

Effect of Temperature Variations on Elevated Temperature Curing Method Towards Modulus of Elasticity and Compressive Strength of Normal Concrete With Additional Accelerator

(Pengaruh Variasi Suhu Pada Perawatan Elevated Temperature Terhadap Modulus Elastisitas Dan Kuat Tekan Beton Normal Dengan Penambahan Accelerator)

Cierio Yuhanata, Dwi Nurtanto^{*)}, Nanin Meyfa Utami

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember

Jln. Kalimantan 37, Jember 68121, Indonesia

ABSTRACT

Developments in modern times have grown rapidly, this can be seen from the rapid development. Along with the increasing scale of development in the world of construction, more and more concrete is needed effectively, practically, and in the future. The strength of concrete is strongly influenced by the quality of the materials, admixtures, the working process, and the curing of the concrete. Concrete with the addition of an accelerator has higher compressive strength, this is due to the accelerator reaction which can accelerate the binding process and the development of the initial compressive strength of the concrete. Concrete with direct immersion treatment has large compressive strength. There are several methods of treating concrete, including watering and high temperature. This study used a fixed accelerator proportion of 3 % of the weight of cement with a test time of 7 and 28 days. The treatment method used is open space, immersion, high temperature at temperatures of 25 °C, 30 °C, 35 °C, 40 °C and 45 °C. From the results of the research, there are differences in characteristics between normal concrete and concrete with the addition of an accelerator. Concrete with a high-temperature treatment method at a temperature of 45 °C produces the highest strong pressure. This is caused by the higher the treatment temperature, the higher the rate of hydration process that affects the compressive strength of the concrete.

Perkembangan pembangunan di jaman modern saat ini telah berkembang dengan cepat, hal ini terlihat dari pembangunan secara pesat. Bersama dengan peningkatan skala perkembangan dunia konstruksi memperlihatkan semakin banyak beton yang dibutuhkan secara efektif, praktis, dan di masa mendatang. Kekuatan beton sangat terpengaruh oleh kualitas bahan penyusunnya, bahan tambah (*admixture*), proses pengerjaan, dan perawatan beton (*curing*). Beton dengan penambahan *Accelerator* memiliki kuat tekan yang lebih tinggi, hal ini dikarenakan oleh reaksi *accelerator* yang dapat mempercepat proses pengikatan dan pengembangan kuat tekan awal beton. Beton dengan perawatan perendaman secara langsung memiliki kuat tekan yang besar. Terdapat beberapa metode dalam perawatan beton, diantaranya adalah penyiraman dengan air (*watering*) dan *elevated temperature*. Penelitian ini menggunakan proporsi *Accelerator* tetap sebesar 3 % dari berat semen dengan waktu pengujian pada umur 7 dan 28 hari. Metode perawatan yang digunakan adalah dibiarkan pada ruang terbuka, perendaman, *elevated temperatures* pada suhu pada suhu 25 °C, 30 °C, 35 °C, 40 °C dan 45 °C. Dari hasil penelitian diperoleh perbedaan karakteristik antara beton normal dan beton dengan penambahan *accelerator*. Beton dengan metode perawatan *elevated temperatures* pada suhu 45 °C menghasilkan kuat tekan tertinggi. Hal tersebut disebabkan oleh semakin tinggi suhu perawatan, maka semakin tinggi pula laju proses hidrasi yang mempengaruhi kuat tekan beton.

Keywords: Concrete, Accelerator, Curing, Elevated Temperatures.

^{*)}Corresponding author:

Dwi Nurtanto

E-mail: dwinurtanto.teknik@unej.ac.id

PENDAHULUAN

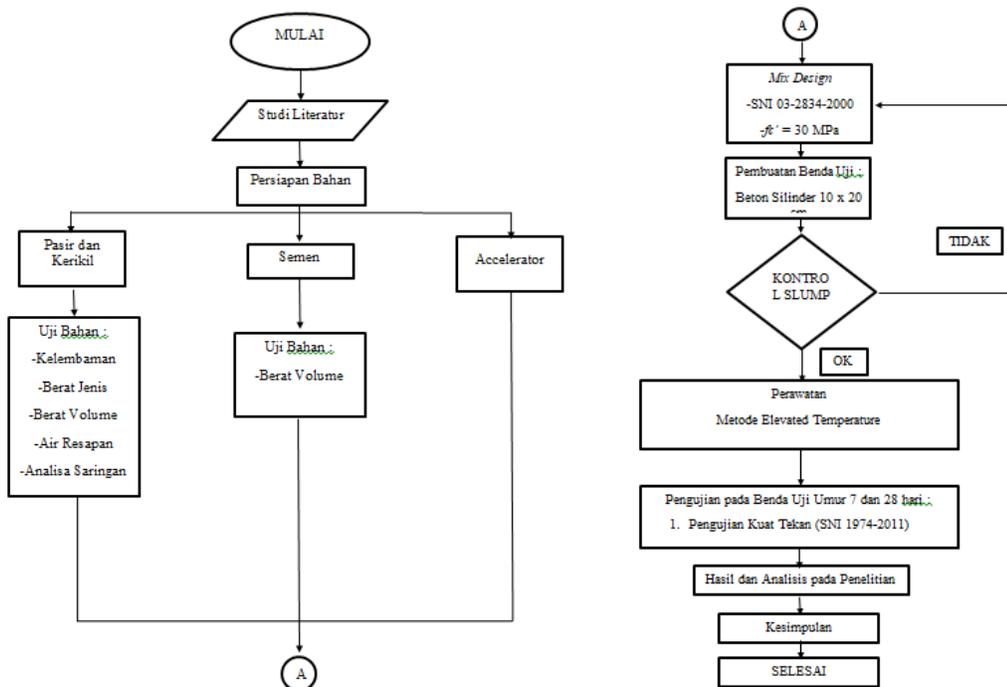
Perkembangan pembangunan di jaman modern saat ini telah berkembang dengan cepat, hal ini terlihat dari pembangunan secara pesat. Bersama dengan peningkatan skala perkembangan dunia konstruksi memperlihatkan semakin banyak beton yang dibutuhkan secara efektif, praktis, dan di masa mendatang. Kekuatan beton sangat terpengaruh oleh kualitas bahan penyusunnya, bahan tambah (*admixture*), proses pengerjaan, dan perawatan beton (*curing*) [1][2][3][4]. Beton dengan penambahan *Accelerator* memiliki kuat tekan yang lebih tinggi, hal ini dikarenakan oleh reaksi *accelerator* yang dapat mempercepat proses pengikatan dan pengembangan kuat tekan awal beton [5][6][7]. Beton dengan perawatan perendaman secara langsung memiliki kuat tekan yang besar. Terdapat beberapa metode dalam perawatan beton, diantaranya adalah penyiraman dengan air (*watering*) dan *elevated temperature*[8]. Penelitian ini menggunakan proporsi *Accelerator* tetap sebesar 3 % dari berat semen dengan waktu pengujian pada umur 7 dan 28 hari. Metode perawatan yang digunakan adalah dibiarkan pada ruang terbuka, perendaman, *elevated temperatures* pada suhu pada

suhu 25 °C, 30 °C, 35 °C, 40 °C dan 45 °C. Dari hasil penelitian diperoleh perbedaan karakteristik antara beton normal dan beton dengan penambahan *accelerator*. Maka dari itu, diadakan sebuah studi yang bertujuan memperoleh informasi tentang bagaimana perubahan kuat tekan beton dan modulus elastisitas yang menggunakan *Accelerator* dengan metode perawatan (*curing*) *elevated temperatures*. Penelitian ini juga bertujuan untuk mengetahui pengaruh suhu terhadap kuat tekan beton dengan tambahan *admixtures*, dimana temperatur merupakan salah satu faktor untuk mempercepat pengeringan pada beton sehingga diharapkan dengan adanya metode perawatan *elevated temperatures*, maka beton, khususnya beton cetak/pracetak dapat dipersingkat proses hidrasinya, dan dapat segera digunakan.

METODE PENELITIAN

Diagram Alir

Pada penelitian ini menggunakan tiga variabel, terdiri dari variabel bebas, variabel terikat, dan variabel terkontrol. Metodologi penelitian pada tugas akhir diuraikan dalam diagram alir, dilihat pada Gambar 1 berikut:



Gambar 1. Diagram alir

Variabel Bebas Variabel bebas yang dipakai ialah *Accelerator* yang menjadi bahan tambah untuk memperkuat beton dan proses *curing*. *Accelerator* merupakan admixture tipe C dengan kandungan klorida. Jenis *Accelerator* yang digunakan merupakan *accelerator* Sikacim.

Variabel Terikat Variabel terikat yang dipakai ialah kuat tekan pada beton dan hasil modulus elastisitas

Variabel Terkendali Variabel terkontrol yang dipakai ini tipe semen, kuat tekan rencana 30 MPa,

faktor air semen, umur benda uji dan bekisting.

Perencanaan *Mix Design* pada penelitian ini menggunakan acuan SNI 03-2384-2000, dan memiliki kuat tekan rencana f_c' 30 MPa. Penelitian ini dilakukan dengan memproporsikan beberapa campuran beton normal menggunakan bahan tambah *Accelerator* dengan perbedaan metode perawatan. Pada penelitian ini terdapat rancangan penelitian yang akan dilakukan.

Tabel 1. Benda uji yang dibuat

No	Kode sampel (ACC 0%)	Temperatur	7 hari	28 hari
1	N0	Suhu ruang terbuka	3	3
2	N1	Suhu ruang dengan perendaman	3	3
Total Benda Uji			6	6
No	Kode sampel (ACC 3%)	Temperatur	7 hari	28 hari
1	A0	Suhu ruang terbuka	3	3
2	A1	Suhu ruang dengan perendaman	3	3
3	ET1	30 °C	3	3
4	ET2	35 °C	3	3
5	ET3	40 °C	3	3
6	ET4	45 °C	3	3
Total benda uji			18	18

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian material

Pengujian material dilakukan pada agregat kasar, agregat halus dan semen. Dimana pengujian pada

agregat kasar dan agregat halus meliputi uji berat jenis, berat volume, kadar resapan, kelembapan, analisis saringan, kadar lumpur. Dari hasil pengujian material agregat halus diperoleh bahwa agregat halus tergolong pada zona 2, dengan agregat kasar sebesar 10 mm dan semen yang memenuhi persyaratan.

Tabel 2. Pengujian material

Jenis pengujian	Pengujian agregat halus	Pengujian agregat kasar	Pengujian <i>fly ash</i>
Berat jenis	2,78	2,73	-
Berat volume	1450,38 kg/m ³	1339,71 kg/m ³	1234,5 kg/m ³
Kadar resapan	2,60 %	1,90 %	
Kelembapan	2,31 %	0,11 %	
Analisis saringan	Zona 2	Maksimal 10 mm	
Kadar lumpur	4,09 %	0,66 %	

Sumber : Pengolahan data, 2021

Hasil Pengujian *Slump*

Menurut hasil pengujian *slump* pada Tabel 4, diketahui bahwa beton dengan substitusi *accelerator* pada air akan mengalami penundaan penurunan *slump*. Hal ini diakibatkan oleh kemampuan *filling-ability* beton dengan penambahan *accelerator* lebih kecil diakibatkan oleh reaksi *accelerator* yang mampu

mempercepat proses hidrasi pada beton. Dapat disimpulkan bahwa pada proses pengerjaan, beton dengan penambahan *accelerator* akan lebih mudah pengerjaannya apabila dilakukan penambahan air untuk peningkatan *workability* pada beton tersebut. Semakin tinggi kandungan *accelerator* maka kemampuan *filling-ability* pada beton mengalami

penundaan dikarenakan setting time dan reaksi hidrasi beton makin cepat.

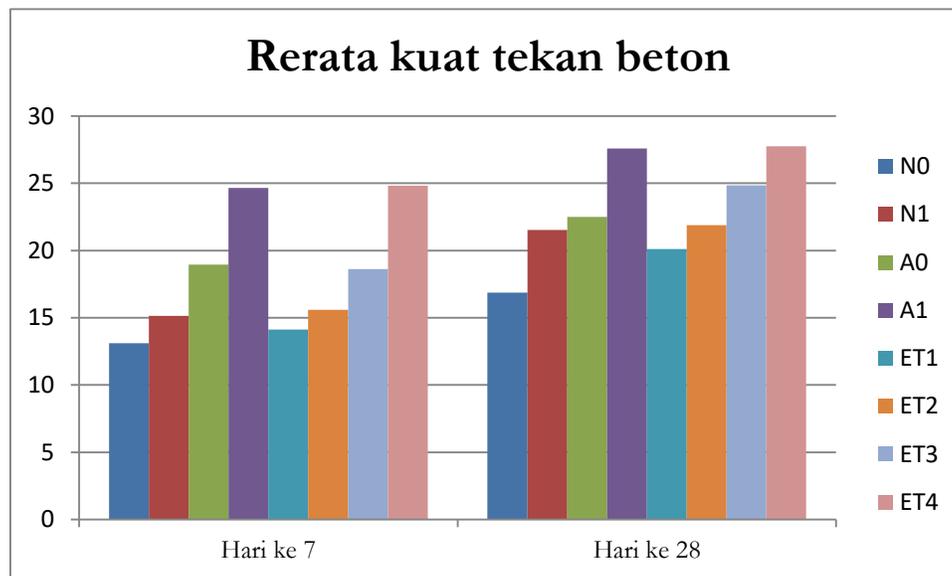
Tabel 4. Hasil uji slump

Kode	Nilai Slump (cm)
N0	11
N1	10
A0	8
A1	8
ET1	9
ET2	8
ET3	8
ET4	8

Sumber: Pengolahan Data, 2021

Hasil Pengujian Kuat Tekan

Dari perolehan data, dapat diketahui bahwa adanya penambahan *accelerator* dan perbedaan suhu akibat perawatan *elevated temperatures* berpengaruh pada perkembangan kuat tekan dari tiap umur beton. Pada gambar 1., pada umur 7 hari, terlihat perbedaan signifikan antara beton normal tanpa penambahan *accelerator* dan dengan substitusi *accelerator*, dimana hal tersebut dapat dilihat dari perbedaan kuat tekan antara beton tersebut baik dengan perawatan maupun tanpa perawatan. Beton dengan penambahan *accelerator* memiliki kuat tekan dengan hasil lebih tinggi, dimana hal ini dikarenakan oleh reaksi *accelerator* yang dapat mempersingkat proses pengikatan dan peningkatan kuat tekan awal beton [9][10].



Gambar 2. Data hasil rerata kuat tekan beton umur 7 dan 28 hari

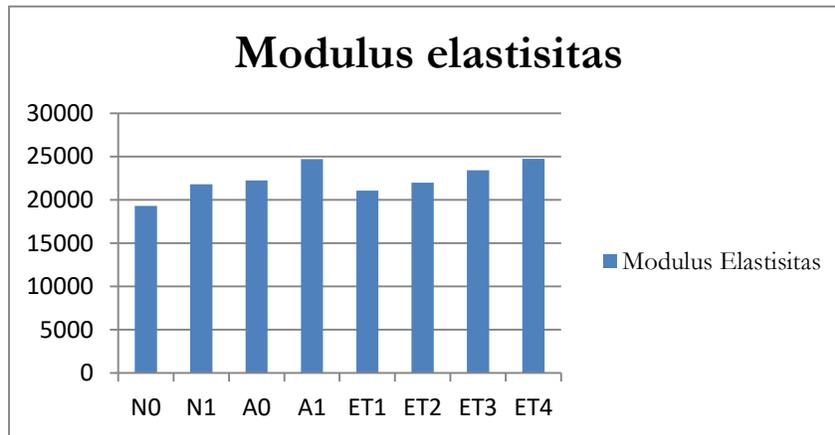
Diketahui berdasarkan hasil uji kuat tekan, perbedaan suhu cukup mempengaruhi kuat tekan pada beton [11][12][13][14]. Hasil tersebut terlihat dari Gambar 2, dimana kuat tekan tertinggi terjadi pada beton dengan perawatan pada suhu 45 °C. Hal tersebut disebabkan oleh semakin tinggi suhu perawatan, maka semakin tinggi pula laju proses hidrasi yang mempengaruhi kuat tekan beton. Beton dengan perawatan perendaman secara langsung juga memiliki kuat tekan yang besar, hal ini diakibatkan oleh kondisi suhu beton yang tetap terjaga sehingga proses hidrasi dapat tetap berjalan secara konstan. Beton tanpa perawatan atau dibiarkan pada suhu ruangan memiliki kuat tekan beton yang paling rendah [15]. Beton yang

dibiarkan tanpa perawatan akan mengalami penguapan sehingga terjadi susut pada beton. Penyusutan bagian luar pada beton mengakibatkan retak pada beton sehingga menurunkan kualitas pada beton.

Hasil Pengujian Modulus Elastisitas

Berdasarkan hasil dari Gambar 3 diketahui hasil modulus elastisitas yang dihitung dengan rumus dari SNI 03-2847-2019 sehingga kuat tekan pada beton berpengaruh pada besar modulus elastisitas. Dari tabel tersebut dapat disimpulkan semakin tinggi suhu, maka hasil modulus elastisitas yang dihasilkan semakin tinggi. Hal ini disebabkan oleh tegangan yang diterima

beton cukup rendah namun regangan yang diterima cukup tinggi dan berbanding lurus dengan hasil kuat tekan pada beton.



Gambar 3. Modulus elastisitas

(Sumber : Pengolahan data, 2021)

Tabel 5. Hasil kuat tekan beton umur 7 hari

No.	Kode	Berat (kg)	Dial (kN)	Kuat tekan (MPa)	Rata-rata
1	N0 (1)	3,75	106,26	13,53	13,10
	N0 (2)	3,65	101,12	12,88	
	N0 (3)	3,70	101,13	12,88	
2	N1 (1)	3,89	137,37	17,49	18,61
	N1 (2)	4,18	136,76	17,42	
	N1 (3)	3,80	164,30	20,92	
3	A0 (1)	3,67	156,22	19,90	18,94
	A0 (2)	3,68	142,25	18,12	
	A0 (3)	3,44	147,79	18,82	
4	A1 (1)	3,70	183,48	23,37	24,65
	A1 (2)	3,65	183,29	23,34	
	A1 (3)	3,85	213,79	27,23	
5	ET1 (1)	3,95	116,32	14,81	15,40
	ET1 (2)	3,75	113,89	14,50	
	ET1 (3)	4,15	132,49	16,87	
6	ET2 (1)	4,00	124,83	15,90	15,58
	ET2 (2)	3,75	122,82	15,64	
	ET2 (3)	4,00	119,48	15,22	
7	ET3 (1)	3,75	137,37	17,49	18,61
	ET3 (2)	4,00	136,76	17,42	
	ET3 (3)	4,25	164,3	20,92	
8	ET4 (1)	4,25	200	25,47	24,81
	ET4 (2)	3,86	216,95	27,63	
	ET4 (3)	3,92	167,41	21,32	

Tabel 6. Hasil kuat tekan beton umur 28 hari

No.	Kode	Berat (kg)	Dial (kN)	Kuat tekan (MPa)	Rata-tata
1	N0 (1)	3,65	133,49	17	16,87
	N0 (2)	3,75	139,48	17,76	
	N0 (3)	4,10	124,33	15,83	
2	N1 (1)	3,89	158,13	20,14	21,52
	N1 (2)	4,18	188,81	24,05	
	N1 (3)	3,80	182,51	20,37	
3	A0 (1)	3,85	145,32	18,51	22,50
	A0 (2)	3,91	182,51	23,24	
	A0 (3)	4,18	202,08	25,74	
4	A1 (1)	3,70	226,54	28,85	27,60
	A1 (2)	3,65	207,29	26,40	
	A1 (3)	3,85	216,2	27,54	
5	ET1 (1)	4,00	145,19	18,49	20,10
	ET1 (2)	3,87	177,01	22,54	
	ET1 (3)	3,76	151,39	19,28	
6	ET2 (1)	3,91	164,54	20,96	21,88
	ET2 (2)	3,97	175,13	22,30	
	ET2 (3)	4,16	175,68	22,37	
7	ET3 (1)	4,02	198,17	25,24	24,85
	ET3 (2)	4,05	202,44	25,78	
	ET3 (3)	4,26	184,71	23,52	
8	ET4 (1)	4,13	205,81	26,21	27,76
	ET4 (2)	4,06	232,81	29,65	
	ET4 (3)	4,18	215,24	27,41	

KESIMPULAN

Beton dengan penambahan *Accelerator* memiliki kuat tekan yang lebih tinggi, hal ini dikarenakan oleh reaksi *accelerator* yang dapat mempercepat proses pengikatan dan pengembangan kuat tekan awal beton. Hal ini dapat terlihat dari rerata kuat tekan beton dari N1 yang merupakan beton tanpa *Accelerator* dan A1 dengan penambahan *Accelerator* dengan metode perawatan perendaman. Pada umur 7 hari, N1 memiliki rerata kuat tekan sebesar 18,61 MPa, sementara kuat tekan A1 sebesar 24,65 MPa. Sementara pada umur 28 hari, beton N1 memiliki rerata kuat tekan sebesar 21,52 MPa, sementara kuat tekan A1 sebesar 27,60 MPa.

Beton dengan penambahan *Accelerator* memiliki persen kenaikan kuat tekan yang rendah. Hal ini dikarenakan *Accelerator* berfungsi untuk meningkatkan

kuat tekan awal pada beton. Dari data yang diperoleh terlihat pada beton dengan metode perendaman tanpa *Accelerator* (N1) memiliki persen kenaikan sebesar 42,02 %, dan pada beton dengan metode perendaman *Accelerator* (A1) memiliki persen kenaikan sebesar 11,96 %.

Beton dengan penambahan *Accelerator* memiliki nilai slump yang lebih kecil. Berdasarkan hasil yang diperoleh beton tanpa *Accelerator* yaitu N0 dan N1 memiliki nilai *slump* yang lebih besar daripada beton dengan penambahan *Accelerator*. Hal ini diakibatkan oleh semakin tinggi kandungan *Accelerator* maka kemampuan *filling-ability* pada beton mengalami penundaan dikarenakan *setting time* dan reaksi hidrasi beton makin cepat. [6]

Beton dengan metode perawatan *elevated temperatures* pada suhu 45 °C menghasilkan kuat tekan tertinggi yaitu sebesar 24,81 MPa pada umur 7 hari dan

sebesar 27,76 MPa pada umur 28 hari. Hal tersebut disebabkan oleh semakin tinggi suhu perawatan, maka semakin tinggi pula laju proses hidrasi yang mempengaruhi kuat tekan beton.

Beton dengan perawatan perendaman secara langsung memiliki kuat tekan yang besar. Berdasarkan hasil yang diperoleh yaitu pada beton N1 memiliki kuat tekan lebih tinggi daripada N0 dengan rerata kuat tekan sebesar 18,61 MPa pada umur 7 hari, dan sebesar 21,52 MPa pada umur 28 hari. Sementara N0 memiliki kuat tekan sebesar 13,1 MPa dan 16,87 MPa secara berturut-turut pada umur 7 dan 28 hari. Perbedaan metode perawatan ini juga berpengaruh pada beton dengan penambahan *Accelerator*. Hal ini diakibatkan oleh kondisi suhu beton yang tetap terjaga secara langsung sehingga proses hidrasi dapat tetap berjalan secara konstan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. Araldi, C. Eduardo, T. Balestra, and G. Savaris, "Influence of multiple methods and curing temperatures on the concrete compressive strength," *J. Eng. Proj. Prod. Manag.*, vol. 9, no. 2, pp. 66-73, 2019.
- [2] S. Kurniawan, "Analisa perawatan beton cetak menggunakan uap," *Tapak*, vol. 5, no. 166, pp. 98-107, 2016.
- [3] A. Ginting, "Pengaruh rasio agregat semen dan faktor air semen terhadap kuat tekan," *Teknik*, vol. 5, no. 1, pp. 1-8, 2015.
- [4] A. Noushini and A. Castel, "The effect of heat-curing on transport properties of low-calcium fly ash-based geopolymer concrete" *Constr. Build. Mater.*, vol. 112, pp. 464-477, 2016.
- [5] N. Angiaya, S. E. W. E.J. Kumaat, and H. Tanudjaja, "Perbandingan kuat tekan antara beton dengan perawatan pada elevated temperature & perawatan," *J. Sipil Statik*, vol. 1, no. 3, pp. 153-158, 2013.
- [6] Y. Fadillah, Wibowo, and Sunarmasto, "Kajian pengaruh variasi penambahan bahan accelerator terhadap parameter beton memadat mandiri dan kuat tekan beton mutu tinggi," *e-journal MATRIKS Tek. SIPIL*, pp. 1435-1441, 2017.
- [7] Krisnamurti, "Pengaruh prosentase penambahan accelerator terhadap kuat tekan beton normal," *J. REKAYASA*, vol. 5, no. 1, 2008.
- [8] M. Tumpu, Irianto, and H. Parung, "The effect of curing methods on compressive strength of concrete," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 921, no. 1, pp. 14-20, 2021.
- [9] H. Choi et al., "Physicochemical study on the strength development characteristics of cold weather concrete using a nitrite-nitrate based accelerator," *Materials (Basel)*, vol. 12, no. 7, pp. 1-14, 2019.
- [10] K. K. Yun, C. Seunghak, H. Taeho, M. S. Hossain, and S. Han, "Comparison of long-term strength development of steel fiber shotcrete with cast concrete based on accelerator type," *Materials (Basel)*, vol. 13, no. 24, pp. 1-17, 2020.
- [11] J.-K. Kim, Y.-H. Moon, and S.-H. Eo, "Compressive strength development of concrete with different curing time and temperature" *Cem. Concr. Res.*, vol. 28, no. 12, pp. 1761-1773, 1998.
- [12] Y. D. Hartono, N. H. Aswad, B. Mursidi, and D. P. Nurbaity, "Analisis pengaruh temperatur tinggi terhadap kuat tekan beton yang menggunakan terak nikel sebagai agregat kasar," *Radial*, vol. 9, no. 2, pp. 210-220, 2021.
- [13] L. Rumiyantri, Y. Sari, and M. Amin, "Pengaruh temperatur terhadap karakterisasi klinker semen dengan substitusi 20% batu basalt terhadap massa batu kapur dan 20% batubara terhadap massa total sebagai reduktor," *J. Teor. dan Apl. Fis.*, vol. 07, no. 01, pp. 29-34, 2019.
- [14] T. B. Aulia et al., "Pengaruh penggunaan air suhu ekstrim sebagai bahan pembentuk beton yang ditambahkan admixtures terhadap kuat tekan beton" *Teras J.*, vol. 10, no. 2, pp. 213-223, 2020.
- [15] B. P. Seputro, S. Pengajar, and P. Negeri, "Pengaruh perawatan beton yang berbeda-beda terhadap kekuatan beton," *J. J-Innovation*, vol. 7, no. 2, 2018.