



Pengaruh Variasi Temperatur Air 7°C, 17°C, dan 27°C Pada Campuran Beton Terhadap Nilai Kuat Tekan Beton Struktural

Niken Indriyani¹, Mirza Ghulam Rifqi², M. Galuh Khomari³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Banyuwangi

¹nikenindriyani@gmail.com*, ²mirza@poliwangi.ac.id*, ³mohamadgaluh@poliwangi.ac.id

Abstract

This study discusses the effect of water temperature variations of 7°C, 17°C, and 27°C on concrete mixes on compressive strength values of structural concrete. Concrete is a material that is often used in civil engineering construction. The use of concrete in large volumes causes the heat temperature of the hydration reaction to increase. It is necessary to monitor the temperature of the water in the concrete mixture to reduce the excess heat due to the hydration reaction. Water temperature is adjusted according to the planned temperature of 7°C, 17°C, and 27°C to determine the effect on the compressive strength and workability values. Concrete compressive strength testing is carried out at 3, 7, 14, and 28 days. The number of specimens needed was 36 cylindrical samples with a diameter of 15 cm and a height of 30 cm. The results of slump testing at 7°C, 17°C, and 27°C respectively 3 cm, 5 cm and 10 cm. And for testing the compressive strength of concrete obtained data respectively 30.06 MPa, 35.31 MPa and 45.09 MPa. Increased compressive strength of concrete in each variation of 0.2%, 17.7% and 24.3%.

Keywords: *Concrete, water temperature, hydration reaction, slump, compressive strength*

Abstrak

Penelitian ini membahas tentang pengaruh variasi temperatur air 7°C, 17°C, dan 27°C pada campuran beton terhadap nilai kuat tekan beton struktural. Beton merupakan sebuah material yang sering digunakan dalam pembangunan konstruksi teknik sipil. Penggunaan beton dalam volume besar mengakibatkan suhu panas dari reaksi hidrasi meningkat. Diperlukan monitoring suhu air pada campuran beton untuk menurunkan suhu panas berlebih akibat reaksi hidrasi. Suhu air diatur sesuai dengan suhu rencana yaitu 7°C, 17°C, dan 27°C untuk mengetahui pengaruh pada nilai kuat tekan dan nilai *workability*. Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada umur 3, 7, 14, dan 28 hari. Jumlah benda uji yang dibutuhkan sebanyak 36 sampel berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Hasil pengujian *slump* pada suhu 7°C, 17°C, dan 27°C berturut-turut 3 cm, 5 cm, dan 10 cm. Dan untuk pengujian kuat tekan beton diperoleh data berturut-turut 30,06 MPa, 35,31 MPa dan 45,09 MPa. Peningkatan kuat tekan beton disetiap variasi sebesar 0,2%, 17,7 % dan 24,3%.

Kata kunci: Beton, suhu air, reaksi hidrasi, *slump*, kuat tekan

Diterima Redaksi : 01-07-2021 | Selesai Revisi : 25-07-2021 | Diterbitkan Online : 02-08-2021

1. Pendahuluan

Konstruksi yang sering digunakan pada pembangunan infrastruktur di Indonesia adalah beton. Beton dinilai masih mampu dalam memenuhi kebutuhan mutu, waktu dan biaya pada proyek konstruksi. Mutu beton dapat direncanakan sesuai dengan fungsional struktur yang akan digunakan menjadi salah satu alasan beton banyak diminati dalam proyek pembangunan. Beton struktural dengan mutu tinggi memerlukan kebutuhan semen yang lebih besar dan bantuan zat aditif untuk meningkatkan kualitas dari segi mutu ataupun

workability. Beton struktural dapat ditemui pada konstruksi gedung, jembatan, bendungan, dan jalan.

Beton sendiri mengalami reaksi hidrasi yang dipengaruhi oleh semen dan air pada campuran beton. Proses hidrasi pada beton terjadi ketika beton melalui masa ikat. Pada proses hidrasi ini dilakukan monitoring suhu agar tidak terjadi penguapan air dalam beton secara berlebihan yang mengakibatkan temperatur beton terlalu tinggi. Beton dengan temperatur tinggi dapat mengakibatkan pengerasan beton secara cepat. Beton dengan kondisi cepat mengeras tersebut dapat mempengaruhi nilai *slump*

beton di lapangan dan tingkat kemudahan dalam pelaksanaan pekerjaan pengecoran.

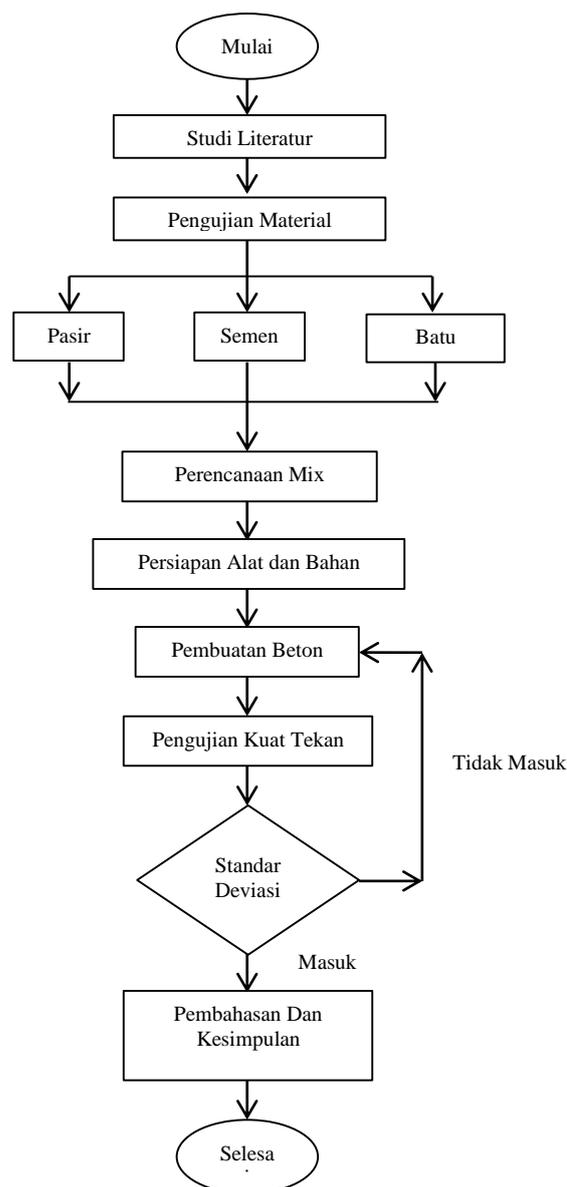
Pekerjaan pengecoran beton sendiri di lapangan dipengaruhi oleh cuaca yang berubah-ubah. Kondisi beton yang berhubungan langsung dengan cuaca panas dan cuaca dingin mengakibatkan mutu beton berubah di lapangan [3]. Pengaruh cuaca panas terhadap beton dapat meningkatkan temperatur pada beton pada saat proses hidrasi. Temperatur yang berlebih dapat memicu faktor retak pada beton. Retak pada beton tersebut mengakibatkan mutu beton dilapangan berubah. Kondisi retak yang berbahaya pada konstruksi beton membuahakan sebuah pemikiran untuk meminimalisir faktor retak yang terjadi.

Untuk mengoptimalkan kuat tekan beton dilapangan akibat pengaruh suhu hidrasi dan pengaruh cuaca panas dapat digunakan dengan menggunakan campuran air dingin [1]. Air dingin mampu mengurangi suhu panas dalam beton. Penggunaan air dingin diharapkan dapat meminimalisir retak yang mengakibatkan kuat tekan beton berubah dilapangan. Hal tersebut menjadi sebuah pemikiran untuk melakukan penelitian lebih lanjut tentang pengaruh air dingin pada kuat tekan beton terutama pada kuat tekan beton struktural.

Pada penelitian ini akan membahas tentang “Pengaruh Variasi Temperatur Air Dibawah Suhu Normal Pada Campuran Beton Terhadap Nilai Kuat Tekan Beton Struktural”. Adapun suhu air yang digunakan adalah 7°C, 17°C dan 27°C. Penelitian ini diharapkan mampu mengoptimalkan kuat tekan beton dengan pengaruh suhu air pada proses pencampuran beton. Sehingga dapat diketahui suhu yang tepat untuk menghasilkan kuat tekan yang optimal di lapangan. Adapun kuat tekan yang direncanakan adalah 30 MPa dengan jumlah sampel setiap variasi adalah 3 buah beton silinder diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 3, 7, 14, dan 28 hari.

2. Metode Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Uji Beton Teknik Sipil Politeknik Negeri Banyuwangi. Agregat yang digunakan berasal dari PT. Merak Jaya Beton Banyuwangi. Perencanaan dan Pelaksanaan Campuran Beton mengacu pada [5]. Untuk mempermudah pelaksanaan dibuat diagram alir untuk mempermudah pemahaman dan meminimalisir kesalahan teknis, adapun diagram alir dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Diagram Alir

2.1. Studi literatur

Studi literatur yang dimaksud adalah mencari literatur-literatur yang berhubungan dengan pelaksanaan pengerjaan penelitian. Studi literatur dilakukan agar tidak terjadi kesalahan yang signifikan dalam pelaksanaan penelitian.

2.2. Pengujian material beton

Pengujian material digunakan untuk mengetahui karakteristik material. Selain itu juga untuk mengetahui studi layak dan tidak layak sebuah material sesuai dengan standar yang berlaku.

2.3. Perencanaan *mix design*

Perencanaan *mix design* pada penelitian ini menggunakan metode DOE (*Development Of Environment*) dengan kuat tekan rencana sebesar 30 MPa.

2.4. Persiapan alat dan bahan

Alat dan bahan dipersiapkan terlebih dahulu sebelum dilakukan pembuatan beton, komposisi bahan disesuaikan dengan hasil dari perencanaan *mix design* dan dikalikan dengan jumlah benda uji yang diinginkan.

2.5. Pembuatan beton

Penelitian ini menggunakan beton dengan bentuk silinder diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Pencampuran dilakukan dengan *concrete mixer* sehingga campuran dapat tercampur secara maksimal dan pembuatan sekaligus perawatan benda uji mengacu pada [10].

2.6. Pengujian kuat tekan

Pengujian kuat tekan dilakukan dengan menggunakan alat *compression machine* digital. Sebelum dilakukan pengujian kuat tekan beton dilakukan *caping* tujuannya tidak lain untuk meratakan permukaan beton, setelah itu timbang berat beton lalu masukkan beton kedalam mesin, masukkan data berat isi dan umur. Kuat tekan akan terlihat otomatis menjadi satuan Mega Pascal karena mesin yang digunakan adalah mesin digital sehingga langsung terkonversi.

2.7. Standar deviasi

Dari data uji kuat tekan beton, data dapat diolah dengan dimasukkan kedalam rumus standar deviasi. Standar deviasi digunakan untuk mengetahui besarnya penyimpangan data dan distribusi kuat tekan rata-rata pada beton. data diolah dengan faktor pengali sesuai jumlah benda uji yang dibuat. Jika kuat tekan rata-rata masuk kedalam kuat tekan rencana maka dapat menuju langkah selanjutnya tetapi jika kuat tekan tidak memenuhi kembali pada perencanaan *mix design*.

2.8. Pembahasan dan kesimpulan

Dari data kuat tekan yang diolah pada standar deviasi diperoleh kuat tekan rata-rata dari masing-masing variasi suhu. Dari data-data tersebut diplot kedalam grafik sehingga diketahui secara jelas perubahan dan pengaruh dari variasi suhu air pada campuran beton. Dari analisa data dapat disimpulkan tentang pengaruh variasi suhu air terhadap campuran beton dan dapat diberikan sebuah saran yang membangun pada penelitian yang dikerjakan.

3. Hasil dan Pembahasan

Penelitian beton dimulai dengan melakukan pengujian material, yang terdiri dari pengujian agregat halus dan agregat kasar. Pengujian material yang dilakukan berupa berat jenis dan kadar air resapan, yang mengacu pada [9], kadar lumpur yang mengacu pada [7], dan analisa saringan yang mengacu pada [4] dan [6]. Serta pada sampel uji

berupa beton dengan benda uji silinder dilakukan kuat tekan pada umur 3, 7, 14, dan 28 hari. Pengujian material ini dilakukan di Laboratorium Uji Beton Program Studi Teknik Sipil Politeknik Negeri Banyuwangi.

3.1. Hasil pengujian material pasir

Tabel 1. Hasil pengujian Pasir

No.	Pengujian	Hasil
1.	Berat Jenis	2,733 gram/cm ³
2.	Kadar Air Resapan	2,35 %
3.	Analisa Saringan	Zona 2
4.	Kadar lumpur	4,67%

Hasil pengujian yang didapatkan material pasir memenuhi aspek kelayakan material.

3.2. Hasil pengujian batu pecah

Tabel 2. Hasil Pengujian Batu Pecah

No.	Pengujian	Hasil
1.	Berat Jenis	2,356 gram/cm ³
2.	Kadar Air Resapan	2,739%
3.	Analisa Saringan	Zona 2
4.	Kadar lumpur	0,745%

Hasil pengujian yang didapatkan material batu pecah memenuhi aspek kelayakan material.

3.3 Hasil pengujian semen

Tabel 3. Hasil Pengujian *Setting Time* Semen

No	Waktu Penurunan Air (Menit)	Penurunan (mm)
1.	15	21
2.	30	8
3.	45	7
4.	60	5
5.	75	4
6.	90	3
7.	105	1
8.	120	0

Pengujian semen ini mengacu pada [8]. Sedangkan untuk mengetahui konsistensi semen dapat digunakan perhitungan sebagai berikut :

$$\frac{15 - x}{x - 30} = \frac{21 - 10}{10 - 10} = \frac{15 - x}{x - 30} = \frac{11}{0}$$

$$\frac{0(15 - x)}{1} = \frac{11(x - 30)}{1}$$

$$0 = 11x - 330$$

$$11x = 330$$

$$x = 30 \text{ menit}$$

3.4 hasil pengujian kuat tekan umur 3 hari

Tabel 4. Hasil Uji Kuat Tekan Umur 3 Hari

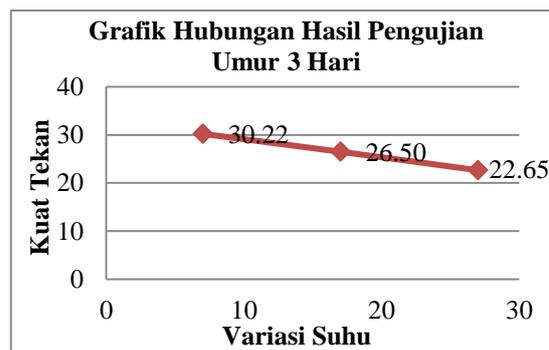
Suhu (°C)	Nilai Slump (Cm)	Kuat Tekan(MPa) Umur 3 Hari
B1.7	3	30,101
B2.7	3	30,274
B3.7	3	30,270
B1.17	5	26,203
B2.17	5	26,522
B3.17	5	26,777
B1.27	10	22,648
B2.27	10	22,645
B3.27	10	22,668

Dapat dilihat dari Tabel 4 terlihat beberapa pengaruh dari penggunaan air dingin. Dari nilai *slump* yang didapatkan tidak masuk dalam *slump* rencana, adapun *slump* rencana pada penelitian ini adalah 10 ± 2 cm. Suhu air dingin memiliki tingkat *workability* yang rendah, hal tersebut dikarenakan pada saat proses *mixing* campuran dengan air dingin terlihat menggumpal dan pada saat penuangan kedalam *mold* sulit untuk memenuhi cetakan sehingga perlu perojokan dan penggetaran dengan palu. Penggetaran dengan palu dilakukan sampai campuran merata dan memenuhi ruangan *mold*, hal tersebut dilakukan untuk menjaga kualitas disetiap masing-masing sampel benda uji dan memaksimalkan kuat tekan yang direncanakan. Sedangkan untuk berat volume yang didapatkan untuk seluruh benda uji masuk dalam kategori beton struktural sesuai dengan [11] yaitu $\geq 2200 \text{ kg/m}^3$.

Dari segi kuat tekan sendiri, beton dengan suhu dingin terlihat memiliki kuat tekan tinggi apabila dibandingkan dengan suhu normal. Hal tersebut terjadi karena proses hidrasi yang baik pada awal umur beton, suhu panas yang dihasilkan dari reaksi hidrasi dapat berkurang dengan penggunaan air dingin. Air dingin memiliki daya lekat yang baik meskipun tingkat *workability* rendah [2]. Beton dengan suhu air dingin perlu dilakukan perlakuan khusus apabila diterapkan di lapangan.

Hasil kuat tekan pada umur 3 hari tidak bisa digunakan sebagai acuan selanjutnya karena disetiap umur beton dengan suhu air dingin memiliki karakteristik berbeda-beda.

Untuk mengetahui peningkatan kuat tekan, dibuatkan grafik hubungan antara variasi suhu air dengan kuat tekan beton yang didapatkan disetiap umur beton. Grafik hubungan pada umur 3 hari dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik Hubungan Hasil Pengujian Umur 3 Hari

Dari grafik diatas terlihat peningkatan kuat tekan yang cukup signifikan dari yang direncanakan. Suhu dengan air dingin pada umur 3 hari memiliki kuat tekan sebesar 30,22 MPa dan 26,20 dari kuat tekan rencana sebesar 30 MPa pada umur 28 hari. Data nilai kuat tekan yang dihasilkan disetiap variasi terpaut 4 MPa, *range* tersebut terbilang cukup tinggi dalam konstruksi beton. Kuat tekan tinggi pada variasi suhu dingin dipengaruhi oleh penggunaan air dingin pada saat pencampuran beton. Peningkatan kuat tekan pada umur 3 hari tidak menjadi acuan untuk kuat tekan diumur selanjutnya, karena disetiap umur memiliki karakteristik yang berbeda-beda dan nilai kuat tekan yang dihasilkan pada umur 3 hari tidak terpaut jauh.

3.5 Hasil pengujian kuat tekan umur 7 hari

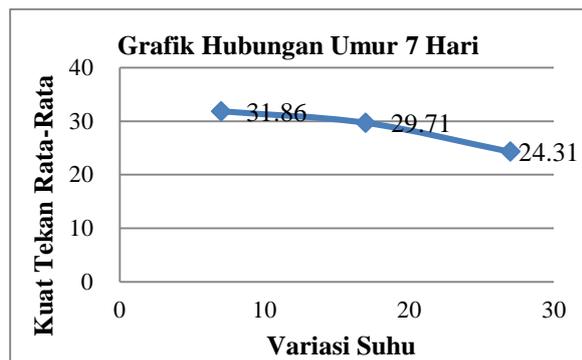
Tabel 5. Hasil Pengujian Kuat Tekan Umur 7 Hari

Suhu (°C)	Slump (Cm)	Kuat Tekan Umur 7 Hari (MPa)
B1.7	3	31,877
B2.7	3	31,735
B3.7	3	31,977
B1.17	5	29,801
B2.17	5	29,600
B3.17	5	29,721
B1.27	10	24,220
B2.27	10	24,399
B3.27	10	24,325

Dapat dilihat dari tabel diatas terlihat beberapa pengaruh dari penggunaan air dingin. Dari nilai *slump* yang didapatkan tidak masuk dalam *slump* rencana, adapun *slump* rencana pada penelitian ini adalah 10 ± 2 cm. Pada umur 7 hari ini memiliki karakteristik yang sama pada nilai kuat tekannya. Penambahan kuat tekan tertinggi terjadi pada variasi suhu 17°C, pada umur 7 hari suhu 17°C mengalami peningkatan sebesar 3 MPa dari umur beton sebelumnya.

Kuat tekan beton tidak hanya dipengaruhi oleh air pada campurannya tetapi juga dipengaruhi dengan material yang digunakan dan perawatan yang dilakukan pada beton setelah mengeras. Pada umur 7 hari kuat tekan beton masih menunjukkan 65% dari kuat tekan beton. Sehingga nilai kuat tekan dan pengaruh suhu air dingin belum bisa disimpulkan.

Untuk mengetahui peningkatan kuat tekan, dibuatkan grafik hubungan antara variasi suhu air dengan kuat tekan beton yang didapatkan disetiap umur beton. Grafik hubungan pada umur 7 hari dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik hubungan pada umur 7 hari

Dari grafik diatas terlihat peningkatan kuat tekan yang berbeda dari umur 3 hari. Suhu dengan air dingin pada umur 7 hari memiliki kuat tekan sebesar 31,86 MPa dan 29,71 dari kuat tekan rencana sebesar 30 MPa pada umur 28 hari. Apabila dibandingkan pada umur 3 hari, pada umur 7 hari beton dengan suhu air dingin mengalami peningkatan yang lebih kecil dari umur sebelumnya, peningkatan kuat tekan tertinggi terdapat pada beton dengan variasi suhu 17°C yaitu sebesar 3,21 MPa. Kuat tekan tinggi pada variasi suhu dingin dipengaruhi oleh penggunaan air dingin pada saat pencampuran beton. Peningkatan kuat tekan pada umur 7 hari tidak menjadi acuan untuk kuat tekan diumur selanjutnya, karena disetiap umur memiliki karakteristik yang berbeda-beda. Dari nilai tersebut suhu air dingin memiliki nilai kuat tekan tinggi pada awal umur, tetapi tidak bisa dijadikan kesimpulan terlebih dahulu karena pada umur 7 hari nilai kuat tekan yang dihasilkan masih menunjukkan 65% dari kuat tekan yang direncanakan pada umur 28 hari.

3.6 Hasil pengujian kuat tekan umur 14 hari

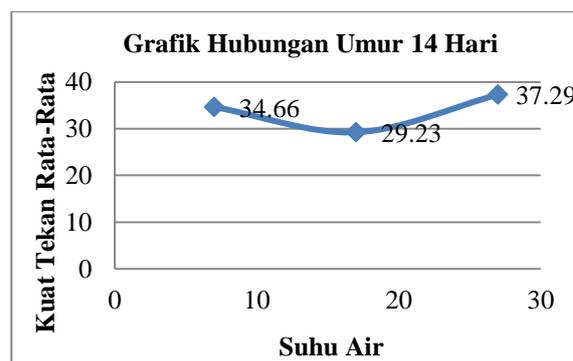
Tabel 6. Hasil Pengujian Kuat Tekan Umur 14 Hari

Suhu (°C)	Slump (Cm)	Kuat Tekan Umur 3 Hari (MPa)
B1.7	3	34,930
B2.7	3	34,600
B3.7	3	34,451
B1.17	5	29,120
B2.17	5	29,281

Suhu (°C)	Slump (Cm)	Kuat Tekan Umur 3 Hari (MPa)
B3.17	5	29,301
B1.27	10	37,290
B2.27	10	37,503
B3.27	10	37,079

Pada umur 14 hari terjadi perbedaan kuat tekan dari sebelumnya, kuat tekan tertinggi terjadi pada suhu normal sedangkan beton dengan suhu 17°C memiliki kuat tekan terendah. Perbedaan karakteristik tersebut terjadi karena pada umur 14 hari suhu akibat reaksi hidrasi mulai menurun dan yang berpengaruh adalah suhu di lingkungan sekitar beton yaitu suhu air perendaman. Selain itu pada umur 14 hari sudah mulai menunjukkan kuat tekan prediksi yaitu sebesar 88%. Sedangkan peningkatan tertinggi sebesar 12,98 MPa yang terjadi pada beton dengan air suhu normal.

Untuk mengetahui peningkatan kuat tekan, dibuatkan grafik hubungan antara variasi suhu air dengan kuat tekan beton yang didapatkan disetiap umur, grafik hubungan pada umur 14 hari dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Hubungan Umur 14 Hari

Dari grafik tersebut didapatkan grafik yang tidak selinier, hal tersebut diakibatkan dari perubahan karakteristik dari umur sebelumnya. Beton dengan suhu air dingin tidak menjadi beton dengan kuat tekan tertinggi, pada umur 14 hari beton dengan kuat tekan tertinggi terjadi pada beton dengan suhu normal. Hal tersebut disebabkan suhu dari reaksi hidrasi mulai menurun dikarenakan kecepatan reaksi masing-masing senyawa potensial akan berkurang sebab komposisi senyawa utama mulai habis bereaksi. Beton dengan suhu normal pada umur 14 hari memiliki peningkatan tertinggi yaitu sebesar 12,98 MPa.

Dari hasil uji kuat tekan disetiap variasi didapatkan standar deviasi, standar deviasi yang didapatkan digunakan untuk mencari kuat tekan karakteristik beton.

3.7 Hasil pengujian umur 28 hari

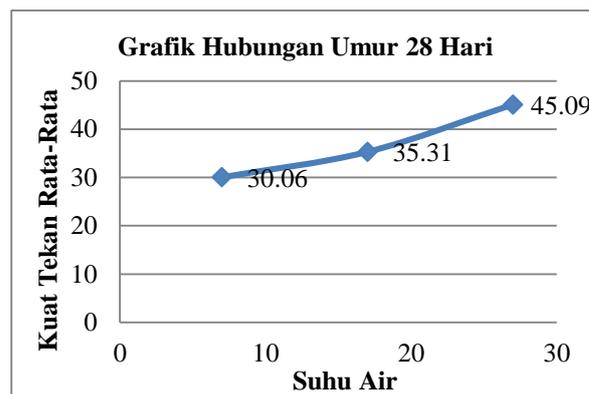
Tabel 7. Hasil Pengujian Umur 28 Hari

Suhu (°C)	Slump (Cm)	Kuat Tekan Umur 28 Hari (MPa)
B1.7	3	30,01
B2.7	3	30,10
B3.7	3	30,07
B1.17	5	35,27
B2.17	5	35,32
B3.17	5	35,34
B1.27	10	45,19
B2.27	10	45,04
B3.27	10	45,04

Pada umur 3 hari perbandingan kuat tekan beton hanya terpaut 4 MPa, sedangkan pada umur 28 hari perbandingan kuat tekan disetiap variasi terpaut 10 MPa, nilai tersebut terbilang tinggi di dunia konstruksi beton, Dari segi kuat tekan tertinggi berturut-turut pada suhu 27°C, 17°C, dan 7°C. Data tersebut berbanding terbalik dengan data yang didapatkan pada pengujian kuat tekan beton umur 3 hari. Hal tersebut terjadi karena kecepatan reaksi masing-masing senyawa potensial akan berkurang sebab komposisi senyawa utama mulai habis bereaksi. Penurunan kecepatan dari suhu akibat reaksi beton berbeda-beda, beton dengan penggunaan suhu air dingin berhenti lebih cepat sedangkan pada beton suhu normal penurunannya teratur sehingga *trand* kuat tekan mengikuti umur beton uji.

Nilai *slump* yang tidak masuk rencana terjadi pada suhu air 7°C dan 17°C. *Workability* yang rendah mengakibatkan campuran tidak mampu menempati cetakan secara maksimal meskipun telah dilakukan perojokan. Nilai berat volume sendiri untuk seluruh benda uji masuk dalam syarat berat volume beton struktural. Dapat dilihat dari tabel kuat tekan yang dihasilkan masuk dalam kuat tekan rencana akan tetapi pada suhu normal memiliki nilai kuat tekan yang melebihi dari kuat tekan rencana. *Workability* yang baik dapat mempengaruhi mutu beton karena campuran dapat memenuhi cetakan secara rata sehingga tidak timbul rongga didalam beton.

Dari hasil pengujian diatas didapatkan grafik hubungan antara variasi suhu air dengan kuat tekan beton yang didapatkan. Pada hasil pengolahan data umur 28 hari menunjukkan sebuah hubungan dan karakteristik disetiap variasi yang berbeda dari karakteristik beton diawal umur. Grafik hubungan pada umur 28 hari dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik Hubungan Umur 28 Hari

Dari grafik diatas dapat diketahui nilai kuat tekan pada umur 28 hari berbanding terbalik dengan grafik kuat tekan pada umur 3 hari. Kuat tekan tertinggi terjadi pada suhu normal dan kuat tekan terendah terjadi pada suhu 7°C. Selain itu dari sisi peningkatan kuat tekan dari umur sebelumnya beton dengan suhu normal mengalami peningkatan yang signifikan dan pada suhu 7°C tidak terjadi peningkatan terlihat dari grafik suhu 7°C mengalami penurunan kuat tekan pada umur 28 hari. Beton dengan suhu normal memiliki *trand* kuat tekan yang mengikuti umur beton dan reaksi hidrasi terjadi normal tidak terlalu cepat dan tidak terlalu lambat.

4. Kesimpulan

Dari serangkain pengujian kuat tekan beton dengan variasi suhu 7°C, 17°C dan 27°C didapatkan sebuah kesimpulan sebagai berikut :

1. Semakin rendah suhu air maka semakin rendah nilai *slump* yang dihasilkan yaitu berturut-turut 3 cm, 5 cm, dan 10 cm.
2. Pada umur 3,7,14 dan 28 hari beton dengan suhu 7°C menghasilkan kuat tekan rata-rata berturut-turut 30,22 MPa, 31,86 MPa, 34,66 MPa dan 30,06 MPa, suhu 17°C 26,50 MPa, 29,71 MPa, 29,23 MPa, dan 35,31 MPa sedangkan suhu 27°C 22,65 MPa, 24,31 MPa, 37,29 MPa dan 45,09.

Dapat disimpulkan bahwa suhu normal lebih efisien dari segi kuat tekan maupun dari segi *workability*.

Ucapan Terimakasih

Saya ucapkan terima kasih kepada kedua orang tua saya yang memberikan dukungan moral dan materi, dosen pembimbing yang memberikan ilmunya, dan teman-teman angkatan 10 yang selalu berjuang untuk bisa lulus tepat waktu.

Daftar Rujukan

- [1] ACI 207 4R. 1998. *Cooling And Insulating Systems For Mass Concrete*. United America : American Concrete Institute.
- [2] Aiyub. 2010. Pengaruh Variasi Suhu Terhadap Kuat Tekan Beton. *Jurnal Teknik Sipil*, Vol.3-11.
- [3] Harry. 2015. Analisa Pengaruh Temperatur Air Terhadap Kuat Tekan Beton. *Jurnal Teknik Sipil*, 2-9.

- [4] SNI 03-1968. 1990. *Metode Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus Dan Kasar*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- [5] SNI 03-2847. 2019. *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung Dan Penjelasan*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- [6] SNI 03-4142. 1996. *Metode Pengujian Jumlah Bahan Dalam Agregat Yang Lolos Saringan No. 200 (0,075 mm)*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- [7] SNI 03-4428. 1997. *Pemeriksaan Kadar Lumpur Pasir*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- [8] SNI 15-2049. 2015. *Semen Portland*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- [9] SNI 1970 . 2008. *Cara Uji Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Halus*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- [10] SNI 2493 . 2011. *Tata Cara Pembuatan Dan Perawatan Benda Uji Beton Di Laboratoirum*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- [11] SNI 6880. 2016. *Spesifikasi Beton Struktural*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.