



PENGARUH PENGGUNAAN SUHU AIR DINGIN SEBAGAI CAMPURAN BETON TERHADAP NILAI KUAT TEKAN BETON NORMAL

Yosua S. Rande¹, Irianto², Franki E. Lopian³

¹Mahasiswa Program studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Yapis Papua

^{2,3}Dosen Program studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Yapis Papua

yosuarande2@gmail.com, irian.anto@gmail.com, lapianedwin@gmail.com

ABSTRAK

Suhu bahan penyusun beton, khususnya air pencampur, memiliki pengaruh signifikan terhadap laju reaksi hidrasi semen dan perkembangan kuat tekan beton. Dalam kondisi iklim panas, penggunaan air bersuhu rendah atau air dingin merupakan salah satu metode yang dapat diterapkan untuk mengontrol suhu beton segar. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh penggunaan air dingin dengan variasi suhu terhadap kuat tekan beton normal. Tiga variasi suhu air digunakan dalam penelitian ini, yaitu suhu ruang ($\pm 27^{\circ}\text{C}$), air dingin 15°C , dan air dingin 5°C . Beton dibuat dengan mutu rencana 25 MPa dan rasio air-semen tetap sebesar 0,5. Benda uji berbentuk silinder (diameter 15 cm dan tinggi 30 cm) dicetak dan diuji kuat tekannya pada umur 3, 7, 14, dan 28 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penurunan suhu air campuran berdampak pada perubahan kuat tekan beton. Pada umur awal (3 dan 7 hari), beton dengan air dingin menunjukkan perkembangan kuat tekan yang lebih lambat dibandingkan beton dengan air suhu ruang. Namun, pada umur 28 hari, beton yang menggunakan air bersuhu 15°C menghasilkan kuat tekan lebih tinggi dibandingkan variasi lainnya. Temuan ini menunjukkan bahwa penggunaan air dingin dalam pencampuran beton dapat meningkatkan mutu akhir beton, asalkan suhu air tidak terlalu ekstrem. Penelitian ini memberikan kontribusi dalam pemilihan strategi pencampuran beton yang lebih adaptif terhadap kondisi lingkungan, terutama di wilayah beriklim panas.

Kata kunci: beton normal, suhu air dingin, kuat tekan, hidrasi, suhu pencampuran.

ABSTRACT

The temperature of the concrete constituent material, especially the mixing water, has a significant influence on the rate of cement hydration reaction and the development of the compressive strength of concrete. In hot climate conditions, the use of low-temperature water or cold water is one of the methods that can be applied to control the temperature of fresh concrete. This study aims to evaluate the effect of cold water use with temperature variations on the compressive strength of normal concrete. Three variations of water temperature were used in this study, namely room temperature ($\pm 27^{\circ}\text{C}$), cold water 15°C , and cold water 5°C . Concrete is made with a plan quality of 25 MPa and a fixed water-cement ratio of 0.5. The cylindrical test pieces (15 cm in diameter and 30 cm in height) are molded and tested for compressive strength at 3, 7, 14, and 28 days of age. The results of the study showed that the decrease in the temperature of the mixed water had an impact on changes in the compressive strength of concrete. At the initial age (3 and 7 days), concrete with cold water showed slower development of compressive strength than concrete with room temperature water. However, at 28 days of age, concrete using water at 15°C produces a higher compressive strength than other variations. These findings suggest that the use of cold water in concrete mixing can improve the final quality of concrete, as long as the water temperature is not too extreme. This research contributes to the selection of concrete mixing strategies that are more adaptive to environmental conditions, especially in hot climate regions.

Kata kunci: beton normal, suhu air dingin, kuat tekan, hidrasi, suhu pencampuran

1. LATAR BELAKANG

Beton merupakan material bangunan komposit yang terdiri atas campuran semen, agregat halus, agregat kasar, air, dan terkadang bahan tambahan lainnya (admixture), yang apabila dicampurkan dalam proporsi tertentu akan membentuk massa yang plastis dan kemudian mengeras seiring waktu.



Beton banyak digunakan dalam konstruksi karena sifatnya yang kuat terhadap tekanan, mudah dibentuk, tahan lama, serta ekonomis. Salah satu parameter penting dalam menentukan mutu beton adalah kuat tekan, karena parameter ini secara langsung mencerminkan kemampuan beton dalam menahan beban struktural. Kuat tekan beton sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain proporsi campuran (mix design), jenis dan mutu bahan penyusun, waktu dan metode curing, serta kondisi lingkungan selama proses pengerasan. Di antara berbagai faktor tersebut, suhu selama proses pencampuran dan pengerasan beton memiliki pengaruh yang signifikan, terutama terhadap kecepatan reaksi hidrasi semen, pembentukan mikrostruktur pasta semen, dan perkembangan kekuatan beton. Suhu yang terlalu tinggi selama proses pencampuran dan pengerasan dapat menyebabkan hidrasi yang terlalu cepat, sehingga menghasilkan beton dengan kekuatan awal tinggi namun kekuatan akhir yang rendah, serta meningkatkan risiko retak akibat penyusutan plastis dan retak termal dini.

Dalam praktik konstruksi di daerah tropis atau pada musim panas, suhu lingkungan yang tinggi sering kali menyebabkan suhu beton segar meningkat. Salah satu metode yang umum digunakan untuk mengendalikan suhu beton segar adalah dengan menurunkan suhu salah satu atau beberapa bahan penyusun, dan dalam hal ini, air pencampur merupakan komponen yang paling mudah diatur suhunya. Air dingin dapat digunakan sebagai strategi untuk menurunkan suhu campuran beton tanpa memerlukan peralatan pendingin khusus untuk agregat atau semen. Namun demikian, pemanfaatan air dingin sebagai air pencampur masih belum banyak diteliti secara spesifik dalam konteks pengaruhnya terhadap kuat tekan beton normal, terutama pada rentang suhu tertentu dan umur beton yang berbeda-beda. Sejumlah penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penurunan suhu beton segar dapat memperlambat reaksi hidrasi pada tahap awal, memungkinkan pembentukan struktur mikroskopis yang lebih padat dan seragam, sehingga berpotensi meningkatkan kekuatan akhir beton. Namun, keterlambatan awal dalam proses pengerasan juga dapat mempengaruhi kekuatan tekan pada umur muda beton, seperti pada umur 3 atau 7 hari. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengujian eksperimental untuk mengetahui sejauh mana pengaruh suhu air pencampur yang lebih rendah—misalnya pada suhu 5–15°C—terhadap perkembangan kuat tekan beton normal pada umur tertentu (3, 7, 14, dan 28 hari), serta apakah terdapat perbedaan signifikan dibandingkan beton yang menggunakan air pencampur bersuhu ruang (sekitar 25–30°C).

Penelitian ini menjadi penting karena dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan metode pengendalian mutu beton yang lebih efektif dan efisien, terutama dalam konteks pelaksanaan konstruksi di wilayah beriklim panas atau saat musim kemarau berkepanjangan. Selain itu, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi praktis bagi para praktisi teknik sipil dalam memilih strategi pencampuran beton yang sesuai untuk mencapai kuat tekan optimum tanpa harus bergantung pada bahan tambahan kimia atau teknologi pendingin yang mahal. Dengan latar belakang tersebut, maka penelitian mengenai pengaruh penggunaan suhu air dingin sebagai campuran beton terhadap nilai kuat tekan beton normal menjadi relevan dan signifikan untuk dilakukan, baik dari aspek teoritis maupun aplikatif di lapangan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Beton dan Kuat Tekan Beton

Beton adalah material komposit yang terdiri dari semen, agregat, air, dan bahan tambahan lainnya yang mengeras akibat reaksi hidrasi semen dengan air. Beton memiliki berbagai sifat mekanik yang dapat dipengaruhi oleh komposisi dan proses pembuatannya. Salah satu parameter utama dalam menilai kualitas beton adalah kuat tekan, yaitu kemampuan beton untuk menahan beban tekan tanpa mengalami kerusakan atau kehancuran. Kuat tekan beton sangat dipengaruhi oleh rasio air terhadap semen (water-cement ratio), jenis semen, umur beton, serta kondisi curing yang diterima beton selama proses pengerasan.

Menurut Neville (2011), kekuatan beton sangat bergantung pada jumlah air yang digunakan dalam campuran, di mana semakin rendah rasio air-semen, maka semakin tinggi kekuatan beton yang dihasilkan. Namun, suhu campuran beton juga merupakan faktor yang memengaruhi laju hidrasi semen, yang pada gilirannya akan mempengaruhi perkembangan kekuatan beton.

2.2 Pengaruh Suhu terhadap Kuat Tekan Beton



Suhu pada saat pencampuran dan pengerasan beton memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kekuatan dan perkembangan beton. Reaksi hidrasi semen merupakan reaksi eksotermik yang menghasilkan panas. Oleh karena itu, suhu tinggi dapat mempercepat proses hidrasi pada tahap awal, menghasilkan beton dengan kekuatan awal yang tinggi namun cenderung menurunkan kekuatan akhir beton. Hal ini disebabkan oleh perkembangan porositas yang lebih besar, struktur mikroskopis yang tidak optimal, serta peningkatan risiko terjadinya retak akibat ekspansi termal yang tidak terkendali (Mindess et al., 2003).

Sementara itu, suhu rendah cenderung memperlambat laju hidrasi, yang dapat menghambat perkembangan kekuatan pada tahap awal. Namun, dalam jangka panjang, beton yang didinginkan dengan benar dapat menunjukkan kekuatan akhir yang lebih baik, karena laju hidrasi yang lebih terkontrol memungkinkan pembentukan mikrostruktur yang lebih padat dan teratur (Bentur & Akers, 1993). Penelitian oleh Mehta dan Monteiro (2006) juga menunjukkan bahwa suhu yang lebih rendah dapat meningkatkan ketahanan beton terhadap pengaruh lingkungan eksternal, seperti serangan sulfat dan pengaruh suhu ekstrem.

2.3 Penggunaan Air Dingin dalam Pencampuran Beton

Penggunaan air dingin untuk menurunkan suhu beton segar telah dipraktikkan dalam banyak proyek konstruksi, terutama di daerah dengan suhu lingkungan yang tinggi. Menurut ACI Committee 305 (2001), pengendalian suhu beton dapat dilakukan dengan menggunakan air dingin, refrigerasi pada agregat, atau menggunakan teknik curing yang tepat untuk mencegah beton mengeras terlalu cepat. Dalam beberapa studi, penggunaan air dengan suhu 5–10°C terbukti dapat menurunkan suhu beton segar dan memperlambat laju hidrasi tanpa mengurangi kekuatan akhir beton secara signifikan.

Namun, penggunaan air dingin juga memiliki potensi dampak negatif jika tidak diatur dengan hati-hati. Penurunan suhu yang terlalu besar dapat menyebabkan terjadinya segregasi pada campuran beton atau memperlambat proses pengerasan secara berlebihan, sehingga memengaruhi pengembangan kekuatan pada tahap awal (Silva et al., 2017). Oleh karena itu, penting untuk menemukan keseimbangan yang tepat antara penggunaan air dingin dan waktu curing untuk memastikan beton mencapai kekuatan maksimum pada umur yang ditentukan.

2.4 Penelitian Terkait Penggunaan Suhu Air Dingin dalam Beton

Beberapa penelitian sebelumnya telah mencoba mengkaji pengaruh suhu air campuran terhadap kuat tekan beton. Penelitian oleh Al-Saidy et al. (2011) menunjukkan bahwa penggunaan air dingin (suhu 10°C) dalam campuran beton dapat meningkatkan kekuatan tekan pada umur 28 hari, meskipun kekuatan awal (3 hari) sedikit terpengaruh oleh penurunan suhu. Penelitian lain oleh Zhutovsky dan Bentur (2014) juga menunjukkan bahwa pada kondisi cuaca panas, penggunaan air dingin dapat mengurangi retak termal dan meningkatkan kekuatan beton pada umur panjang. Sebaliknya, penelitian oleh Wang et al. (2016) menemukan bahwa penggunaan air dingin pada suhu ekstrem (kurang dari 5°C) menyebabkan terjadinya penurunan kekuatan tekan beton pada tahap awal, terutama pada beton dengan rasio air-semen tinggi. Hal ini mengindikasikan bahwa meskipun penggunaan air dingin dapat mengurangi masalah yang berkaitan dengan suhu tinggi, ada batasan tertentu dalam penerapannya yang perlu diperhatikan.

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Pendekatan dan Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan **kuantitatif eksperimental**, dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh suhu air pencampur terhadap kuat tekan beton normal. Eksperimen dilakukan di laboratorium dengan memvariasikan suhu air pencampur beton, kemudian mengukur kuat tekan beton pada beberapa umur pengujian.

3.2 Prosedur Penelitian

a. Persiapan Material

Seluruh bahan (semen, agregat kasar, agregat halus, dan air) dipersiapkan dari sumber yang sama untuk menjaga konsistensi. Air dingin disiapkan dengan mendinginkan air menggunakan lemari



pendingin hingga suhu yang ditargetkan (15°C dan 5°C), dan suhu diukur menggunakan termometer digital.

b. **Pencampuran Beton**

Beton dicampur menggunakan mixer beton standar di laboratorium. Untuk tiap variasi suhu air, dibuat **sebanyak 3 benda uji per umur pengujian** (3, 7, 14, dan 28 hari) untuk validitas hasil.

c. **Pengecoran dan Perawatan (Curing)**

Setelah pencampuran, beton dicor ke dalam cetakan silinder, dipadatkan, dan dibiarkan selama 24 jam. Setelah itu, benda uji direndam dalam bak curing standar hingga umur pengujian.

d. **Pengujian Kuat Tekan**

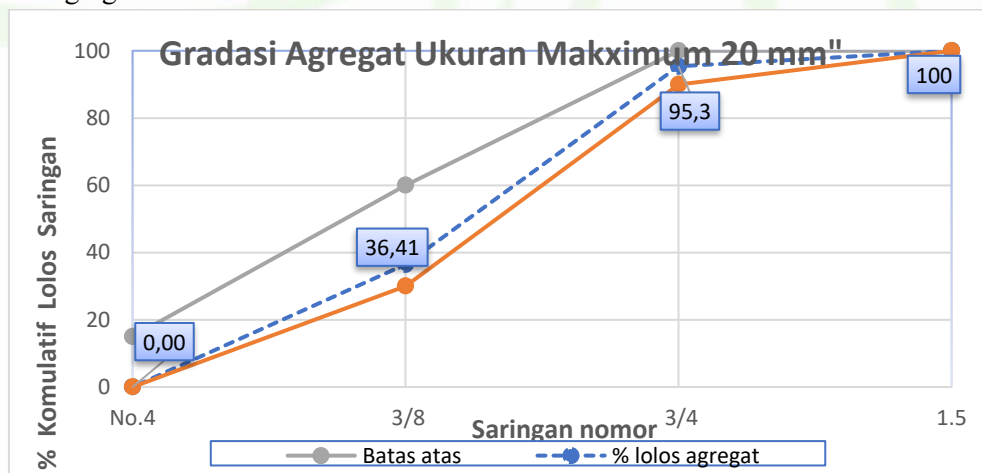
Pengujian kuat tekan dilakukan sesuai standar SNI 1974:2011 dengan menggunakan mesin uji tekan beton (compression testing machine). Hasil pengujian dicatat dan dibandingkan antar variasi suhu air dan umur beton.

3.3 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Bahan dan Struktur Beton [Nama Universitas/Institusi], selama periode [Bulan – Tahun], dengan waktu pelaksanaan sekitar 6–8 minggu, termasuk proses pencampuran, curing, dan pengujian.

3.4 Hasil dan Pembahasan

1. Gradasi Agregat Kasar



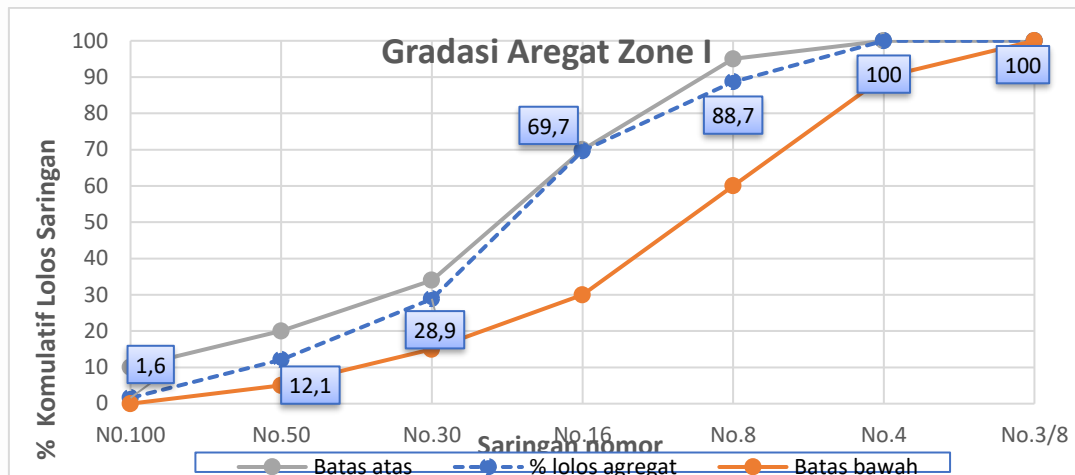
Gambar 1. Gradasi Agregat Kasar

Sumber: Data Pribadi, 2025

Grafik gradasi Agregat Kasar (batu pecah) pada gambar diatas menunjukkan bahwa agregat kasar (batu pecah) yang digunakan merupakan batu pecah dengan gradasi agregat ukuran maksimum 20 mm, dengan modulus halus butir agregat 6,926.

2. Gradasi Agregat kasar

Grafik gradasi Agregat Halus (Pasir) pada gambar diatas menunjukkan bahwa agregat Halus (Pasir) yang digunakan merupakan pasir dengan gradasi zona I dengan modulus halus butir agregat 2,990



Gambar 2. Gradasi Agregat halus

Sumber: Data Pribadi, 2025

3. Hasil Pengujian Kuat tekan Suhu Air Normal

Pengujian yang dilakukan pada sampel Beton yang di uji pada umur 3, 7, 14, 21 dan 28 hari, berdasarkan hasil pengujian kuat tekan beton, didapatkan grafik hasil uji kuat tekan dari umur 3 hari, 7 hari, 14 hari, 21 hari dan 28 hari. Dari grafik diatas diketahui nilai kuat tekan beton umur 3 hari sebesar 12.3Mpa, kuat tekan beton umur 7 hari sebesar 20.8Mpa, kuat tekan beton umur 14 hari sebesar 27.1Mpa, kuat tekan beton umur 21 hari sebesar 29.3Mpa, dan nilai kuat tekan beton umur 28 hari sebesar 30.9Mpa.



Gambar 3. Hasil Kuat Tekan Beton dengan Suhu Air Normal

Sumber: Data Pribadi, 2025

Dari data yang diperoleh, dapat dilihat bahwa beton berkembang dengan pola yang sesuai dengan teori umum, di mana:

- Pada 3 hari, kekuatan masih rendah karena hidrasi belum maksimal.
- Pada 7 hari, kekuatan meningkat signifikan, mencapai sekitar 67% dari nilai 28 hari.
- Pada 14 hari, kekuatan sudah mendekati target dengan 87.7% dari kekuatan 28 hari.
- Pada 21 hari, peningkatan mulai melambat karena beton hampir mencapai kekuatan maksimumnya.
- Pada 28 hari, beton telah mencapai 30.9 MPa, yang menjadi acuan utama dalam desain struktur.

4. Kuat Tekan Beton dengan suhu Air 10 °C



Dalam proses pembuatan beton, suhu campuran memegang peran penting terhadap kualitas dan daya tahan beton. Salah satu faktor yang memengaruhi suhu beton segar adalah suhu air pencampur. Di daerah dengan iklim panas atau pada pekerjaan beton besar (mass concrete), suhu tinggi dapat menyebabkan proses hidrasi berlangsung terlalu cepat.

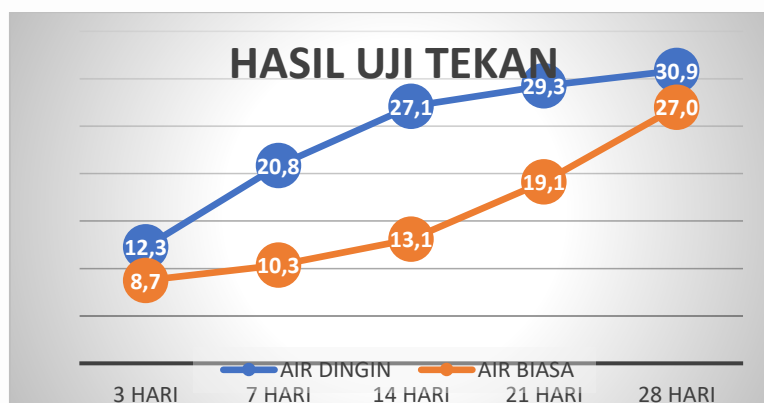
Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan beton diatas, didapatkan grafik hasil uji kuat tekan dari umur 3 hari, 7 hari, 14 hari 21 hari dan 28 hari. Dari Tabel diatas diketahui nilai kuat tekan beton umur 3 hari sebesar 8.7 Mpa, kuat tekan beton umur 7 hari sebesar 10.3 Mpa kuat tekan beton umur 14 hari sebesar 13.1 Mpa, kuat tekan beton umur 21 hari sebesar 19.1 Mpa, dan nilai kuat tekan beton umur 28 hari sebesar 27.0 Mpa.



Gambar 4. Grafik nilai kuat tekan air dingin
Sumber: Data Pribadi, 2025

Perkembangan Kuat Tekan dari Hari ke Hari: Beton mengalami peningkatan kuat tekan secara signifikan dari hari ke hari, sesuai dengan sifat alami beton yang terus mengeras (hydration) setelah pencampuran awal.

- Dari hari ke-3 ke hari ke-7:
 - Peningkatan = $10.3 - 8.7 = 1.6 \text{ MPa}$ (+18.39%)
- Dari hari ke-7 ke hari ke-14:
 - Peningkatan = $13.1 - 10.3 = 2.8 \text{ MPa}$ (+27.18%)
- Dari hari ke-14 ke hari ke-21:
 - Peningkatan = $19.1 - 13.1 = 6.0 \text{ MPa}$ (+45.80%)
- Dari hari ke-21 ke hari ke-28:
 - Peningkatan = $27.0 - 19.1 = 7.9 \text{ MPa}$ (+41.36%)





Gambar 5. Grafik Gabungan
Sumber: Data Pribadi, 2025

Gambar diatas menunjukkan :

- Pada umur awal (3–7 hari), beton dengan air suhu normal menunjukkan kuat tekan yang lebih tinggi karena hidrasi lebih cepat.
- Namun pada umur 28 hari ke atas, beton yang menggunakan air dingin justru menunjukkan kuat tekan yang lebih tinggi, karena proses hidrasi yang lebih lambat menghasilkan struktur mikro yang lebih padat dan kuat.
- Hal ini sejalan dengan prinsip bahwa hidrasi yang lambat tapi stabil menghasilkan beton dengan kekuatan jangka panjang lebih baik.

5. KESIMPULAN

Dari hasil pembahasan diatas maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

Dari hasil pengujian yang dilakukan menunjukkan bahwa beton yang dicampur dengan air bersuhu normal cenderung memiliki kuat tekan awal yang lebih tinggi berbeda dengan kuat tekan beton yang menggunakan air suhu dingin dimana menunjukkan hal sebaliknya yaitu hari ke-3 sampai ke-14, perkembangan kuat tekan agak lambat. Namun, setelah 14 hari, ada lonjakan besar pada kuat tekan, yang bisa mengindikasikan proses hidrasi menjadi lebih efektif atau adanya peningkatan suhu lingkungan/curing yang baik. Perkembangan masuk akal dan konsisten dengan karakteristik beton normal (biasanya pada hari ke-7 sudah mencapai sekitar 65-70% dari kekuatan 28 hari, tetapi di sini masih sekitar 38%, artinya beton ini kemungkinan tipe slow setting). Beton terus mengalami peningkatan kuat tekan secara signifikan hingga hari ke-28, dan mencapai nilai yang tergolong tinggi (27 MPa).

DAFTAR PUSTAKA

- Aulia, T. B. (2020). Pengaruh penggunaan air suhu ekstrim sebagai bahan pembentuk beton yang ditambahkan admixtures terhadap kuat tekan beton. *Teras Jurnal: Jurnal Teknik Sipil*, 10(2), 213-223.
- Budi, K. C., Candra, A. I., Karisma, D. A., Muslimin, S., & Sudjati, S. (2020). Pengaruh Metode Perawatan Beton Dengan Suhu Normal Terhadap Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi. *Civilla: Jurnal Teknik Sipil Universitas Islam Lamongan*, 5(2), 460-467.
- Harahap, D., & Hariyanto, B. (2013). Pengaruh Varian Suhu Air Campuran Beton Terhadap Kuat Tekan Karakteristik Beton. *Fondasi: Jurnal Teknik Sipil*, 2(2).
- Hamdi, F., Lopian, F. E. P., Tumpu, M., Mabui, D. S. S., Raidyarto, A., Sila, A. A., & Rangan, P. R. (2022). *Teknologi Beton*. Tohar Media.
- Indriyani, N., Rifqi, M. G., & Khomari, M. G. (2021). Pengaruh Variasi Temperatur Air 7 C, 17 C, dan 27 C Pada Campuran Beton Terhadap Nilai Kuat Tekan Beton Struktural. *Journal of Applied Civil Engineering and Infrastructure Technology*, 2(1), 12-18.
- Paripurna, M. T. (2019). Beton dengan campuran air es dan fly ash serta retarder. *Teknika: Jurnal Sains dan Teknologi*, 15(02).
- Riawan, D. (2021). Pengaruh Suhu Air Saat Pengecoran Terhadap Kuat Tekan Beton.
- Rochmawati, R. (2023, June). Perbandingan Hasil Uji Kuat Tekan Beton Menggunakan Compresion Testing Machine Dengan Hammer Test Menggunakan Agregat Kali Doyo. In *Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil* (Vol. 1, No. 1, pp. 131-135).



- Satria, R., & Aulia, T. B. (2022). Pengaruh Penggunaan Air Dingin Dan Air Panas Pada Campuran Beton Mutu Tinggi Menggunakan Accelerator Dan Retarder Terhadap Kuat Tekan. *Journal Of The Civil Engineering Student*, 4(3), 281-287.
- Siregar, A. P. (1998). Evaluasi Potensi Penggunaan Air Es dan Abu Terbang (Fly Ash) dalam Usaha Memperkecil Perbedaan Suhu dan Pengaruhnya terhadap Kuat Tekan Beton.
- Siregar, H. C. (2016). *Analisa Pengaruh Temperatur Air Terhadap Kuat Tekan Beton* (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).
- Mabui, D. S., Rochmawati, R., Yunianta, A., Tumpu, M., Lopian, F. E., Riswanto, S., & Fauzi, M. (2023). *Beton “Jenis dan Kegunaannya”*. TOHAR MEDIA.
- Miswar, K. (2011). Pengaruh Temperatur Air Campuran Terhadap Kuat Tekan Beton. *Portal: Jurnal Teknik Sipil*,