

Pengaruh Pasir Laut Sebagai Campuran dan Air Laut Untuk Curing Terhadap Kuat Tekan Beton

Muhammad Daffa Zikrillah¹⁾

Masdar Helmi²⁾

Mohd Isneini³⁾

Fikri Alami⁴⁾

Abstract

Indonesia is a maritime country, but due to uneven public access to clean water and the scarcity of sand that meets the standards, many developments carried out on the coast are carried out with materials that are not in accordance with the standards and result in changes in the strength of concrete. In this study, the compressive strength of concrete using sea sand material and curing using sea water is discussed where it is found that sea sand and curing with sea water have a negative impact on the compressive strength of concrete compared to using river sand and curing with fresh water using concrete cube samples 15x15x15 cm in total of 48 samples with 2 mix variations and 2 curing methods tested at the age of 7, 14, 28, and 56 days. The results of the compressive strength of concrete using sea sand material and curing using sea water where the results obtained BPLCT has a lower compressive strength than BNCT worth 336.1 kg / cm² and BNCT worth 355.9 kg / cm² at the age of 28 days and curing with sea water has a negative impact on the compressive strength of concrete compared to using river sand and curing with fresh water with BNCL value of 331.2 kg / cm² compared to BNCT worth 355.9 kg / cm² at the age of 28 days. It can be concluded that the use of sea sand as a concrete admixture and seawater as concrete curing produces a bad influence on the compressive strength of concrete.

Keywords: sea sand, sea water, and compressive strength

Abstrak

Indonesia merupakan negara maritim Namun dikarenakan belum meratanya akses masyarakat terhadap air bersih dan langkanya pasir yang sesuai standar, membuat banyak pembangunan yang dilakukan di pesisir pantai dilakukan dengan material yang tidak sesuai dengan standar dan mengakibatkan berubahnya kekuatan beton. Dalam penelitian ini dibahas kuat tekan beton yang menggunakan material pasir laut dan curing menggunakan air laut dimana didapatkan hasil bahwa pasir laut dan curing dengan air laut memiliki dampak negatif terhadap kuat tekan beton dibandingkan menggunakan pasir sungai dan curing dengan air tawar menggunakan sample beton kubus 15x15x15 cm sejumlah 48 sample dengan 2 variasi campuran dan 2 metode curing diuji di umur 7, 14, 28, dan 56 hari. Hasil kuat tekan beton yang menggunakan material pasir laut dan curing menggunakan air laut dimana didapat hasil BPLCT memiliki kuat tekan yang lebih rendah dibanding BNCT senilai 336,1 kg/cm² dan BNCT senilai 355,9 kg/cm² pada umur 28 hari dan curing dengan air laut memiliki dampak negatif terhadap kuat tekan beton dibandingkan menggunakan pasir sungai dan curing dengan air tawar dengan nilai BNCL 331,2 kg/cm² dibanding BNCT senilai 355,9 kg/cm² pada umur 28 hari. Dapat disimpulkan bahwa penggunaan pasir laut sebagai pencampur beton dan air laut sebagai curing beton menghasilkan pengaruh buruk terhadap kuat tekan beton.

Kata kunci : pasir laut, air laut, dan kuat tekan

¹⁾ Mahasiswa S1 pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung.

Surel: datrapeta@gmail.com

²⁾ Dosen pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jalan. Prof. Sumantri Brojonegoro No.1 . Gedong Meneng Bandar Lampung. 35145.

³⁾ Dosen pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jalan. Prof. Sumantri Brojonegoro no. 1. Gedong Meneng Bandar Lampung. 35145.

⁴⁾ Dosen pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jalan. Prof. Sumantri Brojonegoro no. 1. Gedong Meneng Bandar Lampung. 35145.

I. PENDAHULUAN

Perkembangan industri konstruksi di Indonesia cukup pesat, dimana hampir 60% material yang digunakan dalam konstruksi adalah beton (Mulyono, 2005). Berbagai bangunan didirikan menggunakan beton sebagai bahan utama, baik bangunan gedung maupun bangunan air. Beton tersebut terdiri dari campuran antara agregat halus, agregat kasar, air dan dengan menambahkan bahan perekat semen sebagai bahan pembantu untuk melakukan reaksi hidrasi agar beton dapat mengeras (Dumyati & Manalu, 2015)

Indonesia merupakan negara yang mempunyai lebih dari 3700 pulau dan pantai sepanjang 80.000 km (Mangerongkonda, 2007). Namun dikarenakan belum meratanya akses masyarakat terhadap air bersih dan langkanya pasir yang sesuai standar, membuat banyak pembangunan yang dilakukan di pesisir pantai dilakukan dengan material yang tidak sesuai dengan standar dan mengakibatkan berubahnya kekuatan beton.

Pasir berfungsi sebagai pengisi ruang kosong diantara butir-butir agregat kasar, sedangkan ruang kosong diantara butir-butir pasir sendiri diisi oleh semen sebagai bahan pengikat. Pasir sebagai agregat halus bersama semen dan air dalam suatu adonan akan membentuk mortar dan agregat kasar sebagai bahan pengisi akan memberikan kekuatan dan memperkecil penyusutan. Mortar akan menutupi seluruh agregat kasar, mengisi celah dan rongga antar butirannya, kemudian mengeras mempersatukan keseluruhannya menjadi masa yang kompak dan padat.

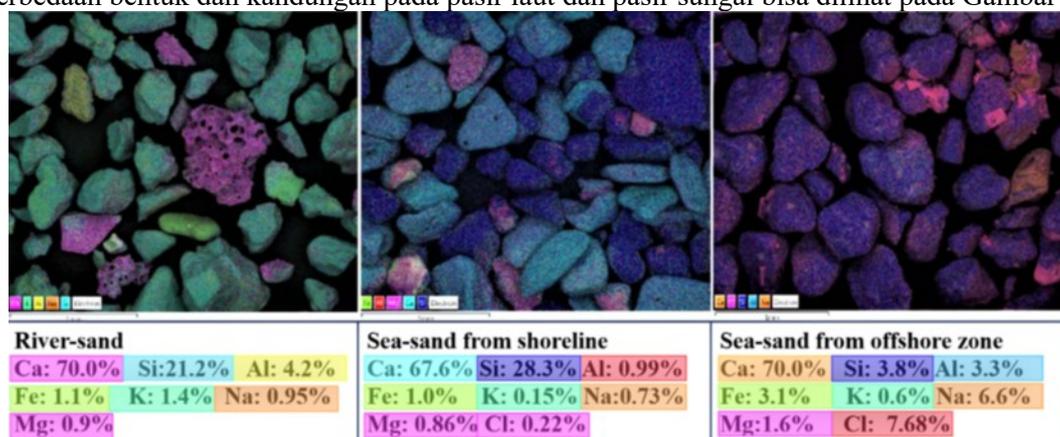
Namun di kondisi lingkungan tertentu seperti di pesisir pantai ketersediaan air bersih dan pasir sungai lebih terbatas (Pan, *et al.*, 2021), sehingga perlu adanya sebuah solusi untuk menangani kebutuhan akan material dengan menggunakan material yang banyak tersedia di pesisir seperti pasir laut.

Pasir laut umumnya memiliki karakteristik butiran yang halus dan bulat, gradasi (susunan besar butiran) yang seragam serta mengandung garam yang tidak menguntungkan bagi beton, sehingga banyak disarankan untuk tidak digunakan dalam pembuatan beton. Butiran yang halus dan bulat serta gradasi yang seragam, dapat mengurangi daya lekat antar butiran dan berpengaruh terhadap kekuatan dan ketahanan beton. Namun di lingkungan pesisir dimana tidak banyak terdapat pasir sungai seringkali pasir laut dijadikan solusi untuk menyelesaikan masalah ketersediaan material (He & Zhou, 2021). Permasalahan yang menjadi fokus adalah bagaimana pengaruh campuran pasir laut dan air laut untuk curing terhadap sifat kuat tekan beton.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Pasir laut adalah pasir yang diambil dari tepian pantai, bentuk butirannya halus dan bulat akibat gesekan dengan sesamanya. Pasir ini merupakan pasir yang jelek karena mengandung banyak garam. Garam ini menyerap kandungan air dari udara dan mengakibatkan pasir selalu agak basah serta menyebabkan pengembangan volume bila dipakai pada bangunan. akan tetapi pasir laut dapat digunakan pada campuran beton dengan perlakuan khusus, yaitu dengan cara di cuci sehingga kandungan garamnya berkurang atau hilang. Karakteristik kualitas agregat halus yang digunakan sebagai komponen struktural beton memegang peranan penting dalam menentukan karakteristik kualitas struktur beton yang dihasilkan, sebab agregat halus mengisi sebagian besar volume beton. Pasir laut sebagai salah satu jenis material agregat halus

memiliki ketersediaan dalam kuantitas yang besar (Mangerongkonda, 2007). Berikut perbedaan bentuk dan kandungan pada pasir laut dan pasir sungai bisa dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Komparasi bahan penyusun dan bentuk fisik jenis-jenis pasir.
(Sumber: Zhao, et al., 2021)

Dari jumlah material yang terlarut dalam tiap kilogram air laut; atau setara dengan *part per thousand* (1/1000). Salinitas menggambarkan jumlah material yang terlarut dalam air laut; menurut Vicat dalam (Emmanuel dkk, 2012) umumnya berkisar antara 3,4-3,5%. Tabel 1 merupakan perkiraan salinitas beberapa laut terkenal di dunia. Kemampuan air untuk melarutkan garam cenderung beragam dan tergantung di mana laut itu berada, namun perbandingan komponen utama yang terkandung didalamnya relatif konstan. Komponen utama itu dihitung untuk mengetahui kelemahan dan kemungkinan runtuhnya bangunan di daerah yang terpengaruh air laut. Tabel 2 merupakan data ciri fisik dan komposisi kimia air laut secara umum.

Tabel 1. Perkiraan salinitas di beberapa laut

Nama Laut	Konsentrasi Garam (%)
Laut Mediteran	3,8
Laut Baltik	0,7
Laut Utara dan Atlantik	3,5
Laut Hitam	1,8
Laut Mati	5,3
Laut India	3,55

(Sumber: Islam, dkk, 2010)

Tabel 2. Ciri fisik dan komposisi air laut

Berat Jenis	1,022
pH	7,77
Na	9,290 ppt
K	0,346 ppt
Ca	0,356 ppt
Mg	1,167 ppt
Cl	17,087 ppt
SO ₄	2,378 ppt
CO ₃	0,11 ppt

(Sumber : Mohammed, et al, 2004)

III. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimental yang dilakukan untuk mendapatkan data-data hasil penelitian pada beton dengan menggunakan pasir laut dan *curing* air laut yang berasal dari Pantai Mutun Bandar Lampung, Pasir sungai yang didapat dari *Quarry* Gunung Sugih dengan *properties* material sebagai berikut :

Tabel 3. Hasil uji *properties* material agregat

Jenis Pengujian	Pasir Sungai	Pasir Pantai	Agregat Kasar
Kadar air	0,59 %	0,96 %	2,09%
Berat jenis	2,5	2,66	2,62
Penyerapan	2,04%	5,02%	2%
Modulus kehalusan	2,72	2,71	7,3667
Berat volume (kg/m ³)	1515	2785	1519,4
Kadar Lumpur	0.02	1,12%	
Kadar Organik	Nomor 1		

Pada penelitian ini digunakan variasi beton dengan komponen normal yang di *curing* air laut dan air tawar dan beton dengan pasir laut yang di *curing* air laut dan air tawar. Kemudian sampel diuji dengan pengujian kuat tekan untuk melihat perbandingan laju kekuatan antara beton dengan komponen yang berbeda. Dengan uji kuat tekan dengan ukuran sampel kubus dimensi 15 cm, jumlah sampel kubus sebanyak 48 sampel. Pengujian dilakukan setelah beton mencapai umur 7, 14, 28, dan 56 hari.

Kode Sampel	Umur Beton				Total
	7	14	28	56	
BNCT	3	3	3	3	12
BNCL	3	3	3	3	12
BPLCT	3	3	3	3	12
BPLCL	3	3	3	3	12
				Total	48

Keterangan :

- BNCT : Beton Normal Curing Tawar
- BNCL : Beton Normal Curing Laut
- BPLCT : Beton Pasir Laut Curing Tawar
- BPLCL : Beton Pasir Laut Curing Laut

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengaruh Pasir Laut Pada Kuat Tekan Beton

Pada Tabel 4 dapat dilihat hasil kuat tekan BNCT dan BPLCT

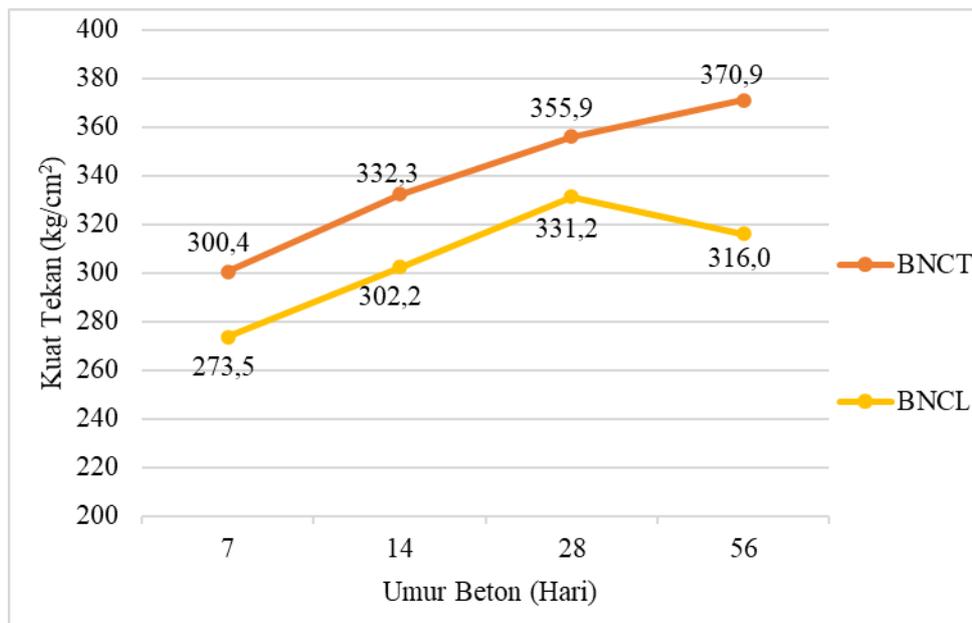
Tabel 4. Hasil Uji Kuat Tekan Beton

Kode Benda	7 Hari	14 Hari	28 Hari	56 Hari
	Rata-Rata Kuat Tekan (Kg/Cm ²)			
BNCT	300,36	332,32	355,92	370,88
BPLCL	278,65	306,56	319,93	303,79



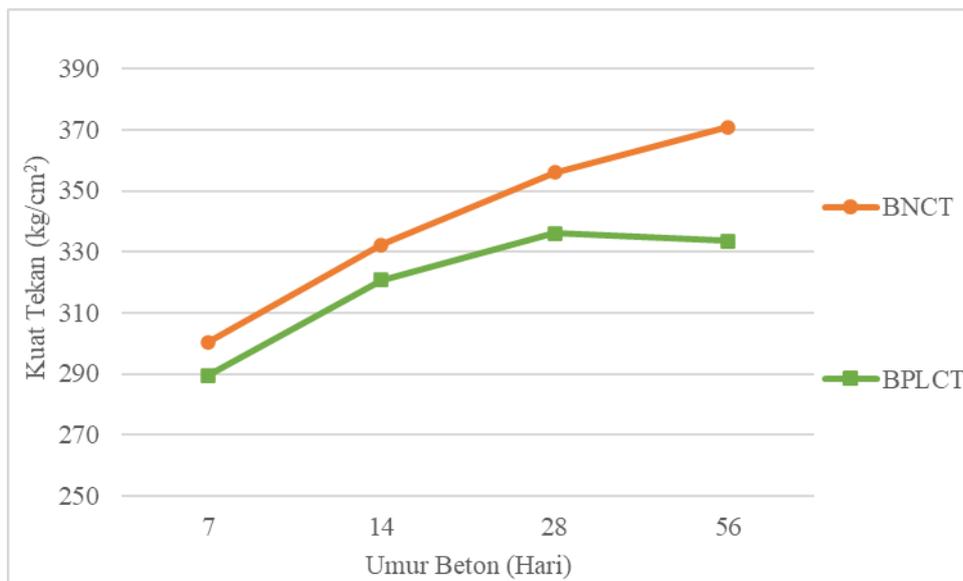
Gambar 2 . Grafik laju kuat tekan BNCT dan BPLCT

Pada gambar 2 terlihat bahwa laju kuat tekan beton BPLCT memiliki kuat tekan yang lebih rendah dibandingkan kuat tekan BNCT dengan rata-rata kuat Tekan BNCT berada di 355,92 kg/cm² sedangkan BPLCT memiliki kuat tekan rata-rata 319,93 kg/cm² di umur 28 hari. Setelah 28 hari BNCT masih mengalami kenaikan kuat tekan sampai 370,88 kg/cm² sedangkan BPLCT mengalami penurunan kuat tekan menjadi 303,79 kg/cm². Menurut Patil & Kumar , (2022) yang menyebutkan bahwa ketika air laut memasuki pori-pori beton dan kemudian mengering, air dapat mengkristal menjadi partikel garam, yang menyebabkan gangguan beton. Xiao, *et al.*, (2017) yang menyebut beton dengan pasir laut bisa merusak beton dikarenakan kandungan klorida, garam, dan kandungan organis yang terdapat pada pasir laut serta gradasi pasir yang buruk menyebabkan buruknya kualitas untuk beton yang menggunakan pasir laut.



Gambar 3. Grafik kuat tekan beton normal *curing* tawar dan *curing* laut.

Dari data yang tertera dalam Gambar 3, dapat dilihat laju perkembangan kekuatan beton pada berbagai tahap umur antara Beton Normal yang di *curing* dengan air tawar (BNCT) dan Beton Normal yang di *curing* dengan air laut (BNCL). Pada umur 7 hari, terlihat bahwa beton BNCT memiliki kekuatan yang lebih tinggi daripada beton BNCL, dengan nilai masing-masing sebesar 300,4 kg/cm² dan 267,5 kg/cm² dengan perbedaan sebesar 12.25%. Perbedaan ini menunjukkan bahwa air tawar memiliki pengaruh positif pada perkembangan awal kekuatan beton. Namun, perbedaan tersebut nampaknya semakin mengecil ketika umur beton mencapai 14 hari. Pada tahap ini, beton BNCT masih memiliki kekuatan yang lebih tinggi, mencapai 332,3 kg/cm², sementara beton BNCL mencapai 302,2 kg/cm². Pada umur 28 hari, dengan perbedaan sebesar 9.98%, pola ini berlanjut, di mana beton BNCT mencapai kekuatan 355,9 kg/cm², sedangkan beton BNCL mencapai 331,2 kg/cm² dengan perbedaan sebesar 7.45%. Namun, perhatian khusus perlu diberikan pada umur 56 hari, di mana terjadi perubahan yang menarik. Pada tahap ini, terlihat bahwa kekuatan beton BNCL mengalami penurunan signifikan menjadi 289 kg/cm², sementara beton BNCT justru terus mengalami peningkatan kekuatan menjadi 370,9 kg/cm² dengan perbedaan sebesar 28.49%. Hal ini mengindikasikan bahwa pada tahap umur yang lebih matang, air tawar tetap memiliki dampak yang positif terhadap perkembangan kekuatan beton, sementara beton yang di *curing* dengan air laut (BNCL) cenderung mengalami penurunan performa. Menurut penelitian (Li, *et al.*, 2021) yang menyebutkan penyebab penurunan kuat tekan karena *curing* laut diakibatkan karena zat kimia yang menginterusi beton seperti zat klorida, magnesium sulfat dll yang menyebabkan melemahnya beton.



Gambar 4. Grafik kuat tekan beton pasir laut *curing* tawar dan air laut.

Gambar 4 memperlihatkan hasil kuat tekan beton pada berbagai umur yang berbeda, diukur dalam satuan kg/cm^2 , antara dua jenis campuran beton, yaitu Beton Pasir Laut dengan proses pengerasan (*Curing*) menggunakan air tawar (BPLCT) dan Beton Pasir Laut dengan *curing* menggunakan air laut (BPLCL). Pada umur 7 hari, kuat tekan BPLCT adalah $289,4 \text{ kg/cm}^2$, sementara BPLCL mencapai $278,7 \text{ kg/cm}^2$ dengan perbedaan sebesar 3,83%. Pada umur 14 hari, kuat tekan BPLCT meningkat menjadi $320,7 \text{ kg/cm}^2$, sedangkan BPLCL menjadi $306,6 \text{ kg/cm}^2$ dengan perbedaan 4,6%. Pada umur 28 hari, kuat tekan BPLCT lebih tinggi yaitu $336,1 \text{ kg/cm}^2$, sementara BPLCL mencapai $319,9 \text{ kg/cm}^2$ dengan perbedaan sebesar 5,05%. Terakhir, pada umur 56 hari, BPLCT memiliki kuat tekan sebesar $333,5 \text{ kg/cm}^2$ dan BPLCL memiliki kuat tekan sebesar $303,8 \text{ kg/cm}^2$ dengan perbedaan sebesar 9,78%. Dengan demikian, hasil menunjukkan bahwa pada umur yang lebih lama, baik BPLCT maupun BPLCL mengalami peningkatan kuat tekan. Selain itu, pada setiap umur yang diuji, BPLCT umumnya memiliki nilai kuat tekan yang lebih tinggi daripada BPLCL. Hal ini dapat diartikan bahwa dalam hal kuat tekan, campuran beton dengan *curing* tawar (BPLCT) memiliki performa yang lebih baik dibandingkan dengan campuran beton dengan *curing* laut (BPLCL).

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan mengenai kuat tekan beton, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. *Curing* air laut pada berbagai variasi memiliki efek negatif pada sampel beton hal tersebut menyebabkan sampel beton mengalami penurunan kuat tekan.
2. Penggunaan pasir laut sebagai pengganti pasir sungai berpengaruh buruk pada kuat tekan beton bila dibandingkan dengan beton normal.

DAFTAR PUSTAKA

- Dumyati, A., & Manalu, D. (2015). Analisis Penggunaan Pasir Pantai Sampur Sebagai Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton. *FROPIL (Forum Profesional Teknik Sipil)*, 3(1). <https://doi.org/10.33019/fropil.v3i1.1203>
- Emmanuel, A. O., Oladipo, F. A., & E., O. O. (2012). Investigation of Salinity Effect on Compressive Strength of Reinforced Concrete. *Journal of Sustainable Development*, 5(6). <https://doi.org/10.5539/jsd.v5n6p74>
- He, X., & Zhou, J. (2021). Mechanical characteristics of sea-sand concrete in simulated marine environment. *Construction and Building Materials*, 274. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.122098>
- Islam, S., & Islam, M. R. (2010). Strength Behavior of Concrete using Slag with Cement in Sea Water Environment. *Journal of Civil Engineering (IEB)*, 38(2), 129–140. <https://www.researchgate.net/publication/265989952>
- Li, P., Li, W., Sun, Z., Shen, L., & Sheng, D. (2021). Development of sustainable concrete incorporating seawater: A critical review on cement hydration, microstructure and mechanical strength. *Cement and Concrete Composites*, 121. <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2021.104100>
- Mohammed, T. U., Hamada, H., & Yamaji, T. (2004). Performance of seawater-mixed concrete in the tidal environment. *Cement and Concrete Research*, 34(4), 593–601. <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2003.09.020>
- Mulyono, T. (2015). TEKNOLOGI BETON: Dari Teori ke Praktek (1st ed., Vol. 1). Lembaga Pengembangan Pendidikan - UNJ.
- Pan, D., Yaseen, S. A., Chen, K., Niu, D., Ying Leung, C. K., & Li, Z. (2021). Study of the influence of seawater and sea sand on the mechanical and microstructural properties of concrete. *Journal of Building Engineering*, 42. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2021.103006>
- Patil, A., & Kumar Dwivedi, A. (2022). Mechanical strength and durability performance of sea water concrete incorporating supplementary cementitious materials in different curing conditions. *Materials Today: Proceedings*, 65, 969–974. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.03.600>
- Xiao, J., Qiang, C., Nanni, A., & Zhang, K. (2017). Use of sea-sand and seawater in concrete construction: Current status and future opportunities. In *Construction and Building Materials* (Vol. 155, pp. 1101–1111). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.08.130>