



## PENGARUH SUHU DAN KELEMBAPAN TERHADAP NILAI SETTING TIME PADA SEMEN PCC (*PORTLAND COMPOSITE CEMENT*) DAN OPC (*ORDINARY PORTLAND CEMENT*)

Azra Nazirah Nafiah<sup>\*1</sup>, Leni Legasari<sup>2</sup>, Novadri Anaser<sup>3</sup>, Safaruddin<sup>4</sup>

<sup>1,2</sup> Universitas Islam Negeri Raden Fatah Palembang, Indonesia

<sup>3,4</sup> PT. Semen Baturaja, Indonesia

Corresponding Author: [azranafiah14@gmail.com](mailto:azranafiah14@gmail.com)

<p><b>Info Article</b></p> <p>Received : 04 Desember 2024</p> <p>Revised : 04 Januari 2025</p> <p>Accepted : 03 Februari 2025</p> <p>Publication : 28 Februari 2025</p> <p><b>Keywords:</b> Temperature, Humidity, Setting Time, OPC Cement, PCC Cement, Initial Setting Time, Final Setting Time</p> <p><b>Kata Kunci :</b> Suhu, Kelembapan, Waktu Ikat, Semen OPC, Semen PCC, Waktu Ikat Awal, Waktu Ikat Akhir</p> <p><i>Licensed Under a Creative Commons Attribution 4.0 International License</i></p>	<p><b>Abstract:</b> <i>Temperature and humidity are important factors in the drying and hardening process of semen. The temperature in the hardening process ranges from 10°C to 35°C with a relative humidity of 40% to 60%. This research aims to analyze the effect of temperature and humidity on the initial and final setting time values of OPC and PCC cement in five different environmental conditions. The research results show that the higher the humidity level, the longer it takes for cement to harden, both for PCC and OPC. Conversely, the lower the humidity, the faster the setting time occurs. In increasing the initial setting time, PCC cement showed an increase of 38.5%, while OPC cement was 37.5%. For the final setting time, cement OPC experienced a more significant increase of 41.65%, compared to PCC which was only 25%. This shows that OPC cement has a faster final setting time and is relatively less influenced by temperature and humidity than PCC. This study concluded that temperature and humidity significantly influence the setting time of cement, with different effects varying between OPC and PCC cements.</i></p> <p><b>Abstrak:</b> Suhu dan kelembapan adalah faktor penting dalam proses pengeringan dan pengerasan semen. Suhu dalam proses pengerasan berkisar antara 10°C hingga 35°C dengan kelembapan relatif 40% hingga 60%. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh suhu dan kelembapan terhadap nilai setting time awal dan akhir pada semen OPC dan PCC di lima kondisi lingkungan yang berbeda. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi tingkat kelembapan, semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk pengerasan semen, baik untuk PCC maupun OPC. Sebaliknya, semakin rendah kelembapan, semakin cepat waktu pengerasan terjadi. Pada peningkatan waktu setting time awal, semen PCC menunjukkan kenaikan sebesar 38,5%, sedangkan semen OPC sebesar 37,5%. Untuk waktu setting time akhir, semen OPC mengalami peningkatan yang lebih signifikan sebesar 41,65%, dibandingkan PCC yang hanya 25%. Hal ini menunjukkan bahwa semen OPC memiliki waktu ikat akhir yang lebih cepat dan relatif kurang dipengaruhi oleh suhu dan kelembapan dibandingkan PCC. Penelitian ini menyimpulkan bahwa suhu dan kelembapan secara signifikan mempengaruhi waktu ikat semen, dengan variasi efek yang berbeda antara semen OPC dan PCC.</p>
--	---

## INTRODUCTION

Industri semen Indonesia adalah salah satu sektor yang terus berkembang di Indonesia dengan kualitas produk dan pemasaran terus meningkat. Dunia industri semakin berkembang karena kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi, sehingga menyebabkan banyak persaingan yang semakin tinggi (Triwiyana & Supriono, 2021). Hal ini menghasilkan banyak pilihan bagi konsumen untuk lebih selektif dalam memilih produk yang berkualitas tinggi. Sehingga para produsen akan berusaha untuk membuat produk baru yang lebih bagus dan inovatif agar pelanggan terus menggunakan produk tersebut (Halin, 2018).

Indonesia membutuhkan pembangunan infrastruktur yang tinggi karena jumlah populasinya lebih dari 250 juta orang dengan luas wilayah mencapai lebih dari 1 juta kilometer persegi. Infrastruktur yang dibangun meliputi pelabuhan, jalan, jembatan, bendungan, rumah, sekolah, dan gedung perkantoran. Banyaknya pembangunan tersebut, memerlukan banyaknya semen sebagai komoditi yang penting dalam proses pembangunan, sehingga Indonesia merupakan pasar potensial untuk mengembangkan proyek infrastruktur yang berasal dari semen. Hal ini yang membuat Indonesia menjadi pasar yang potensial dan menjanjikan, karena hampir 60% kebutuhan dasar proyek infrastruktur berasal dari semen (Marsden, 2014).

Semen merupakan perekat hidrolik yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang terdiri dari bahan utama kalsium silikat dan bahan tambahan gypsum. Komponen senyawa – senyawa semen dapat bereaksi dengan air membentuk zat baru yang bersifat perekat pada batuan. Semen juga berasal dari bahan yang mempunyai sifat *adhesive* dan *cohesive* sebagai pengikat antara (*bonding material*) dan dipakai bersama-sama dengan batu kerikil dan pasir (Sujipto, 2020). Jenis semen yang beredar di masyarakat adalah jenis semen Portland. Jenis semen ini memiliki daya pengikatan yang cepat sehingga memiliki kuat tekan yang cukup besar dalam waktu yang relatif singkat (Hargono, Jaeni, & Budi, 2022). Semen Portland dapat dibuat dengan menggiling terak atau klinker yang mengandung senyawa kalsium silikat bersama dengan bahan tambahan gypsum untuk mengontrol reaksi awal. Semen ini juga memiliki ciri khusus yaitu dapat mengeras apabila bersentuhan dengan air dan berubah menjadi benda padat yang tidak terlarut dalam air. Hal inilah yang disebut sebagai perekat hidrolis. Semen Portland terdiri dari 2 jenis yaitu jenis semen PCC (*Portland Composite Cement*) dan semen OPC (*ordinary Portland cement*) sebagai produk dari semen Portland (Wijaya, Olivia, & Saputra, 2019).

Semen PCC merupakan campuran dari semen Portland biasa yang ditambah dengan terak, abu terbang, atau bahan *pozzolan* lainnya. Bahan tambahan inilah yang memberikan sifat berbeda pada semen OPC, misalnya menjadi tidak mudah retak, ramah lingkungan, ataupun cepat kering. Sementara Semen OPC merupakan semen Portland Tipe I yang merupakan campuran dari batu kapur dan komponen tambahan seperti tanah liat, kapur, dan gipsum. Semen OPC juga merupakan semen yang paling banyak dipakai oleh dunia karena dapat memberikan kekuatan dan daya tahan yang baik. Dan kerap digunakan untuk membuat beton. Sedangkan semen PCC merupakan turunan dari semen OPC dengan karakteristik yang sedikit lebih berbeda. Namun saat ini para pekerja konstruksi kesulitan dalam mengefesiensikan waktu. Dengan mengetahui waktu ikat pada semen OPC dan PCC, para pekerja konstruksi dapat merencanakan jadwal pekerjaan dengan lebih efektif, dan juga memastikan kekuatan struktural yang memadai, dan mengoptimalkan penggunaan sumber daya dalam proyek konstruksi (Arianto, Kurniawandy, & Ermiyati, 2021).

Suhu dan kelembaban merupakan proses yang penting dalam pengeringan dan pengerasan pada semen suhu yang terlalu rendah dapat memperlambat proses pengerasan, sementara pada suhu yang terlalu tinggi dapat menyebabkan retak atau deformasi. Kelembaban tinggi juga dapat dapat mempengaruhi kualitas pengerasan semen. Suhu yang digunakan dalam proses pengrasan biasanya  $10^{\circ}\text{C}$  hingga  $35^{\circ}\text{C}$ . Pada kelembaban relatif 40% hingga 60% (Shoukry, William, Riad, & Downie, 2020). Waktu ikat semen adalah waktu yang diperlukan semen untuk mengeras, terhitung saat semen mulai bereaksi dengan air sehingga menjadi pasta. Waktu ikat semen mengacu pada periode waktu yang diperlukan untuk pasta semen yang diaduk dengan air menjadi cukup kaku untuk dapat membentuk struktur dan mengikat bahan-bahan konstruksi (Trimurtiningrum, Sutriyono, Arrowrichta, Watu, & Misrawi, 2020). Waktu ikat dapat dibedakan menjadi 2 yaitu waktu ikat awal (initial setting time) dan waktu ikat akhir (final setting time). Waktu ikat awal merupakan waktu pencampuran semen dengan air menjadi pasta semen hingga mulai hilang sebagian sifat keplastisannya, biasanya ditandai dengan adanya penurunan penetrasi jarum vicat sedalam 25 mm. Sedangkan waktu ikat akhir adalah waktu antara terbentuknya pasta semen hingga pasta semen mengeras, penetrasi jarum vicat tidak terlihat secara visual atau bacaan jarum masih menunjukkan tetap di angka 50 mm (Firdaus & Yuda, 2022).

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka penulis mengangkat judul “Pengaruh Suhu Dan Kelembaban Terhadap Nilai Setting Time Pada Semen PCC (*Portland*

*composite cement*) Dan Semen OPC (*ordinary Portland cement*)". Pengaruh suhu dan kelembapan ini dibagi dalam 5 tempat yang berbeda-beda. Untuk mengetahui hasil dan pengaruh nilai semen pada semen OPC dan PCC.

## **METHOD**

### **Alat**

Adapun alat yang digunakan yaitu neraca analitik, gelas ukur 250 ml dan 10 ml, alat vicat, pisau pengiris, mesin pengaduk, wadah pengaduk, batang pengaduk, spatula pengaduk, sarung tangan karet, pencatat waktu, plat kaca plastik, cincin konik, termometer dan hygrometer ruangan digital.

### **Bahan**

Adapun bahan yaitu air pencampur atau aquadest. Semen OPC dan Semen PCC, oli atau pelumas.

### **Cara Kerja**

Ditimbang semen 650 gram dan aquadest 150 ml kemudian dicampurkan di dalam mix hingga semen kalis, setelah itu diletakkan di cetakan cincin dan ratakan hingga membentuk pasta semen yang mengental, kemudian campuran pasta semen dilakukan penetrasi selama 30 detik pada jarum vicat hingga mencapai 10 mm dan diletakkan di 5 ruangan yang berbeda (ruangan lembab AC hidup, Ruangan lembab tidak pakai AC, Laboratorium Fisika, ruangan timbang, ruangan panas) untuk dilakukan pengujian setting awal, setting awal ini harus mencapai kedalaman 25 mm dan dilakukan setting akhir juga hingga jarum vicat tidak lagi menunjukkan perubahan atau 0 mm.

## **RESULT AND DISCUSSION**

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui waktu pengikatan semen. Sebelum pelaksanaan pengujian waktu ikat dilakukan, perlu kita lakukan pengujian konsistensi normal semen. Pengujian konsistensi normal ini dilakukan untuk mencari jumlah/persentase air yang diperlukan untuk pengujian waktu ikat. Jumlah/persentase tersebut didapat dengan cara coba-coba sehingga jarum penetrasi mencapai angka  $10 \pm 1$  mm. Dari hasil penelitian didapat nilai konsistensi normal semen tipe OPC yaitu 157 ml dan 155 ml untuk semen PCC. Dari nilai konsistensi normal tersebut dilanjutkan pengujian waktu ikat sehingga dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

**Tabel 4.1 Suhu Dan Kelembapan**

No.	Ruangan	Suhu (C)	Kelembapan (%)
1.	Ruang panas (R.P)	34 <sup>0</sup> C	44%
2.	Ruang timbang (R.T)	26 <sup>0</sup> C	46%
3.	Ruang lab fisika (R.LF)	23 <sup>0</sup> C	62%
4.	Ruang lembab AC hidup (R.LAH)	23 <sup>0</sup> C	95%
5.	Ruang lembab tidak pakai AC (R.LTPA)	28 <sup>0</sup> C	100%

Sumber : PT Semen Baturaja 2025

Setiap ruangan memiliki suhu dan kelembapan yang tidak sama, penelitian ini dilakukan dengan mencoba setting time awal dan setting time akhir di 5 kondisi ruangan yang memiliki suhu dan kelembapan yang berbeda beda. Ruangan ini diukur melalui termometer dan higrometer digital yang terdapat pada laboratorium, seperti yang terlihat pada tabel 4.1 diatas.

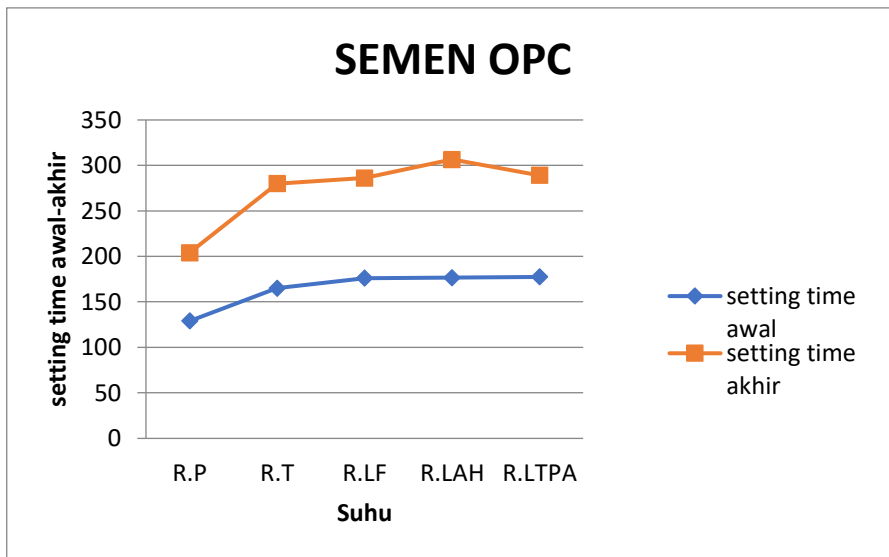
**Tabel 4.2 Rata – Rata Waktu Ikut Awal Dan Waktu Ikut Akhir**

No	Ruangan	Semen OPC		Semen PCC	
		Setting awal (menit)	Setting akhir (menit)	Setting awal (menit)	Setting akhir (menit)
1	Ruang panas	129	204	100	201
2	Ruang timbang	165	280	120,5	238
3	Ruang lab fisika	176	286	129,5	244,5
4	Ruang lembab AC hidup	176,5	306,5	142,5	252,5
5	Ruang lembab tidak pakai AC	177,5	289	138,5	195

Sumber : PT Semen Baturaja 2025

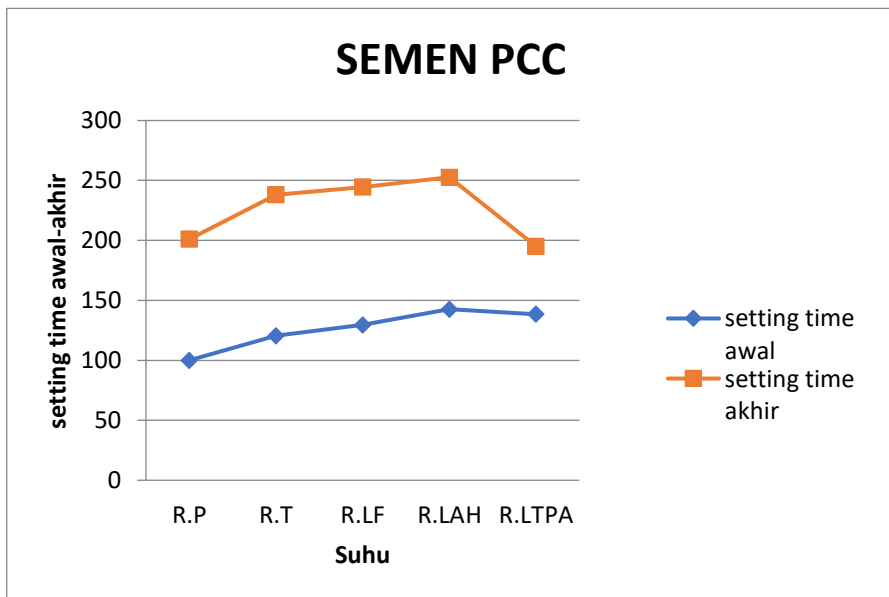
Tabel 4.2 merupakan hasil rata-rata yang dikalkulasikan dari 2 kali pengulangan pada masing-masing ruangan untuk membuktikan bahwa setting time awal dan akhir sangat berpengaruh terhadap suhu dan kelembapan pada ruangan yang ada, karena hasil yang didapatkan menunjukkan angka yang signifikan pada ruang panas ke ruang yang lebih lembab. Hasil ini diperoleh agar dapat mengkonversi data ini ke dalam grafik garis agar mudah di pahami.

Gambar 4.1 Suhu Semen OPC



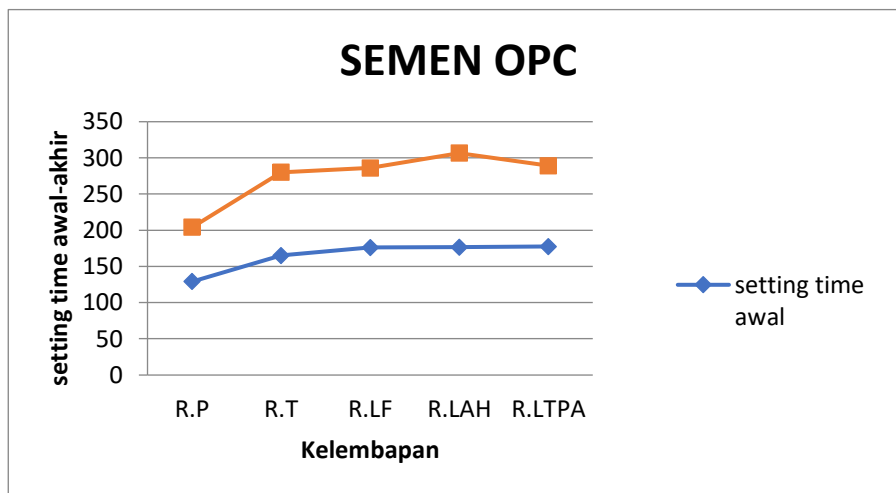
Sumber : PT Semen Baturaja 2025

Gambar 2.2 Suhu Semen PCC



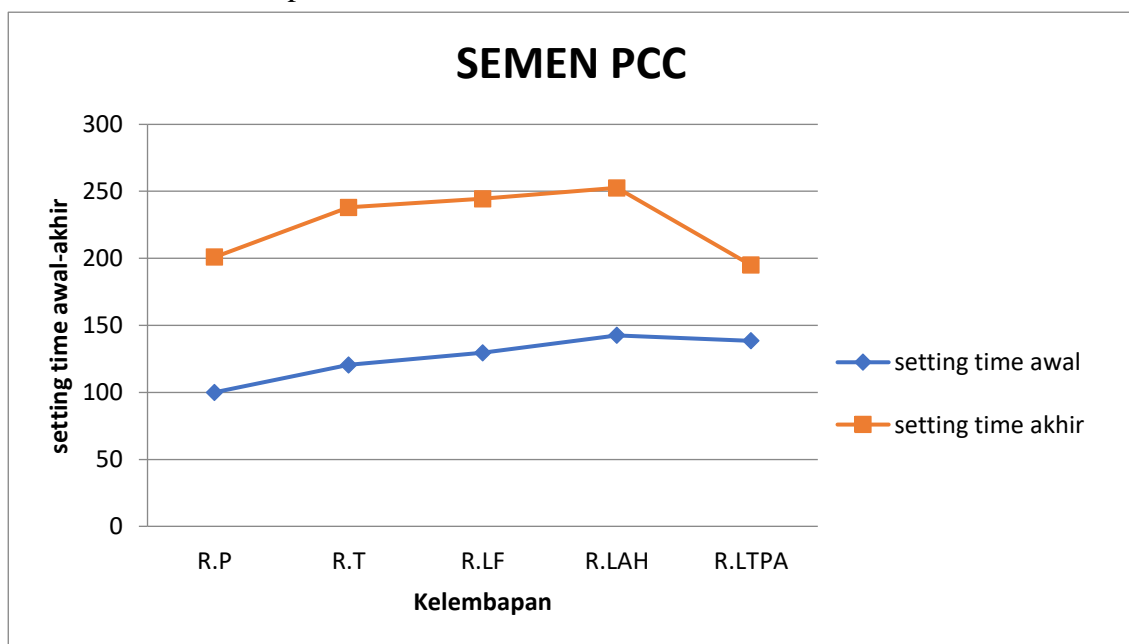
Sumber : PT Semen Baturaja 2025

Gambar 2.3 Kelembapan Semen OPC



Sumber : PT Semen Baturaja 2025

Gambar 2.4. Kelembapan Semen PCC



Sumber : PT Semen Baturaja 2025

Waktu ini menunjukkan waktu setelah semen terpasang pada konstruksi. Semen tersebut tidak boleh terkena gangguan agar tidak merusak ikatan konstruksi. Pada gambar 2.1 Menunjukkan bahwa nilai suhu waktu ikat awal semen OPC adalah pada menit ke 177,5 dan menit ke 306,5 untuk waktu ikat akhirnya. Pada gambar 2.2 Menunjukkan bahwa nilai suhu waktu ikat awal PCC adalah pada menit ke 100 dan menit ke 252,5 untuk waktu ikat akhirnya. Pada gambar 2.3 Menunjukkan bahwa nilai

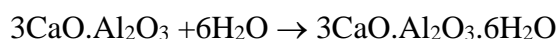
suhu waktu ikat awal semen OPC adalah pada menit ke 177,5 dan menit ke 306,5 untuk waktu ikat akhirnya. Pada gambar 2.4 Menunjukkan bahwa nilai suhu waktu ikat awal PCC adalah pada menit ke 100 dan menit ke 252,5 untuk waktu ikat akhirnya.

Pada penjelasan diatas bahwasannya nilai terbaik untuk waktu ikat akhir yaitu pada semen OPC karena memiliki waktu ikat yang cepat dan tidak terpengaruhi oleh suhu dan kelembapan. Akan tetapi semen yang berpengaruh pada suhu dan kelembapan adalah semen OPC karena waktu ikat meningkat seiring bertambahnya nilai suhu dan kelembapan. Berdasarkan SNI 2049-7:2022 pengujian waktu ikat semen dibagi menjadi 2 macam, yaitu waktu pengikatan awal dan waktu pengikatan akhir. Menurut SNI waktu pengikatan awal minimum 45 menit dan penetrasi jarum vicat mencapai 25 mm. Pengikatan awal semen harus berjalan lambat. Hal ini bertujuan agar terdapat jeda antara proses pengadukan dengan proses pemasangan kontruksi sehingga proses pengerjaan tidak sulit. Lalu waktu pengikatan akhir menurut SNI maximum 375 menit.

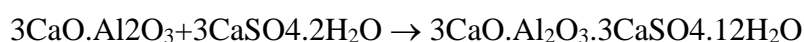
Waktu ikat atau setting time adalah waktu yang diperlukan oleh semen untuk mengalami pengerasan sejak semen bercampur dengan air menjadi pasta. Reaksi semen dengan air adalah reaksi hidrasi. Menurut Hariawan (Hariawan, 2021), reaksi hidrasi disampaikan sebagai berikut:



Tobermorite



Kalsium aluminat hidrat



Trikalsium sulfoaluminat



Kalsium aluminoferrite Hidrat

Tri Calcium Aluminate (C3A) atau  $3\text{CaO}.\text{Al}_2\text{O}_3$  bereaksi sangat cepat dengan air dan berperan dalam pengikatan awal semen. Penambahan gypsum pada semen akan menghambat waktu pengikatan pada proses pengerasan semen. Hal tersebut karena gypsum dapat mengatur reaksi antara  $3\text{CaO}.\text{Al}_2\text{O}_3$  (C<sub>3</sub>A) dengan air agar tidak terlalu cepat mengeras (Hariawan, 2021).

**Tabel 4.3 Perbandingan Semen OPC dan Semen PCC**

No	Semen	Setting time awal (menit)	Setting time akhir (menit)
1	OPC	177,5-129	289-204
2	PCC	138,5-100	252,5-201
Waktu yang bertambah	OPC	48,5	85
	PCC	38,5	51,5
Hasil	OPC	37,5%	41,65%
	PCC	38,5%	25%

Sumber : PT Semen Baturaja 2025

Dari tabel 4.3 dapat di simpulkan bahwa seiring menurunnya suhu dan bertambahnya kelembapan setting time mengalami pertambahan waktu, pertambahan waktu tersebut dapat di persentase kan melalui tabel 3 diatas. Bahwasanya yang sangat berpengaruh pada pertambahan waktu setting time awal yaitu semen PCC (38,5%) dibanding semen OPC (37,5%), sedangkan pertambahan waktu pada setting time akhir yang sangat berpengaruh adalah semen OPC (41,65%) dibandingkan semen PCC (25%). Semen yang memiliki waktu pengerasan yang cepat adalah semen yang baik. Akan tetapi, semen yang waktu pengerasan nya cukup lama sangat berpengaruh terhadap suhu dan kelembapan. Oleh karena itu pengerasan semen di pengaruhi suhu dan kelembapan.

## CONCLUSION

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa pada pengaruh suhu dan kelembapan terhadap nilai setting time awal dan setting time akhir pada semen OPC dan semen PCC dapat disimpulkan bahwa: Semakin tinggi tingkat kelembapan ruangan semakin besar juga waktu yang dibutuhkan untuk mengikat semen PCC dan semen OPC namun sebaliknya jika semakin kecil tingkat kelembapan nya maka kecil juga waktu yang dibutuhkan untuk mengikat semen PCC dan semen OPC. Pada pertambahan waktu setting time awal yaitu semen PCC (38,5%) dibanding semen OPC (37,5%), sedangkan pertambahan waktu pada setting time akhir yang sangat berpengaruh adalah semen OPC (41,65%) dibandingkan semen PCC (25%). Bahwasanya nilai terbaik untuk waktu ikat akhir yaitu pada semen OPC karena memiliki waktu ikat yang cepat dan tidak terpengaruh oleh suhu dan kelembapan. Akan tetapi semen yang berpengaruh pada suhu dan kelembapan adalah semen OPC karena waktu ikat meningkat seiring bertambahnya nilai suhu dan kelembapan. Maka suhu dan kelembapan dapat merubah pertambahan waktu yang tidak menentu. Pada penjelasan diatas

**REFERENCES**

- Arianto, R., Kurniawandy, A., & Ermiyati. (2021). KUAT TEKAN BETON DAN WAKTU IKAT SEMEN PORTLAND POZZOLAN. *Jurnal Fakultas Teknik Universitas Riau*, 1-14.
- Firdaus, & Yuda, H. B. (2022). WAKTU IKAT MORTAR “ SEMEN “ GEOPOLYMER BERBASIS FLY ASH DAN KAPUR. *Jurnal TEKNO*, 279-291.
- Halin, H. (2018, Agustus). PENGARUH KUALITAS PRODUK TERHADAP KEPUASAN PELANGGAN SEMEN BATURAJA DI PALEMBANG PADA PT SEMEN BATURAJA (PERSERO) Tbk. *Ecoment Global*, 3(2), 167-182.
- Hargono, Jaeni, M., & Budi, F. S. (2022). PENGARUH PERBANDINGAN SEMEN POZOLAN DAN SEMEN PORTLAND TERHADAP KEKEKALAN BENTUK DAN KUAT TEKAN SEMEN. *Momentum*, 5(2), 21-25.
- Hariawan, J. B. (2021). Pengaruh Perbedaan Karakteristik Type Semen Ordinary Portland Cement (OPC) dan Portland Composite Cement (PCC) terhadap Kuat Tekan Mortar,. *UNIVERSITAS GUNADARMA*, 1-10.
- Marsden, W. (2014). *Analisis Struktur, Perilaku, Dan Kinerja Industri Semen Di Indonesia*. Malang: Ilmu Ekonomi, Ekonomi dan Bisnis, Universitas Brawijaya.
- Shoukry, S. N., William , G. W., Riad, M. Y., & Downie, B. (2020). Pengaruh Kelmbapan Dan Suhu Terhadap Sifat Mekanik Beton. *Research Gate*, 1-10.
- sujipto, D. (2020). *Road to semen Indonesia : transformasi korporasi : mengubah konflik menjadi kekuatan*. Jakarta, DKI Jakarta: Kompas.
- Trimurtiningrum, R., Sutriyono, B., Arrowrichta, B., Watu, H. B., & Misrawi. (2020, Maret). Pengaruh Bahan Tambah Gula Pasir Terhadap Waktu Pengikatan dan Kuat Tekan. *Jurnal Teknik Sipil*, 6(1), 1-11.
- Triwiyana, K. P., & Supriono . (20217). ANALISIS STRATEGI PERUSAHAAN DALAM MENCAPAI KEUNGULAN BERSAING (Studi Pada PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk.). *Jurnal Administrasi Bisnis*, 68-77.
- Wijaya, M. F., Olivia, M., & Saputra, E. (2019). KUAT TEKAN MORTAR GEOPOLIMER ABU TERBANG HYBRID MENGGUNAKAN SEMEN PORTLAND. *Jurnal Teknik*, 13(1), 61-69.