

PENGARUH METODE PERAWATAN BETON DENGAN SUHU NORMAL TERHADAP KUAT TEKAN BETON MUTU TINGGI

Ki Catur Budi¹, Agata Iwan Candra², Dwifi Aprillia Karisma³, Saiful Muslimin⁴, Sudjati⁵

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Kadiri

Jl. Selomangleng 1, Kediri

E-mail: catur_budi@unik-kediri.ac.id¹, iwan_candra@unik-kediri.ac.id², dwifi@unik-kediri.ac.id³, saiful_muslimin@unik-kediri.ac.id⁴, sudjati@unik-kediri.ac.id⁵

ABSTRAKS

Pembangunan infrastruktur menjadi hal yang sedang digadang-gadang dalam pemerintahan era sekarang. Salah satu pembangunan yang berkembang adalah bidang konstruksi. Beton menjadi material yang penting dalam konstruksi. Kualitas beton menjadi fokus utama yang perlu diperhatikan. Pada konstruksi, material beton mutu tinggi menjadi hal yang pokok digunakan. Selain kualitas material penyusun, metode pelaksanaan perawatan beton juga menjadi hal yang berpengaruh. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana pengaruh cara perawatan beton dengan suhu normal terhadap kuat tekan beton mutu tinggi. Metode eksperimental dan studi literatur digunakan pada penelitian ini. Benda uji yang digunakan berbentuk silinder dengan tinggi 30 cm dan berdiameter 15 cm dengan mutu awal beton 36,6 Mpa. Variasi yang digunakan adalah cara perawatan beton (tanpa perawatan, perawatan direndam, perawatan disiram.) . Pengujian kuat tekan dilakukan saat umur beton 28 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kuat tekan tertinggi didapat dengan metode perawatan direndam dengan nilai kuat tekan yaitu 38,15 Mpa.

Kata Kunci: Beton Mutu Tinggi, Kuat Tekan, Perawatan Beton

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangunan infrastruktur merupakan salah satu hal penting dalam mempercepat pembangunan nasional. (Supriani and Islam 2019) Pembangunan nasional menjadi upaya dalam peningkatan aspek kehidupan masyarakat, salah satu dari aspek tersebut adalah aspek ekonomi (Ir. Mulyono Sadyohutomo 2018). Infrastruktur memiliki peranan penting dalam menggerakkan roda pertumbuhan ekonomi, mengingat laju pertumbuhan ekonomi tidak dapat dipisahkan dari ketersediaan infrastruktur (Kartika 2005).

Pada era pemerintah Indonesia sekarang, pembangunan menjadi hal yang digadang-gadang. Peran pemerintah sebagai mobilisator sangat mendukung dalam pengembangan ini. Pembangunan infrastruktur yang dilakukan akan membuat Indonesia menjadi negara yang terus tumbuh dan berkembang serta diharapkan mampu mengkoneksikan antar daerah di Indonesia (Sumaryoto 2010).

Salah satu pembangunan yang sangat berkembang saat ini ada pada bidang konstruksi. Pembangunan dalam bidang ini menjadi fondasi dalam pembangunan ekonomi selanjutnya. Berbagai macam pembangunan dalam bidang konstruksi yaitu pembangunan jalan, gedung, bangunan air dll. Pembangunan tersebut harus direncanakan sedemikian rupa agar memiliki daya guna yang tepat. Perencanaan meliputi desain konstruksi serta kualitas material atau bahan

penyusun konstruksi. Salah satu bahan material yang banyak digunakan dalam bidang konstruksi adalah beton.

Beton merupakan material yang banyak digunakan dalam bidang konstruksi karena dianggap lebih ekonomis dan efisien. Bahan penyusun beton sendiri terdiri dari semen, agregat dan air. Terkadang dalam penyusunan beton juga ditambahkan bahan penyusun beton lain seperti admixture guna untuk menunjang kualitas beton.

Penggunaan bahan tambah sebagai salah satu teknologi manufaktur maju yang paling menjanjikan, telah diperoleh meningkatkan minat publik sejak kemunculannya pertama kali pada 1980-an. (Zhao, Yang, and Li 2020) Penggunaan bahan tambah dapat membuat bagian yang kompleks dan mengurangi waktu produksi.

Penggunaan bahan tambah beton ditujukan untuk beton dengan kualitas tinggi (Agata Iwan Candra et al. 2020). Beton ini banyak digunakan sebagai bahan bangun struktur seperti struktur jembatan, gedung bertingkat. Beton mutu tinggi memerlukan perlakuan khusus dan tidak dapat dicapai jika hanya menggunakan material konvensional. Penggunaan bahan tambah aditive atau admixture mampu meningkatkan kuat tekan beton serta mengurangi jumlah penggunaan air tanpa mempengaruhi kualitasnya.

Kualitas beton sendiri bukan hanya dipengaruhi oleh material penyusun beton saja, namun proses pelaksanaan pembuatan beton juga akan mempengaruhi kualitas beton. Salah satu proses

Jenis Beton	f_c' (Mpa)	σ_{bk}' (kg/cm ²)	Uraian
Mutu tinggi	35 – 65	K400-K800	Digunakan untuk beton prategang
Mutu sedang	20 - < 35	K250-<K400	Digunakan untuk beton bertulang
Mutu rendah	15 - <20	K175-<K250	Digunakan untuk struktur beton tanpa tulangan
	10 - < 15	K125 -< K175	Digunakan untuk lantai kerja

pelaksanaan yang menunjang kualitas beton adalah perawatan beton(Zahid, Shafiq, and Jalal 2018).

Perawatan ini berupa pencegahan atau mengurangi kehilangan/ penguapan air dari dalam beton yang ternyata masih diperlukan untuk kelanjutan proses hidrasi (Iskandar 2020). Apabila terjadi kehilangan atau penguapan air, proses hidrasi akan terganggu sehingga dapat mempengaruhi kualitas beton. kuat tekan menjadi salah satu tolak ukur atau parameter kualitas beton(Li et al. 2020). Selain akan terjadinya penurunan perkembangan kekuatan, juga akan terjadi retak retak sebelum struktur bekerja.

Berdasarkan penelitian dengan judul “Pengaruh Metode Perlakuan Dalam Perawatan Beton Terhadap Kuat Tekan Dan Durabilitas Beton” (Supriani and Islam 2019) menunjukkan bahwa perlakuan dalam perawatan beton mempengaruhi kuat tekan dan daya tahan beton secara signifikan . Beton dengan perawatan dan tanpa perawatan memiliki kekuatan tekan yang berbeda, dimana beton dengan perawatan memiliki kuat tekan yang lebih tinggi.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana pengaruh cara perawatan beton terhadap kuat tekan beton dengan mutu tinggi.

1.2 Tinjauan Pustaka

Dasar-dasar teori yang digunakan sebagai acuan dalam penelitian ini sebagai berikut;

1.2.1 Beton

Beton merupakan campuran antara material semen, agregat, air dengan atau tanpa bahan tambah yang membentuk massa padat. (SNI 03-2834-2000 2000) Semen dan air akan bereaksi membentuk pasta semen yang berfungsi sebagai pengikat agregat. Sedangkan agregat berfungsi sebagai bahan pengisi dan penguat beton. Beton akan mencapai kekuatan rencana dan mengeras seiring dengan penambahan umur beton (Iwan and Siswanto 2018). Salah satu jenis beton yang banyak digunakan adalah beton mutu tinggi.

Beton mutu tinggi banyak digunakan pada struktur jembatan, dan gedung bertingkat. Beton mutu tinggi sendiri memiliki spesifikasi khusus(Zeyad 2019). Material penyusun untuk beton mutu tinggi berbeda dengan beton normal

yaitu memerlukan bahan tambah agar mampu mencapai kuat tekan yang di rencanakan(Cahyo et al. 2020).

Tabel 1. Klasifikasi mutu beton

1.2.2 Material Penyusun Beton

Material penyusun beton memiliki peranan penting dalam penentuan kualitas beton. Material penyusun beton yang banyak digunakan yaitu semen, agregat, air dan bahan tambah. Fungsi dari masing-masing material diuraikan sebagai berikut

a. Semen

Semen merupakan salah satu material dalam beton yang berfungsi sebagai bahan pengikat beton (Gagg 2014)(Kaufmann 2020) semen mampu bereaksi dengan adanya air.(Shane and Steffes 1999) Dengan sifat tersebut maka semen pada campuran beton berfungsi sebagai pengikat material agregat.

b. Agregat

Pengisi pada campuran beton yang berasal dari bahan alami disebut agregat (ASTM C33 2003). Agregat menempati 70% volume beton (Okonkwo and E 2018)(Ueno and Ogawa 2020) Agregat dapat dibedakan menjadi agregat kasar dan agregat halus (Ngwenya and Franklin 2015) Agregat halus merupakan bahan pengisi beton berupa pasir(Gardjito, Candra, and Cahyo 2018). Fungsi agregat halus sendiri adalah sebagai pengisi ruang antara agregat kasar sehingga menjadikan ikatan lebih kuat. Agregat kasar dibedakan menjadi 2 macam yaitu kerikil dan kricak. Menurut asalnya kerikil dapat dibedakan menjadi 3 yaitu; Kerikil sungai, kerikil galian dn kerikil pantai. Kerikil galian biasanya mengandung lumpur, pasir dan bahan organik, sedangkan kerikil sungai dan pasir biasanya tebebas dari zat-zat tercampur, permukaannya licin dan bentuknya bulat. Agregat yang diperoleh dari batu alam yang dipecah menggunakan mesin pemecah batu atau secara manual menggunakan palu disebut dengan kricak

c. Air

Air mempunyai peran yang penting dalam pembuatan beton (Mohammed Ali, Zidan, and Ahmed 2020). Dengan adanya air, semen dapat bereaksi dan membentuk pasta yang berfungsi sebagai pengikat agregat. Penambahan air yang berlebihan akan membuat adukan mudah dikerjakan. Akan tetapi, hal tersebut mengakibatkan peristiwa semen bergerak naik ke permukaan bersamaan dengan air atau biasa disebut degan *bleeding*. *Bleeding* mengakibatkan lekatan beton antara lapisan berkurang sehingga akan terjadi penurunan terhadap kuat tekan beton.

d. Bahan Tambah

Bahan-bahan yang dicampurkan kedalam campuran beton yang berfungsi untuk mengubah ataupun memperbaiki sifat beton agar lebih cocok dengan kebutuhan atau pekerjaan tertentu disebut dengan bahan tambah beton (*admixture*) (A. I. Candra et al. 2020). *Admixture* beton dibedakan menjadi dua yaitu, (bersifat kimiawi) dan *additive* (bersifat mineral). (Moses Hasiholan Septian Tampubolon n.d.) *chemical admixture* ditambahkan saat proses pengadukan atau saat proses pelaksanaan pengecoran. Sedangkan *additive* ditambahkan pada saat pengadukan dilaksanakan.

Menurut Pedoman Beton 1989 SKBI.1.4.53.1989 dan ASTM C.494 (ASTM 2001), bahan tambah kimia (*admixture*) dibedakan menjadi tujuh tipe dengan uraian sebagai berikut:

- a. Tipe A (*Water-Reducing Admixtures*)
- b. Tipe B (*Retarding Admixture*)
- c. Tipe C (*Accelerating Admixture*)
- d. Tipe D (*Water Reducing and Retarding Admixtures*)
- e. Tipe E (*Water Reducing and Accelerating Admixtures*)
- f. Tipe F (*Water Reducing, High Range Admixtures*)
- g. Tipe G (*Water Reducing, High Range Retarding Admixtures*)

1.2.3 Perawatan Beton

Perawatan beton merupakan salah satu metode untuk membantu proses hidrasi beton (Husni and Hasibuan 2019). Perawatan beton menjadi salah satu faktor yang sangat penting dalam penentuan kualitas beton. Dengan dilakukannya perawatan beton (*curing*) akan mendapatkan beton yang kedap air. Penguapan yang besar akan menyebabkan beton berpori. Proses hidrasi yang kurang sempurna akan meninggalkan pori-pori pada beton, hal tersebut akan sangat mempengaruhi kekuatan beton. Selain menyebabkan hidrasi yang kurang sempurna dan menjadikan beton berpori, beton yang tidak dilakukan perawatan (*curing*) dengan benar akan menjadikan beton retak susut, daya lekatan agregat yang lemah dan pori-pori yang berlebih sehingga beton menjadi tidak massiv. Secara umum, perawatan beton dibagi menjadi 2 metode yaitu:

- a. Metode perawatan basah

Metode perawatan basah memberikan air yang diperlukan oleh beton. Hal ini menjadikan kondisi beton selama perawatan selalu berhubungan dengan air dalam jangka waktu tertentu, dimulai segera setelah permukaan beton tidak dapat lagi berubah bentuk

- b. Metode perawatan membran

Metode perawatan membran melindungi air yang ada didalam beton agar tidak keluar, tanpa menggunakan air tambahan dari luar beton untuk

membantu berlangsungnya proses hidrasi. Metode ini disebut metode pengontrol air.

2. METODOLOGI

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Kadiri. Metode yang digunakan merupakan metode eksperimental dengan cara pembuatan benda uji serta studi literature penelitian dahulu guna untuk acuan dalam pelaksanaan penelitian serta penyusunan hasil penelitian.

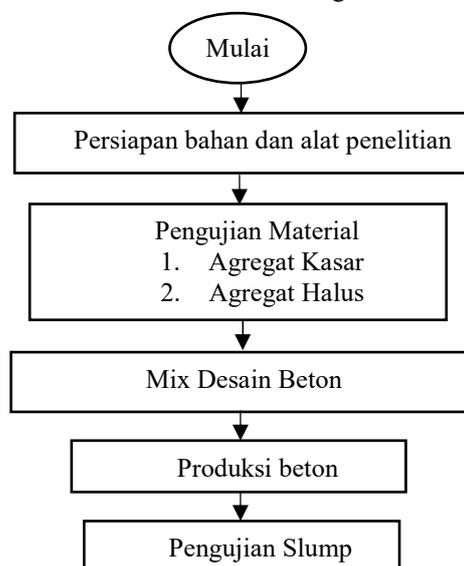
2.1 Racangan Penelitian

Benda uji yang digunakan berbentuk silinder berdiameter 15cm dengan tinggi 30 cm. Mutu awal rencana yang digunakan yaitu $F_c' 36,6$ Mpa atau setara dengan K-450. Variasi yang digunakan adalah cara perawatan beton (*curing*) untuk mendapatkan kuat tekan optimum. Variasi yang digunakan meliputi beton tanpa perawatan, perawatan dengan cara direndam, perawatan dengan cara disiram,. Pada masing-masing variasi terdapat 5 benda uji, sehingga total keseluruhan terdapat 20 benda uji.

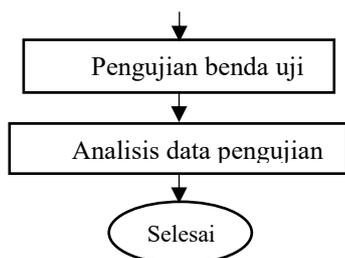
Material yang digunakan meliputi semen Portland Tipe I dengan merek dagang Semen Gresik. Agregat kasar diambil dari Desa Kedak Kediri Jawa Timur dengan ukuran maksimum 20 mm. (Safawi, Iwaki, and Miura 2005) Agregat halus yang digunakan berupa Pasir Lumajang. Semua agregat bebas dari zat organik. Air yang digunakan merupakan air bersih PDAM Laboratorium Teknik Sipil Universitas Kadiri. Pengujian material dilakukan guna untuk mengetahui apakah material yang digunakan telah memenuhi spesifikasi material. Pengujian bahan dilakukan pada material agregat kasar dan agregat halus

2.2 Alur Penelitian

Alur penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini diuraikan dalam bagan alur berikut:



Bahan	Satuan	Volume
Semen	Perawatan Benda Uji	
		25
Splitt	m ³	0.8230
Pasir Lumajang	m ³	0.4492
Air	L	200
Add Tipe D	L	1.26



Gambar 1 Alur penelitian

Penelitian dimulai dengan mempersiapkan material penyusun beton seperti; semen, agregat halus (pasir) lolos ayakan no. 8, agregat kasar (koral) lolos ayakan no. 3/4, semen, air serta bahan tambah, setelah bahan siap dilakukan pengujian material (agregat halus dan agregat kasar) untuk mengetahui apakah material yang digunakan telah memenuhi spesifikasi atau tidak. Apabila bahan yang digunakan tidak memenuhi spesifikasi dilakukan persiapan material ulang. Apabila material yang digunakan telah memenuhi spesifikasi, dilakukan proses mixing menggunakan media mesin pengaduk elektrik. Mixing diawali dengan memasukkan air dan bahan tambah, dilanjutkan dengan memasukkan semen dan agregat sampai campuran beton heterogen. Setelah campuran beton dirasa telah heterogen, dilakukan pengujian slump (SNI 1972:2008 2008) dan dimasukkan kedalam cetakan benda uji silinder dan dipadatkan menggunakan alat penusuk baja serta vibrator diamkan selama ± 24 jam. Setelah beton kering, bekisting beton dibuka selanjutnya dilakukan proses curing beton (SNI 2493:2011 2011) selama 28 hari. Setelah 28 hari dilakukan uji kuat tekan beton.(1974:2011 2011)

2.3 Mix Design Beton

Menentukan proporsi dan jumlah campuran menjadi salah satu hal yang penting dalam pembuatan beton.(R H M Rum, Z M Jaini, N H Abd Ghaffar 2017)(Winarto et al. 2020) Proporsi material beton memastikan beton dapat dikerjakan dan sesuai dengan sifat yang direncanakan. (Ralph O. Lane 1998) Tata cara penghitungan bauran kerja mengacu pada SNI 7394-2008. Tabel 1 menunjukkan kebutuhan material untuk 1 meter

kubik beton f_c' 36,6 Mpa dan tabel 2 menunjukkan kebutuhan material untuk tujuh silinder (0,045m³)

Tabel 2. Job mix beton per 1m³

2.4 Perawatan Beton

Perawatan (curing) benda uji beton menggunakan 4 metode, yaitu merendam dalam air, membasahi permukaan dengan air setiap hari pagi dan sore, membungkus dengan plastik hitam, dan membungkus dengan karung goni basah yang dibasahi setiap hari. Perawatan beton dilakukan sampai umur pengujian kuat tekan beton,

1. Tanpa Perawatan

Beton tanpa perawatan diletakkan di didalam ruangan tertutup selama 28 hari dengan suhu ruangan normal



Gambar 2. Beton tanpa perawatan

2. Direndam

Beton tanpa perawatan diletakkan di didalam ruangan tertutup selama 28 hari dengan suhu ruangan normal



Gambar 3. Beton perawatan direndam

3. Disiram

Beton tanpa perawatan dengan cara disiram yaitu dengan dilakukan penyiraman pada pagi hari selama 28 hari dengan suhu ruangan normal



Gambar 4. Beton perawatan disiram

2.5 Pengujian Benda Uji

Pengujian kuat tekan dilakukan sebagai penentu kualitas beton . Pengujian dilakukan saat

umur beton 28 hari menggunakan Universal Testing Machine dengan type TC-325 kapasitas tekan 150 ton dan daya 220 VAC.

Untuk mengetahui besarnya nilai kuat tekan beton dapat dilakukan dengan menggunakan mesin uji tes kuat tekan beton dengan standar pengujian kuat tekan digunakan SNI 1974-2011 (SNI 03-6805-2002 2002)

$$K = \frac{P}{A} \tag{1}$$

Dimana

K = Kuat tekan beton (N/mm²)

P = Gaya tekan aksial, dinyatakan dalam newton (N)

A= Luas penampang melintang benda uji, dinyatakan dalam mm²



Gambar 5. Universal Testing Machine

3. PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasan yang akan dipaparkan meliputi hasil pengujian kuat tekan beton dengan uraian sebagai berikut:

3.1 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

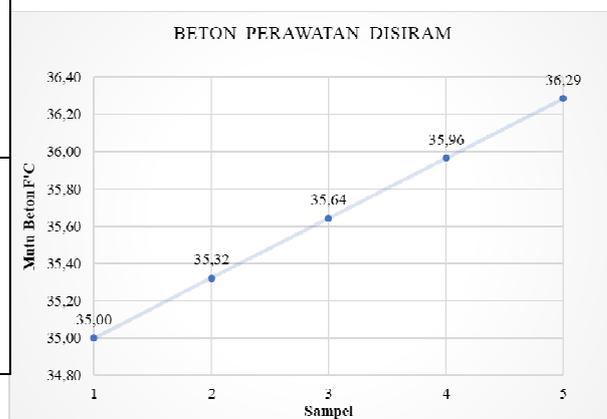
Setelah dilakukan pengamatan selama 28 hari, dilaukan pengujian kuat tekan dengan hasil tiap variasi dan sampel disajikan pada tabel 3

Tabel 3. Hasil pengujian kuat tekan tiap sampel

Sampel	Variasi	Kuat Tekan Umur 28 Hari (Mpa)	Kuat Tekan Rata-Rata Umur 28 Hari (Mpa)
1	Beton Tanpa Perawatan	33.71	34.61
2		34.36	
3		34.36	
4		35.00	

5		34.61	
1	Beton Perawatan Direndam	37.57	38.15
2		37.89	
3		38.22	
4		38.22	
5		38.86	
1	Beton Perawatan Disiram	35.00	35.64
2		35.32	
3		35.64	
4		35.96	
5		36.29	

Dari gambar grafik 7 didapat kuat tekan tertinggi sebesar 38,86 Mpa dengan mutu awal beton 36,6 Mpa



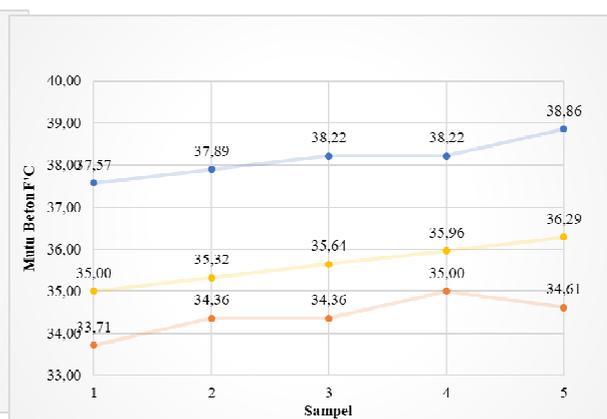
Gambar 8. Beton Perawatan disiram

Dari grafik diatas didapat bahwa kuat tekan rata-rata tertinggi diperoleh beton dengan cara perawatan disiram Hasil uji kuat tekan pada Tabel 3 dapat disajikan grafik kuat tekan beton sebagai berikut

Dari gambar grafik 8 didapat kuat tekan tertinggi sebesar 36, 92 Mpa dengan mutu awal beton 36,6 Mpa

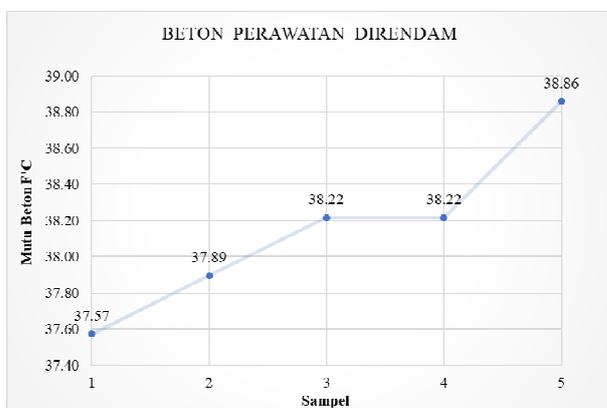


Gambar 6. Hasil pengujian kuat tekan tanpa perawatan

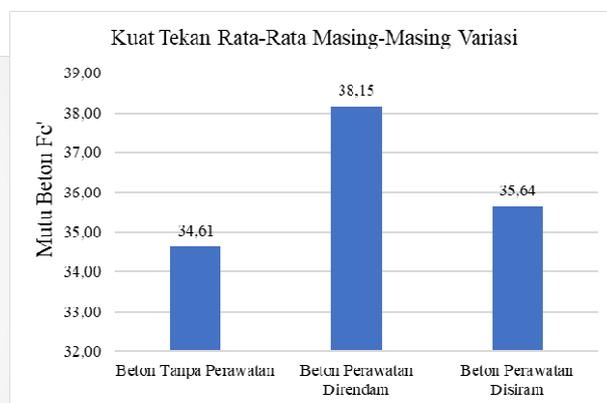


Gambar 9. Grafik hubungan hasil uji kuat tekan tiap sampel

Dari gambar grafik 6 didapat kuat tekan tertinggi sebesar 34,61 Mpa dengan mutu awal beton 36,6 Mpa



Gambar 7. Beton Perawatan direndam



Gambar 10. Hasil pengujian kuat tekan rata-rata tiap variasi

Dari gambar grafik 10 dapat dilihat bahwa kuat tekan tertinggi diperoleh pada beton dengan perawatan secara direndam . dengan kuat tekan rata-rata 38,15 Mpa dengan mutu awal 36,6 Mpa

4. KESIMPULAN

Dari hasil pelaksanaan pembuatan benda uji dan pengamatan pada acara perawatan beton serta dilakukan pengujian kuat tekan dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut;

1. Beton yang tidak dilakukan perawatan memiliki kuat tekan rata rata sebesar 34,61 Mpa , dan belum mampu melebihi mutu awal beton sebesar 36,6 Mpa.
2. Pada beton yang dilakukan perawatan dengan cara direndam pada bak curing didapat kuat tekan rata rata sebesar 38,15 dan telah mampu melebihi mutu awal beton
3. Pada beton yang dilakukan perawatan dengan cara disiram didapat kuat tekan rata rata sebesar 35,64 dan belum mampu melebihi mutu awal beton
4. Dari ketiga variasi penelitian, beton tanpa perawatan dan beton dengan perawatan hanya disiram pada pagi hari belum mampu melebihi mutu awal beton 36,6 Mpa dan kuat tekan tertinggi diperoleh pada beton dengan perawatan secara direndam yaitu 38,86 Mpa.

PUSTAKA

- 1974:2011, SNI. 2011. "SNI 1974:2011 Tentang Cara Uji Kuat Tekan Beton Dengan Benda Uji Silinder." *Badan Standardisasi Nasional*: 20.
- ASTM, C.494. 2001. "Standard Specification for Chemical Admixtures for Concrete 1." 04: 1-9.
- ASTM C33. 2003. "Standard Specification for Concrete Aggregates." *ASTM International* i(C): 11.
- Cahyo, Y., A. I. Candra, E. Siswanto, and A. Gunarto. 2020. "The Effect of Stirring Time and Concrete Compaction on K-200 Concrete Press Strength." *Journal of Physics: Conference Series* 1569(4).
- Candra, A. I., A. Ridwan, S. Winarto, and Romadhon. 2020. "Correlation of Concrete Strength and Concrete Age K-300 Using Sikacim® Concrete Additive and Master Ease 5010." *Journal of Physics: Conference Series* 1569(4).
- Candra, Agata Iwan, Heri Wahyudiono, Sulik Anam, and Dwifi Aprillia. 2020. "KUAT TEKAN BETON $f_c ' 21 , 7$ MPa MENGGUNAKAN WATER REDUCING AND HIGH RANGE ADMIXTURES." *Jurnal CIVILA* 5(1): 330-40.
- Gagg, Colin R. 2014. "Cement and Concrete as an Engineering Material: An Historic Appraisal and Case Study Analysis." *Engineering Failure Analysis* 40: 114-40.
- Gardjito, Edy, Agata Iwan Candra, and Yosef Cahyo. 2018. "Pengaruh Penambahan Batu Karang Sebagai Substitusi Agregat Halus Dalam pembuatan Paving Block." *UKaRsT* 2(1): 35.
- Husni, Muhammad, and Malik Hasibuan. 2019. "Pengaruh Cara Dan Lama Perawatan Terhadap Kuat Tekan Beton." 14(2).
- Ir. Mulyono Sadyohutomo, MCRP. 2018. "Pembangunan Berkelanjutan (Sustainable Development)." 7(2): 145.
- Iskandar, Yunike Dwi. 2020. "Pengaruh Metode Perawatan Beton Terhadap Kuat Tekan Beton Normal." *Jurnal Teknik Sipil ITP* 7(2): 145.
- Iwan, Agata, and Eko Siswanto. 2018. "MENGGUNAKAN HYDROTON DAN MASTER EASE 5010." 3(2): 162-65.
- Kartika, Chandra. 2005. "PENGARUH STANDARD PRODUCT, QUALITY ASSURANCE, COMPETITIVE PRICE DAN DELIVERY ON TIME TERHADAP KEPUASAN PELANGGAN DAN LOYALITAS PELANGGAN PRODUK BETON PRACETAK (STUDI KASUS DI PT. TJAKRINDO MAS - GRESIK)." *NASPA Journal* 42(4): 1.
- Kaufmann, Josef. 2020. "Evaluation of the Combination of Desert Sand and Calcium Sulfoaluminate Cement for the Production of Concrete." *Construction and Building Materials* 243: 1-10.
- Li, Zhen, Jiaping Liu, Jianzhuang Xiao, and Peihua Zhong. 2020. "Internal Curing Effect of Saturated Recycled Fine Aggregates in Early-Age Mortar." *Cement and Concrete Composites* 108: 103444. <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2019.103444>.
- Mohammed Ali, Ahmed A., Roua Suhail Zidan, and Tuqa Waleed Ahmed. 2020. "Evaluation of High-Strength Concrete Made with Recycled Aggregate under Effect of Well Water." *Case Studies in Construction Materials* 12: e00338. <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2020.e00338>.
- Moses Hasiholan Septian Tampubolon, dan Torang Sitorus. "REKAYASA EKSPERIMEN BETON DENGAN PENAMBAHAN ADITIF MASTERSURE 1007 UNTUK MENDAPATKAN BETON SLUMP FLOW YANG STABIL PADA BETON DENGAN MUTU AWAL

- TINGGI.”
- Ngwenya, Legae M, and Shodolapo Oluyemi Franklin. 2015. “Influence of Recycled Coarse Aggregate on Some Properties of Fresh and Hardened Concrete.” *International Journal of Innovative Science, Engineering & Technology* 2(12): 257–64.
- Okonkwo, V O, and Arinze Emmanuel E. 2018. “A Study of the Effect of Aggregate Proportioning On Concrete Properties.” *American Journal of Engineering Research (AJER)* 7(4): 61–67.
- R H M Rum, Z M Jaini, N H Abd Ghaffar, N Abd Rahman. 2017. “A Preliminary Experimental Study on Vibration Responses of Foamed Concrete Composite Slabs.” *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 271: 1–8.
- Ralph O. Lane. 1998. “Behavior of Fresh Concrete During Vibration.” *Manual of concrete practice*: 1–19.
- Safawi, Mohammad Ibrahim, Ichiro Iwaki, and Takashi Miura. 2005. “A Study on the Applicability of Vibration in Fresh High Fluidity Concrete.” *Cement and Concrete Research* 35(9): 1834–45.
- Shane, Tymkowicz, and Robert Steffes. 1999. *Vibration Study for Consolidation of Portland Cement*.
- SNI 03-6805-2002. 2002. “Metode Pengujian Untuk Mengukur Nilai Kuat Tekan Beton Pada Umur Awal Dan Memproyeksikan Kekuatan Pada Umur Berikutnya.” *Badan Standardisasi Nasional*.
- SNI 1972:2008. 2008. “Cara Uji Slump Beton.”
- SNI 2493:2011. 2011. “Tata Cara Pembuatan Dan Perawatan Benda Uji Beton Di Laboratorium.” *Standar Nasional Indonesia*: 23.
- Sumaryoto. 2010. “Dampak Keberadaan Jalan Tol Terhadap Kondisi Fisik, Sosial, Dan Ekonomi Lingkungannya.” *Journal of Rural and Development* 1(2): 161–68.
- Supriani, Fepy, and Mukhlis Islam. 2019. “Pengaruh Metode Perlakuan Dalam Perawatan Beton Terhadap Kuat Tekan Dan Durabilitas Beton.” *Inersia, Jurnal Teknik Sipil* 9(2): 47–54.
- Ueno, Atsushi, and Yuko Ogawa. 2020. “Influence of Coarse Aggregate Shape on Optimum Fine to Total Aggregate Ratio Using a Virtual Voids-Ratio Diagram in Concrete Compaction.” *Cement and Concrete Composites* 106: 103463.
- Winarto, S., A. I. Candra, E. Siswanto, and R. Ajiono. 2020. “Analysis Causes Damage and Prevention of Concrete.” *Journal of Physics: Conference Series* 1569(4).
- Zahid, Muhammad, Nasir Shafiq, and Asif Jalal. 2018. “Investigating the Effects of Solarcure Curing Method on the Compressive Strength, Microstructure and Polymeric Reaction of Fly Ash Based Geopolymer.” *Construction and Building Materials* 181: 227–37.
<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.06.046>.
- Zeyad, Abdullah M. 2019. “Effect of Curing Methods in Hot Weather on the Properties of High-Strength Concretes.” *Journal of King Saud University - Engineering Sciences* 31(3): 218–23.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jksues.2017.04.004>.
- Zhao, Jing, Yiran Yang, and Lin Li. 2020. “A Comprehensive Evaluation for Different Post-Curing Methods Used in Stereolithography Additive Manufacturing.” *Journal of Manufacturing Processes* 56(May 2019): 867–77.
<https://doi.org/10.1016/j.jmapro.2020.04.077>.