

PENGARUH PENAMBAHAN FLY ASH (ABU TERBANG) PADA CAMPURAN BETON CURING DENGAN SUHU 80°C (SELAMA 12 JAM) DI TINJAU DARI KUAT TEKAN BETON

I Komang Arya Yogi Paramita¹, Romy S. E. Tamburaka², Muammar Makmur²

¹ Program Studi D-III Teknik Sipil, Program Pendidikan Vokasi, Universitas Halu Oleo

² Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Halu Oleo Kendari

Koresponden*, Email: komangarya727@gmail.com

Info Artikel	Abstract
Diajukan : 18 Oktober 2019 Diperbaiki : 02 November 2019 Disetujui : 15 November 2019	<p><i>Curing is a procedure after casting that is carried out to maintain the concrete during the hydration process so that the desired concrete strength can be achieved. There are several methods for treating curing based on the temperature used, among others, normal maintenance and maintenance at 80 ° C.</i></p> <p><i>This research was conducted to see the effect of fly ash mixture variations on the compressive strength of concrete with normal maintenance methods and curing temperature treatments and also to see the behavior of concrete compressive strength according to the age of the concrete.</i></p> <p><i>From the results of the study, the value of concrete compressive strength on cylindrical test specimens of 10/20 cm was treated with 80 ° C curing treatment with a mixture of 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30% in obtaining strong results. the highest press occurs at 28 days. then it is known that while the life span of the concrete is higher, the compressive strength is generated</i></p>

Key words : Concrete, Fly ash

Abstrak

Perawatan beton (curing) adalah prosedur setelah pengecoran yang dilakukan untuk menjaga beton selama proses hidrasi berlangsung agar kekuatan beton yang diinginkan dapat tercapai. Ada beberapa metode dalam perawatan beton (curing) berdasarkan suhu yang digunakan antara lain, perawatan normal dan perawatan pada suhu 80°C.

Penelitian ini dilakukan untuk melihat pengaruh variasi campuran fly ash terhadap kuat tekan beton dengan metode perawatan normal dan perawatan suhu curing dan juga untuk melihat perilaku kuat tekan beton menurut umur beton.

Dari hasil penelitian nilai kuat tekan beton terhadap benda uji silinder 10/20 cm yang dirawat dengan perawatan curing 80°C dengan variasi campuran 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30% di dapatkan hasil kuat tekan tertinggi terjadi pada umur 28 hari. maka diketahui bahwa semakin lama umur beton maka semakin tinggi kuat tekan yang di hasilkan.

Kata kunci : Beton, Fly ash,

1. Pendahuluan

Beton merupakan material penyusun elemen struktur yang paling sering digunakan. Untuk mendapatkan kekuatan beton yang diinginkan ada beberapa faktor yang harus diperhatikan, satu diantaranya adalah perawatan beton (curing).

Perawatan beton (curing) adalah prosedur setelah pengecoran yang dilakukan untuk menjaga beton selama proses hidrasi berlangsung agar kekuatan beton yang diinginkan dapat tercapai. Ada beberapa metode dalam perawatan beton (curing) berdasarkan suhu yang digunakan antara lain, perawatan normal dan perawatan pada suhu 80°C.

Berbagai penelitian dan percobaan di bidang beton dilakukan sebagai upaya untuk meningkatkan kualitas beton. Peningkatan mutu beton dapat dilakukan dengan

memberikan bahan tambah. Salah satu bahan tambah yang sering digunakan dalam campuran adukan beton adalah fly ash (abu terbang).

Penggunaan material fly ash sebagai material pembentuk beton didasari pada sifat material ini yang memiliki kemiripan dengan sifat semen. Kemiripan sifat ini dapat ditinjau dari dua sifat utama, yaitu sifat fisik dan kimiawi. Secara fisik, material fly ash memiliki kemiripan dengan semen dalam hal kehalusan butir-butirnya. Menurut ACI Committee 226, fly ash mempunyai butiran yang cukup halus, yaitu lolos ayakan no.325 (45 mili micron) 5-27 % dengan specific gravity antara 2,15-2,6 dan berwarna abu-abu kehitaman. Sifat kimia yang dimiliki fly ash berupa silica dan alumina dengan presentase mencapai 80%. Adanya kemiripan sifat-sifat ini menjadikan fly ash sebagai material pengganti untuk mengurangi jumlah semen.

Steam curing adalah proses perawatan dengan menggunakan penguapan dimana beton dimasukkan kedalam alat steam (curing tank) setelah pengecoran dengan menggunakan tekanan uap, suhu dan waktu yang diinginkan. Seperti kita ketahui bersama bahwa untuk membangun suatu sarana transportasi memerlukan metode yang benar dan tepat, oleh karena itu diperlukan perencanaan konstruksi jalan dan perencanaan pekerjaan jalan yang optimal dan memenuhi syarat teknis menurut fungsi, volume maupun sifat lalu lintas sehingga pembangunan konstruksi tersebut dapat berguna maksimal bagi perkembangan daerah sekitarnya.

2. Tinjauan Pustaka

a. Devenisi Beton

Beton adalah campuran antara material komposit yang terdiri dari medium pengikat (pada umumnya campuran semen hidrolis dan air), agregat halus (pada umumnya pasir) dan agregat kasar (pada umumnya kerikil) dengan atau tanpa bahan tambahan/campuran/additives. Beton normal adalah beton yang mempunyai berat isi 2200-2500 kg/m³ menggunakan agregat alam yang dipecah atau tanpa dipecah. Data yang berupa proses evaluasi metode pelaksanaan pekerjaan jalan termasuk kedalam data kualitatif yang bisa didapat dari pengamatan serta wawancara kepada beberapa narasumber dilapangan terutama pihak kontraktor.

b. Bahan-bahan Penyusun Beton

1) Semen

Semen adalah salah satu bahan penyusun beton yang mempunyai sifat adhesive maupun kohesif yang berfungsi sebagai pengikat dalam adukan beton. Semen Portland ialah semen hidrolis yang dengan cara menghaluskan klinker terutama terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis, dan gips sebagai bahan pembantu (SK SNI-S-04-1989-F).

2) Agregat

Agregat ialah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar atau beton. Agregat ini kira-kira menempati sebanyak 70% volume mortar atau beton. Walaupun namanya hanya sebagai bahan pengisi, akan tetapi agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat mortar atau betonnya sehingga pemilihan agregat merupakan suatu bagian penting dalam pembuatan mortar/beton (Tjokrodinuljo, Kardiyono, 2012).

Agregat diperoleh dari sumber daya alam yang telah mengalami pengecilan ukuran secara alamial melalui proses pelapukan dan abrasi yang berlangsung lama. Atau agregat

dapat juga diperoleh dengan memecah batuan induk yang lebih besar (Sugiyanto, dkk, 2000). Dengan pemilihan agregat yang tepat akan memudahkan dalam pengerjaan beton (workable), kuat, tahan lama (durable), dan ekonomis

3) Air

Air memegang peranan penting dalam pembuatan adukan beton. Air dan semen akan membuat suatu proses kimiawi, selain itu air juga akan membasahi agregat dan memberikan kemudahan dalam pekerjaan beton. Jumlah penggunaan air dalam pembuatan beton harus diperhatikan, karena jika penggunaan air terlalu sedikit akan menyebabkan beton sulit dikerjakan, tetapi jika terlalu banyak akan mengurangi kekuatan dari beton.

Nilai banding berat air dan semen untuk suatu adukan disebut dengan Water Cement Ratio (W/C) atau faktor air semen (fas). Perbandingan yang dipakai adalah perbandingan berat. Umumnya semakin tinggi nilai fas maka semakin rendah mutu beton yang dihasilkan, akan tetapi nilai fas yang rendah tidak menjamin kekuatan beton semakin tinggi. Fas yang sangat rendah akan membuat kesulitan dalam pelaksanaan pemadatan yang berdampak pada turunya mutu beton. Umumnya nilai fas minimum yang diberika sekitar 0,4 dan maksimum 0,6. Sebenarnya nilai fas yang dibutuhkan agar terjadi proses hidrasi kira-kira hanya berkisar 0,3. Hidrasi sendiri yaitu reaksi kimia antara semen dan air yang menyebabkan campuran in menjadi keras setelah beberapa waktu tertentu

4) Fly Ash

Abu terbang adalah debu yang dihasilkan dari sisa pembakaran Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) berbahan bakar batubara (Sudjatmiko Nugroho, 2003).

Bahan bangunan abu terbang dapat digunakan sebagai Bahan bangunan abu terbang dapat digunakan sebagai bahan baik untuk pembuatan agregat buatan dalam campuran beton, bahan tambahan paving blok, mortar, batako, bahan tambah beton aspal, beton ringan dan sebagainya. Sebagai bahan tambah beton, abu terbang dinilai dapat meningkatkan kualitas beton dalam hal kekuatan, kedap air, ketahanan terhadap sulfat dan kemudahan dalam pengerjaan (*workability*) beton (Sofwan Hadi, 2000).

5) Kuat Tekan

SNI 03-1974-1990 mengemukakan bahwa kuat tekan beton adalah besarnya beban persatuan luas yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani per satuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila

dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin tekan. Kuat tekan beton mengidentifikasi mutu dari sebuah struktur, semakin tinggi tingkat kekuatan struktur yang dikehendaki, semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan (Mulyono, Tri, 2003).

Kuat tekan beton dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain :

a) Umur beton

Kuat tekan beton bertambah tinggi dengan bertambahnya umur. Yang dimaksudkan umur disini dihitung sejak beton dicetak. Laju kenaikan kuat tekan beton mula-mula cepat, lama-lama laju kenaikan itu semakin lambat, dan laju kenaikan tersebut menjadi relatif sangat kecil setelah berumur 28 hari, sehingga secara umum dianggap tidak naik lagi setelah berumur 28 hari. Oleh karena itu, sebagai standar kuat tekan beton (jika tidak disebutkan umur secara khusus) ialah kuat tekan beton pada umur 28 hari.

b) Faktor air semen

Faktor air semen (FAS) ialah perbandingan berat antara air dan semen Portland di dalam campuran adukan beton. Umumnya, nilai FAS pada beton normal berkisar antara 0,40 dan 0,60.

c) Mutu bahan dasar

Mutu bahan dasar mempengaruhi mutu beton, sehingga diperlukan pemeriksaan material yang digunakan dalam pembuatan beton secara laboratories, antara lain:

- Pengujian analisa ayakan agregat (kasar dan halus), dan analisa gabungan
- Pengujian kadar air
- Pengujian berat jenis agregat
- Pengujian keausan agregat

d) Perawatan

Perawatan dilakukan dengan perendaman dalam air tawar yang bertujuan untuk menjaga agar tidak terjadi penguapan air yang terlalu cepat yang dapat mengakibatkan proses hidrasi semen tidak sempurna.

3. Metode Penelitian

a. Desain Penelitian

Menentukan topik yang menarik untuk dibahas yaitu tentang "pengaruh penambahan fly ash (Abu Terbang) pada campuran beton curing dengan suhu 800C (selama 12 jam) di tinjau dari kuat tekan beton".

b. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Maret 2019 tempatnya di Laboratorium Pengujian Bahan Kontruksi Teknik Sipil Fakultas Teknik Univeritas Halu Oleo.

c. Data dan Sumber Data

Data dan sumber data didasarkan pada jenis data diambil, yaitu :

1) Data Primer

Adapun data primer yang dapat kita peroleh disini yaitu dengan melakukan pengujian bahan material beton di Laboratorium berdasarkan kondisi yang sebenarnya dilapangan.

2) Data Sekunder

Data sekunder yaitu data yang kita dapatkan dari literatur atau internet maupun dari instansi lain yang berhubungan dengan penelitian

d. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data didasarkan pada hasil uji materian diantaranya yaitu :

- 1) Pemeriksaan analisa saringan agregat
- 2) Pemeriksaan kadar air agregat
- 3) Pemeriksaan kadar lumpur agregat
- 4) Pemeriksaan berat jenis agregat
- 5) Pemeriksaan berat isi agregat

e. Teknik Analisa Data

1) Tahap Perencanaan Adukan

Pada penelitian ini komposisi campuran yang akan digunakan yaitu terdapat dalam analisa *mix design* dengan mutu beton normal K-250 dengan variasi campuran fly ash 0%, 5 %, 10%, 20%, dan 25%.

2) Pembuatan Benda Uji

Setelah *mix design* sudah memenuhi pengujian, langkah selanjutnya adalah membuat sampel uji yang bertujuan untuk menguji kuat tekan beton. Prosedur pembuatan sampel uji antara lain :

- a) Cetakan di bersihkan dan dilumasi dengan minyak pelumas
- b) Adukan/campuran beton dimasukkan ke dalam cetakan
- c) Permukaan adukan/campuran beton diratakan, biarkan beton dalam cetakan selama 24 jam
- d) Setelah berumur 24 jam, beton lalu di keluarkan dalam cetakan
- e) Rendam beton kedalam bak perendam selama 3, 7, dan 28 hari

3) Tahap Perawatan Beton

Perawatan beton (curing) dilakukan dengan tujuan untuk menjamin proses hidrasi semen dapat berlangsung dengan sempurna, sehingga retak-retak pada permukaan beton dapat dihindari, serta mutu beton yang diinginkan dapat tercapai. Selain itu kelembaban permukaan beton juga dapat menambah ketahanan beton terhadap pengaruh cuaca dan lebih kedap terhadap air.

4) Pengujian Kuat Tekan Beton

Proses pelaksanaan pengujian kuat tekan beton sebagai berikut :

- a) Letakkan benda uji pada mesin uji tekan
- b) Kedua sisi permukaan benda uji harus dalam kondisi rata. Bila tidak rata, harus dilakukan capping dengan sulfur atau belerang.
- c) Kecepatan penekanan diatur pada posisi 20 – 50 psi/s (0.14 to 0.34 MPa/detik).

Benda uji harus ditekan sampai pecah, catat angka maksimum yang tertera pada mesin kuat tekan beton

- d) Nilai kuat tekan benda uji adalah :

$$f_c' (b) = P / A$$

keterangan :

$f_c' (b)$ = nilai kuat tekan benda uji

P = beban yang dapat dipikul hingga runtuh

A= luas penampang yang menerima beban

f. Hipotesis

Topik yang di ambil dalam enelitian ini yaitu tentang "pengaruh penambahan fly ash (Abu Terbang) pada campuran beton curing dengan suhu (800c) selama 12 jam di tinjau dari kuat tekan beton".Rumusan hipotesis yang dapat di ambil yaitu :

H1 : Fly ash memiliki pengaruh terhadap kuat tekan beton dengan suhu curing 80C selama 12 jam

H0 : Fly ash tidak memiliki pengaruh terhadap kuat tekan beton dengan suhu curing 80C selama 12 jam

g. Bagan Alir Penelitian



4. Hasil dan Pembahasan

a. Hasil Pengujian Material

1) Hasil Pemeiksaan Agregat Halus

Tabel 1. Hasil Pemeriksaan Agregat Halus

No	Jenis Pemeriksaan	Hasil	Standar
1	Kadar air	0,71	-
2	Berat isi	1,46	-
3	Kadar lumpur	1,88	Maks 5%
4	Berat jenis	2,63	1,60-3,20
5	absortion	1,06	2%

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium

2) Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar

Tabel 2. Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar

No	Jenis Pemeriksaan	Hasil	Standar
1	Kadar air	0,63	-
2	Berat isi	1,37	-
3	Kadar lumpur	0,57	Maks 1%
4	Berat jenis	2,70	1,60-3,20
5	absortion	3,24	3%

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium

3) Hasil Pemeriksaan Fly Ash

Tabel 3. Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar

No	Jenis Pemeriksaan	Hasil
1	Kadar air	0,44
2	Berat isi	2,75
3	Kadar lumpur	2,77
4	absortion	0,75

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium

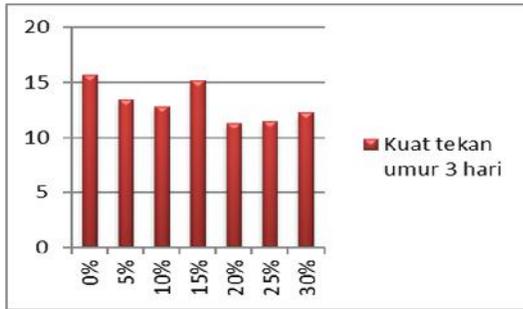
b. Hasil Pengujian Material

1) Kuat Tekan Umur 3 Hari

Tabel 4. Hasil kuat tekan beton umur 3 hari(uap 12 jam)

Variasi Bahan	Umur	Kuat Tekan Rata-Rata(Mpa)
0%	3	15,67
5%	3	13,43
10%	3	12,80
15%	3	15,16
20%	3	11,29
25%	3	11,45
30%	3	12,22

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium



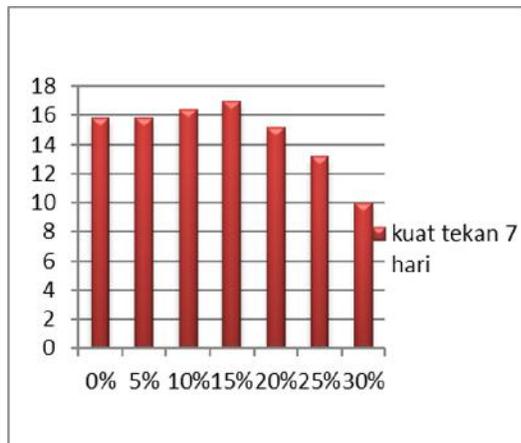
Gambar 1. Diagram Batang Umur 3 Hari
 Sumber : Dokumentasi Lapangan (2020)

2) Kuat Tekan Umur 7 Hari

Tabel 5. Hasil kuat tekan beton umur 7 hari(uap 12 jam)

Variasi Bahan	Umur	Kuat Tekan Rata-Rata(Mpa)
0%	7	15,81
5%	7	15,80
10%	7	16,38
15%	7	16,96
20%	7	15,16
25%	7	13,61
30%	7	9,94

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium



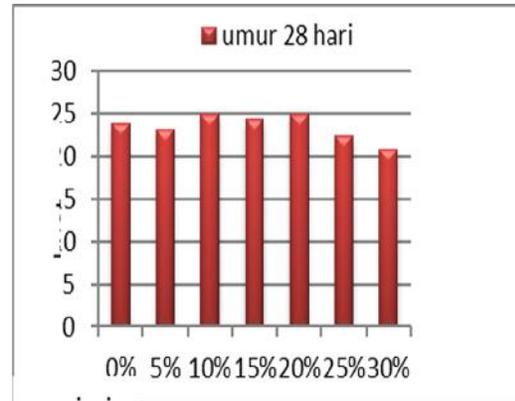
Gambar 2. Diagram Batang Kuat Tekan Umur 7 Hari
 Sumber : Dokumentasi Lapangan (2020)

3) Kuat Tekan Umur 28 Hari

Tabel 6. Hasil kuat tekan beton umur 28 hari(uap 12 jam)

Variasi bahan	umur	Kuat tekan rata-rata(Mpa)
0%	28	23,79
5%	28	23,14
10%	28	25,01
15%	28	24,35
20%	28	25,00
25%	28	22,40
30%	28	20,78

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium



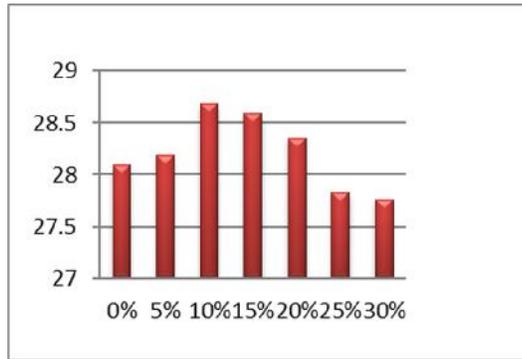
Gambar 3. Diagram Batang Kuat Tekan Umur 28 hari
 Sumber : Dokumentasi Lapangan (2020)

4) Kuat Tekan Umur 56 Hari

Tabel 7. Hasil kuat tekan beton umur 56 hari(uap 12 jam)

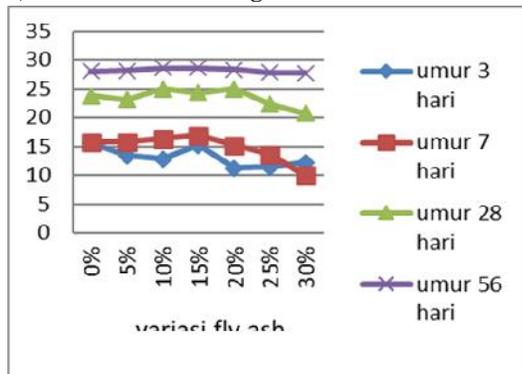
Variasi Bahan	Umur	Kuat Tekan Rata-Rata(Mpa)
0%	56	23,79
5%	56	23,14
10%	56	25,01
15%	56	24,35
20%	56	25,00
25%	56	22,40
30%	56	20,78

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium



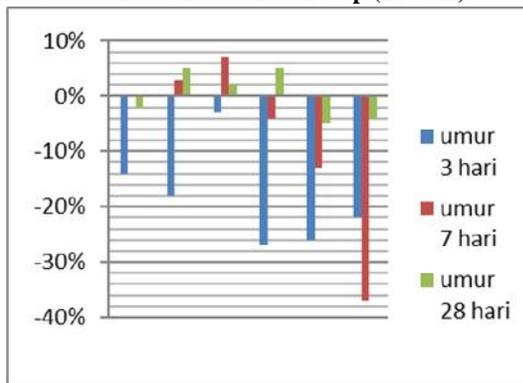
Gambar 4. Diagram Batang Kuat Tekan 56 Hari
Sumber : Dokumentasi Lapangan (2020)

5) Kuat Tekan Gabungan



Gambar 5. Kuat Tekan Rata-Rata Gabungan Uap (12 Jam)
Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium

6) Persentase Kuat Tekan Beton Uap (12 Jam)



Gambar 6. Persentase Perbandingan Kuat Tekan Beton Uap 12 Jam Suhu 80°C

Perhitungan nilai rata-rata kuat tekan beton (Mpa). Dengan rumus sebagai berikut :

$$\frac{B-A}{A} \times 100 \%$$

Dimana :

A= tidak menggunakan campuran fly ash

B= menggunakan campuran fly ash

Tabel 8. Perbandingan Kuat Tekan Beton Suhu 80°C Dengan Beton Normal

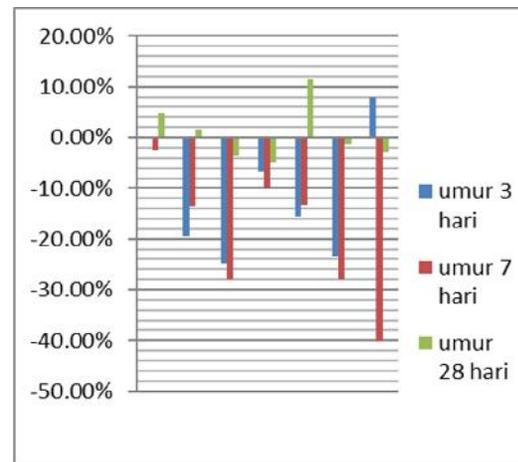
Variasi Campuran	Beton Curing 12 Jam		
	3 Hari	7 Hari	28 Hari
0%	15,67	15,81	23,79
5%	13,43	15,80	23,14
10%	12,80	16,38	25,01
15%	15,16	16,96	24,35
20%	11,29	15,16	25,00
25%	11,45	13,61	22,40
30%	12,22	9,94	20,78

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium (2020)

Lanjutan (Tabel 8)

Variasi Campuran	Beton Normal		
	3 Hari	7 Hari	28 Hari
0%	15,51	16,21	22,72
5%	16,54	18,26	22,80
10%	17,03	18,18	25,97
15%	16,24	18,83	25,65
20%	13,36	17,49	22,40
25%	14,97	18,89	22,72
30%	11,33	16,60	21,43

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium (2020)



Gambar 7. Persentase Perbandingan Kuat Tekan Beton Uap 12 Jam Suhu 80°C Dengan Beton Normal

Perhitungan presentase kenaikan di dapat dari hasil perhitungan nilai rata-rata kuat tekan beton (Mpa). Dengan rumus sebagai berikut :

$$\sigma = \frac{A - B}{B} x \quad \%$$

hasil yang di temukan ada pada gambar 4.13)

Keterangan :

A= Uap 12 jam Dengan Suhu 80°C

B= beton normal

3. Penutup

a. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian, pengolahan dan analisis data yang telah di lakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- 1) Pengaruh penambahan bahan fly ash pada beton curing dengan suhu 80C selama 12 jam kurang optimal pada umur awal beton yakni umur 3 hari dan 7 hari karena reaksi dri bahan fly ash agak lambat sehingga menghasilkan kuat tekan kurang dari 20 Mpa, namun pada umur 28 hari pengaruh reaksi bahan fly ash mulai nampak sehingga menghasilkan kuat tekan beton lebih dari 20 Mpa dan tidak berbeda jauh dari kuat tekan beton normal umur 28 hari.
- 2) Perbandingan kuat tekan beton normal dengan beton curing suhu 80C antara lain yaitu :
 - a) Hasil pengujian kuat tekan beton curing suhu 80C pada umur 3 hari menghasilkan kuat tekan tertinggi pada variasi campuran 0% = 15,67 Mpa dan 15% = 15,16 Mpa sedangkan kuat tekan tertinggi beton normal umur 3 hari terdapat pada variasi campuran 10% = 17,03 Mpa.
 - b) Pada umur 7 hari kuat tekan tertinggi terdapat pada variasi campuran 15% = 16,96 Mpa sedangkan kuat tekan tertinggi beton normal umur 7 hari terdapat pada variasi campuran 25% = 18,89 Mpa.
 - c) Kuat tekan tertinggi pada umur 28 hari terdapat pada variasi campuran 10% = 25,01 dan variasi campuran 20% = 25,00 Mpa sedangkan kuat tekan tertinggi beton

normal umur 28 hari terdapat pada variasi campuran 10% = 25,97 Mpa.

b. Saran

Berdasarkan hasil pembahasan dan kesimpulan yang telah dipaparkan di atas maka peneliti menegemukakan beberapa saran yang mungkin dapat bermanfaat pada penelitian selanjutnya. dalam penelitian yang sudah diterapkan dihasilkan kuat tekan yang berbeda pada umur tertentu, kuat tekan yang paling optimal terjadi pada umur 28 hari yaitu lebih dari 20 Mpa. jadi, saran saya selaku penulis yaitu dapat dilakukan percobaan pada umur yg lebih lama misalnya pada umur 56 hari agar dapat di ketahui bahwa umur yang lebih lama dalm hal ini 56 hari pada suhu perawatan yang sama yaitu 80°C dapat meningkat atau sebaliknya.

Referensi

- [1] Sugianto, Dkk. 2000. *Bahan Bangunan I (Buku Ajar)*. Bandar Lampung Fakultas Teknik Universitas Lampung
- [2] Mulyono, Tri. 2003. *Teknologi Beton*, Yogyakarta. ANDI
- [3] Badan Standarisasi Nasional, 1989. *SK SNI S-04-1989-F. Spesifikasi Bahan Bangunan A, Bahan Bangunan Bukan Logam*. Jakarta : BSN
- [4] Antoni Dan Nugraha, P. 2007. *Teknologi Beto C.V Andi Offset*, Yogyakarta
- [5] ASTM C 150. *Standart Spesification For Portland Cement*, Annual Books Of ASTM Standart, USA, 2002.
- [6] Tjokrodinuljo, Kardiyono. 2012. *Teknologi Beton*. Yogyakarta. Biro Penerbit KMTS FT UGM
- [7] Badan Standarisasi Nasional, 2002. *SNI 03-2847-2002 : Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*. Jakarta : BSN
- [8] Badan Standarisasi Nasional, 2008. *SNI 1970 : 2008 : Cara Uji Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Halus*. Jakarta : BSN
- [9] Anonim, 1991. *SNI T-15-1990-03. Tata Cara Rncana Pembuatan Campuran Beton Normal*, Departemen Pekerjaan Umum, Yayasan Lemba Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung.
- [10] Badan Standarisasi Nasional, 1990. *SNI 03-1974-1990 : Metode Pengujian Kuat Tekan Beton*. Jakarta :

Halaman ini sengaja dikosongkan