

BETON MUTU TINGGI DENGAN SUBSTITUSI *FLY ASH* PADA SEMEN DAN *SUPERPLASTICIZER* SEBAGAI *ADMIXTURE* DAN FAS 0,36 S/D 0,40

Daniel Marthin Simanjuntak

Program Studi S1 Teknik Sipil, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

daniel.20099@mhs.unesa.ac.id

Yogie Risdianto

Dosen S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

yogierisdianto@unesa.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini dilaksanakan dengan mempergunakan *fly ash* sebagai material pengganti semen, penambahan *superplasticizer*, serta penggunaan faktor air semen yang berbeda-beda dalam produksi beton mutu tinggi. Penelitian yang dilakukan memiliki tujuan guna memahami karakteristik penggunaan faktor air semen yang pada beton mutu tinggi. Metode yang digunakan adalah metode uji laboratorium yang dimana melakukan pengumpulan data dengan cara melakukan percobaan dan pengujian bahan material. Beton dicetak menggunakan cetakan silinder dengan tinggi 20 cm dan diameter 10 cm. Uji ini dilaksanakan saat beton berumur 7, 14, 21, serta 28 hari. Pengujian yang dilaksanakan yaitu uji kuat tekan mempergunakan *Compression Testing Machine* di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Negeri Surabaya. Hasil ini memperlihatkan nilai kuat tekan maksimal yang ada pada faktor air semen 0,36 dengan kuat tekan sebesar 40,34 MPa. Lebih dari itu kuat tekan beton akan menjadi menurun.

Kata Kunci: Faktor Air Semen, Kuat Tekan, Beton Mutu Tinggi

ABSTRACT

This research was conducted by utilizing fly ash as a cement replacement material, adding superplasticizers, and using different cement water factors in the manufacture of high strength concrete. The purpose of this study was to determine the characteristics of the use of cement water factor in high strength concrete. The method used was a laboratory test method which collects data by conducting experiments and testing materials. Concrete was printed using a cylindrical mold measuring 20 cm high and 10 cm in diameter. This test was carried out when the concrete reached the age of 7, 14, 21 and 28 days. The test performed was a compressive strength test using a Compression Testing Machine at the Civil Engineering Laboratory, Surabaya State University. The results of this study obtained the maximum compressive strength value which was at the cement water factor of 0.36 with a compressive strength of 40.34 MPa. Beyond that, the compressive strength of the concrete will decrease.

Key Word: Water Cement Ratio, Compressive Strength, High Strenght Concrete

A. PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Beton yaitu campuran diantara agregat kasar, agregat halus, air, semen Portland, tanpa ataupun dengan bahan tambahan lainnya (SNI 03-2847-2019). Satu ataupun lebih bahan aditif ditambah guna mendapatkan beton dengan karakteristik tertentu, misalnya durabilitas, *workability*, serta waktu pengerasan. Hampir pada tiap bagian pembangunan tak dapat dilepaskan dari sebuah beton.

Kemajuan beton yang sangat cepat dengan sukses menghasilkan beton bermutu tinggi serta telah meningkatkan dan memperbaiki seluruh kinerja beton menjadi sebuah material modern dengan kinerja yang baik sesudah berhasil dikembangkan berbagai jenis *admixtures* atau tambahan untuk campuran beton, contohnya adalah *superplasticizer*. Beton mutu tinggi yang mempunyai kuat tekan mencapai 85 MPa baru bisa diproduksi pada tahun 1990 di laboratorium dengan ditamahnya *superplasticizer* dan slump 15 cm. Dalam hal ini, campuran beton yang berhasil diproduksi mempunyai kadar semen 480 kg/cm² serta faktor air semen 0,32 (Spartono, 1998). Sementara pengaplikasiannya di lapangan maksimum baru mendekati $\pm 80\%$ ataupun sama dengan 60 MPa (Pujiyanto, 2007).

Inovasi guna membuat beton baru menciptakan sebuah ide yakni dengan mempergunakan bahan-bahan tidak habisa pakai (limbah) namun tidak seluruh limbah bisa digunakan dalam membuat campuran beton. Contoh limbah yang bisa digunakan menjadi *admixtures* pada campuran beton yakni limbah dari abu ampas batu bara (*fly ash*) atau batu bara

karena *flash ash* dapat menjadi unsur yang dapat meningkatkan kekuatan beton dikarenakan memiliki kandungan pozzolan yang juga terkandung dalam semen. Pozzolan memiliki kandungan senyawa alumina dan silika. Mengetahui senyawa yang ada pada *fly ash* yang sebagian senyawa juga ada pada semen dengan demikian dapat dimungkinkan untuk mensubstitusikan *fly ash* pengganti sebagian semen ke dalam beton.

2. Rumusan Masalah

Dari pemaparan tersebut, maka rumusan permasalahan yang bisa dibuat yaitu "Bagaimanakah pengaruh penggunaan faktor air semen yang berbeda terhadap beton mutu tinggi?"

3. Tujuan Penelitian

Tujuan yang akan dicapai setelah dilakukannya penelitian ini yakni mendapatkan karakteristik penggunaan faktor air semen yang pada beton mutu tinggi.

4. Batasan Masalah

Batasan masalah mencakup berbagai batasan masalah di bawah ini:

- Penentuan *Mix Design* mengacu pada SNI 03-2834-2000.
- Faktor Air Semen ditentukan dengan mengacu pada referensi dan saran dari ahli beton UNESA. Faktor Air semen yang digunakan yakni 0.36, 0.38, serta 0.40.
- Semen yang dipergunakan ialah semen Portland Composite Cement (PCC).
- Presentase *fly ash* yang dipergunakan yaitu 12.5%
- Dosis *superplasticizer* diambil sebesar 0.75% terhadap berat semen.

- f. Berat jenis *relative* agregat SSD sebesar 2,33.
- g. Sifat-sifat kimia dari masing - masing bahan tidak dilakukan pengujian.
- h. Benda uji yang dibuat yakni beton normal dengan tinggi 200 mm dan diameter 100 mm.
- i. Dilakukan dilakukan pengujian agregat halus serta agregat kasar seperti analisa ayak, kadar lumpur, berat isi, kadar air, serta berat jenis.
- j. Untuk menentukan karakteristik beton dilakukan pengujian sifat fisis dan sifat mekanis.
 - 1) Sifat fisis meliputi *slump*.
 - 2) Sifat mekanis meliputi pengujian kuat tekan.

B. METODE PENELITIAN

Metode penelitian ialah cara bagaimana sebuah pengujian akan dilakukan. Metode penelitian seringkali dikacaukan dengan teknik atau prosedur pengujian. Ini dikarenakan tiga hal di atas saling berkaitan serta sulit dipisahkan. Metode penelitian didasari pada ciri-ciri keilmuan yang empiris, sistematis, dan rasional.

Menurut Kuntjojo (2009:22), jenis penelitian yang dipergunakan ialah penelitian bersifat eksperimen. Pengujian ini memakai analisa data eksperimen dengan cara sistematis dan berlandaskan teori dengan memakai data berbentuk angka untuk penganalisaan keterangan yang hendak dipahami dengan fenomena grafik dan data yang ada. Penelitian ini juga adalah penelitian uji laboratorium yang menguji faktor air semen yang berbeda pada pembuatan beton. Benda uji yang digunakan

berupa beton $f'c$ 37,35 MPa dan beton yang komposisi mix desainnya telah dengan faktor air semen yang bervariasi.

1. Rancangan Penelitian

Metode uji laboratorium adalah metode yang akan dipakai pada penelitian ini. Proses pengujian ini menggunakan faktor air semen yang berbeda. Berbagai tahapan pengujian eksperimen yang dipakai dalam pengujian ini yaitu meliputi:

- a. *Survey* dan melakukan pengobservasian
- b. Memilih masalah yang diperoleh dari hasil *survey* serta pengobservasian.
- c. Mencari literature yang terkait dengan permasalahan penelitian yang hendak diuji.
- d. Menetapkan batasan-batasan masalah dalam pengujian ini.
- e. Membatasi dan menentukan rumusan masalah.
- f. Membuat susunan rencana penelitian secara tepat
- g. Melakukan pengujian mekanis terhadap kuat tekan benda uji.
- h. Menyusun dan melakukan pengolahan data yang dicapai ketika pengujian.
- i. Membuat kesimpulan dari hasil pengujian.

2. Tempat dan Waktu Penelitian

Pengujian ini diselenggarakan di Laboratorium Beton dan Bahan Jurusan Teknik Sipil Universitas Negeri Surabaya. Pengujian ini juga dilaksanakan pada bulan Juni sampai dengan bulan September 2022.

3. Prosedur Penelitian

- a. Alat dan Bahan

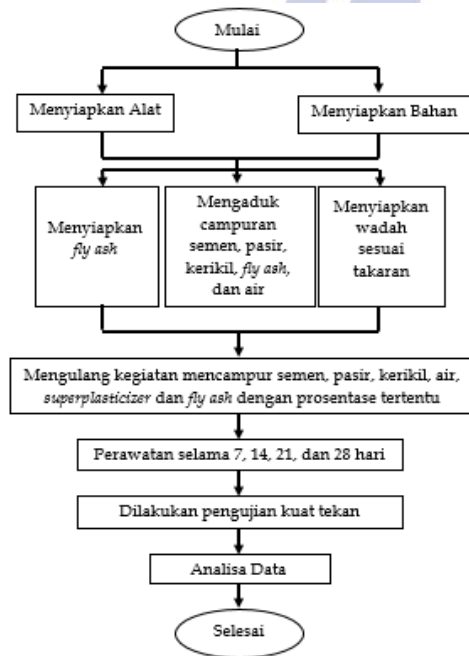
- 1) Alat yang dipakai dalam membuat benda uji beton silinder yaitu sebagai berikut:

Compression testing machine, mesin pengaduk beton (*concrete mixer*), cetakan silinder, satu set saringan, timbangan, oven, dan alat bantu.

- 2) Bahan material yang dipakai dalam membuat benda uji silinder pada pengujian ini yakni meliputi:

Agregat halus, *portland composite cement*, air, agregat kasar, *fly ash*, *superplasticizer* sikacim concrete additive tray 900.

b. Langkah Pembuatan Benda Uji



Gambar 2.1 Flow Chart Pembuatan Benda Uji

c. Proses Pembuatan Beton Benda Uji

Proses ini dilaksanakan memakai mesin pengaduk atau *mixer*. Berikut ini langkah-langkah umum dalam membuat benda uji silinder dengan bahan substitusi *fly ash* sebagai pengganti semen dengan faktor air semen yang berbeda-beda:

- 1) Tahapan Persiapan
 - a) Persiapan agregat halus yang akan dipakai.

- b) Persiapan semen Portland yang akan dipakai, yakni dengan melakukan pemeriksaan apakah semen dalam keadaan tidak menggumpal dan halus.

- c) Persiapan agregat kasar yang akan dipakai
- d) Persiapan *fly ash* yang akan dipakai
- e) Persiapan *superplasticizer* yang akan dipakai.

2) Menetapkan Faktor Air Semen

Variasi faktor air semen yang dipergunakan pada pengujian ini ada 3 variasi. Variasi faktor air semen yang dipergunakan yakni 0,36, 0,38, serta 0,40.

3) Pembuatan Benda Uji Beton

Proses ini dilaksanakan dalam 3 kali *mixing*. Satu kali *mixing* dapat membuat 12 silinder. Beton dibuat dengan cetakan $t = 20$ cm, $d = 10$ cm.

4) Langkah-Langkah Pembuatan Benda Uji

a) Persiapan Bahan

Persiapan bahan material meliputi dipersiapkannya takaran *fly ash*, agregat kasar, agregat halus, semen, air, serta *superplasticizer*, sesuai dengan kebutuhan yang direncanakan yaitu mutu $f_c 37,35$ MPa. Berikut adalah 3 *mix design* pada pengujian ini.

• *Mix Design* Pertama

Faktor Air Semen	= 0,36
Semen	= 8,211 kg
Air	= 3,378 kg
<i>Fly Ash</i>	= 1,173 kg
Pasir	= 16,385 kg
Kerikil	= 17,750 kg

• *Mix Design* Kedua

Faktor Air Semen	= 0,38
Semen	= 8,211 kg
Air	= 3,577 kg

- | | |
|----------------|-------------|
| <i>Fly Ash</i> | = 1,173 kg |
| Pasir | = 16,290 kg |
| Kerikil | = 17,647 kg |
- *Mix Design* Ketiga

Faktor Air Semen	= 0,40
Semen	= 8,211 kg
Air	= 3.754 kg
<i>Fly Ash</i>	= 1,173 kg
Pasir	= 16,205 kg
Kerikil	= 17,555 kg
- b) Tahapan Pencampuran dan Pengadukan Bahan
- Bahan material yang sudah dipersiapkan dimasukkan ke dalam *mixer* satu per satu. Pengadukan dilaksanakan sampai campuran menjadi satu dan homogeny sesuai *mix design* yang ditetapkan.
- c) Tahapan Metode Pengujian *Slump*
- Langkah pengujian:
- Kerucut Abrams dibahasi, ditempatkan di atas permukaan datar, dalam kondisi lembab.
 - Pengisian cetakan dibagi 3 kali, masing-masing 1/3 volume cetakan (tiap lapis dirojok 25 kali).
 - Lapis terkahir dilebihkan pengisiannya, lalu diratakan.
 - Setelah diratakan, cetakan diangkat dengan kecepatan 3-7 detik, diangkat lurus vertical.
 - Letakan cetakan di samping beton yang diuji *slump*-nya dan ukur nilai *slump*.
 - Jika terjadi kegagalan *slump*, maka pengujian diulang maksimal 3 kali
 - Toleransi nilai *slump* dari beton ± 2 cm
- d) Tahap Pencetakan Beton
- Adukan yang sudah tercampur, selanjutnya dilakukan penuangan ke dalam

cetakan silinder dan dirojok sampai permukaan penuh dan rata. Demikian selanjutnya langkahini dilaksanakan berulangkali hingga jumlah benda uji mencapai jumlah yang ditetapkan.

e) Pengeringan

Benda uji silinder yang sudah selesai dicetak, dilakukan pengeringan dengan diletakkan pada tempat yang terlindungi dari hujan maupun sinar matahari. Benda uji silinder harus tetap terjada suhunya supaya hasilnya maksimal.

f) Perawatan Benda Uji

Sesudah proses mencetak benda uji silinder terselesaikan dan benda uji silinder sudah kering, selanjutnya benda uji dilakukan perendaman dalam air. Lalu benda uji silinder diangkat dari kolam rendaman dan diangini sampai hari dilakukan pengujian.

g) Tahapan Metode Pengukuran Berat *Volume*

Langkah Pengukuran:

- Ambil beton yang sudah diangini
- Lalu timbang beton tersebut ke timbangan listrik
- Lalu catat berat beton tersebut.

h) Uji Kuat Tekan

Menurut SNI 03-1974-2011, uji ini dilaksanakan terhadap 7, 14, 21, serta 28 hari. Selain itu, pengujian ini dilaksanakan dengan menggunakan *Compression Testing Machine*. Hasil pengukuran semua benda uji diambil nilai rata-ratanya.

4. Populasi dan Sampel

Variasi komposisi benda uji silinder merupakan faktor air semen dengan variasi 0,36, 0,38, serta 0,40. Masing-masing perbandingan variable dibuat 3 buah benda uji silinder.

5. Variabel Penelitian

a. Variabel Bebas

Dalam pengujian ini yang merupakan variable bebas yaitu faktor air semen yang digunakan:

- 1) Faktor air semen 0,36
- 2) Faktor air semen 0,38
- 3) Faktor air semen 0,40

b. Variabel Kontrol

Adapun variable yang dikendalikan serta disamakan dalam penelitian ini yaitu meliputi:

- 1) Proses Pembuatan
- 2) Pemeliharaan
- 3) Tenaga Pelaksana
6. Teknik Analisa Data

a. Pelaksanaan uji kuat tekan dilakukan dengan uraian berikut.

Rumusan yang dipakai guna memperoleh rata-rata, yaitu:

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n}{n}$$

Keterangan:

\bar{X} = Rata-rata

X_1 = Nilai sampel ke-1

n = Jumlah data

Data yang didapat akan diubah dalam satuan kN.

Rumus yang dipakai untuk mengkonversi nilai kuat tekan sebagai berikut.

$$\text{Kuat Tekan Beton} = \frac{P_{maks}}{A} \text{ N/mm}^2$$

Keterangan:

A = Luas bidang tekan benda uji mm² dan cm²

P = Beban maksimal dalam newton

Setelah didapatkan nilai rata-rata dari uji kuat tekan beton, lalu dibuat grafik agar pembaca mudah memahaminya. Dari grafik

akan terlihat di variasi faktor air semen yang mana yang memiliki kuat tekan paling tinggi.

b. Untuk memahami komposisi bahan material yang paling optimum dalam pengujian ini dari hasil rekapitulasi nilai rata-rata kuat tekan benda uji silinder.

7. Mix Design

Mix design pada pengujian ini mengacu pada SNI 03=2834-2000. Mix design pada pengujian ini terdapat 3 macam dikarenakan adanya perbedaan nilai faktor air semen sebagai variasi pada penelitian ini. Pemakaian fly ash dan superplasticizer tidak bisa sembarang ditentukan. Pemakaian fly ash dan superplasticizer harus ditentukan dengan perhitungan yang benar. Pemakaian fly ash diambil dari 12,5% berat semen yang dipakai pada penelitian ini. Sedangkan Pemakaian superplasticizer diambil dari 0,75% berat semen yang dipakaipada penelitian ini.

C. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Penelitian

a. Hasil Pengujian Bahan

1) Agregat Halus

Bahan yang dipakai pada pengujian adalah pasir yang mempunyai karakteristik fisik yakni pasir berwarna hitam keabu-abuan.

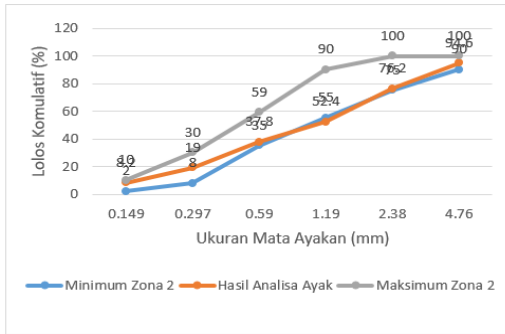
Tabel 3. 1 Hasil Uji Analisa Ayak Agregat Halus

No.	Lubang Ayakan (mm)	Tertinggal		Kumulatif		Spesifikasi Max (%)	Spesifikasi Min (%)
		gram	%	Tertinggal (%)	Lolos (%)		
4	4,76	27	5,4	5,4	94,6	100	90
8	2,38	92	18,4	23,8	76,2	100	75
16	1,19	119	23,8	47,6	52,4	90	55
30	0,59	73	14,6	62,2	37,8	59	35
50	0,297	94	18,8	81	19	30	8
100	0,149	54	10,8	91,8	8,2	10	2
Pan	0	41	8,2	100	0		
Jumlah		500	100				

Sumber: Hasil Pengujian

Pengujian analisa ayak agregat halus ini hampir semua masih memasuki Zona 2 yang

dimana menjadi zona yang baik untuk agregat halus menurut SNI 03-1750-1990.



Gambar 3. 1 Analisa Ayak Agrgeat Halus Zona 2

Gambar 3.1 menampilkan grafik analisis ayak agregat halus yang memasuki Zona 2. Garis oranye harus berada di antara garis abu-abu dan garis biru untuk memasuki Zona 2. Jika hasilnya tidak memasuki zona 2 harus dilakukan pengujian ulang agar didapatkan hasil yang menunjukkan Zona 2.

2) Agregat Kasar

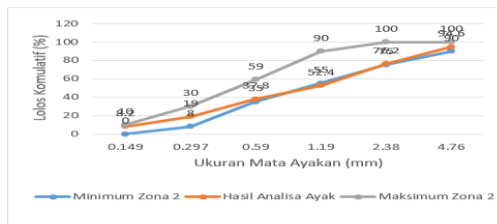
Hasil pengujian agregat kasar ini bisa diamati dalam Gambar 3.2 dan Tabel 3.2.

Tabel 3. 2 Hasil Uji Analisa Ayak Agregat Kasar

Lubang Ayakan	No,	mm	Tertinggal		Kumulatif		Spesifikasi Max (%)	Spesifikasi Min (%)
			gram	%	Tertinggal (%)	Lolos (%)		
1½"		39,1	0	0	0	100	100	100
¾"		19,1	0	0	0	100	100	95
3/8"		9,51	0	0	0	100	85	50
No.4		4,76	95	19	19	81	10	0
Pan		0	905	181	200	0		
Jumlah		1000	100					

Sumber: Hasil Pengujian

Pengujian analisa ayak agregat kasar ini hampir semua masih memasuki Zona 2 yang dimana menjadi zona yang baik untuk agregat kasar menurut SNI 03-1750-1990.



Gambar 3. 2 Analisa Ayak Agregat Kasar Zona 2

Gambar 3.2 menampilkan grafik analisis ayak agregat kasar yang memasuki Zona 2. Garis oranye wajib berada di antara garis abu-abu dan garis biru untuk memasuki Zona 2. Jika hasilnya tidak memasuki zona 2 harus dilakukan pengujian ulang agar didapatkan hasil yang menunjukkan Zona 2.

b. Hasil Komposisi Benda Uji Beton Silinder
Perhitungan komposisi campuran beton dilakukan dengan melakukan perhitungan *mix design* yang mengacu pada SNI 03-2834-2000 dan telah dilakukan *trial* untuk membuat beton silinder hasil *mix design*.

Tabel 3. 3 Komposisi Beton Silinder untuk 12 Buah Silinder dengan Diameter 10 cm dan Tinggi 20 cm

Faktor	Fly Ash (kg)	Semen (kg)	Agregat Kasar (kg)	Agregat Halus (kg)	Air (kg)
0,36	1,173	8,211	17,750	16,385	3,378
0,38	1,173	8,211	17,647	16,290	3,577
0,40	1,173	8,211	17,555	16,205	3,754

Sumber: Hasil Pengujian

Komposisi penggunaan *fly ash* yang dipakai pada pengujian ini untuk setiap variasi faktor air semen adalah tetap 12,5% dari berat semen yang dipakai. Pengujian ini dilaksanakan pada 4 hari yang berbeda yaitu 7, 14, 21, serta 28 hari.

c. Hasil Pengujian Benda Uji

1) Uji Berat Slump



Gambar 3. 3 Pengujian Slump pada Beton

Ketelitian harus diterapkan pada pengujian ini. *Slump* yang tidak sesuai dengan rencana harus dilakukan pengadukan ulang atau perencanaan *mix design* yang harus dicek lagi.

Tabel 3. 4 Hasil Slump Beton dengan Variasi Faktor Air Semen

Faktor Air Semen	Nilai Slump (cm)
0,36	105
0,38	150
0,40	160

Sumber: Hasil Pengujian

Hasil uji nilai *slump* menampilkan bahwa nilai *slump* meningkat pada saat digunakannya nilai faktor air semen yang lebih tinggi. Semakin tingginya faktor ini akan mendorong penambahan air pada adonan beton makin meningkat. Penambahan air tersebut mengakibatkan nilai *slump* semakin tinggi.

2) Uji Berat Volume

Berikut adalah table hasil pengujian berat volume beton silinder.

Tabel 3. 5 Berat Volume Beton Silinder

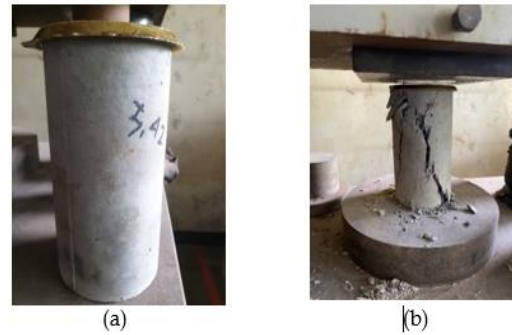
Faktor Air Semen	Nilai Berat Volume (kg)
0,36	3,460
0,38	3,426
0,40	3,426

Sumber: Hasil Pengujian

Uji berat volume dilaksanakan ketika beton berumur 28 hari. Hasil uji yang sudah dilakukan menunjukkan makin tinggi nilai faktor air semen, semakin ringan berat volume beton tersebut. Hasil ini dikarenakan adanya pengurangan penggunaan bahan agregat halus serta agregat kasar berdasarkan *mix design* yang telah dirancang.

3) Uji Kuat Tekan

Pengujian ini dilaksanakan dengan memakai *Compression Testing Machine* di Laboratorium Bahan dan Beton Jurusan Teknik Sipil Universitas Negeri Surabaya ketika beton berusia 7, 14, 21, serta 28 hari.



Gambar 3. 4 Setting Pengujian Kuat Tekan Beton

Penempatan beton silinder diharuskan sesuai dengan instruksi dalam uji kuat tekan beton. Penempatan beton harus di tengah dan permukaannya harus rata. Gambar 3.4 bagian (b) menunjukkan pola retak geser. Tipe retakan ini mengindikasikan bahwa pembebanan yang diberikan oleh *Compression Testing Machine* tidak merata. Apabila hasil pengujian tekan pada benda uji silinder terlalu banyak yang seperti ini maka perlu dilaksanakan kalibrasi atau pemeriksaan ulang terhadap *Compression Testing Machine*. Tipe retak tersebut juga masuk ke dalam pola retak kerucut dan pecah. Tipe retakan ini mengindikasikan bahwa tidak homogenya adukan saat pembuatan benda uji sehingga pembebanan yang tidak terdistribusi secara merata.

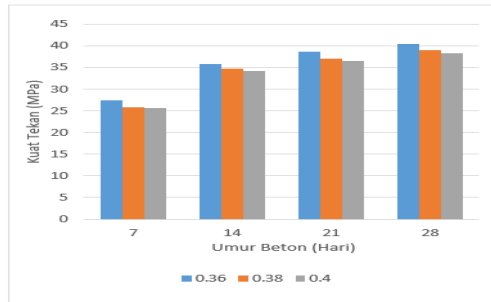
Tabel 3. 6 Hasil Uji Kuat Tekan Beton dengan Variasi Faktor Air Semen yang Berbeda

Faktor Air Semen	Kuat Tekan (MPa)			
	7 Hari	14 Hari	21 Hari	28 Hari
0,36	27,35	35,84	38,56	40,34
0,38	25,82	34,69	37,07	38,94
0,40	24,33	32,87	35,50	37,45

Sumber: Hasil Pengujian

Hasil uji kuat tekan ketika berumur 7, 14, 21, dan 28 hari dilaksanakan supaya dapat terlihat perbedaan nilai yang dihasilkan. Pengujian pada umur berbeda ini wajib

dilaksanakan sesuai dengan umur yang telah ditetapkan supaya tidak terjadi kesalahan pada nilai yang dihasilkan.

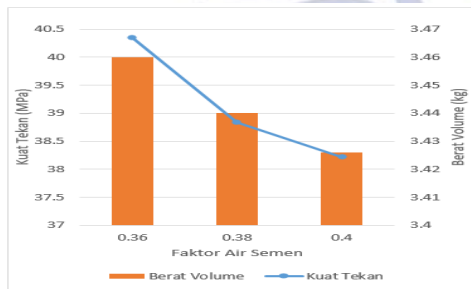


Gambar 3.5 Umur Beton terhadap Kuat Tekan

Hasil pengujian yang terlihat dalam Gambar 3.5 bisa diketahui bahwa dengan peningkatan nilai faktor air semen dapat membuat nilai kuat tekan menurun. Umur beton juga mempengaruhi kuat tekan beton. Semakin tua umur beton, nilai kuat tekan semakin tinggi.

2. Pembahasan

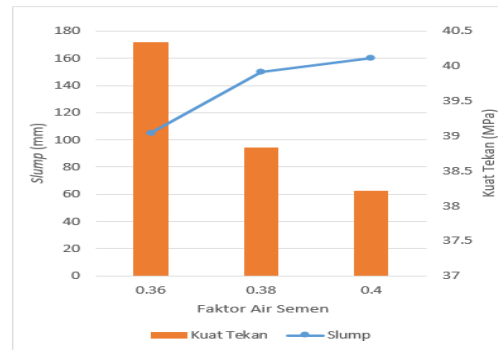
a. Hubungan antara Kuat Tekan terhadap Berat Volume



Gambar 3.6 Hubungan Kuat Tekan terhadap Berat Volume

Hasil dari uji ini menampilkan bahwasanya nilai berat volume beton dan nilai kuat tekan beton menurun. Semakin tingginya pemakaian nilai faktor air semen akan terjadi pengurangan penggunaan bahan agregat kasar dan agregat halus, maka dari itu berat volume beton akan menurun dan air pun ikut berkurang seiring bertambahnya umur beton.

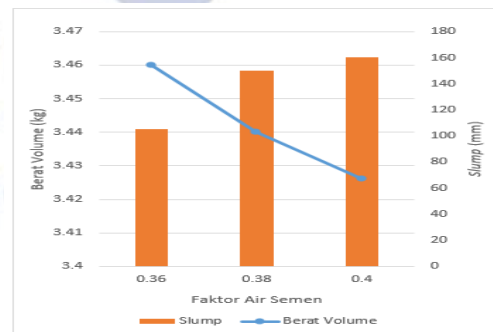
b. Hubungan antara Slump terhadap Kuat Tekan



Gambar 3.7 Hubungan Antara Slump terhadap Kuat Tekan

Hasil dari pengujian ini menampilkan makin tinggi nilai slump, makin rendah nilai kuat tekan yang diperoleh. Ini terjadi karena pemakaian nilai faktor air semen yang tinggi akan membuat beton lebih basah dan terjadi pengurangan kekuatan beton. Air pada beton meninggalkan rongga sehingga adanya porositas yang dimana membuat kuat tekan menjadi menurun jika digunakan air terlalu banyak.

c. Hubungan antara Berat Volume dengan Slump



Gambar 3.8 Hubungan antara Berat Volume dengan Slump

Hasil dari pengujian ini menampilkan semakin ringan berat volume beton, maka semakin tinggi nilai slump. Hal ini terjadi dikarenakan pemakaian nilai faktor air semen

yang tinggi akan terjadi pengurangan kebutuhan agregat halus serta agregat kasar saat membuat beton dan membuat beton semakin ringan dan juga membuat *slump* semakin tinggi nilai yang dihasilkan.

d. Analisis Hasil Penelitian dengan Jurnal Penelitian Terkait

“Penelitian Laboratorium Pembuatan Beton Mutu tinggi dengan Variasi Bahan Tambah *Fly Ash*, *Silica Fume*, dan *Superplasticizer*” oleh Aji Anna Agustiany dan Nanik Sri Bekti merupakan artikel penelitian yang akan dikaji. Secara garis besar, berikut disajikan Tabel 3.7 perbandingan antara artikel yang dikaji dengan penelitian penulis.

Tabel 3.7 Perbandingan Artikel yang Dikaji dan Penelitian Penulis

Perbedaan	Artikel yang Dikaji	Penelitian Penulis
Benda Uji	Silinder 15x30	Silinder 10x20
Bahan Penyusun Utama	<i>Fly Ash</i> , <i>Silica Fume</i> , <i>Superplasticizer</i> , pasir, kerikil, dan air	<i>Fly Ash</i> , <i>Superplasticizer</i> , pasir, kerikil, dan air
Faktor Air Semen	0.30	0.36, 0.38, dan 0.40
<i>Fly Ash</i>	0%, 50%, 70%, dan 90%	12,5%
<i>Superplasticizer</i>	0,7%	0,75%

Menurut penelitian penulis dan artikel yang dikaji, dengan penggunaan faktor air semen dan *fly ash* yang berbeda-beda memberikan hasil kuat tekan yang beragam. Pada penelitian penulis dengan faktor air semen 0.36, 0.38, dan 0.40 menghasilkan kuat tekan pada umur beton 28 hari sebesar 40.34 Mpa, 38.94 MPa, dan 37.45 MPa. Sedangkan pada artikel yang dikaji dengan faktor air semen 0.30

mendapatkan hasil uji tekan pada umur beton 28 hari sebesar 56,51 MPa pada variasi *fly ash* 50%.

Penelitian penulis dengan *fly ash* sebesar 12,5% mendapatkan kuat tekan paling besar pada variasi faktor air semen 0,36 yaitu 40,34 MPa. Sedangkan pada artikel yang dikaji dengan variasi *fly ash* 0%, 50%, 70%, dan 90% didapat kuat tekan paling besar pada variasi 50% sebesar 56,51 MPa.

Hasil dari perbandingan diatas menunjukkan perbedaan nilai kuat tekan yang beragam dikarenakan variasi pada faktor air semen dan *fly ash* pada penelitian penulis dan artikel yang dikaji berbeda-beda. Ada hal yang bisa didapat dari perbandingan tersebut yaitu dengan ditambah atau disubstitusi dengan *fly ash*, pengaturan faktor air semen, dan penambahan *superplasticizer* akan membuat nilai kuat tekan beton makin tinggi.

3. Rangkuman Hasil Pengujian Beton dengan Variasi Faktor Air Semen

Tabel 3. 8 Rangkuman Hasil Pengujian Beton dengan Variasi Faktor Air Semen

Pengujian	Satuan	Variasi		
		FAS 0.36	FAS 0.38	FAS 0.40
<i>Slump</i>	mm	105	120	140
Berat Volume	kg	3.46	3.44	3.426
Kuat Tekan 7 Hari	MPa	27,35	25,82	24,33
Kuat Tekan 14 Hari	MPa	35,84	34,69	32,87
Kuat Tekan 21 Hari	MPa	38,56	37,07	35,50
Kuat Tekan 28 Hari	MPa	40,34	38,94	37,45

Sumber: Hasil Pengujian

4. KESIMPULAN DAN SARAN

a. Kesimpulan

Hasil pengujian yang telah dilakukan menghasilkan kesimpulan bahwa penggunaan faktor air semen yang berbeda-beda dapat

memperoleh nilai kuat tekan, *slump*, dan berat volume yang berbeda. Pemakaian faktor air semen yang sangat tinggi bisa menyebabkan nilai kuat tekan beton semakin rendah.

Hal ini bisa terjadi karena pemakaian nilai faktor air semen yang tinggi bisa membuat beton lebih basah dan mengurangi kekuatan beton. Air pada beton meninggalkan rongga sehingga adanya porositas yang dimana membuat kuat tekan menjadi menurun jika menggunakan air terlalu banyak.

b. Saran

Dari hasil pengujian yang sudah dilaksanakan, adapun saran yang diberikan penulis diantaranya yaitu:

- 1) Pengujian berikutnya dilaksanakan dengan nilai faktor air semen yang berbeda agar bisa memperoleh nilai kuat tekan yang lebih tinggi.
- 2) Pengujian selanjutnya bisa memakai metode yang berbeda namun tetap memakai faktor air semen yang sama.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang tulus kepada seluruh yang sudah membuat penelitian ini terwujud dan sudah memberikan dukungan. Penulis mengucapkan rasa terimakasih kepada:

- a. Bapak Yogie Risdianto, S.T., M.T sebagai dosen pembimbing.
- b. Drs. H. Soeparno, M.T. sebagai Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Negeri Surabaya.
- c. Prof. Dr. Erina Rahmadyanti, S.T., M.T. sebagai Kaprodi S1 Teknik Sipil Universitas Negeri Surabaya.

- d. Rekan tim penelitian.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Agustiany, A.A dan Nanik S.B. 1998. *Penelitian Laboratorium Pembuatan Beton Mutu Tinggi Dengan Variasi Bahan Tambah Fly Ash, Silica Fume, Dan Superplasticizer*. Yogyakarta: Univesitas Islam Indonesia.
- Badan Standarisasi Nasional. 1991. *SNI-03-2843-1991 Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*. Jakarta: Pusjatan-Balitbang PU.
- Badan Standarisasi Nasional. 2004. *SNI 15-7064-2004 Semen Portland Komposit*. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2008. *SNI 03-1972-2008 Cara Uji Slump Beton*. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2011. *SNI 03-1974-2011 Cara Uji Kuat Tekan Beton Dengan Benda Uji Silinder*. Jakarta.
- Ghofur, Moch. Abdul dan Risdianto, Yogie. 2017. *Pengaruh Hibridasi Antara Serat Baja dan PloyPropylene Pada Pembuatan Beton Mutu Normal Dengan Copper Slag Sebagai Substitusi Pasir*. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.
- Jayanegara, K.F dkk. 2019. *Pengaruh Kuat Tekan Beton Menggunakan Fly Ash Dengan Bahan Tambah Superplasticizer*. Bogor: Univesitas Pakuan.
- Kuntjojo. 2009. *Metode Penelitian*. Jakarta: Universitas Nusantara PGRI.
- Pujiyanto, As'at. 2007. *Beton Mutu Tinggi dengan Bahan Tambah Superplasticizer dan Fly Ash*. Yogyakarta: Univesitas Muhammadiyah Yogyakarta.