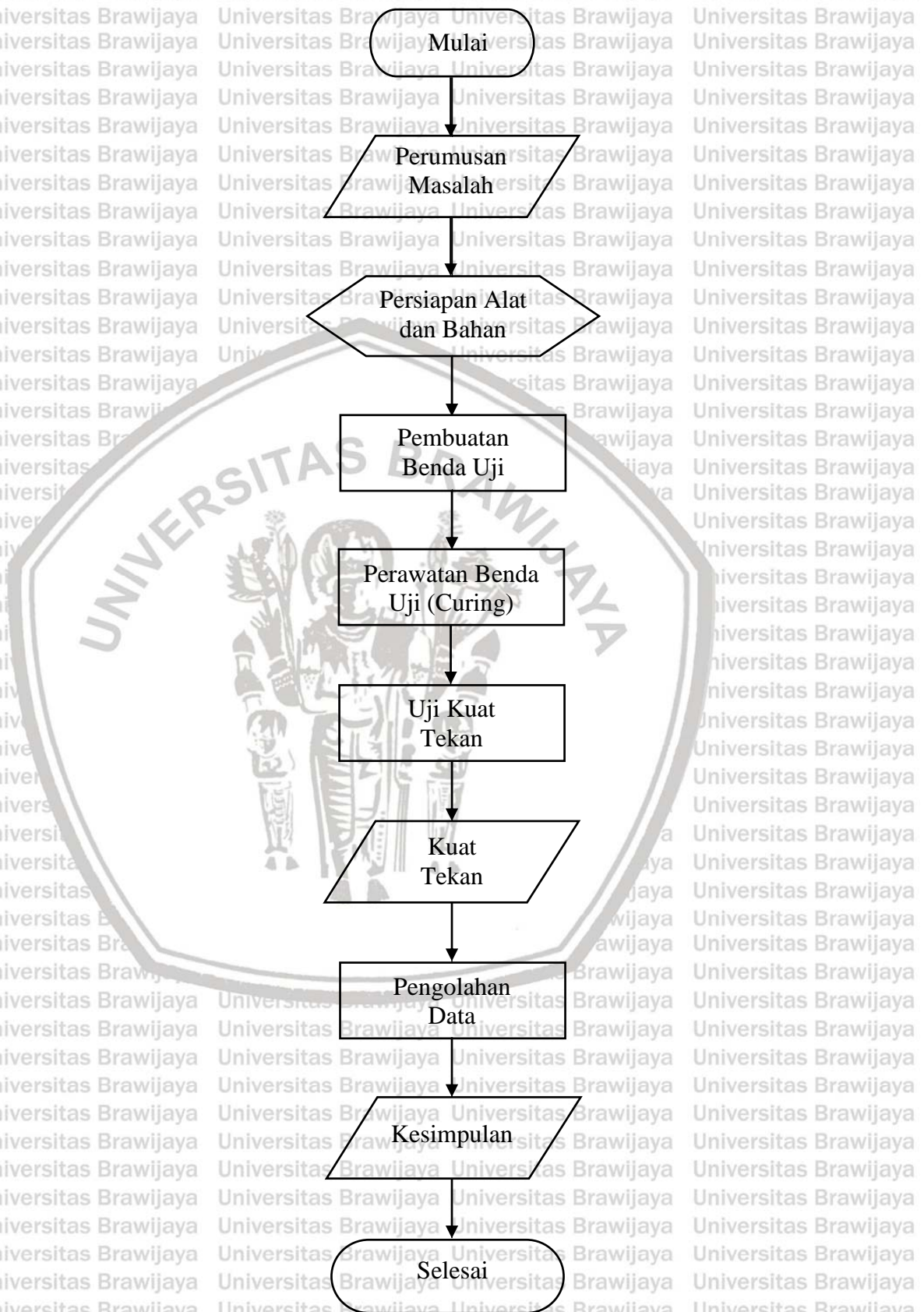
Form pengumpulan data dari pengujian kuat tekan beton silinder

No	Kode Benda Uji	Berat (kg)	Beban Maksimum (kN)

#### 3.6.2 Pengolahan Data

Tujuan penelitian kali ini untuk menganalisis kuat tekan beton benda uji silinder dengan perbedan jenis-jenis semen. Data yang dihasilkan oleh pengujian akan diolaha dengan menggunakan analisis kuat beton.

### 3.7 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian Kuat Tekan Beton

-Halaman ini sengaja dikosongkan-



## BAB IV PEMBAHASAN

### 4.1 Perencanaan Benda Uji

Perencanaan pada mutu beton pada benda uji silinder yang digunakan adalah sebesar K-350 berdasarkan SNI 7394-2008. Agregat halus yang digunakan yaitu pasir alam. Sedangkan Agregat kasar adalah batu split. Semen yang dipakai adalah *Ordinary Portland Cement* (OPC), *Pozzolan Portland Cement* (PPC), dan *Portland Composite Cement* (PCC), semen Easymax, semen Maxstrength dan semen tipe V. Perhitungan perencanaan beton dapat dilihat di tabel 4.1.

Tabel 4.1  
Perencanaan Beton

Mutu Rencana	Semen (kg)	Pasir (kg)	Kerikil (kg)	Air (liter)
K-350	448	667	1000	215

Sumber: Hasil penelitian

Jumlah benda uji yang dibuat akan disesuaikan dengan umur beton. Pengamatan pada benda uji yang digunakan akan diuji Pada usia 3 hari, 7 hari dan 28 hari. Pada setiap umur beton akan dibuat 4 benda uji.

### 4.2 Pembuatan dan Perawatan Benda Uji

Pembuatan benda uji dilaksanakan sesudah semua material disiapkan semua dengan baik. Material dituang ke dalam wadah dengan manual, selanjutnya dimasukkan pada bekisting yang sudah disiapkan dan didiamkan selama 24 jam. Lalu bekisting dilepas, lalu dilanjutkan dengan perawatan (*curing*).



#### 4.2.1 Pembuatan Benda Uji

Langkah-langkah pembuatan benda uji sebagai berikut:

1. Mempersiapkan bekisting silinder ukuran 15x30 cm.



Gambar 4.1 Bekisting Silinder 15 x 30 cm

Sumber: Dokumentasi Peneliti

2. Material ditimbang berdasarkan ukuran yang ada pada perhitungan mix design.



Gambar 4.2 Penimbangan bahan sesuai dengan perhitungan mix design

Sumber: Dokumentasi Peneliti

3. Mencampur adukan material dengan alat pengaduk.



Gambar 4.3 Pencampuran material pada mesin pengaduk  
Sumber: Dokumentasi Peneliti

4. Bekisting benda uji yang sudah disediakan dan telah dilapisi oli pada bagian dalam bekisting.



Gambar 4.4 Pelapisan bekisting benda uji dengan oli  
Sumber: Dokumentasi Peneliti

5. Campuran material yang telah tercampur dimasukkan dalam bekisting hingga homogen. Lalu ditusuk-tusuk tiap sepertiga lapisan bekisting.



Gambar 4. 5 Penuangan campuran ke dalam bekisting benda uji  
Sumber: Dokumentasi Peneliti

#### 4.2.2 Perawatan Benda Uji (*Curing*)

Benda uji yang sudah didiamkan selama 24 jam langsung dilakukan *curing*. Pada percobaan ini dilakukan *curing* dengan melepaskan benda uji dari bekisting. Lalu menutup benda uji dengan karung goni yang telah dibasahi dengan air.

#### 4.3 Pengujian Kuat Tekan

Kuat tekan beton diuji dengan melekatkan benda uji pada alat, alat akan bergerak menjepit benda uji dari atas dan bawah hingga benda uji mengalami kehancuran. Benda uji dikatakan hancur apabila indikator gaya pada alat tidak mengalami kenaikan.



Gambar 4. 6 Uji Tekan Beton menggunakan *Compression test machine*

Sumber: Dokumentasi Peneliti

Pada penelitian ini sampel yang dibuat adalah 4 buah setiap umur pengujian pada tiap-tiap jenis semen yang digunakan dan tiap jenis campuran yang berbeda. Adapun umur benda uji yang diujikan yaitu 3 hari, 7 hari, dan 28 hari. Berikut merupakan data-data hasil kuat uji tekan beton pada masing-masing sampel.

Tabel 4.2 Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

No	Kode Benda Uji	Luas Permukaan (cm <sup>2</sup> )	Berat Benda Uji (kg)	Kuat Tekan (Mpa)
1	A1B1 (1)	176.715	13.11	21.33
2	A1B1 (2)	176.715	12.98	20.32
3	A1B1 (3)	176.715	13.17	17.94
4	A1B1 (4)	176.715	12.91	19.35
5	A1B2 (1)	176.715	13.13	18.45
6	A1B2 (2)	176.715	13.12	19.41
7	A1B2 (3)	176.715	12.77	34.24
8	A1B2 (4)	176.715	12.67	36.22
9	A1B3 (1)	176.715	12.96	40.06
10	A1B3 (2)	176.715	12.96	28.01
11	A1B3 (3)	176.715	12.95	33.44
12	A1B3 (4)	176.715	13.07	33.44
13	A1B4 (1)	176.715	12.89	21.05
14	A1B4 (2)	176.715	12.77	40.35
15	A1B4 (3)	176.715	12.69	39.05
16	A1B4 (4)	176.715	12.86	29.77
17	A2B1 (1)	176.715	12.75	13.98



No	Kode Benda Uji	Luas Permukaan (cm <sup>2</sup> )	Berat Benda Uji (kg)	Kuat Tekan (Mpa)
18	A2B1 (2)	176.715	12.85	19.13
19	A2B1 (3)	176.715	12.4	18.11
20	A2B1 (4)	176.715	12.8	14.54
21	A2B2 (1)	176.715	12.5	21.62
22	A2B2 (2)	176.715	12.32	17.54
23	A2B2 (3)	176.715	12.79	17.37
24	A2B2 (4)	176.715	12.31	16.41
25	A2B3 (1)	176.715	12.79	20.32
26	A2B3 (2)	176.715	13.03	32.14
27	A2B3 (3)	176.715	12.74	20.26
28	A2B3 (4)	176.715	12.57	24.79
29	A2B4 (1)	176.715	12.51	21.16
30	A2B4 (2)	176.715	12.68	33.33
31	A2B4 (3)	176.715	12.74	22.81
32	A2B4 (4)	176.715	12.74	25.86
33	A3B1 (1)	176.715	12.66	26.71
34	A3B1 (2)	176.715	12.47	12.11
35	A3B1 (3)	176.715	12.64	22.97
36	A3B1 (4)	176.715	12.87	18.33
37	A3B2 (1)	176.715	12.6	21.90
38	A3B2 (2)	176.715	12.6	29.09
39	A3B2 (3)	176.715	12.27	22.18
40	A3B2 (4)	176.715	12.58	22.58
41	A3B3 (1)	176.715	12.62	31.80
42	A3B3 (2)	176.715	12.69	27.62
43	A3B3 (3)	176.715	12.81	35.14
44	A3B3 (4)	176.715	12.57	39.44
45	A4B1 (1)	176.715	12.6	21.33
46	A4B1 (2)	176.715	13.1	17.54
47	A4B1 (3)	176.715	13	19.75
48	A4B1 (4)	176.715	13	26.65
49	A4B2 (1)	176.715	12.7	30.90
50	A4B2 (2)	176.715	12.75	23.99
51	A4B2 (3)	176.715	12.65	27.78
52	A4B2 (4)	176.715	12.9	21.39
53	A4B3 (1)	176.715	12.5	33.33
54	A4B3 (2)	176.715	12.9	30.44
55	A4B3 (3)	176.715	12.78	34.92
56	A4B3 (4)	176.715	12.52	32.71
57	A5B1 (1)	176.715	12.76	17.03
58	A5B1 (2)	176.715	12.71	18.22
59	A5B1 (3)	176.715	13.04	16.58
60	A5B1 (4)	176.715	12.78	18.39
61	A5B2 (1)	176.715	12.8	24.79
62	A5B2 (2)	176.715	12.43	24.50

No	Kode Benda Uji	Luas Permukaan (cm <sup>2</sup> )	Berat Benda Uji (kg)	Kuat Tekan (Mpa)
63	A5B2 (3)	176.715	12.63	19.41
64	A5B2 (4)	176.715	12.98	18.39
65	A5B3 (1)	176.715	12.92	35.03
66	A5B3 (2)	176.715	12.57	33.33
67	A5B3 (3)	176.715	12.7	24.28
68	A5B3 (4)	176.715	13	36.73
69	A6B1 (1)	176.715	12.54	11.49
70	A6B1 (2)	176.715	12.75	16.69
71	A6B1 (3)	176.715	12.35	18.73
72	A6B1 (4)	176.715	12.65	15.62
73	A6B2 (1)	176.715	12.74	17.15
74	A6B2 (2)	176.715	12.84	16.41
75	A6B2 (3)	176.715	12.61	20.60
76	A6B2 (4)	176.715	12.8	19.58
77	A6B3 (1)	176.715	12.65	18.73
78	A6B3 (2)	176.715	12.75	29.60
79	A6B3 (3)	176.715	12.7	25.86
80	A6B3 (4)	176.715	12.83	27.28

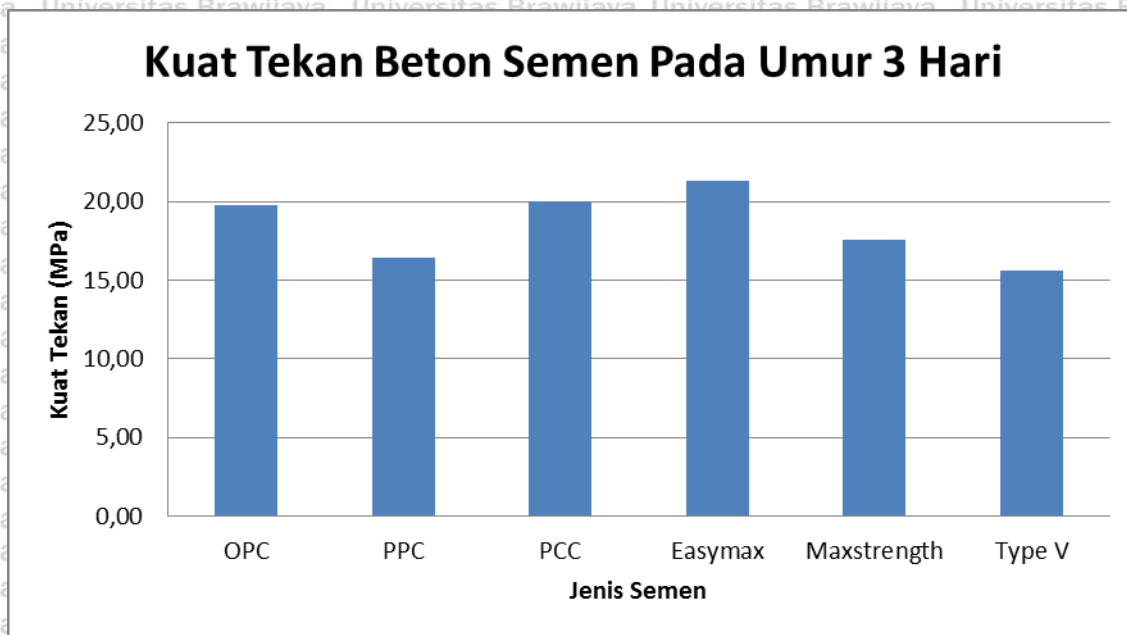
Kemudian dari data diatas diambil rata – rata dan direkapitulasi menjadi tabel dibawah ini.

Tabel 4.3 Rekapitulasi Kuat Tekan Tiap Jenis Semen

Umur	Rata - Rata Kuat Tekan (Mpa)					
	OPC	PPC	PCC	Easymax	Maxstrength	Type V
3	19,74	16,44	20,03	21,32	17,56	15,63
7	27,08	18,24	23,94	26,02	21,77	18,43
28	33,74	24,38	33,50	32,85	32,34	25,37

#### 4.3.1 Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan Dengan Jenis Semen Yang Berbeda

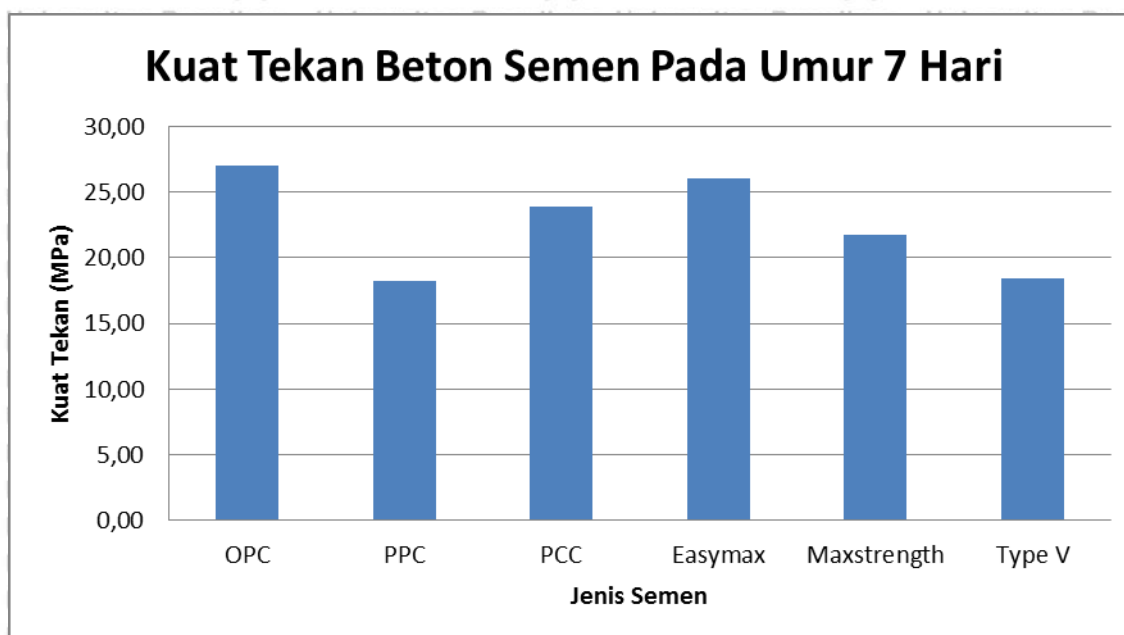
Berdasarkan hasil kuat tekan beton yang telah diujikan, didapatkan grafik kuat tekan beton terhadap variasi jenis-jenis semen yaitu sebagai berikut:



Gambar 4.7 Grafik Hubungan Kuat Tekan Beton dengan Terhadap Jenis-Jenis Semen Pada usia 3 hari

Sumber: Dokumentasi Peneliti

Gambar 4.7 menunjukkan bahwa kuat tekan beton pada usia benda uji 3 hari tertinggi terdapat pada semen Easymax dengan kuat rata - rata tekan sebesar 21.32 Mpa. Kemudian dilanjut dengan kuat rata - rata tekan kedua terbesar yaitu dengan jenis semen OPC sebesar 19,74 Mpa yang dimana kuat tekan rata – ratanya mendekati beton dengan jenis semen PCC yaitu sebesar 20,03 Mpa. Kemudian beton dengan kuat tekan terendah menggunakan jenis semen type V yaitu sebesar 15,63 Mpa.

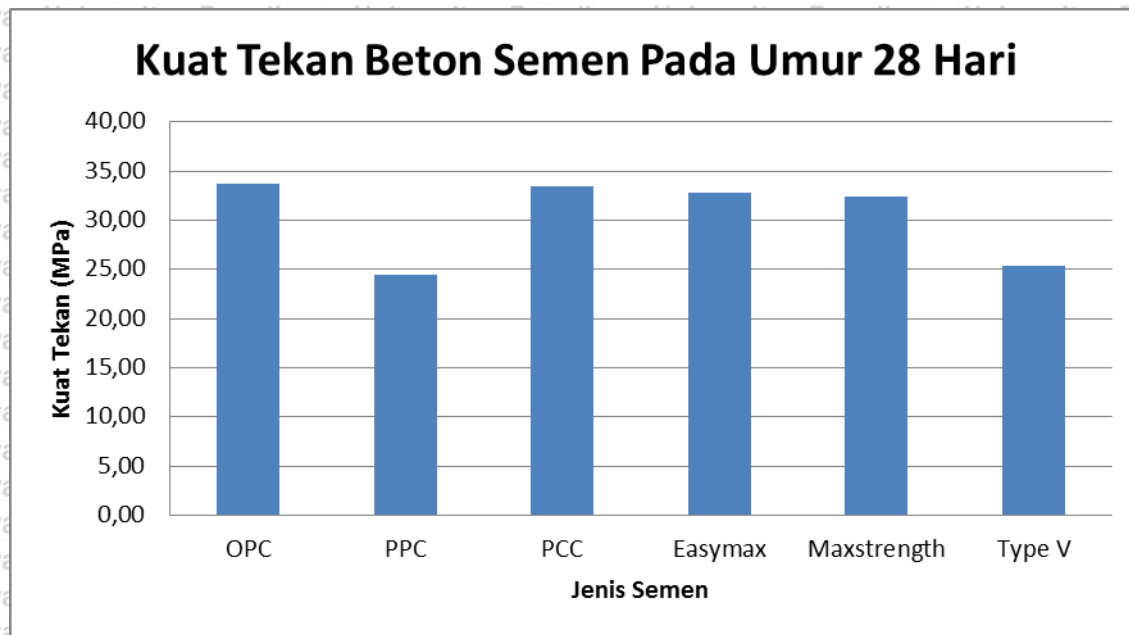


Gambar 4.8 Grafik Hubungan Kuat Tekan Beton Terhadap Variasi Jenis-Jenis Semen Pada usia 7 hari

Sumber: Dokumentasi Peneliti

Gambar 4.8 menunjukkan bahwa kuat tekan rata-rata beton Pada usia beton 7 hari tertinggi terdapat pada semen OPC dengan kuat tekan beton rata-rata sebesar 27.08 Mpa. Kemudian dilanjut dengan kuat tekan beton rata-rata kedua terbesar yaitu dengan jenis semen Easymax sebesar 26,02 Mpa. Kemudian beton dengan kuat tekan rata-rata terendah menggunakan jenis semen PPC yaitu sebesar 18,24 Mpa yang dimana kuat hampir sama dengan jenis semen Type V yaitu sebesar 18.43 Mpa.





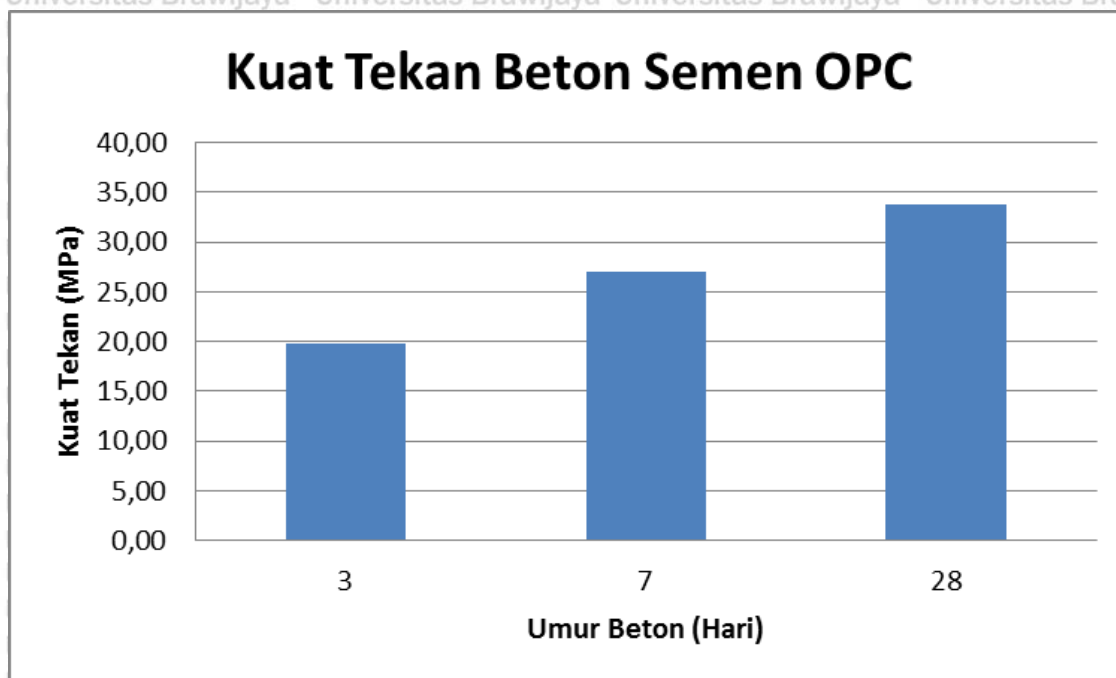
Gambar 4.9 Grafik Hubungan Kuat Tekan Beton dengan Variasi Jenis-Jenis Semen pada Usia 28 Hari

Sumber: Dokumentasi Peneliti

Gambar 4.9 menunjukkan bahwa kuat tekan rata-rata beton pada umur 28 hari tertinggi terdapat pada semen OPC dengan kuat tekan rata-rata sebesar 33,74 Mpa yang dimana kuat tekan rata-ratanya hampir sama dengan jenis semen PCC sebesar 24,38 Mpa. Kemudian beton dengan kuat tekan rata-rata terendah menggunakan jenis semen PPC yaitu sebesar 24,38 Mpa.

### 4.3.2 Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan Terhadap Umur Benda Uji

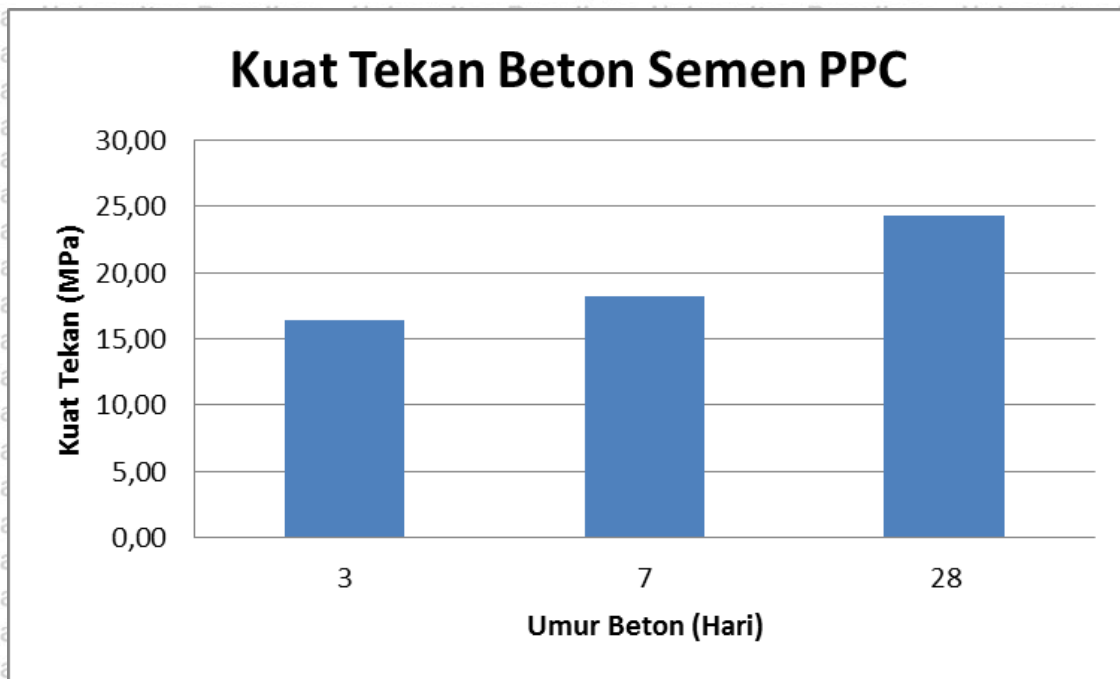
Berdasarkan kuat tekan beton silinder yang telah diujikan, didapatkan grafik kuat tekan beton terhadap variasi umur pengujian yaitu sebagai berikut:



Gambar 4.10 Grafik Hubungan Kuat Tekan Beton dengan usia Benda Uji menggunakan Semen OPC

Sumber: Dokumentasi Peneliti

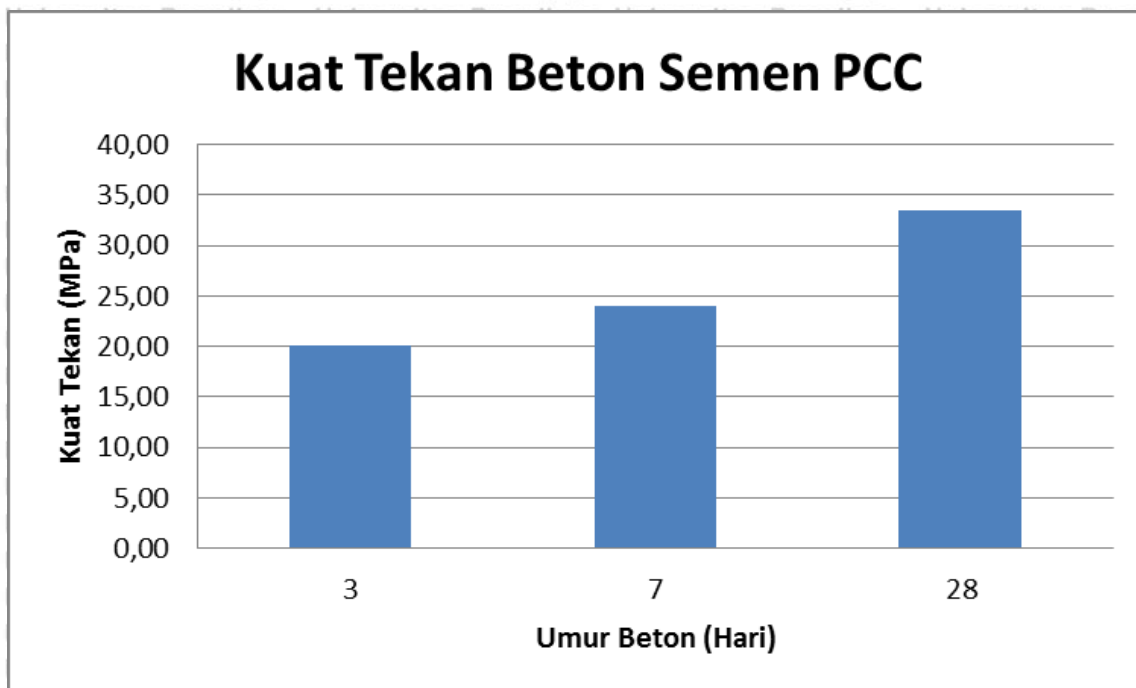
Berdasarkan gambar diatas dapat dilihat bahwa setiap pertambahan umur beton mengalami peningkatan kuat tekan. Benda uji pada usia 3 hari didapat kuat tekan rata-rata sebesar 19,74 MPa. Sedangkan pada usia benda uji 7 hari didapat kuat tekan rata-rata sebesar 27,08 MPa. Kemudian pada usia 28 hari didapatkan kuat tekan rata-rata sebesar 33,74 MPa.



Gambar 4.11 Grafik Hubungan Kuat Tekan Beton dengan Umur Benda Uji menggunakan Semen PPC

Sumber: Dokumentasi Peneliti

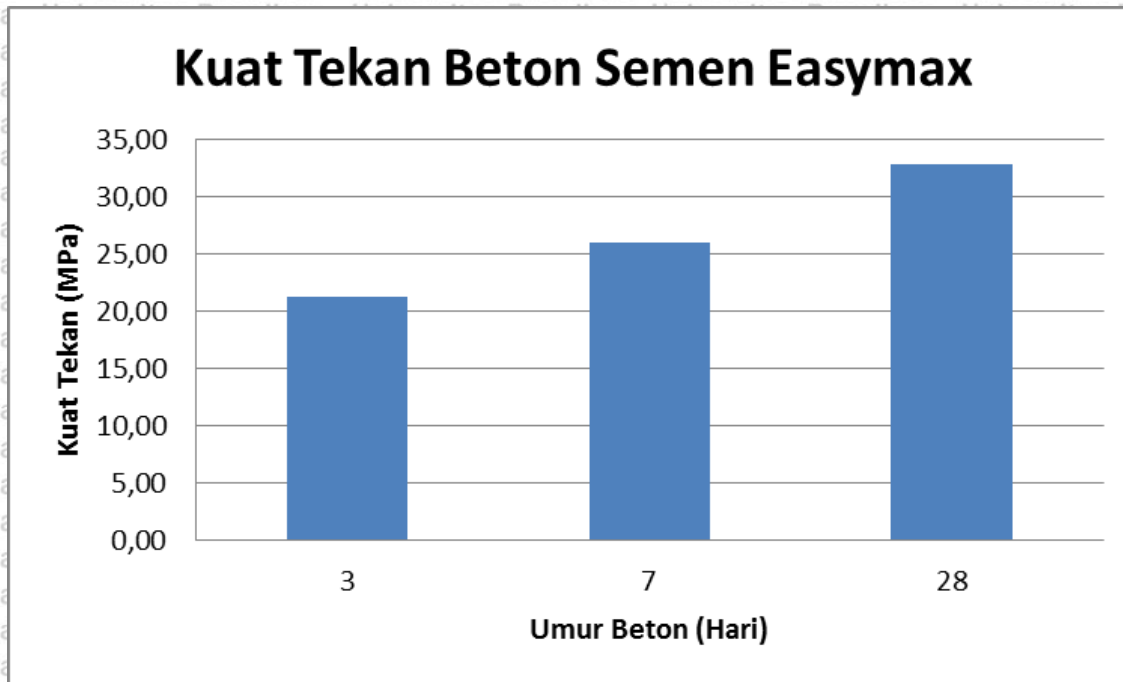
Berdasarkan gambar diatas dapat dilihat bahwa setiap pertambahan umur beton mengalami peningkatan kuat tekan. Benda uji pada usia 3 hari didapat kuat tekan rata-rata sebesar 16,50 MPa. sedangkan usia benda uji 7 hari didapat kuat tekan rata-rata sebesar 18,24 MPa. Kemudian saat usia 28 hari didapatkan kuat tekan rata-rata sebesar 24,38MPa.



Gambar 4.12 Grafik Hubungan Kuat Tekan Beton dengan Umur Benda Uji menggunakan Semen PCC

Sumber: Dokumentasi Peneliti

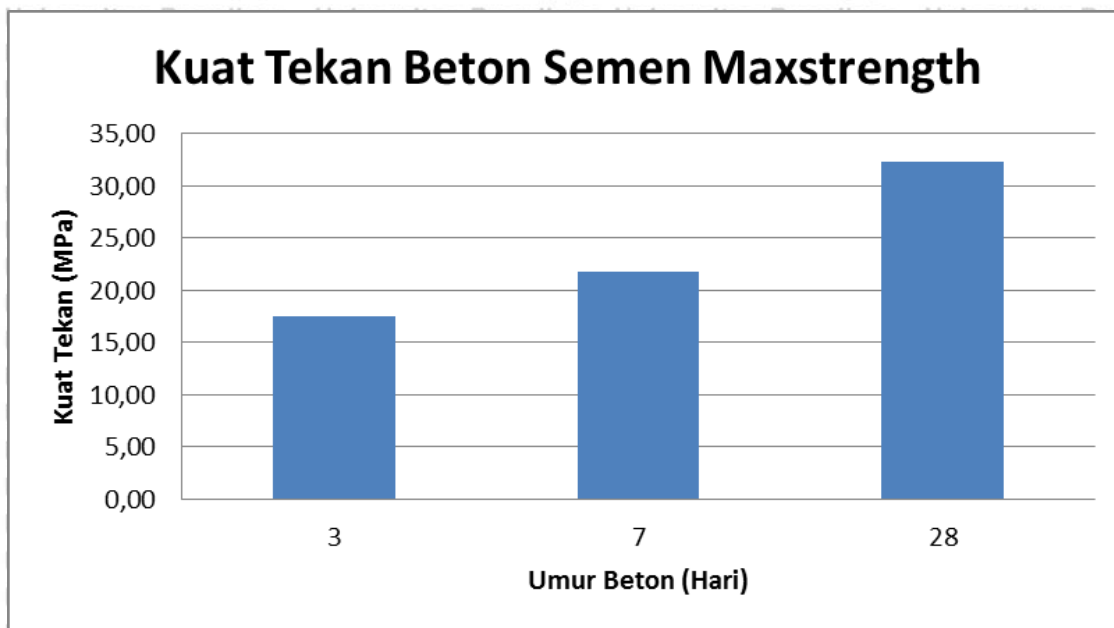
Berdasarkan gambar diatas dapat dilihat bahwa setiap penambahan umur beton mengalami peningkatan kuat tekan beton. Saat benda uji berusia 3 hari didapat kuat tekan rata-rata sebesar 20,03 MPa. sedangkan usia benda uji 7 hari didapat kuat tekan rata-rata sebesar 23,94 MPa. Kemudian saat usia 28 hari didapatkan kuat tekan rata-rata sebesar 33,50 MPa.



Gambar 4.13 Grafik Hubungan Kuat Tekan Beton dengan Umur Benda Uji menggunakan Semen Easymax

Sumber: Dokumentasi Peneliti

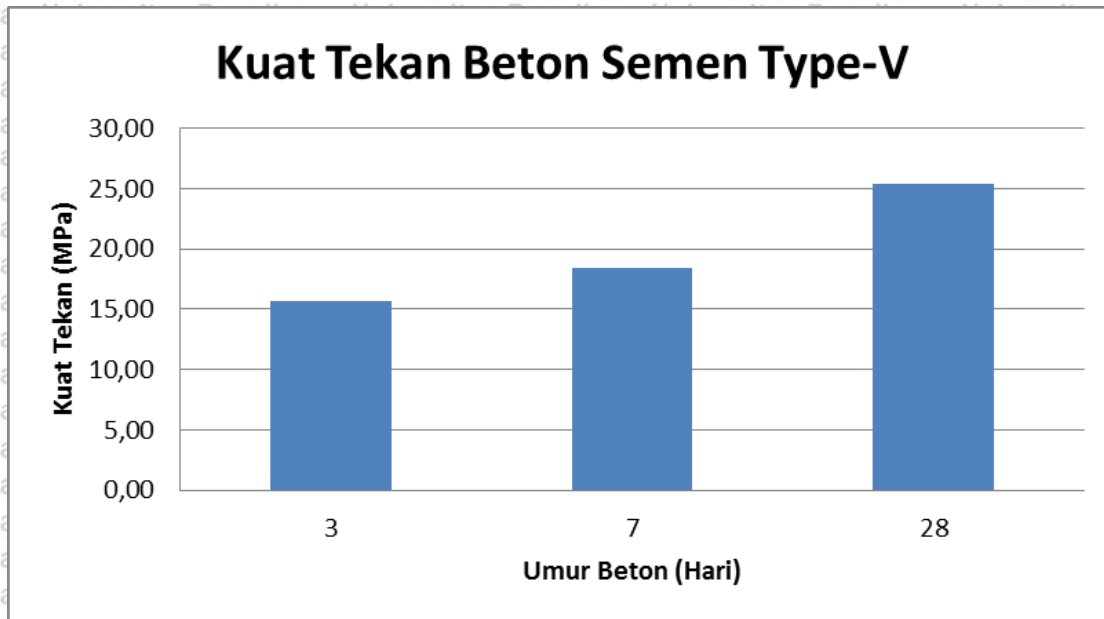
Berdasarkan gambar diatas dapat dilihat bahwa setiap pertambahan umur beton mengalami peningkatan kuat tekan beton. Benda uji dengan usia 3 hari didapat kuat tekan rata-rata beton sebesar 21,32 MPa. sedangkan usia benda uji 7 hari didapat kuat tekan rata-rata sebesar 26,02 MPa. Kemudian pada usia 28 hari didapatkan kuat tekan rata-rata sebesar 32,85 MPa.



Gambar 4.14 Grafik Hubungan Kuat Tekan Beton dengan Umur Benda Uji menggunakan Semen Maxstrength

Sumber: Dokumentasi Peneliti

Berdasarkan gambar diatas dapat dilihat bahwa setiap pertambahan umur beton mengalami peningkatan kuat tekan beton. Benda uji dengan usia 3 hari didapat kuat tekan rata-rata sebesar 17,56 MPa. Sedangkan pada usia 7 hari didapat kuat tekan rata-rata sebesar 21,77 MPa. Kemudian umur 28 hari didapatkan kuat tekan rata-rata sebesar 32,34 MPa.



Gambar 4.15 Grafik Hubungan Kuat Tekan Beton dengan Umur Benda Uji Semen Type-V

Sumber: Dokumentasi Peneliti

Berdasarkan gambar diatas dapat dilihat bahwa setiap pertambahan umur beton mengalami peningkatan kuat tekan beton. Benda uji pada usia 3 hari didapat kuat tekan rata-rata sebesar 15,63 MPa. Pada benda uji dengan usia 7 hari didapat kuat tekan rata-rata sebesar 18,43 MPa. Sedangkan pada usia 28 hari didapatkan kuat tekan rata-ratanya sebesar 25,37 MPa.

#### 4.4 Analisa Varian Dua Arah (Two-Way Anova)

Analisis anova dua arah sering digunakan untuk menguji ada atau tidaknya perbedaan dari nilai beris dan kolom tengah jika interaksinya tidak dapat diperbaiki. Pada analisis penelitian ini, veariabes bebas adalah variasi jenis-jenis mesin (simbol A), umur benda uji (simbol C). sedangakan variable yang ditenrukan adalah kuat tekan betol (simbol B). Ada atau tidaknya pengaruh variasi semen dan rasio agregat terhadap kuat beto, didapatkan dari data statistic dengan cara sebagai berikut.

$\alpha$  : Pengaruh faktor variasi umur beton

$\beta$  : Pengaruh faktor variasi jenis semen

$\alpha\beta$  : Pengaruh factor interaksi variasi umur beton dengan variasi jenis semen

Ketiga hipotesis dedapatkan dengan cara sebagai berikut :

$$1. H_{01} = \alpha_1 = \alpha_2 = 0$$

$$H_{11} = \text{paling sedikit satu } (\alpha_i \neq 0)$$

$$2. H_{02} = \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4 = \beta_5 = 0$$

$$H_{12} = \text{paling sedikit satu } (\beta_j \neq 0)$$

$$3. H_{03} = (\alpha\beta)_{11} = (\alpha\beta)_{12} = \dots = (\alpha\beta)_{25} = 0$$

$$H_{13} = \text{paling sedikit satu } ((\beta_j)_{ij} \neq 0)$$

Kerangan :

$H_0$  = hipotesis awal yang menyatakan tidak ada pengaruh faktor  $\alpha$ , factor  $\beta$ , maupun interaksi dari keduanya

$H_1$  = hipotesis alternatif yang menyatakan tidak ada pengaruh faktor  $\alpha$ , faktor  $\beta$ , maupun interaksi dari keduanya

Dasar pengambilan keputusan :

1. Jika  $F_{hitung} (F_{output}) > F_{tabel}$  maka  $H_0$  ditolak,  $H_1$  diterima.
2. Jika  $F_{hitung} (F_{output}) < F_{tabel}$  maka  $H_0$  diterima,  $H_1$  ditolak.

Tabel 4. 4

Hubungan Jenis Semen, umur beton dan Hasil Kuat Tekan

	A1		A2		A3		A4		A5		A6		$\Sigma X$ baris
	$\Sigma X$	$\Sigma X$	$\Sigma X$	$\Sigma X$	$\Sigma X$	$\Sigma X$	$\Sigma X$	$\Sigma X$	$\Sigma X$	$\Sigma X$			
C1 (3)	21,3	14,0	26,7	21,3	17,0	11,5							
	20,3	19,1	12,1	17,5	18,2	16,7							
	17,9	18,1	23,0	19,7	16,6	18,7							
	19,4	14,5	18,3	26,7	18,4	15,6							
C2 (7)	18,4	21,6	21,9	30,9	24,8	17,1							
	19,4	17,5	29,1	24,0	24,5	16,4							
	34,2	17,4	22,2	27,8	19,4	20,6							
	36,2	16,4	22,6	21,4	18,4	19,6							
C2 (28)	40,1	20,3	31,8	33,3	35,0	18,7							
	28,0	32,1	27,6	30,4	33,3	29,6							
	33,4	20,3	35,1	34,9	24,3	25,9							
	33,4	24,8	39,4	32,7	36,7	27,3							
$\Sigma X$ kolom	322,2	236,2	309,9	320,7	286,7	237,7						1713,4	



Tabel 4.5  
Hasil Analisis Data Dengan Uji Anova pada Kuat Tekan Beton

Sumber Varian	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	$F_{hitung}$	$F_{tabel}$
	db	JK	KT		
Rata-rata baris	2	1755,531	877,766	45,201	3,17
Rata-rata kolom	5	658,195	131,639	6,779	2,39
Interaksi	10	93,551	9,355	0,482	2,01
Eror	54	1048,635	19,419		
Total	71	3555,912			

Berdasarkan kedua tabel diatas, dapat diambil kesimpulan bahwa :

1. Faktor Umur Beton (baris)

Karena nilai  $F_{hitung} > F_{tabel}$ , maka  $H_1$  ditolak dan  $H_0$  diterima. Dapat disimpulkan bahwasanya dengan taraf nyata sebesar 5%, adanya perbedaan pengaruh diantara umur beton dengan kuat tekan beton.

2. Faktor Jenis Semen (kolom)

Karena nilai  $F_{hitung} > F_{tabel}$ , maka  $H_0$  ditolak dan  $H_1$  diterima. Maka disimpulkan dengan taraf nyata sebesar 5%, ada pengaruh perbedaan antar jenis-jenis semen dengan kuat tekan beton.

3. Interaksi Faktor Umur beton dan Jenis Semen (interaksi)

Karena Nilai  $F_{tabel} > F_{hitung}$ , Maka  $H_1$  ditolak dan  $H_0$  diterima. Dapat disimpulkan dengan taraf nyata sebesar 5%, maka tidak ada pengaruh perbedaan diantara interaksi kuat tekan beton dengan jenis-jenis semen.

## BAB V

### HASIL PEMBAHASAN

#### 5.1 Kesimpulan

Dari pembahasan penelitian ini dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Beragam jenis semen berpengaruh terhadap nilai dari kuat tekan beton yang dihasilkan. Jenis semen yang menghasilkan mutu tertinggi yaitu OPC dengan kuat tekan sebesar 33,74 MPa pada usia 28 hari dan mutu terendah dengan menggunakan semen PPC dengan kuat tekan sebesar 24,38 MPa.
2. Perbedaan umur berpengaruh terhadap nilai kuat tekan beton. Setiap pertambahan usia mengalami kenaikan juga pada mutu betonnya. Pada beton dengan semen OPC pada usia 3 hari dengan mutu 19,74 MPa dan mengalami peningkatan sehingga pada usia 28 hari menjadi 33,74. Begitu juga pada beton pada mutu terendah yang menggunakan semen PPC pada usia 3 hari mempunyai kekuatan tekan sebesar 16,44 MPa dan mengalami peningkatan sehingga pada usia 28 hari menjadi 24,38. Begitu juga berlaku pada jenis semen lainnya.

#### 5.2 Saran

1. Membuat benda uji dengan variabel lainnya, seperti rasio agregat dan nilai FAS.
2. Dilakukan uji lab agar mengetahui komposisi kimia pada tiap jenis semen.
3. Diharapkan dapat dilakukan pengujian dengan jenis semen yang lain.
4. Diharapkan dilakukan pengujian dengan umur yang lebih lama lagi sehingga dapat menghasilkan kurva yang mendatar.

-Halaman ini sengaja dikosongkan-



## DAFTAR PUSTAKA

- ASTM Standards. (2002). *ASTM C 150 150 – 04 Standards Specification For Portland Cement*. ASTM International, West Conshohocken, PA.
- ASTM C.33 – 03. (2002), *Standard Spesification for Concrete Aggregates*. ASTM Standards, USA.
- Mulyono, Tri, Ir., (2004). *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Andi Publishing.
- Nasional, Badan Standarisasi. (2002). *SNI 03-6820-2002 Spesifikasi Agregat Halus Untuk Pekerjaan Adukan dan Plesteran Dengan Bahan Dasar Semen*. Jakarta.
- Nasional, Badan Standarisasi. (2000). *SNI 03-2834-2000 Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*. Jakarta.
- Purwono, Lukman Adi dan Nurhayati, Siti. (2007) *Tinjauan Eksperimental Kuat Tekan Beton Dengan Campuran Limbah Slag*.
- Nasional, Badan Standarisasi. (2004). *SNI 15-7064-2004 Semen Portland Komposit*. Jakarta.
- Nasional, Badan Standarisasi. (2015). *SNI 2049:2015 Semen Portland*. Jakarta.
- Nasional, Badan Standarisasi. (2004). *SNI 15-0302-2004 Semen Portland Pozolan*. Jakarta.
- Nurlina, Siti. (2011). *Teknologi Bahan I*. Malang: Bargie Media
- SK Standar Nasional Indonesia S-04-1989-F. (1989). *Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A*.
- Setyowati, Edhi, Wahjuni dan Ari, Wibowo. (2003). *Buku Diktat Teknologi Beton*. Malang: Universitas Brawijaya.
- Tjokrodinuljo, Kardiyono. (1996). *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Biro Penerbit KMTS FT UGM.

-Halaman ini sengaja dikosongkan-



## LAMPIRAN

### Lampiran 1

#### Data Pengujian Kuat Tekan Silinder

#### Tabel L.1.1

#### Hasil Uji Tekan Beton Silinder Umur 7 Hari

No	Kode Benda Uji	Luas Permukaan (cm <sup>2</sup> )	Berat Benda Uji (kg)	Kuat Tekan (Mpa)
1	A1B1 (1)	176,715	13,11	21,33
2	A1B1 (2)	176,715	12,98	20,32
3	A1B1 (3)	176,715	13,17	17,94
4	A1B1 (4)	176,715	12,91	19,35
5	A1B2 (1)	176,715	13,13	18,45
6	A1B2 (2)	176,715	13,12	19,41
7	A1B2 (3)	176,715	12,77	34,24
8	A1B2 (4)	176,715	12,67	36,22
9	A1B3 (1)	176,715	12,96	40,06
10	A1B3 (2)	176,715	12,96	28,01
11	A1B3 (3)	176,715	12,95	33,44
12	A1B3 (4)	176,715	13,07	33,44
13	A1B4 (1)	176,715	12,89	21,05
14	A1B4 (2)	176,715	12,77	40,35
15	A1B4 (3)	176,715	12,69	39,05
16	A1B4 (4)	176,715	12,86	29,77
17	A2B1 (1)	176,715	12,75	13,98
18	A2B1 (2)	176,715	12,85	19,13
19	A2B1 (3)	176,715	12,4	18,11
20	A2B1 (4)	176,715	12,8	14,54
21	A2B2 (1)	176,715	12,5	21,62
22	A2B2 (2)	176,715	12,32	17,54
23	A2B2 (3)	176,715	12,79	17,37
24	A2B2 (4)	176,715	12,31	16,41
25	A2B3 (1)	176,715	12,79	20,32
26	A2B3 (2)	176,715	13,03	32,14
27	A2B3 (3)	176,715	12,74	20,26
28	A2B3 (4)	176,715	12,57	24,79
29	A2B4 (1)	176,715	12,51	21,16
30	A2B4 (2)	176,715	12,68	33,33
31	A2B4 (3)	176,715	12,74	22,81
32	A2B4 (4)	176,715	12,74	25,86
33	A3B1 (1)	176,715	12,66	26,71
34	A3B1 (2)	176,715	12,47	12,11
35	A3B1 (3)	176,715	12,64	22,97
36	A3B1 (4)	176,715	12,87	18,33
37	A3B2 (1)	176,715	12,6	21,90

No	Kode Benda Uji	Luas Permukaan (cm <sup>2</sup> )	Berat Benda Uji (kg)	Kuat Tekan (Mpa)
38	A3B2 (2)	176,715	12,6	29,09
39	A3B2 (3)	176,715	12,27	22,18
40	A3B2 (4)	176,715	12,58	22,58
41	A3B3 (1)	176,715	12,62	31,80
42	A3B3 (2)	176,715	12,69	27,62
43	A3B3 (3)	176,715	12,81	35,14
44	A3B3 (4)	176,715	12,57	39,44
45	A4B1 (1)	176,715	12,6	21,33
46	A4B1 (2)	176,715	13,1	17,54
47	A4B1 (3)	176,715	13	19,75
48	A4B1 (4)	176,715	13	26,65
49	A4B2 (1)	176,715	12,7	30,90
50	A4B2 (2)	176,715	12,75	23,99
51	A4B2 (3)	176,715	12,65	27,78
52	A4B2 (4)	176,715	12,9	21,39
53	A4B3 (1)	176,715	12,5	33,33
54	A4B3 (2)	176,715	12,9	30,44
55	A4B3 (3)	176,715	12,78	34,92
56	A4B3 (4)	176,715	12,52	32,71
57	A5B1 (1)	176,715	12,76	17,03
58	A5B1 (2)	176,715	12,71	18,22
59	A5B1 (3)	176,715	13,04	16,58
60	A5B1 (4)	176,715	12,78	18,39
61	A5B2 (1)	176,715	12,8	24,79
62	A5B2 (2)	176,715	12,43	24,50
63	A5B2 (3)	176,715	12,63	19,41
64	A5B2 (4)	176,715	12,98	18,39
65	A5B3 (1)	176,715	12,92	35,03
66	A5B3 (2)	176,715	12,57	33,33
67	A5B3 (3)	176,715	12,7	24,28
68	A5B3 (4)	176,715	13	36,73
69	A6B1 (1)	176,715	12,54	11,49
70	A6B1 (2)	176,715	12,75	16,69
71	A6B1 (3)	176,715	12,35	18,73
72	A6B1 (4)	176,715	12,65	15,62
73	A6B2 (1)	176,715	12,74	17,15
74	A6B2 (2)	176,715	12,84	16,41
75	A6B2 (3)	176,715	12,61	20,60
76	A6B2 (4)	176,715	12,8	19,58
77	A6B3 (1)	176,715	12,65	18,73
78	A6B3 (2)	176,715	12,75	29,60
79	A6B3 (3)	176,715	12,7	25,86
80	A6B3 (4)	176,715	12,83	27,28

Lampiran 2  
Dokumentasi Pengujian Kuat Tekan Silinder



Gambar L.2.1 Semen Portland



Gambar L.2.2 Semen Slag





Gambar L.2.3 Agregat Halus



Gambar L.2.4 Agregat Kasar



Gambar L.2.5 Bekisting Silinder



Gambar L.2.6 Pengaduk Beton



Gambar L.2.7 Vibrator



Gambar L.2.8 Penimbangan Bahan



Gambar L.2.9 Pengecoran



Gambar L.2.10 Tes Slump





Gambar L.2.11 Pematatan Beton dengan Vibrator



Gambar L.2.12 Benda Uji yang telah Dicor





Gambar L.2.13 Perawatan Benda Uji



Gambar L.2.14 Pembuatan Capping





Gambar L.2.15 Benda Uji Sebelum Pengujian Kuat Tekan



Gambar L.2.16 Pengujian Kuat Tekan Silinder



Gambar L.2.17 Benda Uji Setelah Pengujian Kuat Tekan

