

# PENGARUH PENAMBAHAN ADMIXTURE AIR ENTRAINING AGENT 0,04%,0,08%,0,12% PADA KUAT TEKAN BETON DENGAN MUTU $f_c'$ 25 MPa

Syafaril Hanif Aulia <sup>1</sup>, Andang Widjaja <sup>2</sup>,

<sup>1</sup>Program Studi D4 Teknik Sipil, Fakultas Vokasi, Universitas Negeri Surabaya, Jln. Ketintang Surabaya. Telp: (031) 1234567. Email : [syafarilhanif2001@gmail.com](mailto:syafarilhanif2001@gmail.com)

<sup>2</sup>Program Studi S1 Pendidikan Teknik Bangunan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya, Jln. Ketintang Surabaya. Telp: (031) 1234567. Email : [andangwidjaja@unesa.ac.id](mailto:andangwidjaja@unesa.ac.id)

## Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kuat tekan beton silinder dengan mutu  $f_c'$  25 Mpa dengan Penambahan bahan tambah AEA. Berdasarkan brosur AEA, bahan tambah ini bersifat polimer yang larut dalam air yang berfungsi untuk mengurangi berat beton dan mengurangi pemakaian semen dalam campuran. Uji mix beton dibagi dalam tiga campuran yaitu dengan penambahan AEA masing-masing 0,04%, 0,08%, dan 0,12% dari berat semen. Komposisi bahan mix beton tersusun atas 18,48 kg semen, 46,9 kg agregat halus, 22,58 kg agregat, dan air 5,98 kg. Hasil uji kuat tekan pada beton silinder dengan bahan tambah AEA sejumlah 0,04% pada umur 28 hari sebesar 25,02 MPa. Kuat tekan beton silinder dengan bahan tambah AEA sejumlah 0,08% pada umur 28 hari sebesar 20,55 MPa. Selanjutnya untuk kuat tekan beton silinder dengan bahan tambah AEA sejumlah 0,12% pada umur 28 hari sebesar 17,4 MPa.

Kata Kunci: Admixture, AEA, Kuat Tekan, Beton.

## Abstract

This study aims to determine the compressive strength of cylindrical concrete with  $f_c'$  quality of 25 MPa with the addition of AEA additives. Based on the AEA brochure, this added material is a water-soluble polymer which functions to reduce the weight of concrete and reduce the use of cement in the mix. The concrete mix test was divided into three mixtures, namely with the addition of AEA 0.04%, 0.08% and 0.12% respectively by weight of cement. The composition of the concrete mix consists of 18.48 kg of cement, 46.9 kg of fine aggregate, 22.58 kg of aggregate and 5.98 kg of water. The compressive strength test results for cylindrical concrete with 0.04% AEA added at 28 days of age were 25.02 MPa. The compressive strength of cylindrical concrete with 0.08% AEA added at 28 days of age is 20.55 MPa. Furthermore, the compressive strength of cylindrical concrete with 0.12% AEA added material at 28 days of age is 17.4 MPa.

Keywords: Admixture, AEA, Compressive Strength, Concrete

## PENDAHULUAN

Adanya perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi saat ini memberikan dampak yang sangat besar terhadap segala bidang termasuk pada bidang konstruksi. Perkembangan teknologi konstruksi diperlukan agar kebutuhan akan bahan yang dibutuhkan tersedia dengan mudah dan cepat (Rahmawati et al., 2021).

Beton merupakan suatu bahan komposit yang terdiri dari beberapa bahan yang komponen utamanya adalah semen, agregat halus, agregat kasar, air dan bila perlu bahan tambahan dengan komposisi tertentu. Salah satu keunggulan beton adalah dapat menahan beban tekanan, perubahan cuaca, suhu tinggi, mudah ditempa dan mudah dirawat. Umumnya semua bangunan struktural dibangun dengan beton sebagai bahan bangunan utama seperti struktur gedung, struktur bangunan air, struktur

bangunan transportasi dan banyak lagi bangunan struktur lainnya (Hamdi et al., 2022).

Struktur bangunan yang menggunakan bahan beton harus dirancang sesuai dengan kuat tekan beton yang direncanakan. Kuat tekan beton adalah besarnya beban persatuan luas yang menyebabkan suatu balok beton hancur ketika dibebani dengan gaya tertentu yang dihasilkan oleh mesin penekan (Rahmawati et al., 2021). Beton yang digunakan pada bangunan struktural harus dibuat dengan menggunakan standar yang berlaku dan tidak boleh kurang dari mutu beton  $f'c$  17,5 Mpa (Hamdi et al., 2022).

Kualitas mutu beton sering dikaitkan dengan kuat tekan beton dimana semakin tinggi kuat tekan maka semakin baik pula kualitas beton tersebut. Melihat hal tersebut, kuat beton yang direncanakan pada penelitian ini adalah  $f'c$  25 Mpa. Pemilihan kuat tekan beton yang diambil dalam penelitian ini, beracuan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Tiliq, dkk (2021). Seiring kemajuan teknologi, penggunaan beton dituntut untuk semakin meningkat dari segi kualitas dan kemudahan dalam pengerjaannya, sehingga diperlukan inovasi-inovasi untuk meningkatkan sifat dan kekuatan beton (Poerwodihardjo dan Rustendi, 2021).

*Self Compacting Concrete (SCC)* atau disebut juga "beton alir" (*Flowing Concrete*) merupakan sebuah konsep inovatif dalam teknologi konstruksi beton untuk menghasilkan beton yang dapat "mengalir" (*flowable*) namun tetap kohesif dan bermutu tinggi. Beton dapat dicor dengan mudah dan cepat, tanpa perlu dipadatkan/digetarkan. Selain itu, beton akan dengan mudah mengalir, bahkan melalui tulangan yang rapat tanpa mengalami segregasi ataupun *bleeding* (Mariani, et al., 2009).

Secara umum SCC memerlukan bahan tambah (*admixture*) untuk memodifikasi sifat serta karakteristik beton. *High range water reducer* atau *Superplasticizer* adalah salah satu jenis *water reducer-chemical admixture* yang dapat mengurangi secara signifikan kebutuhan air pencampur dengan tetap mempertahankan *workabilitas* campuran (Mariani, et al., 2009). *Superplasticizer* dapat memecah gumpalan yang melapisi pasta semen sehingga memungkinkan semen menyebar secara merata dan menutupi agregat dengan baik serta meningkatkan kemampuan pengerjaan beton.

*Superplasticizer* secara fisik dapat membuat pasta bergerak lebih bebas mengisi pori-pori beton. Hal itu menyebabkan porositas beton akan lebih kecil dan kepadatan beton akan meningkat sehingga kekuatan beton pun akan meningkat pula (Dzikri &

Firmansyah, 2018). *Superplasticizer* secara fisik dapat membuat pasta bergerak lebih bebas mengisi pori-pori beton. Hal itu menyebabkan porositas beton akan lebih kecil dan kepadatan beton akan meningkat sehingga kekuatan beton pun akan meningkat pula (Dzikri & Firmansyah, 2018).

Di sisi lain, *Consol AER* sebagai *Air Entraining Agent (AEA)* juga dapat digunakan untuk campuran yang baik bagi beton. *Air Entraining Agent* merupakan bahan tambah campuran beton berupa surfaktan yang dapat menciptakan gelembung-gelembung udara yang sangat halus. Penggunaan AEA dapat meningkatkan kelecakan dan kemudahan pengerjaan (*workability*) namun disisi lain penggunaan AEA dapat mengurangi kuat tekan beton. AEA dapat meningkatkan sifat kohesif beton. Dan pada umumnya penggunaan AEA dapat meningkatkan keawetan beton karena sifat *permeable* beton berkurang dan juga dapat meningkatkan ketahanan terhadap pembekuan dan pencairan (Hasiholan et al., 2018).

## METODE PENELITIAN

1. Penyusunan Tugas Akhir ini diperlukan data yang lengkap, akurat, serta sesuai yang diharapkan oleh penyusun. Metode yang digunakan untuk memperoleh hasil yang diharapkan adalah sebagai berikut:

### a. Metode Pengujian dan Eksperimen

Pada penelitian ini dilakukan dengan cara membuat sampel benda uji dan pengujian beton di laboratorium bahan PT. Solusi Bangun Beton Indonesia. Pembuatan beberapa benda uji berupa beton silinder dengan komposisi masing-masing yang nantinya diuji 28 hari.

### b. Studi Literatur

Pengujian saja tidaklah cukup sehingga harus didukung oleh teori-teori baik dari jurnal, artikel, buku-buku, dan skripsi yang sesuai dengan pokok pembahasan atau permasalahan yang dibahas dalam tugas akhir ini. Selain itu data-data studi dari SNI maupun standar asing seperti ASTM, ACI juga dapat dipelajari untuk menambah teori pendukung Tugas Akhir.

### c. Pengolahan Data

Metode ini dilakukan apabila data pengujian bahan sudah didapat dan nantinya diolah menjadi hasil yang diharapkan.

## 2. Perencanaan Campuran Beton

Pada penelitian ini dasar perencanaan *Mix Design* adalah *ACI (American Concrete Institute)*. *Mix Design* ini dibuat untuk mutu beton  $F_c' 25$  MPa dengan volume per silindernya  $0,06 \text{ m}^3$ .

Dalam merencanakan campuran beton menurut *American Concrete Institute (ACI)*.

- Kekuatan beton karakteristik  $K 300 \text{ kg/cm}^2$  pada umur 28 hari
- Slump* direncanakan  $2,5 \text{ cm}$
- Ukuran maksimum kerikil  $3,81 \text{ cm}$
- Berat jenis kerikil (*SSD*) =  $2,73$  dengan penyerapan =  $1 \%$
- Berat jenis pasir (*SSD*) =  $2,50$  dengan penyerapan =  $2 \%$
- Berat jenis semen =  $3,15 \text{ g/cm}^3$
- Berat per volume kerikil =  $1,6 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$
- Modulus kehalusan butir pasir =  $3,50$

Perhitungan:

- $FAS = 0,60$
- Besar ukuran maksimum kerikil =  $3,81 \text{ cm}$  memberikan jumlah air =  $185 \text{ kg/m}^3$  dengan udara  $4,5\%$
- Jumlah semen diperlukan = Jumlah air :  $FAS = 185 : 0,60 = 308,3 \text{ kg/m}^3$
- Besar maksimum ukuran kerikil  $3,81 \text{ cm}$ , modulus kehalusan butir pasir =  $3,50$  memberikan volume kerikil =  $0,72 \text{ m}^3$ , maka berat kerikil dapat dicari =  $0,72 \times 1,6 \times 10.000 = 1152 \text{ kg/m}^3$
- Volume semen =  $308,3 : 3,15 = 0,0915 \text{ m}^3$
- Volume kerikil =  $1152 : 2,68 = 0,4290 \text{ m}^3$
- Volume Air =  $159,5 : 1 = 0,1595 \text{ m}^3$
- Volume udara =  $1\% = 0,0100 \text{ m}^3$

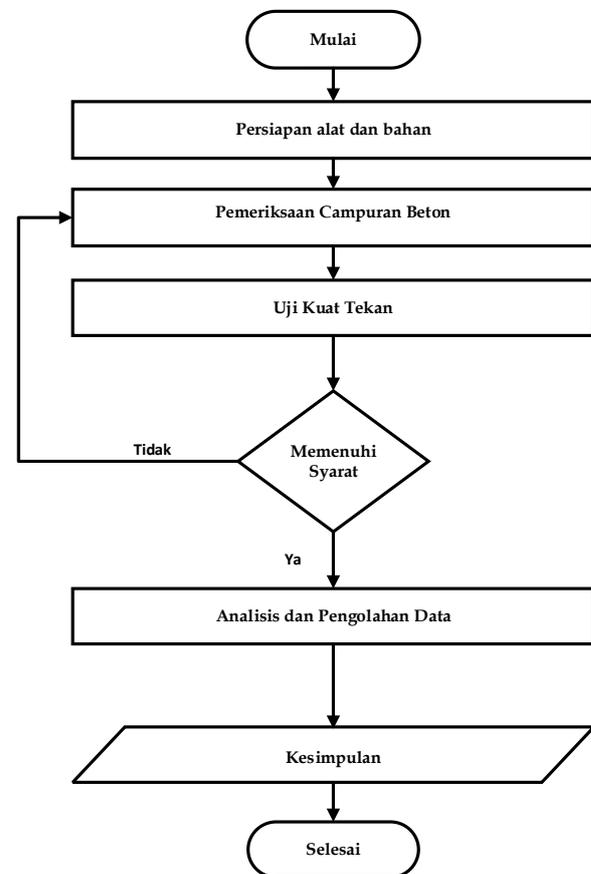
$$\text{Jumlah} = 0,6900 \text{ m}^3$$

- Volume padat pasir =  $1 \text{ m}^3 - 0,69 \text{ m}^3 = 0,31 \text{ m}^3$
- Berat pasir =  $0,31 \times 2,64 = 818 \text{ kg}$   
Kebutuhan  $1 \text{ m}^3$  campuran beton adalah:
- Semen =  $358,4 \text{ kg}$
- Pasir =  $818 \text{ kg}$
- Kerikil =  $1152 \text{ kg}$
- Air =  $159,5 + 1\% \times 1152 + 2\% \times 818 = 187 \text{ liter}$

Dalam praktek diperlukan 1 *mixer* volumenya =  $0,06 \text{ m}^3$ :

- Semen =  $0,06 \times 358,4 \text{ kg} = 21,5 \text{ kg}$
- Pasir =  $0,06 \times 818 \text{ kg} = 49,08 \text{ kg}$
- Kerikil =  $0,06 \times 1152 \text{ kg} = 69,12 \text{ kg}$
- Air =  $0,06 \times 187 \text{ liter} = 11,22 \text{ liter}$

Pada pembuatan benda uji akan terdapat 3 komposisi yang berbeda-beda dan dibuat 6 benda uji di tiap perlakuannya. Di tiap komposisi akan diberikan penambahan *Superplasticizer Polycarboxylic* sejumlah  $0,25 \%$  dari berat semen. Lalu akan diberikan penambahan *Consol AER* pada tiap komposisi, dengan komposisi ke 1 sejumlah  $0,04 \%$  dari berat semen, komposisi ke 2 sejumlah  $0,08 \%$  dari berat semen, komposisi ke 3 sejumlah  $0,12 \%$  dari berat semen. Dilakukannya komposisi yang berbeda-beda bertujuan untuk menganalisa apakah bahan tambah *Superplasticizer Polycarboxylic* dan *Consol AER* berpengaruh pada kekuatan beton yang akan diuji tekan pada hari ke 28.



Bagan 1. Bagan alir

## HASIL DAN PEMBAHASAN

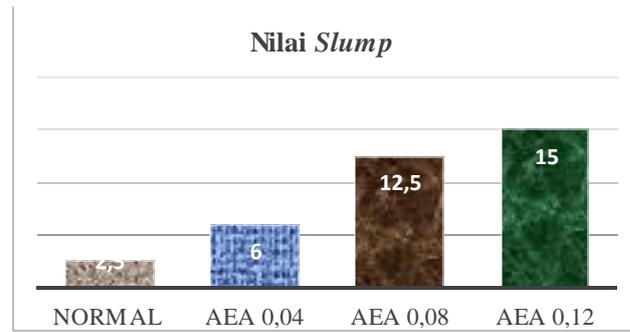
Tabel 1. Standart nilai *slump*

No	Elemen Struktur	<i>Slump</i> maks (cm)	<i>Slump</i> min (cm)
1	Plat pondasi, pondasi telapak bertulang	12,5	5,0
2	Pondasi telapak tidak bertulang, kaisan dan konstruksi bawah	9,0	2,5
3	Plat (lantai), balok, kolom, dan dinding	15,0	7,5
4	Jalan beton bertulang	7,5	5,0
5	Pembetonan massal	7,5	2,5

1. Nilai *Slump* beton tanpa bahan tambah (normal) sebesar **2,5** Cm. *Slump* beton dengan 0,04% bahan tambah AEA bertambah 125% sebesar **6** Cm. *Slump* beton dengan 0,08% bahan tambah AEA bertambah 500% sebesar **12,5** Cm. *Slump* beton dengan 0,12% bahan tambah AEA bertambah 600% sebesar **15** Cm.

Tabel 2. Hasil nilai *slump*

Kode	Jenis	<i>Slump</i>
TM 1	Normal	2,5
TM 2	AEA 0,04%	6
TM 3	AEA 0,08%	12,5
TM 4	AEA 0,12%	15



Gambar 1. Grafik nilai *slump*

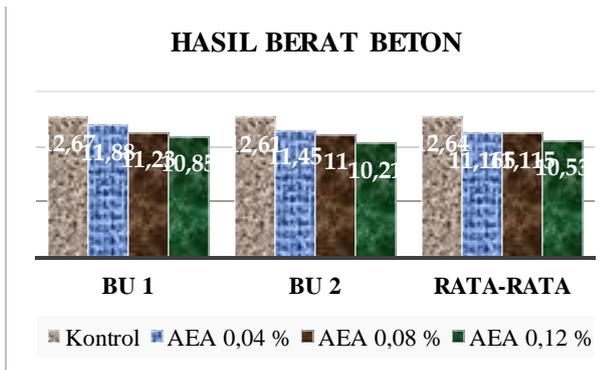
Hasil pengujian *Slump* menunjukkan bahwa dengan bahan campuran bahan tambah AEA nilai tes *slump* memiliki nilai yang meningkat dengan nilai tes *slump* beton normal. Hal ini disebabkan karena bahan tambah AEA tersebut sama dan memiliki sifat busa/foam sehingga pada campuran air semen tersebut tidak mengalami perubahan. Berdasarkan penelitian yang dilakukan, semakin besar nilai penyerapan agregat terhadap air maka semakin banyak jumlah air yang diperlukan pada campuran beton. Berdasarkan dari nilai *slump* yang didapatkan

dengan menurut tabel dari PBI 1971 N.I.-2 menunjukkan beton yang dibuat untuk penelitian diperuntukkan untuk pembetonan massal.

2. Nilai Berat beton tanpa bahan tambah (kontrol) hari ke 28 sebesar **12,64** Kg. Nilai Berat beton dengan 0,04% bahan tambah AEA sebesar **11,115** Kg. Nilai Berat beton dengan 0,08% bahan tambah AEA sebesar **11,165** Kg. Nilai Berat beton dengan 0,12% bahan tambah AEA sebesar **10,53** Kg.

Tabel 3. Hasil berat beton

Kode	Jenis	BU 1	BU 2	Rata-rata
TM 1	Kontrol	12,67	12,61	12,64
TM 2	AEA 0,04 %	11,88	11,45	11,165
TM 3	AEA 0,08%	11,23	11	11,115
TM 4	AEA 0,12%	17,4	10,21	10,53



Gambar 2. Grafik Hasil berat beton

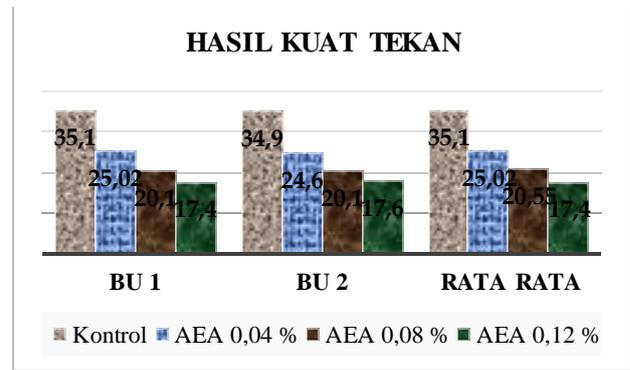
Nilai berat beton mengalami penurunan dari penambahan komposisi *AEA*. Nilai berat beton penambahan *AEA* 0,04% menurun 1,1%. Nilai berat beton penambahan *AEA* 0,08% menurun 1,1%. Nilai berat beton penambahan *AEA* 0,12% menurun 1,2%.

Pengaruh penambahan *AEA* dalam beton mengakibatkan berubahnya atau mengurangi berat beton itu sendiri karena sifat dari *AEA* dapat mengurangi massa beton didukung dari hasil penelitian *chung et al* Penggunaan *Air Entraining Admixture (AEA)* berkontribusi pada peningkatan pori-pori beton yang relatif besar. Pori-pori meningkat dengan campuran *Consol AER*. (Chung et al., 2020). Foto penimbangan berat beton.

1. Nilai kuat tekan beton pada umur 28 hari tanpa bahan tambah (kontrol) rata-rata sebesar **35,01** MPa. Kuat tekan beton dengan 0,04% penambahan *AEA* rata-rata sebesar **25,02** MPa. Kuat tekan beton dengan 0,08% penambahan *AEA* rata-rata sebesar **20,55** MPa. Kuat tekan beton dengan 0,12% penambahan *AEA* rata-rata sebesar **17,4** MPa.

Tabel 3. Nilai kuat tekan

Kode	Jenis	BU 1	BU 2	Rata-rata
TM 1	Kontrol	35,01	34,9	35,01
TM 2	AEA 0,04 %	25,02	24,6	25,02
TM 3	AEA 0,08%	20,55	20,1	20,55
TM 4	AEA 0,12%	17,4	17,6	17,4



Gambar 3. Grafik Hasil kuat tekan

Maka dapat disimpulkan bahwa nilai kuat tekan TM 1 Beton kontrol pada umur ke 28 hari BU 1 sebesar **35,01** MPa BU 2 sebesar **34,9** MPa dan Nilai rata-rata sebesar **35,1** MPa. Pada TM 2 AEA 0,04% pada umur ke 28 hari BU 1 sebesar **25,02** MPa BU 2 sebesar **24,6** MPa dan Nilai rata-rata sebesar **25,02** MPa. Selanjutnya Pada TM 3 AEA 0,08% pada umur ke 28 hari BU 1 sebesar **20,1** MPa BU 2 sebesar **20,1** MPa dan Nilai rata-rata sebesar **20,55** MPa. Kemudian TM 4 AEA 0,12% pada umur ke 28 hari BU 1 sebesar **17,4** MPa BU 2 sebesar **17,6** MPa dan Nilai rata-rata sebesar **17,4** MPa.

Nilai Kuat tekan mengalami penurunan dari penambahan komposisi *AEA*. Nilai kuat tekan penambahan *AEA* 0,04% menurun 40%. Nilai kuat tekan penambahan *AEA* 0,08% menurun 45%. Nilai kuat tekan penambahan *AEA* 0,12% menurun 50%.

Dari 4 *mix design* diatas, nilai kuat tekan ideal didapatkan dari pengujian TM 2 dengan penambahan 0,04% *AEA*. Hal ini dikarenakan pada umur 28 hari, nilai kuat tekannya tertinggi diantara benda uji yang lain dengan nilai kuat tekan rata-rata sebesar **25,02** MPa.

## SIMPULAN

Hasil penelitian pengujian kuat tekan beton yang telah didapat hasilnya, dapat ditarik sebuah kesimpulan sebagai berikut:

1. Nilai Slump pada kode TM 1 beton kontrol sebesar **2,50** cm cocok digunakan pada semua elemen struktur pengerjaan. Pada kode TM 2 penambahan *AEA* 0,04% bertambah 125% sebesar **6** cm cocok digunakan untuk semua elemen struktur pengerjaan. Pada kode TM 3 penambahan *AEA* 0,08% bertambah 500% sebesar **12,05** cm cocok digunakan untuk pengerjaan Plat pondasi, pondasi telapak bertulang, plat (lantai), balok, kolom, dan dinding. Pada kode TM 4 penambahan *AEA* 0,12% bertambah 600% sebesar **15** cm cocok

untuk digunakan untuk pengerjaan Plat (lantai), balok, kolom dan dinding.

2. Nilai berat beton rata-rata pada umur 28 hari kode TM 1 beton kontrol sebesar **12,64** kg. Berat beton dengan kode TM 2 0,04% bahan tambah AEA menurun 1,1% nilai rata-rata sebesar **11,115** kg. Berat beton dengan kode TM 3 0,08% bahan tambah AEA menurun 1,1% nilai rata-rata sebesar **11,165** kg. Berat beton dengan kode TM 4 0,12% bahan tambah AEA menurun 1,2% nilai rata-rata sebesar **10,53** kg.
3. Nilai kuat tekan pada kode TM 1 beton kontrol, nilainya dapat mencapai mutu rencana. Pada umur ke 28, nilai kuat tekan rata-rata mencapai **35,01** MPa. Nilai kuat tekan pada kode TM 2 dengan penambahan 0,04% AEA, menurun 40% namun nilainya dapat mencapai mutu rencana. Pada umur ke 28, nilai kuat tekan rata-rata mencapai **25,02** MPa. Nilai kuat tekan pada kode TM 3 dengan penambahan 0,08% AEA, menurun 45% namun nilainya tidak dapat mencapai mutu rencana. Pada umur ke 28, nilai kuat tekan rata-rata mencapai **20,55** MPa. Nilai kuat tekan pada kode TM 4 dengan penambahan 0,12% AEA, menurun 50% dan nilainya tidak dapat mencapai mutu rencana. Pada umur ke 28, nilai kuat tekan rata-rata mencapai **17,4** MPa.

## REFERENSI

- Ariana, Riska. 2016a. 7(9): 1–23.
- Nowak-Michta, A. 2019. *Impact analysis of air-entraining and superplasticizing admixtures on concrete compressive strength. Procedia Structural Integrity*, 23, 77-82.
- ASTM C 494-81. 1981. "Standard Specification for Chemical Admixture for Concrete". United States.
- ASTM C.150. 1985. "Standard Specification for Portland Cement. Annual Books of ASTM Standard". Philadelphia, US
- ASTM C.125. 1995. "Standard Definition of Terminology Relating to Concrete and Concrete Aggregates". ASTM International
- Dzikri, M. dan Muhammad Firmansyah. 2018. "Pengaruh Penambahan *Superplasticizer* pada Beton dengan Limbah Tembaga (*Copper Slag*) terhadap Kuat Tekan Beton sesuai Umurnya". *Rekayasa Teknik Sipil*, 2(2/REKAT/18).
- Hasiholan, S. E, Wibowo, dan Sunarmasto. 2017. "Kajian Pengaruh Variasi Penambahan *Air Entraining Agent* terhadap Parameter Beton Memadat Mandiri dan Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi", e-Jurnal Matriks Teknik Sipil, 26-35
- Mariani, M., Sampebulu, V., dan Ahmad, A. G. 2009. "Pengaruh Penambahan *Admixture* terhadap Karakteristik *Self Compacting Concrete* (SCC). *SMARTek*, 7(3).
- Poerwodihardjo, F Eddy dan Iwan Rustendi. 2021. "Analisis Pengaruh Penambahan Abu Sekam Padi dan *Superplasticizer* (*Consol SS-8*) terhadap Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi. *Jurnal Teodolita* 22(1), 11-22
- Rahmat, Irna Hendriyati, and Moh. Syaiful Anwar. 2016. "Analisis Kuat Tekan Beton Dengan Bahan Tambah Reduced Water Dan Accelerated Admixture." *InfioTeknikoTeknik* 17(2): 205–18.
- Rahmawati, N., Lakawa, I., & Sulaiman, S. 2021. "Pengaruh Cangkang Kerang Laut Terhadap Kuat Tekan Beton." *Sultra Civil Engineering Journal*, 2(1), 46-54.
- Rahmayanti, Novi. 2019. "Pengaruh Penggunaan Limbah Abu Sekam Padi dan *Viscocrete* 1003 terhadap Kualitas Beton Normal Dengan Upv Test." *Teras Jurnal* 8(2): 434.
- SNI S-04-1989-F. 1989. "Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A, Bahan Bukan Logam". Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 1969:2008. 2008. "Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar". Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 6369-2008. 2008. "Tata Cara Pembuatan Kaping untuk benda uji silinder beton". Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- SNI-2493-2011. 2011. "Tata Cara Pembuatan dan Perawatan Benda Uji Beton di Laboratorium" Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 7656:2012. 2012. "Tata Cara Pemilihan Campuran Untuk Beton Normal, Beton Berat Dan Beton Massa." Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Tilik, L. F., Firdausa, F., Agusri, M. R., & Hartoyo, P. 2021. "Pengaruh Cangkang Kerang sebagai Substitusi Agregat Kasar dengan Bahan Tambah *Superplasticizer* pada Kuat Tekan Beton" *Jurnal Deformasi*, 6(2), 80-86.
- Uisharmandani, Laode, Ira Puspitasari, Laode Uisharmandani, and Konstruksi Bangunan. 2023. "Kajian Eksperimental Beton Menggunakan *Admixture Sika Viscocrete* 3115N untuk Meningkatkan Kuat Tekan." 17(1): 28–34.
- Wijaya, O. A., & Wardhono, A. 2018. "Pengaruh Penambahan *Superplasticizer* pada Beton Geopolimer Berbahan Dasar NaOH 14M Molar terhadap Kuat Tekan dan Porositas". *Rekayasa Teknik Sipil*, 3(3).
- PBBI, 1971, N.I.-2