

KUAT TEKAN BETON MUTU $f'c$ 30 DENGAN SUPERPLASTICIZER DAN AIR ENTRAINING AGENT

Darwisy Fuadi¹, Andang Widjaja²

¹ DIV Teknik Sipil, Fakultas Vokasi, Universitas Negeri Surabaya

Email: Darwisy.19047@mhs.unesa.ac.id

² S1 Pendidikan Teknik Bangunan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email: andangwidjaja@unesa.ac.id

ABSTRAK

Superplasticizer merupakan bahan tambah *Admixture* yang dicampurkan kedalam campuran beton dan telah terbukti meningkatkan kinerja beton. *Air Entraining Agent* adalah bahan tambah campuran berupa *Surfaktan* yang menciptakan gelembung udara sangat halus dengan diameter 1/100mm2mm, dapat memperbaiki sifat beton karena gelembung udara berfungsi sebagai minyak pelumas. *Air Entraining Agent* meningkatkan titik tegangan luluh, kemampuan membangun, kemampuan cetak beton 3D secara keseluruhan dibandingkan campuran sama yang tidak mengandung *Air Entraining Agent*. 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. Jumlah Benda uji yang digunakan adalah 8 benda uji, berupa beton silinder dengan komposisi masing-masing yang nantinya diuji tiap 28. Selain itu data-data studi dari SNI maupun standar asing seperti ASTM juga dapat dipelajari. Hasil pengujian kuat tekan beton normal silinder beton mutu $f'c$ 30 MPa rata-rata berat 12,325 kg dan rata-rata kuat tekan 41,25. Hasil pengujian kuat tekan beton dengan penambahan *Superplasticizer* 0,4% Dan *Air Entraining Agent* 0,02% silinder beton mutu $f'c$ 30 MPa rata-rata berat 12,265 kg, dan rata-rata kuat tekan 31,90. Hasil pengujian kuat tekan beton dengan penambahan *Superplasticizer* 0,4% Dan *Air Entraining Agent* 0,007% silinder beton mutu $f'c$ 30 MPa rata-rata berat 11,625 kg, dan rata-rata kuat tekan 28,50. Hasil pengujian kuat tekan beton dengan penambahan *Superplasticizer* 0,4% Dan *Air Entraining Agent* 0,011% silinder beton mutu $f'c$ 30 MPa rata-rata berat 11,415 kg, dan rata-rata kuat tekan 27,30.

Kata Kunci: Kuat tekan beton, *Superplasticizer*, *Air Entraining Agent*

ABSTRACT

Superplasticizer is an admixture added material that is mixed into the concrete mix and has been proven to improve concrete performance. *Air Entraining Agent* is a mixed additive in the form of a surfactant which creates very fine air bubbles with a diameter of 1/100mm2mm, which can improve the properties of concrete because the air bubbles function as lubricating oil. *Air Entraining Agent* increases the yield stress point, buildability, overall 3D printability of concrete compared to the same mix that does not contain *Air Entraining Agent*. Testing and Experiment Methods in this study were carried out by making samples of test objects and testing concrete in the materials laboratory of PT Solusi Bangun Beton Indonesia. The number of test objects used is 8 test objects, in the form of cylindrical concrete with their respective compositions which will be tested every 28. In addition, study data from SNI and foreign standards such as ASTM can also be studied. Test results of normal concrete compressive strength of quality concrete cylinders $f'c$ 30 MPa has an average weight of 12.325 kg and an average compressive strength of 41.25. The results of testing the compressive strength of concrete with the addition *Superplasticizer* 0.4% And *Air Entraining Agent* 0.02% quality concrete cylinder $f'c$ 30 MPa has an average weight of 12.265 kg, and an average compressive strength of 31.90. The results of testing the compressive strength of concrete with the addition *Superplasticizer* 0.4% And *Air Entraining Agent* 0.007% quality concrete cylinder $f'c$ 30 MPa has an average weight of 11.625 kg, and an average compressive strength of 28.50. The results of testing the compressive strength of concrete with the addition *Superplasticizer* 0.4% And *Air Entraining Agent* 0.011% quality concrete cylinder $f'c$ 30 MPa has an average weight of 11.415 kg, and an average compressive strength of 27.30.

Keywords: Concrete compressive strength, *Superplasticizer*, *Air Entraining Agent*

PENDAHULUAN

Pembangunan konstruksi setiap tahun semakin meningkat, mulai dari berskala kecil seperti rumah hingga berskala besar seperti bangunan gedung, jalan, jembatan, dan infrastruktur lainnya sebagai penunjang fasilitas untuk masyarakat. Perkembangan pembangunan yang semakin meningkat melahirkan pesatnya perkembangan perusahaan jasa yang bergerak dibidang konstruksi. Konstruksi adalah suatu proses atau kegiatan dalam bidang teknik dan arsitektur yang melibatkan pembangunan, perencanaan, pengaturan dan pengawasan pembangunan bangunan, jalan, jembatan, dam, dan struktur lainnya (Dipohusodo, 1996). Konstruksi juga meliputi kegiatan pengukuran, perencanaan bahan, pengangkutan, pengelasan, pemasangan, dan *finishing* pada suatu proyek. Pada kenyataannya pelaksanaan proyek konstruksi selalu mengalami kendala yang mengakibatkan keterlambatan penyelesaian pekerjaan (Wirabakti et al., 2014). Salah satu perkembangan dalam konstruksi untuk mendapatkan penyelesaian dalam proyek dengan lebih cepat teknologi beton. Perkembangan teknologi beton bisa berupa campuran material yang beragam hingga menemukan hasil yang paling ideal serta bahan tambahan lain untuk memperbaiki sifat beton.

Beton adalah bahan bangunan yang terdiri dari campuran agregat kasar, agregat halus, semen, air dan bahan tambahan lainnya. Bahan-bahan dasar pembentuk beton tersedia dan mudah diperoleh, pemakaian beton sangat beragam mulai dari pembangunan gedung, jembatan, jalan dan lain-lain. Perawatan yang mudah menjadi salah satu faktor beton banyak peminatnya. Pemakaian yang beragam ini juga menghasilkan kualitas beton yang berbeda agar sesuai dengan kegunaannya di proyek. Pemilihan kualitas beton sangat penting. Beton memiliki sifat kuat tekan tinggi dan memiliki kuat Tarik lemah, kualitas Beton tergantung oleh bahan untuk pembuatannya.

Beton yang bermutu baik mempunyai beberapa kelebihan diantaranya, mempunyai kuat tekan tinggi, tahan terhadap pengkaratan atau pembusukan oleh kondisi lingkungan, tahan aus, dan tahan terhadap cuaca (panas, dingin, sinar matahari, hujan). Beton juga mempunyai beberapa kelemahan, yaitu lemah terhadap kuat tarik, sulit kedap air secara sempurna, dan bersifat getas. Penggunaan material ini untuk kondisi tertentu seringkali dapat juga menimbulkan persoalan tersendiri terhadap durabilitas Penyampuran bahan ini memiliki perbedaan setiap mutu dan kegunaannya. Mutu didapat dari komposisi dalam beton yang berbeda beda.

Penggunaan beton selain memiliki kelebihan juga memiliki kekurangan. Salah satu kekurangan beton adalah berat struktur yang besar yang disebabkan

beban dari berat beton sendiri selain dari beban-beban yang lain. Beton ringan pada umumnya didapat dari campuran yang sama dengan beton normal, hanya saja agregat pada beton ringan harus dikurangi berat jenisnya. Beton ringan mempunyai berat volume yang lebih ringan dan kepadatan yang lebih rendah dibandingkan dengan beton normal. Pengurangan kepadatan pada beton menyebabkan terjadinya penurunan mutu beton. Selain mengurangi berat jenis dari agregat beton ringan bisa didapatkan dengan penambahan bahan *Admixture*. Usaha untuk mendapatkan beton yang diinginkan dapat dilakukan melalui penggunaan berbagai jenis bahan tambahan *Admixture* dengan tujuan menyelesaikan persoalan spesifik pada beton (Wijaya, 2018).

Bahan *Admixture* adalah bahan tambahan untuk menstabilkan kualitas beton. Penggunaan bahan tambah ditujukan untuk mengubah ataupun memperbaiki sifat beton agar cocok dengan kebutuhan dan pekerjaan tertentu seperti mempercepat dan memperlambat pengikatan, mempermudah *Workability*, meningkatkan kuat tekan. (Rahmat et al., 2016). Untuk mencapai target beton yang diinginkan dapat menggunakan bahan *Admixture* berupa *Superplasticizer*.

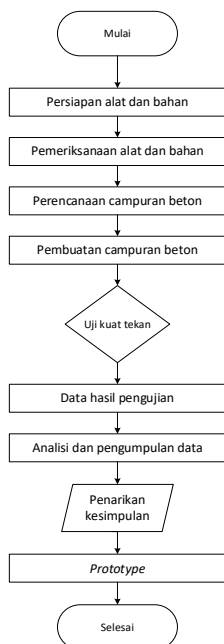
Superplasticizer merupakan bahan tambah *Admixture* yang dicampurkan kedalam campuran beton dan telah terbukti meningkatkan kinerja beton hampir disemua aspeknya, yaitu kekuatan, kemudahan pengerjaan, keawetan dan kinerja lainnya dalam memenuhi tuntutan teknologi konstruksi modern (ASTM C494-82). Beton dengan bahan tambah *superplasticizer polymer* sangat berpengaruh terhadap mutu beton tersebut dimana akan mengalami peningkatan mutu yang signifikan. Semakin tinggi prosentasi penggunaan bahan tambah *superplasticizer polymer*, maka akan semakin tinggi pula kuat tekan yang akan dihasilkan pada beton tersebut. (Slat et al., 2018). dilakukan juga penambahan *Admixture* untuk mendapatkan berat beton yang lebih ringan, salah satu *Admixture* yang digunakan untuk mengurangi berat beton adalah *Air Entraining Agent*

Air Entraining Agent adalah bahan tambah campuran beton berupa *Surfaktan* yang dapat menciptakan gelembung-gelembung udara yang sangat halus dengan diameter 1/100mm2mm, yang dapat memperbaiki sifat *pada beton* karena gelembung udara berfungsi sebagai minyak pelumas (Hasiholan et al., 2018). Secara keseluruhan, kehadiran *Air Entraining Agent* meningkatkan titik tegangan luluh, kemampuan membangun, dan kemampuan cetak beton 3D secara keseluruhan dibandingkan dengan campuran yang sama yang tidak mengandung *Air Entraining Agent*. *Air Entraining Agent* juga

memberi efek penurunan kuat tekan dari beton tersebut (Ziemelis et al., 2021).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium *Dynamix Readymix Concrete Batching Plant* PT. Solusi Bangun Beton Indonesia, Jl. Raya Tandes Lor No. 52, Kecamatan Sukomanunggal, Kota Surabaya. Dalam penelitian ini membahas pengaruh dari penambahan *Superplasticizer* dan *Air Entraining Agent* terhadap nilai kuat tekan beton yang akan dihasilkan. Adapun tahap-tahap penelitian sebagai berikut:



Gambar 1 Bagan Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian gradasi agregat halus

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui distribusi ukuran butir agregat halus yang digunakan.

Tabel 1. Hasil Pengujian Agregat Halus

Data pengujian gradasi agregat halus sesuai tabel 4.1 menurut SNI 03-2834-1992 masuk kedalam zona 1.

Hasil pengujian berat jenis agregat halus

Pengujian ini dilakukan dengan tujuan untuk menentukan nilai dari berat jenis agregat halus yang digunakan pada kondisi SSD.

Tabel 2. Pengujian Berat Jenis Agregat Halus

Berdasarkan spesifikasi karakteristik agregat halus (pasir) standar SNI 1970:2008, nilai untuk berat jenis yaitu antara 1,6 – 3,3. Jadi nilai berat jenis agregat halus yang diperoleh dari hasil telah sesuai dengan standar spesifikasi.

Hasil pengujian *Absorpsi* agregat halus

Pengujian *Absorpsi* dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui seberapa banyak air yang dapat diresap oleh agregat halus yang digunakan untuk pembuatan sampel beton.

Tabel 3. Pengujian *Absorpsi* Agregat Halus

| Deskripsi | | Satuan | Hasil |
|-------------------------|------------------------|--------|-------|
| Berat dalam kondisi SSD | S | g | 500 |
| Berat pasir dalam oven | A | g | 486 |
| Absorpsi | $(S-A/A) \times 100\%$ | % | 2,88 |

Berdasarkan spesifikasi karakteristik agregat halus (pasir) standar ASTM C 128-93, Nilai penyerapan air untuk agregat halus memiliki spesifikasi batas penyerapan air sebesar 3,5%.

Hasil pengujian *Unit Weight/Density* agregat halus

Pengujian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui berat volume dari agregat halus yang digunakan.

Tabel 4 Pengujian *Unit Weight/Density* Agregat Halus

Berat volume rata-rata agregat yang digunakan dalam penelitian ini telah memenuhi persyaratan yang ditentukan oleh ASTM C29-91 yaitu antara 1,35-1,75 gr/cm³.

Hasil pengujian gradasi agregat kasar

Pengujian gradasi agregat kasar dilakukan untuk menentukan gradasi dari agregat kasar. Pengujian ini dilakukan dengan sampel agregat kasar yang dimasukkan kedalam saringan dan digetarkan menggunakan bantuan alat ayak.

| No. Ayakan | Berat (g) | Tertinggal (g) | Tertinggal (%) | Lolos (%) |
|------------|-----------|----------------|----------------|-----------|
| 3/8 | 74,7 | 74,7 | 3,7 | 96,3 |
| 4 | 227,9 | 302,6 | 15,1 | 84,9 |
| 8 | 329,1 | 628,7 | 31,5 | 68,5 |
| 16 | 352,9 | 981,6 | 49,1 | 50,9 |
| 30 | 437,8 | 1419,4 | 71,0 | 29,0 |
| 50 | 401,3 | 1820,7 | 91,1 | 8,9 |
| 100 | 144,6 | 1965,3 | 98,3 | 2,7 |
| 200 | 26,6 | 1991,9 | 99,6 | 0,4 |
| Pan | 26,7 | 1999 | 100 | 0 |
| Total | 1999 | - | - | - |

| Deskripsi | | Satuan | Hasil |
|--------------------------------|-------------|--------|-------|
| Berat dalam kondisi SSD | S | g | 500 |
| Berat piknometer + pasir + air | C | g | 972,6 |
| Berat piknometer + air | B | g | 655,6 |
| Berat pasir dalam oven | A | g | 486 |
| Berat jenis kering (SSD) | $S/(B+S-C)$ | | 2,73 |
| Berat jenis kering | $A/(B+S-C)$ | | 2,65 |
| Berat jenis dalam oven | $A/(B+A-C)$ | | 2,87 |

Tabel 5. Hasil Pengujian Agregat Kasar

| No. Ayakan | Berat (g) | Tertinggal (g) | Tertinggal (%) | Lolos (%) |
|---------------------|---------------|----------------|----------------|-----------|
| 1 1/2 | 0 | 0 | 0 | 100 |
| 1 | 263,3 | 263,3 | 13,1 | 86,9 |
| 3/4 | 1328,2 | 1591,5 | 79,5 | 20,5 |
| 1/2 | 398,5 | 1990 | 99,4 | 0,6 |
| Deskripsi | Satuan | Compact | Loose | Average |
| Berat Silinder | 0 A | 1995,4 | 3930,6 | 3930 0,4 |
| Berat Silinder | 0 B | 1995,4 | 13,880,6 | 15,390,4 |
| Silinder+Pasir | 0,2 | 1995,6 | 99,7 | 0,3 |
| Berat Pasir | 0,3 B-A | 1995,9 | 99,7 | 0,3 |
| Berat Pasir | 0,5 | 1996,4 | 99,7 | 0,3 |
| Volume Silinder | 0,9 V | 1997,3 | 6,95 | 6,95 |
| Volume Silinder | 1,0 | 1998,3 | 99,8 | 0,2 |
| Unit weight/density | 3,3 ((B-A)/V) | 2001,6 | 1,4 | 1,64 |
| Unit weight/density | 2001,6 | | | |

Menurut SNI 2847-2013 agregat kasar memiliki ukuran 5 mm (No. 4) sampai 40 mm (No. 1 1/2).

Hasil pengujian berat jenis agregat kasar

Berat jenis agregat kasar merupakan berat rasio berat agregat kasar terhadap volume agregat kasar.

Tabel 6. Pengujian Berat Jenis Agregat Kasar

| Deskripsi | Satuan | Hasil |
|--------------------------|---------|--------|
| Berat dalam air | C | 2145,4 |
| Berat dalam kondisi SSD | B | 3390,9 |
| Berat kering oven | A | 3337,0 |
| Berat jenis kering (SSD) | B/(B-C) | 2,72 |
| Berat jenis kering | A/(B-C) | 2,68 |
| Berat jenis dalam oven | A/(A-C) | 2,80 |

Berdasarkan ASTM C127-88, berat jenis agregat kasar yang memenuhi syarat yaitu antara 2,3-2,75.

Hasil pengujian Absorpsi agregat kasar

pengujian Absorpsi agregat kasar dilakukan untuk menentukan kadar air yang diresap oleh agregat kasar.

Tabel 7. Hasil pengujian Absorpsi Agregat Kasar

| Deskripsi | Satuan | Hasil |
|-------------------------|----------------|--------|
| Berat dalam kondisi SSD | B | 3390,9 |
| Berat kering oven | A | 3337,0 |
| Absorpsi | (B-A)/A x 100% | 1,61 |

Berdasarkan ASTM C127-88, kadar air resapan agregat kasar maksimal adalah 3%. Hasil pengujian yang didapatkan adalah 3%, sehingga dapat disimpulkan bahwa kadar air resapan agregat yang digunakan dalam penelitian ini memenuhi standar.

Hasil pengujian Unit Weight/Density agregat kasar

Pengujian berat volume agregat kasar merupakan pengujian yang dilakukan untuk menentukan berat volume agregat kasar dengan cara memasukkan

agregat kasar kedalam sebuah silinder dengan dirojok dan tanpa dirojok.

Tabel 8. Pengujian Unit Weight/Density Agregat Kasar

| Deskripsi | Satuan | Compact | Loose | Average |
|------------------------|-----------|-------------------|--------|---------|
| Berat Silinder | A | g | 3930 | 3930 |
| Berat Silinder+Kerikil | B | g | 13,470 | 14,800 |
| Berat Kerikil | B-A | g | 10,540 | 10,870 |
| Volume Silinder | V | cm ³ | 6,95 | 6,95 |
| Unit weight/density | ((B-A)/V) | g/cm ³ | 1,52 | 1,56 |

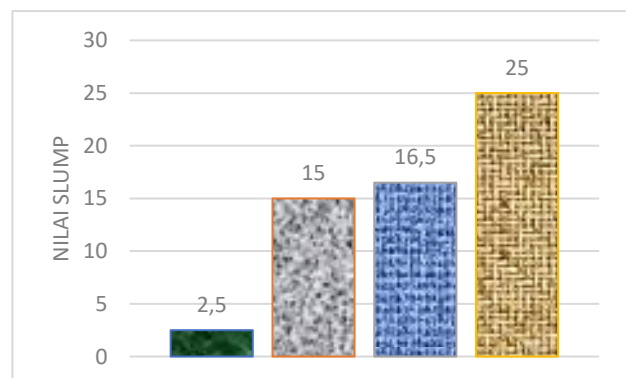
Berat volume rata-rata agregat yang digunakan dalam penelitian ini telah memenuhi persyaratan yang ditentukan oleh ASTM C29-91 yaitu antara 1,35-1,75 gr/cm³.

Hasil pengujian Slump

Pengujian Slump dilakukan saat membuat campuran Mix Design pada tiap masing- masing komposisi Air Entraining Agent.

Tabel 9. Hasil Pengujian Slump

| Slump | | |
|-------|-----------|-------|
| Kode | Jenis | Slump |
| TM 1 | Normal | 2,5 |
| TM 2 | AEA 0,02% | 15,0 |
| TM 3 | AEA 0,07% | 16,5 |
| TM 4 | AEA 0,11% | 25 |



Gambar 2 Grafik Pengujian Slump

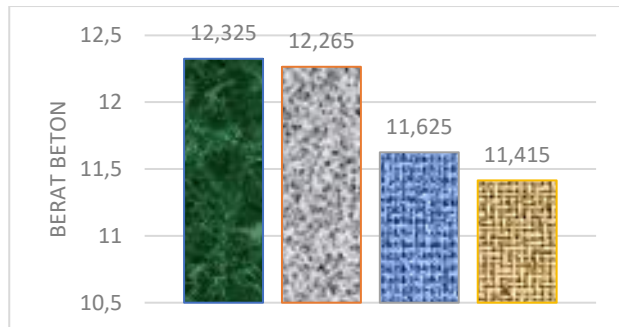
Nilai Slump beton kode TM 1 (normal) sebesar 2,5 cm. Slump beton dengan 0,02% bahan tambah Air Entraining Agent sebesar 15 cm mengalami kenaikan 83% dari TM 1. Slump beton dengan 0,07% bahan tambah Air Entraining Agent sebesar 16,5 cm mengalami kenaikan 85% dari beton TM 1. Slump beton dengan 0,11% bahan tambah Air Entraining Agent sebesar 25 cm mengalami kenaikan 90% dari beton TM 1.

Hasil pengujian berat beton

Pengujian ini berupa penimbangan beton disetiap campuran benda uji yang disajikan pada tabel 10.

Tabel 10. Hasil Pengujian Berat Beton

| Kode | Jenis | Rata-Rata Berat (kg) |
|------|------------------------|----------------------|
| TM 1 | Normal | 12,325 |
| TM 2 | SP 0,04% dan AEA 0,02% | 12,265 |
| TM 3 | SP 0,04% dan AEA 0,07% | 11,625 |
| TM 4 | SP 0,04% dan AEA 0,11% | 11,415 |



Gambar 3. Grafik Pengujian Berat Beton

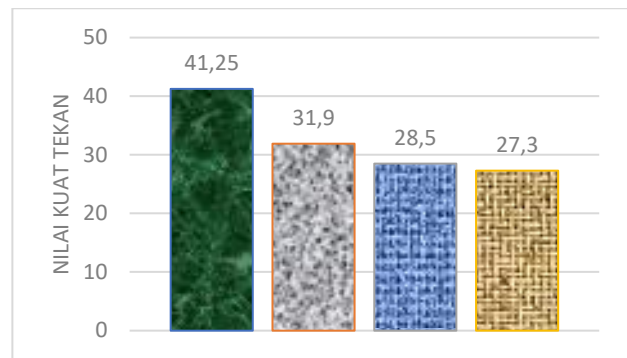
1. Berat beton TM 2 yang mendapatkan penambahan *Air Entraining Agent* sebanyak 0,02% mengalami penurunan dari TM 1. Beton dengan kode TM 2 pada umur ke 28 hari yaitu 12,265 kg terjadi penurunan berat sejumlah 0,060 kg.
2. Berat beton TM 3 yang mendapatkan penambahan *Air Entraining Agent* sebanyak 0,07% mengalami penurunan dari TM 1. Beton dengan kode TM 3 pada umur ke 28 hari yaitu 11,625 kg terjadi penurunan berat sejumlah 0,567 kg.
3. Berat beton TM 4 yang mendapatkan penambahan *Air Entraining Agent* sebanyak 0,11% mengalami penurunan dari TM 1. Beton dengan kode TM 4 pada umur 28 hari yaitu 11,415 kg terjadi penurunan berat sejumlah 0,777 kg.

Hasil pengujian kuat tekan beton

Pada Tabel 11 terdapat data dari hasil pengujian kuat tekan beton mutu $f'c$ 30 Mpa dan gambar 4 Merupakan grafik dari hasil pengujian kuat tekan beton mutu $f'c$ 30.

Tabel 11 Tabel Pengujian Kuat Tekan Beton

| Kode | Jenis | Rata-Rata Kuat Tekan (Mpa) |
|------|------------------------|----------------------------|
| TM 1 | Normal | 41,25 |
| TM 2 | SP 0,04% dan AEA 0,02% | 31,90 |
| TM 3 | SP 0,04% dan AEA 0,07% | 28,50 |
| TM 4 | SP 0,04% dan AEA 0,11% | 27,30 |



Gambar 4 Grafik Pengujian Kuat Tekan Beton

1. Nilai kuat tekan TM 2 yang mendapatkan penambahan *Air Entraining Agent* sebanyak 0,02% mengalami penurunan dari TM 1. Beton dengan kode TM 2 pada umur ke 28 hari yaitu 31,90 Mpa terjadi penurunan kuat tekan sebesar 10,35 Mpa.
2. Nilai kuat tekan TM 3 yang mendapatkan penambahan *Air Entraining Agent* sebanyak 0,07% mengalami penurunan dari TM 1. Beton dengan kode TM 3 pada umur ke 28 hari yaitu 28,50 Mpa terjadi penurunan kuat tekan sebesar 13,75 Mpa.
3. Nilai kuat tekan TM 4 yang mendapatkan penambahan *Air Entraining Agent* sebanyak 0,11% mengalami penurunan dari TM 1. Beton dengan kode TM 4 pada umur 28 hari yaitu 27,30 Mpa terjadi penurunan kuat tekan sebesar 14,95 Mpa.

SIMPULAN

1. Nilai kuat tekan TM 2 yang mendapatkan penambahan *Air Entraining Agent* sebanyak 0,02% mengalami penurunan berat dan kuat tekan dari TM 1. Beton dengan kode TM 2 pada umur ke 28 hari memiliki berat 12,265 kg terjadi penurunan berat sejumlah 0,060 kg dan kuat tekan beton TM 2 sebanyak 31,90 Mpa terjadi penurunan sebesar 10,35 Mpa.
2. Nilai kuat tekan TM 2 yang mendapatkan penambahan *Air Entraining Agent* sebanyak 0,02% mengalami penurunan berat dan kuat tekan dari TM 1. Beton dengan kode TM 2 pada umur ke 28 hari memiliki berat 11,625 kg terjadi penurunan berat sejumlah 0,567 kg dan kuat tekan beton TM 2 sebanyak 28,50 Mpa terjadi penurunan sebesar 13,75 Mpa.
3. Nilai kuat tekan TM 2 yang mendapatkan penambahan *Air Entraining Agent* sebanyak

0,02% mengalami penurunan berat dan kuat tekan dari TM 1. Beton dengan kode TM 2 pada umur ke 28 hari memiliki berat 11,415 kg terjadi penurunan berat sejumlah 0,777 kg dan kuat tekan beton TM 2 sebanyak 27,30 Mpa terjadi penurunan sebesar 14,95 Mpa.

DAFTAR PUSTAKA

- Hasiholan, S. E., Wibowo, W., & Sunarmasto, S. (2018). Kajian Pengaruh Variasi Penambahan Air Entraining Agent Terhadap Parameter Beton memadat Mandiridan Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi. *Matriks Teknik Sipil*, 6(1), 26–35.
<https://doi.org/10.20961/mateksi.v6i1.36591>
- Hidayat, A. (2014). Perbandingan Job Mix Design Beton Antara Metode DoE dan ACI. *Jurnal APTEK*, 6(4), 43–48.
- Slat, V. B., Supit, S. W. M., & Kondo, N. (2021). Pengaruh Superplasticizer Polymer Terhadap Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi. *Wahana Teknik Sipil: Jurnal Pengembangan Teknik Sipil*, 26(2), 115.
<https://doi.org/10.32497/wahanats.v26i2.3126>
- Sumajouw, dkk. (2014). *Pengujian Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi*. Jurnal Ilmiah Media Engineering Vol 4, No4.
- Rahmat, Irna Hendriyani, and Moh Syaiful Anwar. 2016. “Analisis Kuat Tekan Beton Dengan Bahan Tambah Reduced Water Dan Accelerated Admixture.” *Infoteknik* 17(2): 205–18.
- Aris, Sutrisno, and Widodo Slamet. 2013. “Analisis Variasi Kandungan Semen Terhadap Kuat Tekan Beton Ringan Struktural Agregat Pumice.” *Jurnal Analisis*: 2–4.
- Candra Agata, dkk.(2020). Kuat Tekan Beton Fc’ 21,7 Mpa menggunakan Water Reducing And High Range Admixtures. *Jurnal CIVILLA Vol 3, No 1*
- Gardjito, Edy, Agata Iwan Candra, and Yosef Cahyo. 2018. “Pengaruh Penambahan Batu Karang Sebagai Substitusi Agregat Halus Dalam pembuatan Paving Block.” *UKaRsT* 2(1): 36.
- SNI 03-2847-2002. 2002. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*. Bandung: Badan Standardisasi Nasional
- SNI 03-6861.1-2002. 2002. *Spesifikasi bahan bangunan bagian A (bahan bangunan bukan logam)*. Bandung: Badan Standardisasi Nasional.
- SK SNI S-04-1989-F. 1989. *Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A (Bahan bangunan bukan logam)*. Bandung. Badan Standardisasi Nasional.
- ASTM, C.494. 2001. “Standard Specification for Chemical Admixtures for Concrete 1.” 04: 1–9.
- SNI 03-6805-2002. 2002. *Metode Pengujian Mengukur Nilai Kuat Tekan Beton Pada Umur Awal dan Memproyeksikan Kekuatan Pada Umur Berikutnya*, Badan Standar Nasional.
- SNI 03-1972-2008. 2008. “Cara Uji Slump Beton” Bandung. Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 03-6369-2008. 2008. “Tata Cara Pembuatan Capping Untuk Benda Uji Silinder Beton” Bandung. Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 03-2493-1991. 1991. “Metode Pembuatan Dan Perawatan Benda Uji Beton Di Laboratorium” Bandung. Badan Standardisasi Nasional.