

# PENGARUH PENAMBAHANAN *METAKAOLIN* DAN *SUPERPLASTICIZER* TERHADAP KUAT TEKAN BETON PADA MUTU K-400

Masri A Rivai<sup>1,\*</sup> RA. Sri Martini<sup>2</sup> Erdin Dimas Tri Kusuma<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>) Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Palembang  
masri.rivai@gmail.com

## Abstract

*High-quality concrete usually uses an addition to workaholic, high-pressure, and concrete durability such as metacaolin and superplasticizer.*

*The Study was conducted to find out how the metacaolin + superplasticizer addition to the strong K-400 press of concrete. The test object used was a cube 15 x 15 x 15 cm. Strong tests of concrete were made at the age of 3 days, 14 days, and 28 days. The research is done on normal concrete, and metacaolin 10% + superplasticizer 0,5%, 1%, 1,5%, 2%, 2,5%, 3%, and 3,5% with separate parts.*

*Research shows the strong value of normal concrete pressure at 28 days on 403,66 Kg/cm<sup>2</sup> while strong value of optimum concrete at 28 days occurs in a variety of Metacaolin 10% + Superplastizer 3% on 460,58 Kg/cm<sup>2</sup>. It is known that adding metacaolin + superplasticizer add to strong concrete pressure.*

**Key Words :** concrete, metacaolin, superplasticizer, and strong press.

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Beton adalah campuran semen *portland* atau semen hidrolis yang lain, agregat kasar, agregat halus dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk massa padat (SNI-03-2847,2002). Beton merupakan bahan yang umum digunakan dalam dunia konstruksi. Di Indonesia, beton menjadi bahan konstruksi yang digemari jika dibandingkan dengan bahan lain seperti baja dan kayu. Hal tersebut menjadikan inovasi-inovasi pada beton terus berkembang untuk meningkatkan kualitas dan mutu beton. Beton mutu tinggi biasanya menggunakan bahan tambah untuk meningkatkan workabilitas, menambah kuat tekan, dan keawetan beton seperti *metakaolin* dan *superplasticizer*.

Kaolin merupakan salah satu mineral tanah liat (lempung) yang mengandung beberapa lapis aluminium silikat. Pada dasarnya kaolin adalah tanah liat yang mengandung mineral kaolinit sebagai bagian yang sangat besar, dan

termasuk jenis tanah liat primer. Metakaolin merupakan pozzolan yang berasal dari bahan kaolin yang telah melalui proses dehidroksilasi oleh pemberian panas pada suhu 500°C – 900°C dan berbentuk serbuk halus dengan ukuran 0,5 sampai 5 mikron. Dehidroksilasi adalah reaksi dekomposisi kristal kaolin menjadi suatu struktur tidak teratur sebagian.

Sedangkan Superplasticizer merupakan bahan tambah kimia yang berfungsi untuk mengurangi air. Dengan pemakaian bahan tambahan ini diperoleh adukan dengan faktor airsemen lebih rendah pada nilai kekentalan lebih encer dengan faktor air semen yang sama, sehingga mutu kuat tekan beton lebih tinggi.

Pada penelitian yang dilakukan oleh **Ristiovani Aditya Kusuma Nrp:112015002** Fakultas Teknik Prodi Sipil Universitas Muhammadiyah Palembang tentang Penambahan *Metakaolin* dan *Superplasticizer* Terhadap Kuat Tekan Pada Mutu Beton K-400 sebagai campuran beton menunjukkan bahwa nilai kuat tekan beton pada umur 28 hari dengan kadar *Polycarboxilate* 1,5% dan variasi kadar *Metakaolin* 10%, 15%, 20%, dan 25%, didapatkan bahwa

kadar optimum pada variasi *Metakaolin* terjadi pada variasi kadar *Metakaolin* 10% dan pada variasi kadar *Metakaolin* 15%, 20%, dan 25% mengalami penurunan kuat tekan beton.

Dalam penelitian ini penulis mencoba menambah campuran beton dengan kadar optimum *Metakaolin* 10% yang telah didapatkan dalam penelitian Ristiovani Aditya Kusuma dan memvariasikan kadar *Policarboxilate* untuk mencari tahu batas maksimum kadar persen *Policarboxilate* yang baik untuk kuat tekan. Berdasarkan hal tersebut saya sebagai mahasiswa ingin melakukan penelitian dengan judul, **“Pengaruh Penambahan *Metakaolin* dan *Superplasticizer* Terhadap Kuat Tekan Beton Pada Mutu Beton K-400”**.

## 1.2. Maksud dan Tujuan

Maksud dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan *Metakaolin* dan *Superplasticizer* terhadap beton normal mutu beton K-400 dengan divariasikan penambahan persentase *Superplasticizer* tertentu.

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui kadar optimum penggunaan *Superplasticizer* yang ditambahkan pada campuran beton mutu K-400.

## 1.3. Rumusan Masalah

Adapun permasalahan dalam penelitian ini mengacu pada latar belakang diatas adalah:

1. Bagaimana pengaruh penambahan *Metakaolin* dan *Superplasticizer* terhadap kuat tekan beton normal yang sudah ditambahkan *Metakaolin* dan *Superplasticizer*.
2. Berapa kadar optimum *Superplasticizer* yang ditambahkan pada mutu beton K-400.

## 1.4. Batasan Masalah

Dalam penelitian ini, sebagai batasan masalahnya adalah:

1. Penelitian ini dibatasi hanya pada pengujian terhadap kuat tekan beton.
2. *Metakaolin* yang digunakan adalah kaolin yang telah mengalami pembakaran atau pemanasan pada suhu tinggi dalam jangka waktu tertentu.
3. *Superplasticizer* yang digunakan yaitu jenis *Policarboxilate*.
4. Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 3 hari, 14 hari, dan 28 hari. Pengujian kuat tekan dilakukan untuk variasi dengan:

Kadar persentase <i>Metakaolin</i>	Kadar persentase <i>Policarboxilate</i>
10%	0%
10%	0,5%
10%	1%
10%	1,5%
10%	2%
10%	2,5%
10%	3%
10%	3,5%

5. Jumlah Sampel terdiri dari 72 sampel, dimana setiap variasi penambahan *Policarboxilate* terdiri dari 9 sampel.
6. Persentase nilai kenaikan kuat tekan beton dilakukan terhadap variasi *Metakaolin* 10% + *Policarboxilate* 0%.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Pengertian Beton

Beton merupakan campuran antara semen portland, air, dan agregat (dan kadang-kadang bahan tambah yang sangat bervariasi mulai dari bahan kimia tambahan, serat, sampai bahan buangan non kimia) pada perbandingan tertentu. Bahan penyusun beton meliputi air, semen, agregat kasar dan agregat halus dan bahan tambah dimana setiap bahan penyusun mempunyai fungsi dan pengaruh yang berbeda-beda. Sifat yang penting pada beton adalah kuat tekan, bila kuat tekan tinggi maka sifat-sifat yang lain pada umumnya juga baik. Faktor-faktor yang mempengaruhi kuat tekan beton terdiri dari kualitas bahan penyusun, nilai faktor air semen, gradasi

agregat, ukuran maksimum agregat, cara pengerjaan (pencampuran, pengangkutan, pemadatan, dan perawatan) serta umur beton (Tjokrodimulyo, 1996).

Menurut SNI-2847-2013, Beton adalah campuran antara semen portland atau semen hidrolis lainnya, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan campuran tambahan (admixture). Seiring dengan penambahan umur, beton akan semakin mengeras dan akan mencapai kekuatan rencana (f'c) pada usia 28 hari.

## 2.2. Kaolin dan Metakaolin

Kaolin merupakan salah satu mineral tanah liat (lempung) yang mengandung beberapa lapis aluminium silikat. Pada dasarnya kaolin adalah tanah liat yang mengandung mineral kaolinit sebagai bagian yang sangat besar, dan termasuk jenis tanah liat primer. Metakaolin merupakan pozzolan yang berasal dari bahan kaolin yang telah melalui proses dehidroksilasi oleh pemberian panas pada suhu 500°C – 900°C dan berbentuk serbuk halus dengan ukuran 0,5 sampai 5 mikron. Dehidroksilasi adalah reaksi dekomposisi kristal kaolin menjadi suatu struktur tidak teratur sebagian.

## 2.3. Kuat tekan beton

Kekuatan tekan adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Walaupun dalam beton terdapat tegangan tarik yang kecil, diasumsikan bahwa semuategangan tekan didukung oleh beton tersebut. Penentuan kekuatan tekan dapat dilakukan dengan menggunakan alat uji tekan dan benda uji berbentuk silinder dengan prosedur uji ASTM C-39 atau kubus dengan prosedur BS-1881 (Tri Mulyono, 2005).

Kuat tekan beton merupakan parameter utama yang harus diketahui dan dapat memberikan gambaran tentang hampir semua sifat-sifat mekanisnya yang lain dari beton tersebut. Hal ini dikarenakan karakteristik utama beton adalah sangat kuat dalam menahan gaya tekan, tetapi sangat lemah

dalam menerima gayatarik. Kuat tarik beton hanya berkisar antara 10% sampai 15% dari kuat tekan beton. Dalam perencanaan struktur beton bertulang, beton diasumsikan hanya berperan dalam menahan gaya tekan dan sama sekali tidak memberikan kontribusi dalam menahan gaya tarik. Kuat tekan beton adalah kemampuan beton keras untuk menahan gaya tekan dalam setiap satu satuan luas permukaan beton.

## 2.4. Rumus Pengolahan Kuat Tekan Pada Beton

Setelah didapat data dari hasil uji kuat tekan beton masing- masing benda uji, maka data tersebut diolah dengan menggunakan rumus- rumus ketentuan dari SK.SNI.T-15-1990-03 sebagai berikut :

1. Rumus kuat tekan beton r masing-masing benda uji

$$\sigma_{bi} = \frac{P}{A}$$

Keterangan :

$\sigma_{bi}$  = kuat tekan beton masing – masing benda uji Mpa/cm<sup>2</sup>

P = Beban (Mpa)

A = Luas penampang (m<sup>2</sup>)

2. Rumus Kuat tekan rata-rata

$$\sigma_{bm} = \frac{\sum a_{bi}}{N}$$

Keterangan :

$\sigma_{bm}$  = kuat tekan beton rata – rata Mpa/Cm<sup>2</sup>

$\sigma_{bi}$  = Kuat tekan beton Mpa/Cm<sup>2</sup>

N = Jumlah benda uji

3. Rumus Deviasi standar

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\sigma_{bi} - \sigma_{bm})^2}{N-1}}$$

Keterangan :

S = Deviasi standar (Mpa/cm<sup>2</sup>)

$\sigma_{bm}$  = Kuat tekan beton rata- rata (Mpa/cm<sup>2</sup>)

$\sigma_{bi}$  = Kuat tekan beton (Mpa/cm<sup>2</sup>)

N = Jumlah benda uji

#### 4. Rumus beton kuat karakteristik

$$\bar{\sigma}_{bk} = \sigma_{bm} - 1,28 \cdot S$$

Keterangan :

$\bar{\sigma}_{bk}$  = Kuat tekan beton karakteristik (kg/cm<sup>2</sup>)

$\sigma_{bm}$  = Kuat tekan beton rata-rata (kg/cm<sup>2</sup>)

1,28 = 1 in 10 Benda

Uji S = Standar deviasi

Untuk menentukan nilai standard deviasi menggunakan konstanta yang telah ditentukan berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan dengan maximum persen kegagalan sesuai dengan benda uji yang telah dibuat.

### 3. METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium PT Perkasa Adiguna Sembada yang berada di jalan Soekarno Hatta Kota Palembang Provinsi Sumatera Selatan.

Sample penelitian benda uji berupa kubus dengan ukuran 15cm x 15cm x 15cm, terdiri dari terdiri dari benda uji beton normal yang ditambah dengan metakaolin dan superplasticizer berjenis polycarboxilate dengan kadar persentase metakaolin 10% dan variasi kadar persentase polycarboxilate 0%, 0,5%, 1%, 1,5%, 2%, 2,5%, 3%, dan 3,5%. Jumlah benda uji yang akan dibuat yaitu setiap benda uji akan dibuat dengan beton normal yang ditambah dengan metakaolin dan polycarboxilate yaitu 9 benda uji untuk setiap variasi polycarboxilate dengan jumlah total benda uji yaitu 72 benda uji yang akan diuji pada umur 3 hari, 14 hari, dan 28 hari. Dengan kuat tekan rencana adalah K-400 pada umur beton 28 hari.

### 4. HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

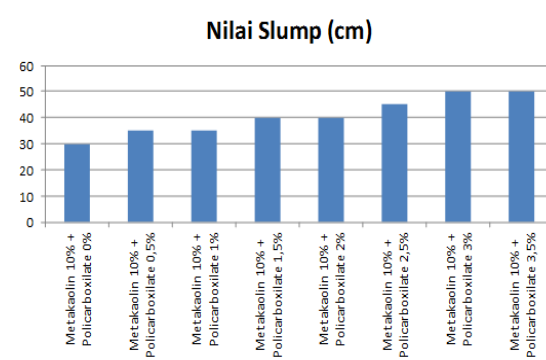
#### 4.1. Hasil Pengujian

##### 4.1.1. Pengujian Slump

Tabel 4.1 Pengujian Slump Flow

No	Variasi campuran	Nilai Slump (cm)
1	Metakaolin 10% + Polycarboxilate 0%	30
2	Metakaolin 10% + Polycarboxilate 0,5%	35
3	Metakaolin 10% + Polycarboxilate 1%	35
4	Metakaolin 10% + Polycarboxilate 1,5%	40
5	Metakaolin 10% + Polycarboxilate 2,0%	40
6	Metakaolin 10% + Polycarboxilate 2,5%	45
7	Metakaolin 10% + Polycarboxilate 3,0%	50
8	Metakaolin 10% + Polycarboxilate 3,5%	50

Sumber : Hasil Penelitian Di Laboratorium PT. Perkasa Adiguna Sembada



Sumber : Hasil Penelitian Di Laboratorium PT. Perkasa Adiguna Sembada

Gambar 4.1 Grafik Nilai Slump

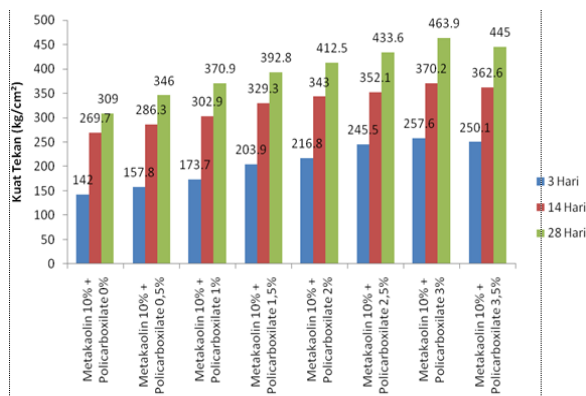
Dari gambar grafik 4.1. Maka didapatkan bahwa semakin tinggi kadar polycarboxilate yang ditambahkan pada campuran beton maka semakin tinggi nilai slump. Nilai tertinggi test slump flow mulai terjadi pada variasi kadar Metakaolin 10% + Polycarboxilate 3%.

##### 4.1.2. Kuat Tekan Beton

Tabel 4.2 Hasil Uji Kuat Tekan Rata-rata

No	Variasi Campuran	Kuat Tekan Beton Rata-rata					
		Umur (Hari)					
		3		14		28	
		Kg/cm <sup>2</sup>	MPa	Kg/cm <sup>2</sup>	MPa	Kg/cm <sup>2</sup>	MPa
1	Metakaolin 10% + Polycarboxilate 0%	142,0	11,56	269,7	21,95	309,0	25,14
2	Metakaolin 10% + Polycarboxilate 0,5%	157,8	12,84	286,3	23,29	346,0	28,15
3	Metakaolin 10% + Polycarboxilate 1%	173,7	14,13	302,9	24,64	370,9	30,18
4	Metakaolin 10% + Polycarboxilate 1,5%	203,9	16,59	329,3	26,79	392,8	31,96
5	Metakaolin 10% + Polycarboxilate 2%	216,8	17,64	343,0	27,91	412,5	33,56
6	Metakaolin 10% + Polycarboxilate 2,5%	245,5	19,97	352,1	28,65	433,6	35,28
7	Metakaolin 10% + Polycarboxilate 3%	257,6	20,96	370,2	30,12	463,9	37,55
8	Metakaolin 10% + Polycarboxilate 3,5%	250,1	20,35	362,6	29,50	445,0	36,21

Sumber : Hasil Penelitian Di Laboratorium PT. Perkas Adiguna Sembada



Sumber : Hasil Penelitian Di Laboratorium PT. Perkas Adiguna Sembada

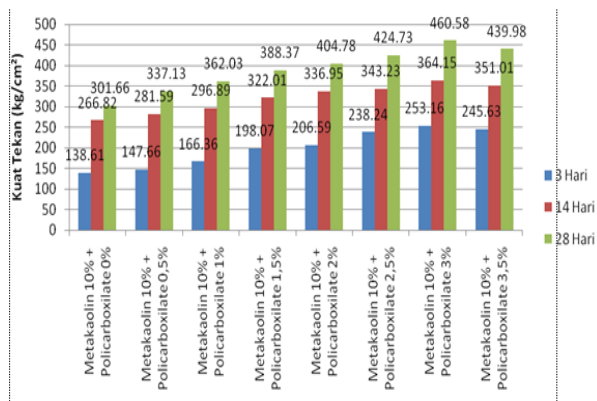
Gambar 4.2 Grafik Hasil Uji Kuat Tekan Rata-rata

### 4.1.3. Pengolahan Data Hasil Uji Kuat Tekan Beton

Tabel 4.3 Hasil Uji Kuat Tekan Beton Karakteristik

No	Varian Campuran	Kuat Tekan Beton Karakteristik					
		Umur (Hari)					
		3		14		28	
		Kg/cm <sup>2</sup>	MPa	Kg/cm <sup>2</sup>	MPa	Kg/cm <sup>2</sup>	MPa
1	Metakaolin 10% + Polycarboxilate 0%	138,61	11,28	266,82	21,71	301,66	24,54
2	Metakaolin 10% + Polycarboxilate 0,5%	147,66	12,07	281,59	22,91	337,13	27,43
3	Metakaolin 10% + Polycarboxilate 1%	166,36	13,53	296,89	24,16	362,03	29,46
4	Metakaolin 10% + Polycarboxilate 1,5%	198,07	16,12	322,01	26,20	388,37	31,60
5	Metakaolin 10% + Polycarboxilate 2%	206,59	16,81	336,95	27,42	404,78	32,94
6	Metakaolin 10% + Polycarboxilate 2,5%	238,24	19,38	343,23	27,93	424,73	34,56
7	Metakaolin 10% + Polycarboxilate 3%	253,16	20,60	364,15	29,63	460,58	37,48
8	Metakaolin 10% + Polycarboxilate 3,5%	245,63	19,98	351,01	28,56	439,98	35,80

Sumber : Hasil Penelitian Di Laboratorium PT. Perkas Adiguna Sembada



Sumber : Hasil Penelitian Di Laboratorium PT. Perkas Adiguna Sembada

Gambar 4.3 Grafik Hasil Uji Kuat Tekan Karakteristik

Dari gambar grafik 4.3 nilai kuat tekan beton karakteristiknya bervariasi. Pada variasi Metakaolin + Polycarboxilate 3% memiliki nilai kuat tekan beton karakteristik yang tinggi dibandingkan dengan kuat tekan beton karakteristik lainnya yaitu sebesar 253,16 Kg/Cm<sup>2</sup> pada umur 3 hari, 364,15 Kg/Cm<sup>2</sup> pada umur 14 hari, dan 460,58 Kg/Cm<sup>2</sup> pada umur 28 hari. Pada variasi Metakaolin + Polycarboxilate 3,5% mulai mengalami penurunan nilai kuat tekan beton karakteristik yaitu 245,63 Kg/Cm<sup>2</sup> pada umur 3 hari, 351,01 Kg/Cm<sup>2</sup> pada umur 14 hari, dan 439,98 Kg/Cm<sup>2</sup> pada umur 28 hari. Dan kuat tekan terendah terdapat pada variasi Metakaolin + Polycarboxilate 0% yaitu 138,61 Kg/Cm<sup>2</sup> pada umur 3 hari, 266,82 Kg/Cm<sup>2</sup> pada umur 14 hari, dan 301,66 Kg/Cm<sup>2</sup> pada umur 28 hari.

Berdasarkan gambar grafik tersebut dapat diketahui bahwa secara keseluruhan mutu pelaksanaan untuk semua variasi campuran baik dilihat dari karakteristik pada 28 hari, akan tetapi mutu beton yang sesuai perencanaan dimulai pada variasi Metakaolin + Polycarboxilate 2% dengan nilai kuat tekan karakteristik sebesar 404,78 Kg/Cm<sup>2</sup> pada umur 28 hari.

Berdasarkan nilai karakteristik beton tersebut dapat dilihat seberapa jauh persentase

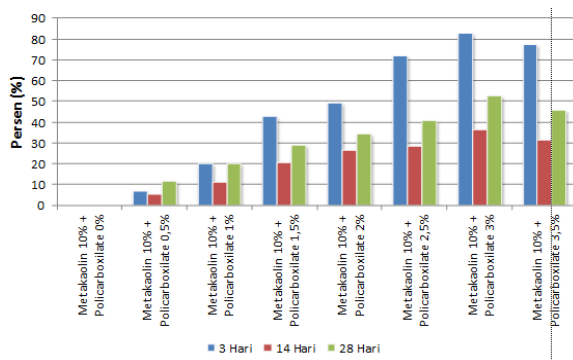


pengaruh penambahan Metakaolin dan Polycarboxilate pada campuran beton.

Tabel 4.4 Persentase Kekuatan Beton Pada Berbagai Umur

No.	Varian Campuran	Peningkatan Kekuatan (%)		
		Umur (Hari)		
		3	14	28
1	Metakaolin 10% + Polycarboxilate 0%	0	0	0
2	Metakaolin 10% + Polycarboxilate 0,5%	6.53	5.54	11.76
3	Metakaolin 10% + Polycarboxilate 1%	20.02	11.27	20.01
4	Metakaolin 10% + Polycarboxilate 1,5%	42.90	20.68	28.74
5	Metakaolin 10% + Polycarboxilate 2%	49.04	26.28	34.18
6	Metakaolin 10% + Polycarboxilate 2,5%	71.88	28.64	40.80
7	Metakaolin 10% + Polycarboxilate 3%	82.64	36.48	52.68
8	Metakaolin 10% + Polycarboxilate 3,5%	77.21	31.55	45.85

Sumber : Hasil Penelitian Di Laboratorium PT. Perkasa Adiguna Sembada



Sumber : Hasil Penelitian Di Laboratorium PT. Perkasa Adiguna Sembada

Gambar 4.4 Grafik Persentase Kekuatan Beton Pada Berbagai Umur

Dari gambar grafik 4.4 Persentase Kekuatan Beton pada berbagai umur diketahui bahwa pada variasi Metakaolin + Polycarboxilate 0,5% sampai dengan pada variasi Metakaolin + Polycarboxilate 1,5% mengalami kenaikan terhadap variasi Metakaolin + Polycarboxilate 0% akan tetapi pada variasi-variasi tersebut tidak mencapai kuat tekan rencana, mulai masuknya kuat tekan rencana terjadi pada variasi Metakaolin + Polycarboxilate 2%. Nilai optimum terdapat pada variasi campuran Metakaolin + Polycarboxilate 3% dengan persentasi kuat tekan beton pada umur 3 hari

sebesar 82.64%, umur 14 hari sebesar 36.48%, dan umur 28 hari sebesar 52.68% terhadap variasi Metakaolin + Polycarboxilate 0%.

## 4.2 Pembahasan

Dari hasil pengolahan data yang telah dijabarkan di atas dapat ditarik beberapa hasil rangkuman mengenai kuat tekan karakteristik beton pada penelitian ini, diantaranya sebagai berikut :

1. Nilai optimum kuat tekan beton karakteristik berada di variasi *Metakaolin + Polycarboxilate 3%*, akan tetapi pada variasi *Metakaolin + Polycarboxilate 3,5%* mengalami penurunan kuat tekan dikarenakan pada variasi *Metakaolin + Polycarboxilate 3%* proporsi *Polycarboxilate* pada variasi tersebut mendispersi (menguraikan) semen dan *Metakaolin* yang mudah menggumpal menjadi lebih merata dan menghasilkan reaksi hidrasi yang sempurna. Sedangkan pada variasi *Metakaolin + Polycarboxilate 3,5%*, proporsi *Polycarboxilate* pada variasi ini menyebabkan semen dan *Metakaolin* terurai segala arah dan daya ikat menjadi tidak sempurna. Hal ini menyebabkan terjadinya segregasi (pemisahan) dan menurunkan kuat desak beton yang dihasilkan.
2. Pada variasi *Metakaolin + Polycarboxilate 0,5%* sampai dengan variasi *Metakaolin + Polycarboxilate 1,5%* mengalami kenaikan terhadap kuat tekan pada variasi *Metakaolin + Polycarboxilate 0%* akan tetapi variasi-variasi tersebut tidak mencapai kuat tekan rencana dikarenakan *Metakaolin* memiliki kandungan *silica* yang tinggi dan mudah menyerap air pada saat pencampuran adukan beton sehingga proporsi *Polycarboxilate* yang digunakan pada variasi-variasi tersebut masih belum dapat mendispersi (menguraikan) semen dan *Metakaolin* yang mudah menggumpal dan kaku. Sehingga reaksi hidrasi pada variasi-variasi tersebut menjadi tidak sempurna.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan percobaan penelitian dan pengujian yang dilakukan dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Penambahan Metakaolin dan Polycarboxilate terhadap beton normal

mutu K-400 sangat berpengaruh pada kuat tekan karena Metakaolin memiliki kandungan Silica yang tinggi, mudah meyerap air dan kaku. Sedangkan fungsi Policarboxilate pada penambahan digunakan untuk mennguraikan semen dan Metakaolin menjadi menjadi lebih merata pada campuran adukan.

2. Nilai kuat tekan optimum didapat pada variasi Metakaolin 10% dan Policarboxilate 3% dengan nilai kuat tekan rata-rata 257,6 kg/cm<sup>2</sup> pada umur 3 hari, 370,2 kg/cm<sup>2</sup> pada umur 14 hari, 463,9 kg/cm<sup>2</sup> pada umur 28 hari. Dan nilai kuat tekan karakteristik 253,16 kg/cm<sup>2</sup> pada umur 3 hari, 364,15 kg/cm<sup>2</sup> pada umur 14 hari, 460,58 kg/cm<sup>2</sup> pada umur 28 hari.

## 5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat diajukan saran sebagai berikut :

1. Disarankan untuk menggantikan bahan Metakaolin dengan bahan pozzolan lainnya dan menggunakan Policarboxilate 3% sebagai bahan konstan pada bahan tambah.
2. Untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk menggunakan benda uji silinder.

## REFERENSI

- Wibowo, dkk. 2019. Kajian Kuat Tarik Belah pada Beton Mutu Tinggi Memadat Mandiri dengan Variasi Komposisi Metakaolin dan Superplasticizer Masterease 3029. Fakultas Teknik Jurusan Sipil, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Mediyanto, Antonius. 2019. Kajian Penetrasi dan Permeabilitas Beton Mutu Tinggi Memadat Mandiri terhadap Variasi Komposisi Metakaolin dan Superplasticizer Masterease 3029 Kadar 1,9% dari Berat Binder. Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Dinakar, P. 2013. Effect of Metakaolin content on the Properties of High Strength Concrete Indian

Institute of Technology Bhubaneswar 751013, India.

- Kusuma, Ristiovani Aditya. 2020. Penambahan Metakaolin dan Superplasticizer Terhadap Kuat Tekan Beton Pada Mutu Beton K-400. Palembang : Jurusan Teknik. Sipil Muhammadiyah Palembang.
- Saputra, Bambang. 2019. Pengaruh Kuat Tekan Beton Terhadap Penambahan Serbuk Kaca dan Fly Ash pada Mutu Beton K-300. Palembang : Jurusan Teknik. Sipil Muhammadiyah Palembang.
- Marsiano. Penggunaan Admixture Superplasticizer pada Beton untuk Menaikkan Mutu Beton. Yogyakarta.
- Abas, Syazili. 2014. Concrete Technology. Jakarta.
- Mulyono, Tri. 2003. Teknologi Beton. Yogyakarta.
- Tjokrodimulyo, Kardiyono. 1996. Teknologi Beton. Yogyakarta.
- SNI 03-6815-2002. Badan Standar Nasional. Evaluasi Uji Kuat Tekan.