



PENGARUH BAHAN TAMBAH TIPE D TERHADAP WAKTU IKAT PASTA SEMEN

Muhammad Kasyiful Kurbi*¹, Erwin Sutandar², Asep Supriyadi³

^{1,2,3}Universitas Tanjungpura, Pontianak

^{1,2,3}Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura

e-mail: *kasyiful239@gmail.com

ABSTRACT: Concrete casting work with ready-mix concrete is often challenged by factors such as transportation traffic jams and isolated project locations, which can reduce workability before placement in the mold, requiring longer concrete setting times. This study aims to analyze the effect of adding a type D chemical admixture, namely Sika Plastiment 83 AM, on the setting time on cement paste. The research method used an experimental study at the Materials and Construction Laboratory of Tanjungpura University. The results of this study show that the addition of Sika Plastiment 83 AM to concrete properties increases the initial setting time for 70 minutes in V2 (0,2% admixture) to 130 minutes in V3 (0,4% admixture). This chemical material was found to be effective in improving the mechanical properties of concrete.

Keywords: Sika Plastiment 83 AM; Initial Setting Time; Final Setting Time; Vicat Needle

ABSTRAK: Pekerjaan pengecoran dengan beton ready-mix sering terkendala oleh faktor-faktor seperti kemacetan transportasi dan lokasi proyek yang terpencil sehingga dapat menurunkan workability sebelum penempatan di cetakan, dengan itu dibutuhkan waktu ikat beton yang lebih lama. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh penambahan bahan tambah kimiawi tipe D, yaitu Sika Plastiment 83 AM, terhadap waktu pengikatan pada pasta semen. Metode penelitian menggunakan studi eksperimental di Laboratorium Bahan dan Konstruksi Universitas Tanjungpura, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan Sika Plastiment 83 AM terhadap sifat beton yaitu peningkatan waktu ikat awal 70 menit pada V2 (0,2% bahan tambah) hingga 130 menit pada V3 (0,4% bahan tambah). Bahan tambah ini terbukti memperbaiki kinerja beton baik dari segi waktu pengikatan, sifat fisis, maupun sifat mekanisnya.

Kata kunci: Sika Plastiment 83 AM; Waktu Ikat Awal; Waktu Ikat Akhir; Jarum Vicat

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pertumbuhan penduduk mendorong perkembangan teknologi konstruksi khususnya teknologi beton, baik dari pemilihan bahan campuran hingga tahap pengerjaannya. Penggunaan material beton masih sangat populer dipilih karena beberapa kelebihan seperti mudah pengerjaannya (*workability*), keawetan material (*durability*), dan kekuatan (*strength*) yang dihasilkan (A, 2018). Disisi lain, terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan saat memilih menggunakan material beton seperti pemilihan campuran, waktu pengerasan, dan metode pelaksanaan dimana dewasa ini kebutuhan terhadap beton dengan waktu pengerasan yang panjang meningkat terutama untuk mengakomodasi proyek yang berada di kondisi wilayah yang terpencil maupun sebagai tindakan pencegahan apabila material beton mengalami kendala

saat pengantaran. Selain itu diperlukan perhatian pada metode pelaksanaan pengecoran beton apabila kondisi lingkungan dengan cuaca panas tinggi karena dapat mempercepat penguapan air pada proses pengerasan yang berujung pada timbulnya retak rambut pada beton setelah mengeras (Kosmatka, Kerkhoff, & Panarese, 2002). Kondisi-kondisi demikian mendorong pembuatan dan penggunaan bahan tambah khususnya water-reducing and retarding admixtures yang digunakan untuk mengurangi penggunaan air untuk menghasilkan konsistensi tertentu dan memperlambat pengikatan awal pada campuran beton.

Metode pengecoran dengan beton ready mix sering digunakan karena dinilai lebih menguntungkan dibandingkan dengan beton yang diproduksi sendiri terutama jika digunakan dalam volume yang besar (Frederika, Ayu, & Widhiawati, 2017). Pengecoran dengan metode ini perlu memperhatikan jarak dan waktu tempuh dari *batching plant* ke lokasi proyek karena batas *setting time* beton. Pasta semen memerlukan waktu ikat awal (Initial Setting time) selama 90,79 menit dan waktu ikat akhir selama 120 menit (Trimutringrum, Sutriyono, Arrowrichta, Watu, & Misrawi, 2020) maka jika waktu tempuh dari *batching plan* ke lokasi proyek melebihi waktu yang telah ditentukan dan mengakibatkan beton mengalami penundaan waktu penuangan digunakan bahan tambah (admixtures) berupa retarder. Waktu ikat sendiri merupakan waktu yang diperlukan semen setelah bereaksi dengan air membentuk pasta semen hingga akhirnya mengeras dan mampu menahan tekanan dimana waktu ikat awal dimulai saat semen bercampur dengan air menjadi pasta semen hingga hilangnya sifat keplastisan sedangkan waktu ikat akhir akan ditandai dengan mulai mengerasnya beton dengan signifikan (Mulyono, 2004).

Penelitian terdahulu menyatakan bahwa bahan tambah berpengaruh signifikan terhadap sifat-sifat yang terdapat pada beton. Pada pengujian waktu ikat dengan bahan tambah Sika Plastiment VZ terjadi peningkatan signifikan terhadap perlambatan setting time pada penambahan 0,6% bahan tambah sebesar 1144,49 menit diikuti dengan penambahan 0,4% sebesar 832,14 menit lebih lama dari waktu ikat kontrol (Maricar, Tatong, & Hasan, 2013). Penelitian selanjutnya dilakukan dengan bahan tambah dengan jenis dan merk serupa menunjukkan terjadi perlambatan waktu ikat sejalan dengan penambahan bahan tambah dimana peningkatan signifikan terjadi pada 0,5% bahan tambah sebesar 432 menit dan diikuti dengan penambahan 0,4% bahan tambah yang mengalami perlambatan sebesar 269 menit lebih lama dibandingkan dengan waktu ikat kontrol (Setiawati, Masri, & Rosmilawati, 2021). Penelitian lainnya menggunakan retarder bubuk dimana terjadi peningkatan waktu ikat awal yang memenuhi persyaratan pada penambahan 0,4% bahan tambah dengan perlambatan sebesar 94 menit namun waktu ikat akhir tidak memenuhi persyaratan karena terjadi perlambatan selama 340 menit lebih lama (Wibowo, Safitri, & Pratiwi, 2024).

Perbedaan hasil penelitian dapat dipengaruhi oleh perbedaan penggunaan jenis semen. Semen putih, *Ordinary Portland Cement* (OPC), dan *Sulphate Resistant Portland Cement* (SRC) menghasilkan waktu ikat yang berbeda dengan penambahan bahan tambah yang sama, dimana semen jenis OPC memiliki perlambatan yang signifikan dibandingkan jenis semen lain (Al-Ramahee, Ali, Alhassnawi, & Borhan, 2018). Oleh karena itu dibutuhkan penelitian lanjutan untuk mengetahui perlambatan waktu ikat awal dan waktu ikat akhir dengan bahan tambah merk Sika Plastiment 83 AM. Tujuan penelitian ini diharapkan menjadi dasar pemilihan dosis dalam penggunaan bahan tambah tersebut.

1.2. Waktu Ikut

Waktu ikat adalah waktu yang diperlukan semen setelah bereaksi dengan air membentuk pasta semen hingga akhirnya mengeras dan mampu menahan tekanan. Waktu pengikatan dibedakan menjadi dua yaitu waktu ikat awal (*initial setting time*) dan waktu ikatan akhir (*final setting time*), waktu ikat awal dimulai saat semen bercampur dengan air menjadi pasta semen hingga hilangnya sifat keplastisan sedangkan waktu ikat akhir akan ditandai dengan mulai mengerasnya beton (Mulyono, 2004). Pengujian waktu pengikatan (*setting time*) pada semen dan beton dapat dilakukan melalui beberapa metode standar, antara lain: *American Society for Testing and Material C 191: Standard Test Methods for Time of Setting of Hydraulic Cement by Vicat Needle*, di mana waktu ikat awal pada mortar ditandai saat penurunan jarum Vicat mencapai 25 mm; *ASTM C 266: Standard Test Methods for Time of Setting of Hydraulic-Cement by Gillmore Needle*, yang menetapkan batas waktu ikat awal dengan tidak adanya bekas pada

pasta semen setelah penetrasi jarum Gillmore; serta *ASTM C 403/C 403M: Standard Test Method for Time of Setting of Concrete Mixtures by Penetration Resistance*, yang dilakukan pada campuran beton yang telah disaring dengan saringan No. 4,75 dan diuji menggunakan alat penetrasi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan menjatuhkan jarum Vicat berdiameter 1 mm pada pasta semen seberat 300 gram menghasilkan tegangan sebesar 536 psi (3,7 MPa) yang mendekati tegangan pada *initial setting time* yang diukur dengan alat penetrasi yaitu 500 psi (3,4 MPa). Hal ini menunjukkan bahwa kedua metode memiliki tingkat kesepakatan yang dapat diterima namun alat vicat tidak memberikan pengukuran kekakuan sebelum waktu pengikatan awal dari pasta semen sehingga pengujian dengan alat penetrasi menjadi metode yang paling diterima karena memiliki korelasi yang kuat antara waktu pengikatan dan pengerasan beton. Penelitian lanjutan menghasilkan waktu pengikatan pasta semen dengan alat Vicat dan waktu pengikatan dengan alat penetrasi tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan (Soriano, 2019). Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa pengujian waktu ikat dengan alat vicat dapat merepresentasikan waktu ikat beton yang diuji dengan alat penetrasi sehingga hasil pengujian dengan alat vicat dapat diterima sebagai pengujian yang cukup dalam merepresentasikan waktu ikat beton.

1.3. Bahan Tambah Tipe D

Bahan tambah merupakan material campuran tambahan atau material selain air, agregat, atau semen hidrolis yang digunakan sebagai bahan penyusun beton dan ditambahkan pada beton sebelum atau selama pencampuran untuk memodifikasi properti sehingga cocok untuk pekerjaan tertentu seperti beton dengan *setting time* yang lebih lama. Bahan tambah dibagi menjadi dua yaitu bahan tambah mineral (*additive*) dan bahan tambah kimiawi (*chemical*) (ACI Committee 116, 1990; Mulyono, 2004). Bahan tambah kimiawi dibagi menjadi beberapa jenis berdasarkan fungsi yang telah diatur dan dengan penggunaannya diatur dalam SNI 2495-1991 sesuai dengan ASTM C.494, satu diantaranya adalah bahan tambah tipe D (*water-reducing and retarding admixtures*). Bahan tambah *water-reducing* dikenal sebagai *plasticizer* atau *superplasticizer*, berfungsi untuk meningkatkan *workability*, menambah kekuatan beton, serta menekan biaya produksi. Sementara itu, *retarding admixture* digunakan pada kondisi cuaca panas untuk memperlambat waktu ikat beton, sehingga memperpanjang durasi pemadatan, pengangkutan, dan pengecoran volume besar tanpa mengganggu sifat mekanis yang dihasilkan beton.

Komposisi senyawa yang memberikan pengaruh mengurangi penggunaan air (*water-reducing*) diklasifikasikan menjadi 5 kelas yaitu, asam lignosulfonic dan kandungan garam-garamnya; modifikasi dan turunan asam lignosulfonic dan kandungan garam-garamnya; hydroxylated carboxylic acids dan kandungan garamnya; modifikasi hydroxylated carboxylic acids dan kandungan garamnya; serta material anorganik seperti seng, garam-garam, barak, posfat, klorida; asam amino dan turunannya; karbohidrat, polisakarida dan gula asam; campuran polimer, seperti eter, turunan melamic, naptan, silikon, hidrokarbon-sulfat. Disisi lain, *retarding admixture* terdiri dari bahan organik seperti kalsium yang dimurnikan, natrium, NH₄, garam dari asam lignosulfonic, asam hydrocarboxylic, dan karbohidrat dan bahan anorganik yang meliputi oksida timbal dan seng, fosfat, garam magnesium, fluorates dan borat. Penelitian ini akan digunakan bahan tambah kimia (*chemical admixture*) tipe D yaitu “*Water-Reducing and Retarding Admixture*” dengan merk dagang Sika® Plastiment® -83 AM. Produk tersebut menggunakan aturan *American Society Testing and Material C.494* yang dapat dilihat pada brosur produk sehingga persyaratan serta pencampuran menyesuaikan dengan aturan tersebut. Adapun persyaratan kekuatan fisik yang harus dihasilkan beton dengan tambahan bahan tambah *chemical admixture* sesuai dengan *American Society Testing and Material C.494* tahun 2019 pada **Tabel 1** berikut:

Tabel 1 Persyaratan waktu ikat untuk bahan tambah

Sifat	TYPE – D Water Reduction & Retarding
Waktu pengikatan, yang diizinkan terhadap kontrol, h : min pengikatan awal (menit)	
: minimal	60 menit lebih telat
: tidak lebih dari	210 menit lebih telat
Waktu pengikatan akhir	
: minimal	...
: tidak lebih dari	210 menit lebih telat

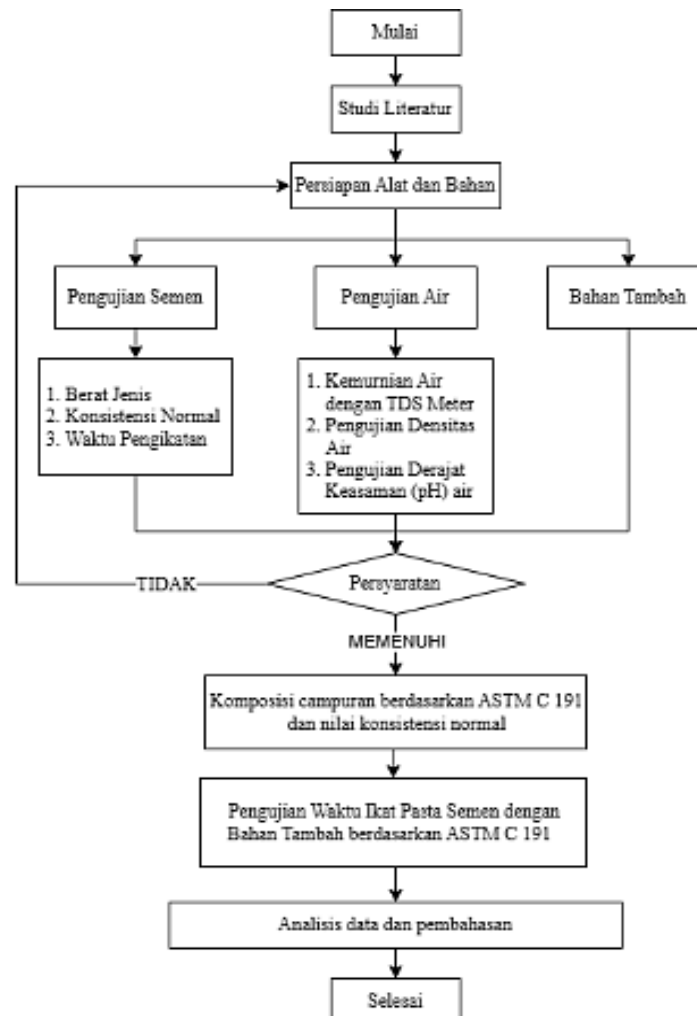
Sumber : (American Society for Testing and Material, 2019)

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan studi eksperimental yang dilakukan di Laboratorium Teknologi Bahan dan Konstruksi Universitas Tanjungpura.

2.1. Diagram Alir Penelitian

Adapun tahapan dalam pelaksanaan penelitian adalah :



Gambar 1 Diagram alir penelitian

2.2. Pemeriksaan Material

Pada penelitian ini bahan material yang digunakan meliputi:

- Semen : Semen Merk *Dynamix*
- Air : air yang berasal dari Laboratorium Teknologi Bahan dan Konstruksi Universitas Tanjungpura.
- Bahan tambah yang digunakan adalah *Plastiment 83 AM* produksi dari PT. Sika Indonesia, Jakarta,

Prosedur pemeriksaan mengikuti ketentuan dari ACI dan ASTM dimana ketentuan-ketentuan untuk material, yaitu semen diatur dalam ASTM C150/C150M; air dalam ASTM C1602/C1062M; dan bahan tambah memenuhi persyaratan ASTM C494/C494M.

Tabel 2 Metode Pengujian Material

Pengujian	Metode Pengujian	Nilai Baku	Satuan	Persyaratan
Berat jenis semen	ASTM C 188	2,8 – 3,15	gr/cm ³	ASTM C 150 dan SNI 15-2049-2015
Konsistensi normal	ASTM C 187	22 - 33	%	
Waktu ikat semen	ASTM C 191	60 – 330	menit	
Kemurnian air dengan TDS	ASTM C 1602	0 - 2000	ppm	ASTM C 1602
Densitas air		1,01 – 1,03	gr/cm ³	BS.3148-80
pH air		6 - 8		

2.3. Pengujian waktu ikat pasta semen dengan bahan tambah

Pengujian waktu ikat pasta semen dilakukan berdasarkan *American Society for Testing and Material C 191: Standard Test Methods for Time of Setting of Hydraulic Cement by Vicat Needle*. Adapun langkah-langkah pengujian *setting time* sebagai berikut:

- Siapkan volume air yang diperlukan untuk mencapai konsistensi normal pada pengujian semen.
- Aduk semen dan air menggunakan tangan yang bersarung tangan hingga homogen dan membentuk pasta semen.
- Padatkan pasta semen dengan membulatkannya membentuk bola, kemudian melemparkan bola pasta tersebut sebanyak 6 kali dengan jarak sekitar 15 cm dari tangan kanan ke tangan kiri.
- Pegang cetakan benda uji dengan satu tangan, lalu masukkan pasta semen melalui lubang dasar cetakan sampai terisi penuh.
- Ratakan kelebihan pasta pada cincin dengan sekali gerakan telapak tangan. Tempatkan dasar cincin pada plat kaca dan ratakan permukaan pasta dengan sekali gerakan sendok perata tanpa memberikan tekanan pada pasta.
- Tempatkan benda uji pada alat Vicat dan sentuhkan ujung jarum Vicat pada permukaan benda uji, kemudian kencangkan jarum. Catat pembacaan skala pada angka nol atau catat angka permulaan, lalu segera lepaskan jarum Vicat.
- Catat besarnya penetrasi jarum Vicat ke dalam benda uji setelah 30 detik.
- Angkat jarum dan jatuhkan sesuai dengan rentang waktu yang telah ditentukan. Pastikan jarak antar penetrasi yang akan dilakukan dengan penetrasi sebelumnya berjarak 5 mm dan jarak penetrasi dengan tepi dalam cincin berjarak 10 mm.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

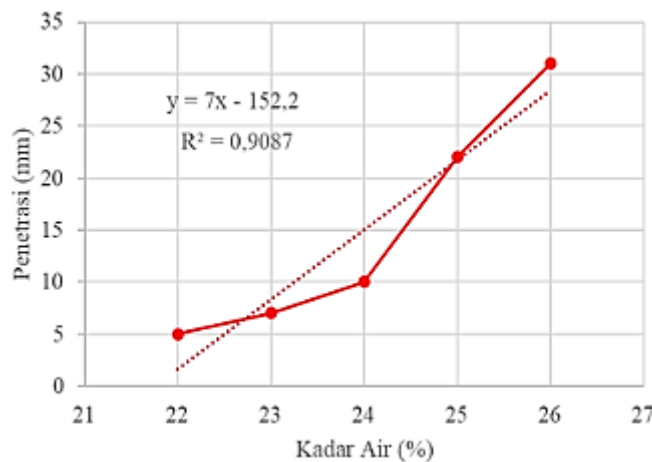
3.1. Hasil pengujian semen

Tabel 3 Hasil pengujian material semen

Pengujian	Hasil	Satuan
Berat jenis semen	3,04	gr/cm ³
Konsistensi normal	24	%

Pengujian	Hasil	Satuan
Waktu ikat Awal	80	menit
Waktu ikat Akhir	120	menit

Pada pengujian material yang disajikan dalam **Tabel 3** dan berdasarkan ketentuan pada **Tabel 1** dapat dinyatakan bahwa material semen yang digunakan telah memenuhi ketentuan-ketentuan yang telah ditentukan. Hasil pengujian berat jenis semen didapatkan hasil berat jenis semen yang digunakan sebesar $3,04 \text{ gr/cm}^3$, hal ini memenuhi persyaratan dari ASTM C 150 dengan rentang 2,8 – 3,15. Pengujian konsistensi normal dilakukan pengujian dengan beberapa persentase penambahan air, konsistensi normal ditentukan dengan penurunan jarum sedalam $10 \pm 1 \text{ mm}$ dengan waktu 15 detik. Hasil pengujian didapatkan konsistensi normal pada penambahan 24% kadar air dari berat semen. Selanjutnya dapat dilakukan penelitian untuk mengetahui waktu ikat dengan bahan tambah dengan menggunakan kadar air yang telah didapat pada pengujian konsistensi normal serta dengan pengurangan air sebesar persentase penambahan bahan tambah



Gambar 2 Konsistensi normal semen

3.2. Hasil pengujian material air

Air merupakan komponen krusial dalam reaksi hidrasi. Oleh karena itu, pengujian karakteristik fisik dan kimia air dilakukan untuk menjamin tidak adanya zat pengotor yang dapat menurunkan kualitas mutu hasil akhir. Data hasil pengujian karakteristik air disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4 Hasil pengujian air

Pengujian	Hasil	Satuan
Kemurnian air dengan TDS	64,5	ppm
Densitas air	1,03	gr/cm^3
pH air	7,5	

Pada pengujian air yang disajikan dalam **Tabel 4** dan berdasarkan ketentuan pada **Tabel 1** dapat dinyatakan bahwa air yang digunakan telah memenuhi ketentuan-ketentuan yang telah ditentukan.

Tabel 5 Komposisi dan informasi produk bahan tambah

Informasi Produk	
Komposisi	<i>Polyhydroxy carboxylate salts</i> (Garam Karbon Polihidroksi)
Kemasan	200 L drum (tidak dapat dikembalikan)

Informasi Produk	
Umur Simpan	IBC 1000 L atau pengiriman curah 12 bulan dari tanggal produksi apabila disimpan dengan benar dalam wadah asli yang belum terbuka dan masih tersegel.
Kondisi Penyimpanan	Simpan di tempat kering pada suhu antara +5°C hingga +35°C. Lindungi dari sinar matahari langsung dan embun beku.
Tekstur dan Warna	Larutan / Cokelat tua

3.3. Hasil pengujian waktu ikat dengan bahan tambah

Konsistensi normal semen didapatkan ketika jarum penetrasi untuk pengujian konsistensi mengalami penurunan selama 10 ± 1 mm selama 25 detik. Hasil pengujian menunjukkan bahwa konsistensi normal didapatkan pada penambahan air sebesar 24% terhadap semen sehingga didapatkan komposisi campuran untuk pengujian waktu ikat dengan bahan tambah sebagai berikut:

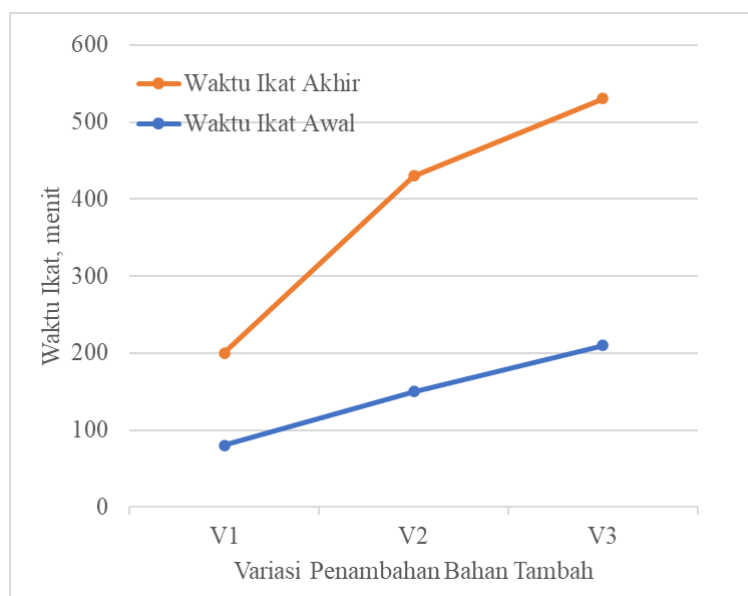
Tabel 6 Komposisi pasta semen

Material	Kebutuhan material per variasi, gr		
	0,0	0,2	0,4
Semen	650	650	650
Bahan Tambah	0	1,3	2,6
Air	156	154,7	153,4

Setelah dilakukan pengujian, ditemukan waktu ikat awal dan waktu ikat akhir yang dapat dilihat pada **Tabel 7** berikut ini:

Tabel 7 Hasil pengujian waktu ikat awal dan waktu ikat akhir

Pengujian	Variasi Penambahan Plastiment 83 AM		
	0,0%	0,2%	0,4%
Waktu ikat awal	80	150	210
Waktu ikat akhir	120	280	320



Gambar 2 Waktu ikat dengan bahan tambah

Pada pengujian dengan jarum vicat ditentukan bahwa waktu ikat awal terjadi pada penurunan jarum sebesar 25 mm selama ± 25 detik. Hasil pengujian menunjukkan waktu ikat awal terendah terjadi pada V1 dengan penambahan 0% bahan tambah selama 80 menit. Hal ini memenuhi persyaratan waktu ikat awal untuk semen yang diatur dalam ASTM C 150 dimana disyaratkan diantara 60 – 330 menit (American Society for Testing and Material, 2012). Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai waktu ikat untuk penambahan bahan tambah 0,2% dan 0,4% berada pada rentang batas yang disyaratkan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa waktu ikat awal yaitu 70 menit dan 130 menit lebih lama dibandingkan benda uji tanpa bahan tambah. Persyaratan menunjukkan bahwa batasan yang diperbolehkan untuk waktu ikat awal pada benda uji dengan bahan tambah berada diantara 60 menit hingga 210 menit lebih lama dibandingkan benda uji tanpa bahan tambah. Di sisi lain, waktu ikat akhir yang disyaratkan berada pada batas maksimum 210 menit lebih lama dibandingkan dengan benda uji acuan dan hasil pengujian menunjukkan bahwa waktu ikat akhir benda uji dengan bahan tambah mengalami kemunduran sebesar 160 menit dan 200 menit lebih lama dibandingkan benda uji tanpa bahan tambah. Berdasarkan hal tersebut, penambahan *Plastiment 83 AM* sebesar 0,2% hingga 0,4% masih memungkinkan untuk dipergunakan karena memenuhi persyaratan-persyaratan yang ditentukan.

Hal ini disebabkan adanya unsur kimia yaitu *polyhydroxy carboxylate salts* yang mempunyai sifat menghambat waktu pengikatan atau biasa disebut retarder. Bahan ini mempunyai mekanisme menunda proses pengikatan semen dengan membentuk lapisan tipis pada partikel semen dengan *OH*. Proses pengikatan ini akan membentuk garam *Calcium* dalam air yang akan mengurangi konsentrasi ion *Calcium* dan memperlambat kristalisasi selama fase hidrasi (Khudhair, Elyoubi, & Elharfi, 2018; Maricar dkk., 2013). Selain itu penambahan bahan tambah juga berperan dalam pembentukan lapisan penghalang hidrofobik sementara yang menyelimuti semen sehingga memperlambat penetrasi air. Berdasarkan hasil tersebut bahan tambah Sika *Plastiment* memenuhi persyaratan yang telah ditentukan ASTM C 494 sebagai bahan tambah Tipe D “*Retarder and Water-Reducing Admixture*” sesuai yang tertera pada brosur penjualan bahan tambah serta penambahan *Plastiment 83 AM* sebesar 0,2% hingga 0,4% masih memungkinkan untuk dipergunakan untuk kondisi jarak antara tempat pencampuran beton dengan tempat penuangan campuran cukup jauh dan temperatur yang panas di lokasi pengerjaan.

4. KESIMPULAN

Penambahan bahan tambah tipe D dengan merk Sika *Plastiment 83 AM* terbukti berpengaruh pada perlambatan waktu ikat awal dan waktu ikat akhir. Peningkatan lama waktu ikat memberikan waktu tambahan terhadap proses pengiriman dan pencampuran beton pada proyek konstruksi. Penelitian ini membuktikan dengan dosis maksimum yang tertera pada brosur dapat menghasilkan waktu ikat memenuhi ketentuan yang berlaku sehingga diharapkan dapat menjadi rekomendasi untuk kontraktor lapangan dalam menentukan dosis penambahan bahan tambah. Serta diharapkan melanjutkan penelitian dengan menambah variasi dosis penambahan diluar dari penelitian ini sehingga didapatkan variasi penambahan dosis dan pengaruhnya terhadap biaya yang dikeluarkan akibat dari penambahan bahan tambah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- A, A. (2018). Kajian Kuat Tekan Beton Normal menggunakan Standar SNI 7656-2012 dan ASTM C 136-06. *Rang Teknik Journal*, 1(2).
- ACI Committee 116. (1990). *Cement and Concrete Terminology*.
- Al-Ramahee, M., Ali, Z., Alhassnawi, N., & Borhan, T. (2018). Influence of a Retarding Admixture on the Behavior of Mortars Made from Different Types of Cement. *International Journal of Engineering & Technology*, 334–337. <https://doi.org/10.14419/ijet.v7i4.20.26129>

- American Society for Testing and Material. (2012). *C 150/C 150M : Standard Specification for Portland Cement*. West Conshohocken, PA: ASTM International. https://doi.org/10.1520/C0150_C0150M-12
- American Society for Testing and Material. (2019). *C 494/C 494M : Specification for Chemical Admixtures for Concrete*. West Conshohocken, PA: ASTM International. https://doi.org/10.1520/C0494_C0494M-19E01
- Frederika, A., Ayu, I., & Widhiawati, R. (2017). Analisis Produktivitas Metode Pelaksanaan Pengecoran Beton Ready Mix pada Balok dan Plat Lantai Gedung. *Spektran*, 5 No. 1(1), 1–87. Diambil dari <http://ojs.unud.ac.id/index.php/jsn/>
- Khudhair, M. H. R., Elyoubi, M. S., & Elharfi, A. (2018). Study of the Influence of Water Reducing and Setting Retarder Admixtures of Polycarboxylate “Superplasticizers” on Physical and Mechanical Properties of Mortar and Concrete. *Journal of Materials and Environmental Sciences*, 9(1). Diambil dari <http://www.jmaterenvironsci.com>
- Kosmatka, S. H. ., Kerkhoff, Beatrix., & Panarese, W. C. . (2002). *Design and control of concrete mixtures* (14 ed.). Portland Cement Association.
- Maricar, S., Tatong, B., & Hasan, D. H. (2013). Pengaruh Bahan Tambah Plastiment-VZ Terhadap Sifat Beton. *MEKTEK*.
- Mulyono, T. (2004). *Teknologi Beton* (1 ed.). Yogyakarta: ANDI.
- Setiawati, M., Masri, & Rosmilawati. (2021). Setting Time dan Kuat Tekan Beton dengan Plastiment VZ. *Applicable Innovation of Engineering and Science Research*, 280–285. Palembang.
- Soriano, E. (2019). *The Influence of Citric Acid on Setting Time and Temperature The Influence of Citric Acid on Setting Time and Temperature Behavior of Calcium Sulfoaluminate-Belite Cement*. Diambil dari <https://scholarworks.uark.edu/cveguht>
- Trimutriningrum, R., Sutriyono, B., Arrowrichta, B., Watu, H. B., & Misrawi. (2020). Pengaruh Bahan Tambah Gula Pasir terhadap Waktu Pengikatan dan Kuat Tekan. *Reka Recana : Jurnal Teknik Sipil*, 6(1).
- Wibowo, W., Safitri, E., & Pratiwi, A. (2024). Kajian Waktu Ikut Beton dengan Variasi Retardex Bubuk sebagai Retarder Beton. *Matriks Teknik Sipil*, 11(3), 284. <https://doi.org/10.20961/mateksi.v11i3.75644>