

Penggunaan CTF-9A *Admixture* Tambahan sebagai Optimasi pada Produksi Beton Pracetak (Studi Kasus pada Produksi Tiang Pancang/*Spun Pile*)

Nurkholis Hakim^{1*}, Lukas², M.M. Lanny W. Pandjaitan³

¹Program Studi Program Profesi Insinyur, Fakultas Biosains, Teknologi, dan Inovasi, Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya, Jalan Jenderal Sudirman 51 Jakarta 12930

²Cognitive Engineering Research Group (CERG) Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya Jakarta 12930, Indonesia

³Program Studi Magister Teknik Elektro, Fakultas Biosains, Teknologi, dan Inovasi, Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya, Jalan Jenderal Sudirman 51 Jakarta 12930

Article Info	Abstract
<i>Article history:</i>	<i>The addition of admixtures to precast concrete is one method to enhance performance and production efficiency. This study aims to evaluate the effect of using CTF-9A chemical admixture on the mechanical properties and early hardening characteristics of precast concrete. The methodology includes testing compressive strength, setting time, and workability of concrete with varying doses of CTF-9A in a standard concrete mix. The results indicate that the optimal dosage of CTF-9A can increase compressive strength by up to 12% compared to normal design concrete, accelerate the initial setting time, and maintain slump within an applicable time frame for precast operations. Therefore, CTF-9A shows potential as an effective admixture to improve the quality and productivity of the precast concrete industry.</i>
Received June, 22 2025	
Accepted July, 08 2025	
<i>Keywords:</i> Precast Concrete, CTF-9A Admixture, Compressive Strength Workability.	

Info Artikel	Abstrak
<i>Histori Artikel:</i>	Penambahan <i>admixture</i> pada beton pracetak merupakan salah satu metode untuk meningkatkan performa dan efisiensi produksi. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh penggunaan bahan kimia CTF-9A sebagai <i>admixture</i> tambahan terhadap sifat mekanik dan karakteristik pengerasan awal pada beton pracetak. Metode yang digunakan meliputi pengujian kuat tekan, waktu ikat serta workability beton dengan variasi dosis CTF-9A pada campuran beton standar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan CTF-9A dalam dosis optimum mampu meningkatkan kuat tekan hingga 12% dibandingkan beton desain normal, mempercepat waktu ikat awal serta mempertahankan <i>slump</i> dalam waktu yang dapat diaplikasi pada pracetak. Dengan demikian, CTF-9A memiliki potensi sebagai <i>admixture</i> yang efektif untuk meningkatkan mutu dan produktifitas industri beton pracetak.
Diserahkan: 22 Juni 2025	
Diterima: 08 Juli 2025	
Kata Kunci: Beton Pracetak, Admixture, CTF-9A, Kuat Tekan, Waktu Ikat, <i>Slump</i> .	

1. PENDAHULUAN

Beton pracetak merupakan salah satu solusi konstruksi modern yang menawarkan efisiensi waktu, mutu terkontrol dan produktivitas tinggi dalam pelaksanaan proyek. Dalam proses produksinya, beton pracetak dituntut memiliki kecepatan pengerasan awal serta kekuatan tekan tinggi dalam waktu singkat. Bahwa saat ini, kebutuhan pembangunan

*Corresponding author. Nurkholis Hakim
Email address: hakimcholis@gmail.com

konstruksi sipil memerlukan beton yang berkualitas baik dan dapat diproduksi dengan cepat (Setiobudi A., Purwanto H., Adiguna, 2023), salah satu strategi untuk mencapai performa tersebut adalah melalui penambahan *admixture* kimia yang dapat memodifikasi sifat-sifat dasar beton segar maupun beton keras. CTF-9A merupakan salah satu produk *admixture* berbasis bahan aktif tertentu yang diformulasikan untuk mempercepat hidrasi dan meningkatkan kinerja beton (PT XYZ Chemical Indonesia, 2020). Penelitian tentang mengembangkan waktu pengikatan awal yang tinggi pada beton yang disebut *Rapid Strength Concrete* (Narasimha dan Naqash, 2019), penelitian sebelumnya pada beton pracetak sudah menggunakan *admixture* dengan tipe SA-1 dengan hasil akhir pada *workability* dan meningkatkan kuat tekan beton melebihi 50% dari mutu yang direncanakan, namun pada penelitian ini optimasi dilakukan pada penggunaan material semen tetapi tidak menurunkan mutu dari beton pracetak tersebut, menggunakan informasi mengenai efektivitas CTF-9A dalam konteks beton pracetak masih terbatas, penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi pengaruh CTF-9A terhadap karakteristik mekanik dan plastis dari beton pracetak dengan fokus pada penggunaan material, kuat tekan, waktu ikat dan *workability*. Industri beton khususnya pracetak harus mampu bersaing dengan perusahaan sejenis di industri beton pracetak. Beton pracetak mempunyai keunggulan merk di pasar sebagai produk dengan mutu yang baik, terutama kuat tekan beton, karena itu perlu dilakukan upaya optimasi pemakaian semen agar harga pokok produksi produk dapat lebih efisien. Optimasi ini tidak boleh menyebabkan tidak tercapainya kuat tekan beton yang direncanakan, oleh karena itu diperlukan *admixture* tambahan untuk mengoptimalkan peranan semen dalam adukan beton. Berdasarkan informasi yang didapat, *admixture* CTF-9A merupakan *admixture* beton sinergis produksi dari negara China dengan kinerja yang berdampak pada pasta semen, *admixture* CTF-9A dengan dosis 0.5% - 0.8% dari jumlah semen, dosis ini dipilih karena merupakan dosis optimum uji laboratorium agar meningkatkan *workability* beton, *water reducer* sehingga diharapkan dapat mengurangi pemakaian semen 8% - 10%.

2. METODE PELAKSANAAN

Metode yang digunakan dalam penelitian adalah studi eksperimental/percobaan dalam skala laboratorium. Percobaan dilakukan di dalam/area laboratorium internal dengan menggunakan mutu beton K.600 komposisi standar non CTF-9A dibandingkan dengan mutu beton K.600 komposisi dengan penambahan CTF-9A. Nilai *slump* ditetapkan sesuai dengan kondisi pelaksanaan pekerjaan agar diperoleh beton yang mudah dituangkan, dipadatkan dan diratakan (SNI 03-2834-2000), pengujian kuat tekan dilakukan untuk benda uji pada umur 3, 7, 14 dan 28 hari dengan masing masing 3 sampel benda uji, setelah diperoleh hasil awal dari percobaan dalam skala laboratorium, barulah dilakukan percobaan dalam skala produksi.

Bahan tambah *admixture* merupakan salah satu peran penting yang harus diperhitungkan, salah satu contoh perkembangan teknologi pada bidang *admixture*, yaitu beton yang memiliki *workability* tinggi dan kekuatan awal yang besar (Hidayat, N. N. W. 2019), fungsi (*admixture*) adalah mengubah sifat-sifat beton agar menjadi lebih cocok untuk pekerjaan tertentu, atau untuk menghemat biaya. Persyaratan teknis untuk bahan tambah kimia (*admixtures*) yang digunakan dalam campuran beton standar ini mengatur jenis-jenis bahan tambah yang dapat digunakan untuk memodifikasi sifat beton segar maupun beton yang sudah mengeras seperti mempercepat atau memperlambat waktu ikat, meningkatkan kekuatan awal, mengurangi kebutuhan air, meningkatkan *durabilitas* dan meningkatkan *workability* (ASTM C494/C494M.2019), *admixture* CTF-9A merupakan campuran beton yang dapat menjaga kualitas beton dan pada saat yang sama dapat mengurangi jumlah semen yang dipakai serta mengurangi kebutuhan air. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan

oleh (Guangxi Construction Testing Centre) yang ditunjukkan Gambar 1 terkait indeks kandungan dari admixture CTF-9A.

No.	Test Items	Unit	Technical required	Test result	Conclusion
1	Water reducing rate	%	≥ 3	4	PASSED
2	Ratio of bleeding rate	%	≤ 100	22	PASSED
3	<u>Air content</u>	%	≤ 6.0	2.5	PASSED
4	Difference in setting time	Initial setting	Min - 90 ~ +12 0	+15	PASSED
		Final setting		+15	PASSED
5	Ratio of compressive strength	%	$7d \geq 90$	97	PASSED
		%	$28d \geq 100$	104	PASSED
6	Ratio of shrinkage	%	$28d \leq 135$	110	PASSED
7	Appearance	—	No layering <u>semitransparent liquid</u>	No layering <u>semitransparent liquid</u>	ACCORDANCE
8	Density	g/cm^3	1.005 ± 0.020	1.004	PASSED
9	Chloride Content	%	≤ 0.3	0.02	PASSED
10	Total alkali content	%	≤ 1	0.26	PASSED
11	Na ₂ SO ₄ Content	%	≤ 2	0.12	PASSED
12	pH value	—	10.0 ± 1.0	9.8	PASSED

Gambar 1.

Indeks Kandungan dari Admixture

(Sumber: Guangxi Construction Testing Centre)

**Gambar 2.**Material *Admixture* CTF-9A

Admixture CTF-9A (Gambar 2) berbentuk cairan kental yang dapat larut dalam air, uji laju pembakaran yang sudah dilakukan (*Guangxi Construction Testing Centre*) dengan standar TB / T2688 – 1996. Hasil pengujian menyatakan bahwa *admixture* CTF-9A bukan merupakan cairan yang mudah terbakar. Tidak ditemukan titik berkedip ketika CTF-9A dipanaskan sampai suhu 1000 C, *admixture* CTF-9A juga bukan merupakan cairan yang mudah meledak. Hal ini dilakukan dengan pengujian risiko oksidatif yang hasilnya juga menunjukkan bahwa CTF-9A tidak termasuk cairan yang korosif dan beracun, tahap pelaksanaan direncanakan sedemikian rupa agar berjalan secara sistematis. Tahap pelaksanaan penelitian ditunjukkan dalam Gambar 3.

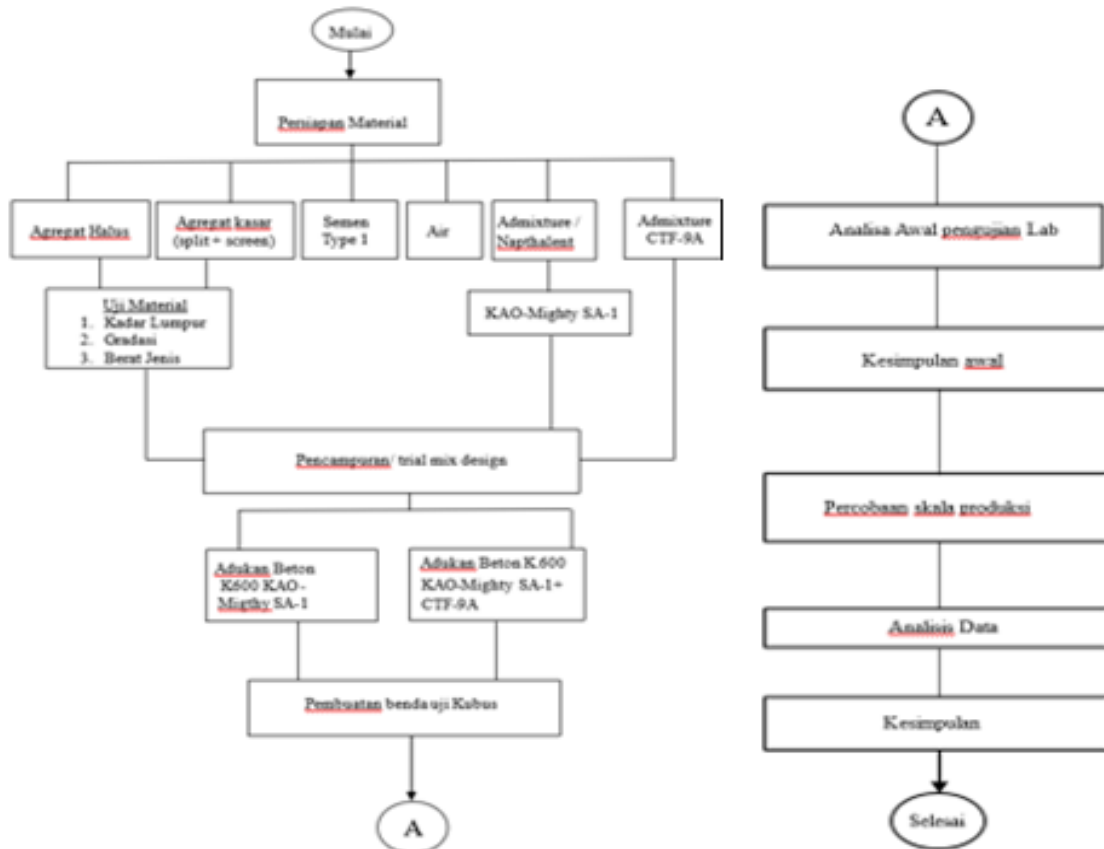
**Gambar 3.**

Diagram Alir Pelaksanaan Penelitian

Keterangan:

- Mulai persiapan material (pasir, split, screen, semen, *admixture*).
- Untuk material dilakukan uji Lab terkait dengan kadar lumpur, berat jenis dan gradasi. Untuk *admixture* harus sudah memiliki msds.
- Dilakukan pencampuran sesuai *mix design* pada masing-masing *sample* uji untuk mutu beton K.600 dengan *admixture* KAO Mighty SA-1 dan mutu beton K.600 dengan *admixture* KAO Mighty SA-1 CTF-9A.
- Dibuatkan benda uji kubus 15x15x15 untuk masing-masing percobaan/*trial mix design*.
- Analisa data awal dengan melihat hasil pengujian skala Lab dengan (waktu, kuat tekan) dan melakukan kesimpulan awal atas hasil uji Lab.
- Melakukan uji coba dengan skala produksi (dengan cara yang sama) dan melakukan analisa data terkait (waktu, uji kuat tekan)
- Kesimpulan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perbandingan campuran bahan-bahan beton harus dipilih untuk mendapatkan beton yang baik mutunya (SNI 1972:2020), sehingga dengan menggunakan bahan-bahan yang tersedia akan menghasilkan beton yang memiliki *workability*, *durability* dan *strength* seperti yang diinginkan. Perhitungan desain campuran dilakukan berdasarkan *mix design* perencanaan campuran pada pabrik precast, perencanaan komposisi material per 1 m³ disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1.

Material *Mix Design* Skala Laboratorium

Material	Sat	Mutu beton K.600 <i>Mix desain</i> Awal	Mutu beton K.600 + CTF-9A	Keterangan
Semen	kg	498	458	Adukan beton kap. 1 M3 (1m ³ =2.400 kg/cm ²)
<i>Fly Ash</i>	kg	26	26	
Pasir	kg	797	797	
<i>Split</i>	kg	1072	1072	
<i>Admixture</i>	ltr	9.0	9.0	
CTF-9A	kg	0	2.60	
AIR	lt	145	135	
FAS	%	29.4	30.5	
S / A	%	42.6	42.6	
Dosis Obat tambahan	%		2,60	

Percobaan pertama dilakukan dalam skala laboratorium (Gambar 4). Hasil pengujian dipaparkan dalam bentuk tabel dengan perbandingan antara komposisi K.600 campuran awal dengan komposisi K600 + CTF-9A.



Gambar 4.
Percobaan dalam Skala Laboratorium

Tabel 2.
Perbandingan Kuat Tekan Beton *Admixture* SA-1 dengan SA-1+ CTF-9A

Usia	Kuat tekan benda uji (Kubus)			
	Mutu beton K.600 KAO SA-1	Rata - rata	Mutu beton K.600 KAO SA-1 + CTF-9A	Rata - rata
3 hari	484.03 kg/cm ²	491.28 kg/cm ²	483.57 kg/cm ²	480.4 kg/cm ²
3 hari	498.07 kg/cm ²		479.49 kg/cm ²	
3 hari	491.73 kg/cm ²		478.13 kg/cm ²	
7 hari	585.09 kg/cm ²	571.34 kg/cm ²	577.84 kg/cm ²	571.34 kg/cm ²
7 hari	557.9 kg/cm ²		569.68 kg/cm ²	
7 hari	571.04 kg/cm ²		566.51 kg/cm ²	
14 hari	611.83 kg/cm ²	609.26 kg/cm ²	582.37 kg/cm ²	613.34 kg/cm ²
14 hari	595.06 kg/cm ²		623.16 kg/cm ²	
14 hari	620.89 kg/cm ²		634.49 kg/cm ²	
28 hari	665.31 kg/cm ²	674.67 kg/cm ²	658.51 kg/cm ²	669.39 kg/cm ²
28 hari	711.08 kg/cm ²		693.41 kg/cm ²	
28 hari	647.63 kg/cm ²		656.24 kg/cm ²	

Dari Tabel 2 dapat dilihat hasil pengujian kuat tekan beton dengan mutu beton K.600 dalam skala laboratorium terjadi perbedaan pada usia 3 hari, dimana nilai kuat tekan komposisi *mix design* awal lebih tinggi dari komposisi + CTF-9A. Namun pada usia 7 hari, nilai kuat

tekannya hampir setara yaitu rata-rata 571.34 kg/cm². Sedangkan usia 28 hari nilai kuat tekan yang direncanakan sudah tercapai dari kuat tekan komposisi yang direncanakan dan sedikit lebih rendah dari komposisi *mix* desain awal yaitu rata-rata 669.39 kg/cm².

Percobaan skala produksi dilakukan pada produksi produk tiang pancang sebanyak 6 batang tipe *spun pile*, dengan membandingkan komposisi campuran desain awal dengan komposisi penambahan + CTF-9A. Nilai kuat tekan beton didapatkan dari hasil pengujian *hammer test* pada produk saat umur 8 jam dan sampel benda uji kubus usia 7 hari, hasil pengukuran *slump test* dan nilai kuat tekan beton ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3.

Perbandingan Hasil *Hammer Test* pada Produk *Spun Pile*

KOMPOSISI	TANGGAL PRODUKSI	TIPE PRODUK	NILAI <i>SLUMP TEST</i>		NILAI KUAT TEKAN (kubus) (kg/cm ²)						NILAI KUAT TEKAN <i>Hammer test</i> umur 8 jam (kg/cm ²)
					Umur 8 jam		Umur 7 hari		Rata-rata		
Mutu beton K.600 Non-CTF 9A	22 Maret 2019	35 A M 9 7	0"	13	I	319	339	I	541	522.3	388
			15'	9	II	352		II	525		
			30'	5	III	346		III	501		
	23 Maret 2019	35 A M 9 7	0'	11	I	356	355.6	I	538	519.3	368
			15'	7	II	332		II	511		
			30'	5	III	379		III	509		
	11 April 2019	40 A2 B 10 7	0'	14	I	323	342.3	I	543	535	388
			15'	9	II	339		II	518		
			30'	4	III	365		III	544		
	Rata – rata hasil pengujian						345.63	525.53		381.33	
Mutu beton K.600 + CTF 9A	22 Maret 2019	35 A M 9 7	0'	10	I	325	332.7	I	505	518	347
			15'	6	II	306		II	532		
			30'	4	III	367		III	517		
	23 Maret 2019	35 A M 9 7	0'	12	I	315	339.7	I	550	520	327
			15'	8	II	306		II	501		
			30'	5	III	398		III	509		
	11 April 2019	40 A2 B 10 7	0'	9	I	309	317.3	I	526	529.3	341
			15'	6	II	311		II	540		
			30'	4	III	332		III	522		
	Rata – rata hasil pengujian						329.9	522.4		338.33	

Dari Tabel 3 dapat dilihat nilai kuat tekan rata - rata dari pengujian hammer test pada umur 8 jam untuk 3 batang tiang pancang/ spun pile dengan mutu beton K.600 komposisi Non CTF-9A adalah sebesar 381.33 kg/cm² (59% dari kuat tekan yang direncanakan), sedangkan nilai kuat tekan rata-rata dengan penambahan komposisi + CTF-9A adalah sebesar 338.33 kg/cm² (53% kuat tekan yang direncanakan). Berdasarkan hasil kuat tekannya, mutu beton K.600 komposisi Non CTF-9A dan + CTF-9A memenuhi syarat kuat tekan minimum yang disyaratkan, yaitu 50% dari mutu yang direncanakan.



Gambar 5.
Percobaan dalam Skala Produksi



Gambar 6.
Spun Pile/Tiang Pancang Hasil Produksi



Gambar 7.
Visual dalam Tiang Pancang Mutu K.600 + CTF-9A

Dari gambar 6 dan 7 terlihat bagian luar produk yang dihasilkan terlihat mulus dan bagian dalam tidak terdapat penggumpalan limbah beton sehingga akan menambah minat pelanggan terhadap peroduk yang dihasilkan. Estimasi perbandingan harga beton per m³ mutu K.600 komposisi non CTF-9A dan + CTF 9A dengan material *mix design* yang pada penelitian ini dilakukan pada bulan April tahun 2019, dengan asumsi harga (kebutuhan industri) akan disajikan dalam bentuk Tabel 4.

Tabel 4.

Estimasi Perbandingan Harga Beton per m³

NO	MATERIAL	SAT	HARSAT	MUTU BETON K. 600				SELISIH		KET
				KAO SA-1		KAO SA-1 + CTF		Volume kg	Harga M3	
				Volume	Harga	Volume	Harga			
1	Semen Tiga Roda	kg	856	498	426.288	458	392.048	40	34.240	
2	Fly Ash	kg	295	26	7.670	26	7.670	-	-	
3	Pasir Galunggung	m3	277.000	0.590	163.430	0.590	163.430	-	-	
4	Split Cigudeg	m3	215.000	0.800	172.000	0.800	172.000	-	-	
5	Air Aktual	ltr	-	145	-	135	-	10	-	
6	Admixture KAO SA-1	ltr	9.600	9.00	86.400	9.00	86.400	-	-	
7	Admixture CTF-9A	ltr	6.364	-	-	2.6		2.6	16.546	
TOTAL HARGA /M3				Rp.855.788,00-		Rp.821.548,00-		17.694		

Dari tabel 4 di atas dapat dilihat harga beton untuk komposisi K.600 non CTF-9A seharga Rp 855.788,00 per m³, sedangkan harga beton komposisi K.600 + CTF-9A sebesar Rp 821.548,00 per m³, untuk komposisi K.600 + CTF-9A lebih murah Rp 17.694 atau (2,06%) dibandingkan harga beton per m³ komposisi K.600 *mix* desain awal.

Optimasi yang diperoleh dengan menggunakan/menambahkan *Admixture* CTF-9A pada campuran beton untuk produksi sebesar :

Effisiensi Volume : 8, 70 %

Effisiensi Biaya : 2, 06 % per m³ pada beton

Optimasi biaya dalam satu tahun = Rp. 17.694,- x 198.978 m³ = Rp. 3.520.716.732,00,-

Perbedaan antara uji skala laboratorium (Gambar 3) dan uji skala produksi (Gambar 5) yaitu terkait dengan material dan alat yang digunakan pada percobaan laboratorium menggunakan alat mixer mini sebagai pencampur material gambar 4, menggunakan material yang telah dipilih dan disiapkan khusus untuk *trial* uji skala laboratorium, sedangkan pada uji skala produksi menggunakan alat *mix batching plant* yang digunakan untuk proses produksi pabrik gambar 5 dan menggunakan material produksi yang ada pada stok material pabrik untuk pengujian sample pada kubus menggunakan alat yang sama yaitu alat uji kuat tekan pada laboratorium, yang membedakan adalah penambahan uji lapangan pada produk yang telah diproduksi menggunakan alat uji lapangan hammer test, hasil uji hammer test terdapat pada Tabel 3.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil studi dan analisa terhadap penggunaan *admixture* tambahan CTF-9A dalam proses produksi beton pracetak jenis *spun pile*, maka dapat disimpulkan bahwa Penambahan *admixture* CTF-9A sebagai optimasi pada produksi mutu beton K.600 (mix desain awal) memungkinkan untuk dilakukan, *admixture* CTF-9A dapat mengoptimasi penggunaan semen dengan persentase 7 – 9% dari pada *mix* desain awal.

Dari sisi kualitas, penambahan CTF-9A menghasilkan permukaan beton yang lebih halus, homogen dan minim cacat sesuai dengan standar mutu *spun pile* yang dipersyaratkan, sehingga menarik pelanggan untuk penggunaannya.

Secara keseluruhan, penggunaan *admixture* CTF-9A sebagai bahan tambahan pada produksi *spun pile*/tiang pancang memberikan optimasi yang signifikan dari segi teknis dan efisiensi biaya dan menjadikannya solusi yang tepat dalam industri pracetak yang menuntut mutu tinggi dan ketepatan produksi tanpa menurunkan mutu dari produk yang dihasilkan.

Penelitian ini memiliki keterbatasan dalam hal waktu, karena dilakukan disela saat jam kerja produksi beton pracetak terkait alat produksi dan campuran *mix* desain material yang dipakai pada alat *mix batching plant* pabrik gambar 5, sehingga peneliti memiliki arah dikemudian hari dapat melakukan studi penelitian lanjutan.

5. DAFTAR PUSTAKA

1. ASTM C494/C494M-19. (2019). *Standard Specification for Chemical Admixtures for Concrete*. ASTM International.
2. Hidayat, N. N. W. (2019). Penambahan Admixture Terhadap Analisa Beton Percepatan 24 Jam Setara Dengan Beton Normal 28 Hari. *Jurnal Universitas Muhammadiyah Tangerang*.
3. Narasimha P., and Naqash, J.A. (2019). Strength prediction of high early strength concrete by artificial intelligence. *International Journal of Engineering and Advanced Technology*. 8 (3): 330-334.
4. PT XYZ Chemical Indonesia. (2020). *Lembar Data Produk CTF-9A*.
5. Setiobudi A., Purwanto H., Adiguna. (2023). Pengaruh Pemanfaatan Air Ekstraksi Eceng Gondok Terhadap Kuat Tekan Beton K-175. Bearing: *Jurnal Penelitian dan Kajian Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Palembang*, 8 (1): 46-51
6. SNI 03-2834-2000, *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*, Standar Nasional Indonesia.
7. SNI 1972:2022. (2020). *Metode uji slump beton semen hidraulis (ASTM C143/C143M-20, MOD)*.