

Pengaruh Penambahan Superplasticizer Terhadap Kuat Tekan pada Beton Campuran Air Laut

by turnitin vokasi

Submission date: 10-Jun-2024 11:00AM (UTC+0700)

Submission ID: 2399290290

File name: 12.herlina.pdf (502.67K)

Word count: 2771

Character count: 15230

Pengaruh Penambahan Superplasticizer Terhadap Kuat Tekan pada Beton Campuran Air Laut

Effect of Superplasticizer Addition on the Compressive Strength of Seawater Mixed Concrete

Herlina Arifin¹, Muhammad Nur Fajar², Didik Setya Purwanto³, Alfina Maysyurah⁴,
Mohammad Aris⁵

^{1,2,3,4,5} Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sorong, Jln. Pendidikan No. 27 Kota Sorong.

Email: herlinaafn22@gmail.com

Abstrak

Untuk mengatasi kekurangan air bersih yang berada di pulau terpencil yang sulit mengakses air bersih, perlu dipertimbangkan material alternatif seperti penggunaan air laut untuk konstruksi beton dalam pembangunan infrastruktur dengan mempertimbangkan berbagai aspek seperti kuat tekan beton, berdasarkan penelitian terdahulu penggunaan air laut mengurangi kekuatan dari beton, sehingga untuk meningkatkan kekuatan dari beton dapat menggunakan superplasticizer. Metode yang digunakan adalah dengan melakukan uji tekan. Dengan variasi beton normal, beton campuran air laut, dan beton campuran air laut + superplasticizer dengan variasi 0,5%, 1%, 1,5% dan 2% untuk perendaman umur sampel 14 hari dan 28 hari. Dari hasil penelitian pada umur sampel 14 hari dan 28 hari beton air laut mengalami penurunan hasil pengujian kuat tekan. Pada beton campuran air laut mengalami penurunan 3,18% pada umur sampel 14 hari dan 1,92% pada umur sampel 28 hari dibandingkan beton normal, selanjutnya untuk persentase penambahan superplasticizer minimum untuk membuat beton campuran air laut menyamai nilai kuat tekan beton normal adalah 1% untuk di umur 14 dan 1,5% untuk 28 hari.

Kata Kunci: Beton; Air laut; Superplasticizer; Kuat tekan

Abstract

To overcome lack of clean water on remote islands that are difficult to access clean water, it is necessary to consider alternative materials such as the use of seawater for concrete construction in infrastructure development by considering various aspects such as concrete compressive strength, based on previous research the use of seawater reduces the strength of concrete, so as to increase the strength of concrete can use superplasticizer. method used is to conduct a compressive test with variations of normal concrete, seawater mixed concrete and seawater mixed concrete + superplasticizer with variations of 0.5%, 1%, 1.5% and 2% for soaking sample life of 14 and 28 days. From the results of the study at the age of samples of 14 days and 28 days, seawater concrete experienced a decrease in compressive strength test results. In seawater mixed concrete, there was a decrease of 3.18% at the age of sample of 14 days and 1.92% at the age of sample of 28 days compared to normal concrete, then for minimum addition of superplasticizers to make concrete with a mixture of seawater equaled the compressive strength value of normal concrete was 1% for the age of 14 and 1.5% for 28 days.

Keywords: Concrete; Sea water; Superplasticizers; Compressive strength

PENDAHULUAN

Pembangunan infrastruktur menjadi aspek penting dalam mempercepat laju pembangunan nasional di Indonesia (1). Salah satu konstruksi yang sering digunakan adalah konstruksi beton (2). Beton kini telah menjadi salah satu material utama pada bangunan untuk memenuhi kebutuhan industri

properti dan bangunan sipil (3). Beton juga merupakan bahan yang paling banyak dikonsumsi di dunia selain air (4). Pada tahun 2016, jumlah produksi beton di Indonesia mencapai 25 miliar ton (5). Beton adalah campuran agregat kasar, agregat halus, semen, dan air, dengan atau tanpa bahan campuran (6). Kekhawatiran ketersediaan sumber daya air semakin meningkat terutama dalam

beberapa tahun terakhir karena jumlah penarikan di beberapa wilayah telah melebihi batasnya sumber daya alam yang terbarukan. Konsumsi air meningkat dua kali lipat angka populasi global (7). Data PBB dan organisasi meteorologi dunia memprediksi sekitar 5 miliar orang akan kekurangan air bersih bahkan air minum pada tahun 2025 (8).

Air yang berlebihan dalam pembuatan beton membebani sumber daya air setempat, terutama di lokasi yang kekurangan air menjadi sebuah masalah (9). Bumi mungkin terdiri dari 70% air, namun planet biru hanya terdapat 2,5% air tawar. Oleh karena itu, air tawar adalah salah satu sumber daya alam paling berharga di bumi, dan perlindungannya merupakan tantangan utama demi kemajuan umat manusia di masa depan. Menjadi semakin mendesak untuk mencari sumber alternatif lain agar dapat menghemat sumber daya air tawar, contohnya seperti alternatif air laut (10). Penelitian terbaru menunjukkan tidak ada dampak buruk air laut yang signifikan terhadap mekanis sifat beton air laut dan uji paparan jangka panjang menunjukkan prospek yang tinggi penggunaan air laut sebagai material beton (11). Selain itu, kota-kota pesisir sangat bergantung pada pesisir dan infrastruktur laut (misalnya pelabuhan, jembatan dan pembangkit listrik tenaga angin lepas pantai pertanian) untuk pembangunan sosial ekonomi (12). Dengan menggunakan air laut sebagai pengganti air tawar bersih maka akan meningkatkan dan memudahkan pembangunan konstruksi beton pula pada daerah pesisir.

Konstruksi beton memiliki kemampuan kuat tekan yang baik. Banyak parameter yang memengaruhi kekuatan tekan beton. Kekuatan tekan adalah kapasitas dari suatu bahan atau struktur dalam menahan beban yang akan mengurangi ukurannya (13, (14). Kinerja mutu beton salah satunya berada pada nilai kuat tekannya, sehingga beton harus direncanakan sebaik mungkin (15), (16). Sehingga penelitian mengutamakan mutu beton untuk mendapatkan hasil yang terbaik. Dengan metode eksperimen yang dilakukan pada Laboratorium, akan diberikan tambahan zat Additive (Superplasticizer) yang berfungsi sebagai metode untuk peningkatan mutu beton air laut. Berdasarkan penjabaran diatas maka urgensi penelitian ini adalah perlunya mengoptimalkan pemanfaatan air laut sebagai alternatif pengganti air tawar pada pembuatan campuran beton sebagai upaya dalam efisiensi penggunaan air tawar dalam lingkungan hidup. Meninjau potensi semakin berkurangnya air tawar bersih yang dibutuhkan untuk masyarakat sehingga penggunaan air laut dalam campuran beton akan mengurangi konsumsi air tawar bersih serta peningkatan minat konstruksi pada daerah pesisir

yang lebih mudah dengan mengakses air laut sebagai bahan campur pada beton.

METODE

Berikut adalah beberapa tahapan yang akan dilakukan pada penelitian kali ini :

• Tahap Pengujian Agregat

Pengujian karakteristik agregat untuk memastikan apakah bahan yang digunakan dalam penelitian ini telah memenuhi spesifikasi atau tidak. Pemeriksaan karakteristik agregat yang dilakukan terdiri dari pengujian berat jenis dan penyerapan, berat isi, analisa saringan, kadar lumpur dan keausan. Pengujian ini mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI).

• Tahap perancangan campuran beton

Perencanaan campuran (mix design) dilakukan mengacu pada SNI 03- 2834-2000. Hasil dari mix design ini berupa perbandingan antara bahan-bahan penyusun beton yang selanjutnya akan digunakan sebagai dasar dalam pembuatan benda uji.

• Tahap pembuatan sampel uji beton

Sampel uji yang digunakan berupa kubus dengan ukuran 15 cm x 15 cm x 15 cm dengan kuat tekan rencana $f'c$ 24 Mpa yang terdiri dari beton normal, beton campuran air laut, beton campuran air laut + superplasticizer 0,5%, beton campuran air laut + superplasticizer 1%, beton campuran air laut + superplasticizer 1,5%, dan beton campuran air laut + superplasticizer 2%.

• Tahapan perendaman sampel uji

Perawatan untuk semua sampel uji dilakukan selama 14 hari dan 28 hari dengan cara merendam sampel uji di dalam bak perendaman dengan air tawar.

• Tahap pengujian kuat tekan beton

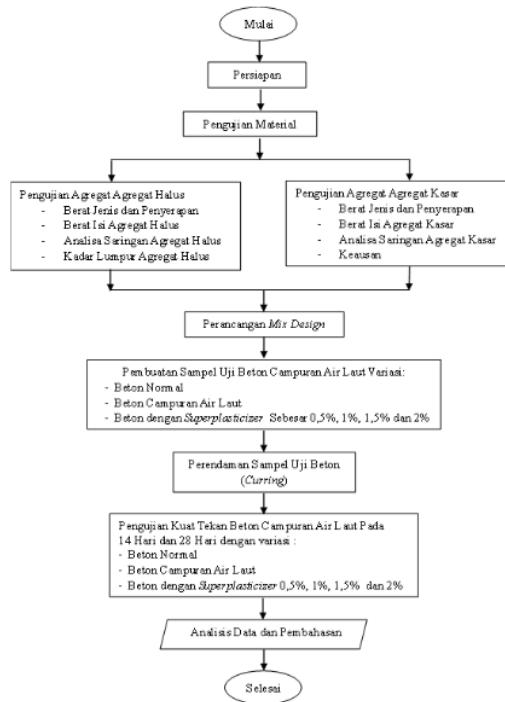
Pengujian kuat tekan dilakukan dengan cara memasukkan benda uji ke dalam alat uji kuat tekan kemudian alat tersebut akan bekerja dengan cara memberikan beban maksimal sehingga benda uji tidak bisa lagi menahan beban dari alat tersebut. Pengujian kuat tekan ini dilakukan pada umur 14 hari dan 28 hari. Untuk nilai kuat tekan dapat di hitung menggunakan persamaan 1.

$$\sigma = \frac{P}{A} \dots\dots\dots [1]$$

Dimana :

- σ : Kuat tekan (Mpa)
- A : Luas penampang benda uji (mm²)
- P : Gaya tekan (N)

Dari uraian tahapan penelitian, berikut adalah flowchart yang akan dilaksanakan.



25
Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Komposisi Campuran Beton

Dari hasil perhitungan dan uji coba rancangan campuran (mix design) beton, diperoleh volume campuran uji sebagai berikut:

Tabel 1. Komposisi Campuran Beton

Banyak bahan (teoritis)	Semen (Kg)	Air (Kg/L)	Air Laut (Kg/L)	Agr. halus (Kg)	Agr. Kasar (Kg)	Superplasticizer (Kg/L)
Beton Normal	9,32	4,77	0,00	14,91	25,38	0,00
Beton Campuran Air Laut	9,32	0,00	4,77	14,91	25,38	0,00
Beton Campuran Air Laut + Superplasticizer 0,5%	9,32	0,00	4,42	14,91	25,38	0,05
Beton Campuran Air Laut + Superplasticizer 1%	9,32	0,00	4,06	14,91	25,38	0,09
Beton Campuran Air Laut + Superplasticizer 1,5%	9,32	0,00	3,70	14,91	25,38	0,14

Banyak bahan (teoritis)	Semen (Kg)	Air (Kg/L)	Air Laut (Kg/L)	Agr. halus (Kg)	Agr. Kasar (Kg)	Superplasticizer (Kg/L)
Beton Campuran Air Laut + Superplasticizer 2%	9,32	0,00	3,34	14,91	25,38	0,19

Dari Tabel 3 didapatkan komposisi campuran untuk beton normal, beton campuran air laut dan beton campuran air laut + superplasticizer dengan masing-masing terdiri dari 6 sampel uji. Pada beton campuran air laut + superplasticizer terdapat pengurangan air terhadap persentase superplasticizer yang digunakan.

40 Hasil Uji Kuat Tekan Beton

Pada tahapan pertama dilakukan pengujian untuk melihat pengaruh penggunaan air laut untuk beton pada umur 14 hari dan 28 hari. Untuk hasil uji tekannya dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Kuat Tekan Beton Normal dan Beton Air Laut.

Notasi	Kuat Tekan Rata-rata	
	Umur Sampel 14 Hari Mpa	Umur Sampel 28 Hari Mpa
Beton Normal	25,20	28,05
Beton Air Laut	21,68	23,15

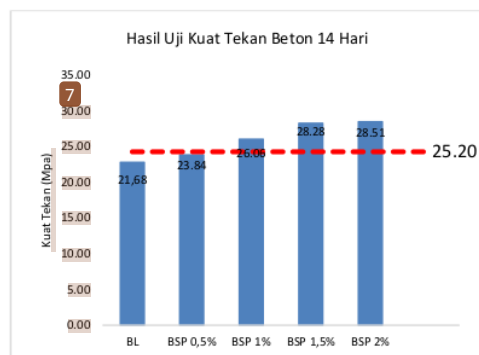
Berdasarkan tabel 2. Dapat dilihat pengaruh penggunaan air laut terhadap beton normal membuat nilai kuat tekan beton menurun di umur 14 hari sebesar 25,20 Mpa untuk beton normal dan 21,68 Mpa untuk beton dengan air laut. Selanjutnya untuk umur 28 hari sebesar 28,05 Mpa untuk beton normal dan 23,15 Mpa untuk beton dengan air laut. Hal ini dapat disebabkan terjadinya salt damage pada beton sehingga terjadi penurunan nilai kuat tekan.

Untuk mengatasi penurunan nilai kuat tekan setelah beton ditambahkan dengan air laut, di coba menggunakan zat additive berupa superplasticizer untuk meningkatkan nilai kuat tekan beton dengan air laut. Untuk persentase penggunaan superplasticizer dicoba 0,5%; 1%; 1,5%; dan 2% untuk selanjutnya ditentukan penggunaannya yang minimal bisa mengembalikan nilai kuat tekan betonnya menyamai beton normal. Untuk hasilnya dapat dilihat di tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji Kuat Tekan Beton Air Laut + Superplasticizer

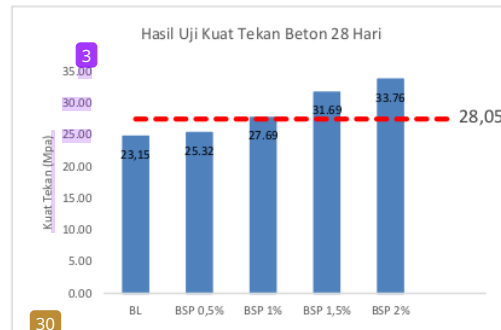
Notasi	Kuat Tekan Rata-rata	
	Umur Sampel 14 Hari Mpa	Umur Sampel 28 Hari Mpa
Beton Normal	25,20	28,05
Beton Air Laut	21,68	23,15
Beton Air Laut + Superplasticizer 0,5%	23,84	25,32
Beton Air Laut + Superplasticizer 1%	26,06	27,69
Beton Air Laut + Superplasticizer 1,5%	28,28	31,69
Beton Air Laut + Superplasticizer 2%	28,51	33,76

Dari tabel 3 dapat dilihat bahwa rata-rata nilai kuat tekan sampel pada masing-masing variasi mengalami peningkatan kekuatan pada umur 14 hari dan umur 28 hari. Selanjutnya untuk melihat persentase superplasticizer + air laut yang menyamai kuat dari beton normal dapat dilihat pada gambar 2 untuk umur 14 hari dan gambar 3 untuk umur 28 hari.



Gambar 2. Perbandingan Nilai Kuat Tekan Pada Umur 14 Hari

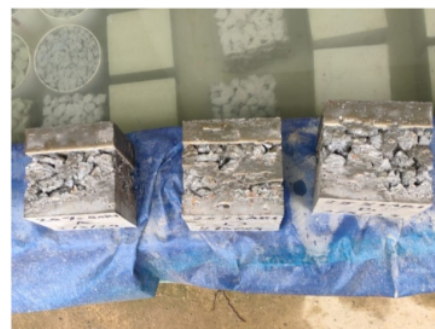
Berdasarkan gambar 2 dapat dilihat setelah ditambahkan superplasticizer pada beton menggunakan air laut untuk 14 hari nilai kuat tekan mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya persentase penambahan superplasticizer. Untuk persentase penggunaan superplasticizer yang mencapai kuat tekan beton normal adalah 1% dengan nilai kuat tekan sebesar 26,06 MPa dan meningkat seiring penambahan superplasticizer. Untuk penambahan 1,5% memiliki kuat tekan 28,28 Mpa dan untuk 2% memiliki nilai kuat tekan sebesar 28,51%.



Gambar 3. Perbandingan Nilai Kuat Tekan Pada Umur 28 Hari

Berdasarkan gambar 3 dapat dilihat setelah ditambahkan superplasticizer pada beton menggunakan air laut nilai kuat tekan pada 28 hari mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya persentase penambahan superplasticizer. Untuk persentase penggunaan superplasticizer yang mencapai kuat tekan beton normal adalah 1,5% dengan nilai kuat tekan sebesar 31,69 MPa dan meningkat seiring penambahan superplasticizer. Untuk untuk 2% memiliki nilai kuat tekan sebesar 33,76%. Pada dasarnya untuk persentase 1% nyaris mencapai nilai kuat tekan beton normal, dengan nilai kuat tekan 27,69 MPa.

Namun pada penggunaan superplasticizer 2% tidak dianjurkan, dikarenakan membuat proses pembuatan benda uji sulit dan terjadi segregasi yang membuat terdapat rongga pada sampel uji.



Gambar 4. Hasil Sampel Persentase Superplasticizer 2% Dan Terdapat Rongga.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh pengaruh penggunaan air laut terhadap beton normal membuat nilai kuat tekan beton menurun di umur 14 hari sebesar 25,20 Mpa untuk beton normal dan 21,68 Mpa untuk beton dengan air laut. Selanjutnya

untuk umur 28 hari sebesar 28,05 Mpa untuk beton normal dan 23,15 Mpa untuk beton dengan air laut. Hal ini dapat disebabkan terjadinya salt damage pada beton sehingga terjadi penurunan nilai kuat tekan. Dan setelah di tambahkan superplasticizer untuk mencapai nilai kuat tekan normal pada umur 14 hari dibutuhkan minimal 1% superplasticizer dan meningkatkan nilai kuat tekan seiring penambahan persentase superplasticizer. Sedangkan pada umur 28 hari di butuhkan minimal 1,5% superplasticizer dan meningkatkan nilai kuat tekan seiring penambahan persentase superplasticizer. Namun pada penggunaan superplasticizer 2% tidak di anjurkan, dikarenakan membuat benda mengalami segregasi yang membuat rongga pada sampel uji.

REFERENSI

- Ahmad SB. Investigasi Pengaruh Air Laut Sebagai Air Pencampuran Dan Perawatan Terhadap Sifat Beton. *INTEK J Penelit*. 2018;5(1):48.
- Ashariyanto, Y., Diana, A. I. N., & Deshariyanto, D. (2022). Pengaruh Penggunaan Serbuk Kulit Cangkang Telur Sebagai Substitusi Parsial Semen Terhadap Kuat Tekan Beton. *Publikasi Riset Orientasi Teknik Sipil (Proteksi)*, 4(2), 114-119.
- Guo M, Hu B, Xing F, Zhou X, Sun M, Sui L, et al. Characterization of the mechanical properties of eco-friendly concrete made with untreated sea sand and seawater based on statistical analysis. *Constr Build Mater* [Internet]. 2020;234:117339. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.117339>
- Irmawaty R, Tjaronge MW. Effect of Seawater as Mixing Water on the Mechanical Properties of Mortar and Concrete. *ConCERN (Conference Civ Eng Res Networks)* 2014. 2014;61-4.
- Miller SA, Horvath A, Monteiro PJM. Impacts of booming concrete production on water resources worldwide. *Nat Sustain* [Internet]. 2018;1(1):69-76. Available from: <http://dx.doi.org/10.1038/s41893-017-0009-5>
- Nobuaki Otsuki, Tsuyoshi Saito, Yutaka Tadokoro. Possibility of Sea Water as Mixing Water in Concrete. *J Civ Eng Archit*. 2012;6(11):1273-9.
- SNI 03-2834-2000. (2000). SNI 03-2834-2000: Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal. Sni 03-2834-2000, 1-34.
- Teng JG, Xiang Y, Yu T, Fang Z. Development and mechanical behaviour of ultra-high-performance seawater sea-sand concrete.
- Vafaei D, Hassanli R, Ma X, Duan J, Zhuge Y. Sorptivity and mechanical properties of fiber-reinforced concrete made with seawater and dredged sea-sand. *Constr Build Mater* [Internet]. 2021;270(xxxx):121436. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.121436>
- Xiao J, Qiang C, Nanni A, Zhang K. Use of sea-sand and seawater in concrete construction: Current status and future opportunities. *Constr Build Mater* [Internet]. 2017;155:1101-11. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.08.130>
- Xu W, Yang L, Gao D, Tang J, Sun G, Zhang Y. Mechanical properties of seawater-mixed steel fiber reinforced concrete. *J Build Eng* [Internet]. 2023;73:106823. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352710223010021>
- Zhou Y, Gao H, Hu Z, Qiu Y, Guo M, Huang X, et al. Ductile, durable, and reliable alternative to FRP bars for reinforcing seawater sea-sand recycled concrete beams: steel/FRP composite bars. *Constr Build Mater* [Internet]. 2021;269:121264. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061820332682>
- Zulkarnain F, Kamil B, Utara S, Kapten Mukhtar Basri No J. Seminar Nasional Penelitian LPPM UMJ Website Perbandingan Kuat Tekan Beton Menggunakan Pasir Sungai sebagai Agregat Halus Dengan Variasi Bahan Tambah Sica Fume Pada Perendaman Air Laut. [Internet]. 2021;1-10.

Pengaruh Penambahan Superplasticizer Terhadap Kuat Tekan pada Beton Campuran Air Laut

ORIGINALITY REPORT

20%

SIMILARITY INDEX

18%

INTERNET SOURCES

10%

PUBLICATIONS

0%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	anzdoc.com Internet Source	1%
2	ojs.serambimekkah.ac.id Internet Source	1%
3	media.neliti.com Internet Source	1%
4	doaj.org Internet Source	1%
5	repository.unsri.ac.id Internet Source	1%
6	Zev Al Jauhari, Fia Apriani. "PERBANDINGAN KARAKTERISTIK BETON SERAT KAWAT BENDRAT $f'c$ 20 MPa DENGAN CAMPURAN AIR GAMBUT DAN AIR SUMUR BOR", Jurnal TeKLA, 2020 Publication	1%
7	repository.usd.ac.id Internet Source	1%

8	scholar.unand.ac.id Internet Source	1 %
9	journal.uta45jakarta.ac.id Internet Source	1 %
10	text-id.123dok.com Internet Source	1 %
11	www.jurnal-umbuton.ac.id Internet Source	1 %
12	www.urbanarbon.ch Internet Source	1 %
13	docplayer.info Internet Source	1 %
14	proceedings.ums.ac.id Internet Source	1 %
15	repository.utp.ac.id Internet Source	1 %
16	Nurul Fadlilah, Kun Harismah. "Pemanfaatan Bahan Alam Anchor sebagai Bahan Konservasi Fosil di Sangiran", <i>TEKNOSAINS : Jurnal Sains, Teknologi dan Informatika</i> , 2022 Publication	1 %
17	etd.umy.ac.id Internet Source	<1 %
18	journal.aritekin.or.id Internet Source	<1 %

19	academic-accelerator.com Internet Source	<1 %
20	jifi.farmasi.univpancasila.ac.id Internet Source	<1 %
21	jurnal.poliupg.ac.id Internet Source	<1 %
22	mesin.uma.ac.id Internet Source	<1 %
23	repository.usbypkp.ac.id Internet Source	<1 %
24	123dok.com Internet Source	<1 %
25	Rasio Hepiyanto, Dwi Kartikasari. "PENGARUH CAMPURAN AIR LIMBAH (AIR SELOKAN) TERHADAP KUAT TEKAN BETON f'c 14.5 Mpa (K-175)", UKaRsT, 2018 Publication	<1 %
26	repositori.usu.ac.id Internet Source	<1 %
27	repository.unika.ac.id Internet Source	<1 %
28	www.ilmubeton.com Internet Source	<1 %

29 Budiman Budiman. "PENAMBAHAN SERAT YANG OPTIMAL TERHADAP KUAT TEKAN BETON PADA BETON NORMAL", INOVTEK POLBENG, 2018
Publication <1 %

30 I Made Ari Suhartapa, I Nyoman Suta Widnyana, I Putu Laintarawan. "PENGARUH SERBUK BATU PARAS BELAYU SEBAGAI SUBSTITUSI SEMEN TERHADAP KUAT TEKAN BETON", Widya Teknik, 2024
Publication <1 %

31 T. Dhondy, A. Remennikov, M. Neaz Sheikh. "Properties and Application of Sea Sand in Sea Sand–Seawater Concrete", Journal of Materials in Civil Engineering, 2020
Publication <1 %

32 Topik Wahyu Widiyanto, Andi Marini Indriani, Gunaedy Utomo. "Kuat Lentur Beton Menggunakan Agregat Batu Petangis dan Pasir Semboja dengan Penambahan Botol Plastik", Jurnal Manajemen Teknologi & Teknik Sipil, 2023
Publication <1 %

33 core.ac.uk
Internet Source <1 %

34 ojs.ejournalunigoro.com
Internet Source <1 %

35

www.batamnews.co.id

Internet Source

<1 %

36

www.scribd.com

Internet Source

<1 %

37

journal.univpancasila.ac.id

Internet Source

<1 %

38

Achmad Hasyim, Dwi Kartikasari.
"PEMBUATAN BETON CAMPURAN
STYROFOAM MENGGUNAKAN AGREGAT
PASIR BENGAWAN SOLO", UKaRST, 2020

Publication

<1 %

39

Angga Triawan. "PERBANDINGAN KUAT
TEKAN BETON MENGGUNAKAN TIGA JENIS
MEREK SEMEN", JUMATISI: Jurnal Mahasiswa
Teknik Sipil, 2020

Publication

<1 %

40

Fepy Supriani, Mukhlis Islam. "PENGARUH
METODE PERLAKUAN DALAM PERAWATAN
BETON TERHADAP KUAT TEKAN DAN
DURABILITAS BETON", Inersia, Jurnal Teknik
Sipil, 2019

Publication

<1 %

41

Sabrina Harahap, Surya Dewi Puspitasari,
Ahmad Aki Muhaimin. "Seawater-mixed
concrete in Indonesia and anti-corrosive
materials: A review", AIP Publishing, 2023

Publication

<1 %

Exclude quotes On

Exclude matches Off

Exclude bibliography On