

Analisis Pengaruh Penggunaan Terumbu Karang Sebagai Substitusi Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton

Analysis Of The Effect Of The Use Of Coral Reefs As A Substitute For Fine Aggregates On The Compressive Strength Of Concrete

Muhammad Fathur Ramadhan¹, Utari Sriwijaya Minaka², Febryandi³

^{1,2,3}Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Indo Global Mandiri, Jln. Jend. Sudirman Km.4 Palembang. Telp: 0711-357754. Email : utari.minaka@uigm.ac.id

Abstrak

Beton sebagai unsur yang terpenting dalam suatu infrastruktur pada era sekarang, terbuat dari campuran pasta berupa semen dan air, agregat kasar dan agregat halus. *Eco-friendly materials* menjadi sorotan dunia dikarenakan memiliki dampak yang sangat berpengaruh pada perkembangan dan kemajuan teknologi saat ini. Konstruksi yang terbuat dari material *eco-friendly* tidak merusak alam, lebih ringan dan material yang digunakan berupa *recycled materials*. Terumbu karang merupakan salah satu jenis limbah yang dapat digunakan untuk meningkatkan kuat tekan beton. Penelitian ini menganalisis pengaruh penggunaan pecahan limbah terumbu karang sebagai substitusi agregat halus sebesar 70%, 75%, dan 80%. Perbandingan dilakukan terhadap beton normal tanpa pecahan limbah terumbu karang. Hasil kuat tekan didapatkan pada beton normal sebesar 25,93 MPa pada umur 28 hari, sedangkan pada beton variasi pecahan limbah terumbu karang sebagai substitusi agregat halus pada umur 28 hari dengan variasi 70% sebesar 28,18 MPa, variasi 75% sebesar 26,48 MPa, dan variasi 80% sebesar 26,65 MPa. Hasil ini menunjukkan bahwa penggunaan pecahan limbah terumbu karang sebagai substitusi agregat halus sebanyak 70% adalah hasil optimum, dan penggunaan pecahan limbah terumbu karang lebih dari itu dapat mengurangi kuat tekan beton, dikarenakan senyawa kimia yang terdapat pada limbah terumbu karang yang berlebihan sehingga dapat mengurangi ketahanan pada beton.

Kata Kunci: Kuat Tekan Beton, Terumbu Karang, Agregat Halus

Abstract

Concrete as the most important elements in an infrastructure in current era, made from a mixture of paste in the form of cement and water, coarse aggregate and fine aggregate. Eco-friendly materials are in the spotlight of the world because they have a very influential impact on the development and advancement of technology today. Construction made of eco-friendly materials doesn't damage nature, is lighter and use recycled materials. Coral reefs are a type of waste that can used to increase the compressive strength of concrete. This study analyzes the effect of using coral reef waste fragments as fine aggregate substitution of 70%, 75%, and 80%. The comparison was made against normal concrete without coral reef waste fragments. Compressive strength results were obtained in normal concrete of 25.93 MPa at the age of 28 days, while in concrete variations of coral reef waste fragments as fine aggregate substitution at the age of 28 days with variation of 70% of 28.18 MPa, variation of 75% of 26.48 MPa, and variation of 80% of 26.65 MPa. These results show that the use of coral reef waste fragments as fine aggregate substitution of 70% is the optimal result, and the use of coral reef waste fragments more than that can reduce the compressive strength of concrete, due to the excessive chemical compounds contained in coral reef waste, it can reduce the resistance to concrete.

Keywords: *Compressive Strength; Coral Reefs; Fine Aggregate*

PENDAHULUAN

Beton sebagai material utama disetiap infrastruktur di era saat ini. Dibuat dengan campuran pasta berupa air dan semen, pasir dan batu pecah (*split*) (Safikram, 2023). Pada kondisi tertentu, campuran beton juga menggunakan bahan tambah yang bersifat kimiawi, baik untuk percepatan pengerasan atau pengurangan jumlah air untuk campuran beton tersebut. Beton terbagi menjadi beberapa jenis berdasarkan bahan tambah atau material yang digunakan.

Eco-friendly materials (material ramah lingkungan) menjadi sorotan dunia dikarenakan memiliki dampak yang sangat berpengaruh pada perkembangan dan kemajuan teknologi saat ini. Penggunaan material *eco-friendly* belakangan ini berkembang pada bidang konstruksi dengan ditemukan penelitian baru yang bertujuan penggunaan bahan alami dan ramah lingkungan. Konstruksi yang terbuat dari material *eco-friendly* tidak merusak alam, lebih ringan dan material yang digunakan berupa *recycled materials* (material yang dapat didaur ulang) (Nowotna et al., 2019).

Beberapa penelitian terhadap beton menggunakan material *eco-friendly* telah dilakukan untuk meningkatkan sifat mekanis pada beton. Material *eco-friendly* adalah limbah sebagai pemanfaatan material pembentuk konstruksi atau beton untuk mendapatkan karakteristik beton yang ramah lingkungan. Contoh penggunaan limbah terhadap beton adalah limbah terumbu karang. Terumbu karang merupakan salah satu jenis limbah yang dapat menambah daya tahan dan kuat tekan beton.

Terumbu karang mengandung komposisi yang terdiri dari karbonat dan kalsium yang mencapai 98% (Handiana et al., 2022). Terumbu karang memiliki porositas dan penyerapan air yang tinggi dibandingkan bebatuan biasa, sehingga dapat mengurangi daya tahan dari beton tersebut jika dijadikan sebagai substitusi agregat kasar. Terumbu karang yang digunakan akan dihancurkan menjadi pasir karang (*coral sand*) guna untuk mengurangi porositas pada beton sehingga dapat meningkatkan daya tahannya. Penggunaan pasir karang (pecahan terumbu karang) sebesar 75% sebagai substitusi pasir pada pembuatan beton dengan umur 28 hari dapat meningkatkan kuat tekannya (Kurniawan et al., 2016).

Berdasarkan penjelasan yang telah disampaikan perlu dilakukan penelitian yang komprehensif untuk mengetahui efektifitas penggunaan terumbu karang sebagai substitusi agregat halus. Untuk itu dilakukan penelitian ini

dengan 3 variasi yang berbeda pada substitusi agregat halus dengan Pecahan Limbah Terumbu Karang.

TINJAUAN PUSTAKA.

Terumbu Karang (*Coral Reefs*)

Coral reefs sering disebut *rainforest of the sea* (hutan hujan tropis bawah laut). Seperti halnya hutan hujan tropis, pentingnya terumbu karang tidak terletak pada keanekaragaman karang itu sendiri, melainkan pada jutaan spesies yang hidup secara eksklusif yang berhubungan dengan mereka (Knowlton, 2001). *Coral Reefs* sebagai ekosistem terpenting bawah laut yang terbentuk oleh sekumpulan karang dan terbentuk batu kapur atau struktur seperti kalsium karbonat. Terumbu adalah struktur yang dihasilkan oleh karang dan terdiri dari kalsium karbonat (CaCO_3).

Karang juga melakukan penyerapan karbon yang terdapat di lautan. Pada habitatnya, terumbu karang sebagai tempat hidup bagi ekosistem laut. Di perindustrian, terumbu karang dapat berfungsi sebagai material salah satunya dalam bidang infrastruktur. Komposisi yang dimiliki terumbu karang sangat cocok dalam bidang pembangunan atau infrastruktur. CaCO_3 dan CaO merupakan kandungan senyawa tertinggi yang dimiliki terumbu karang berdasarkan tabel diatas.

Dengan komposisi senyawa yang mendukung untuk bahan penyusun dalam material beton. Maka dari itu, dengan digunakannya pecahan limbah dari terumbu karang sebagai substitusi agregat halus diharapkan dapat memiliki daya tahan pada beton.

Beton Ramah Lingkungan (*Eco-Friendly Concrete*)

Sebagai bahan utama dalam pembangunan, beton telah menghasilkan konsumsi sumber daya alam yang cukup besar dan emisi gas CO_2 yang signifikan ke atmosfer. Dalam era industri dan pembangunan saat ini dengan penggunaan teknologi yang semakin maju dan mutakhir berdampak pada bumi dan makhluk hidup. Penggunaan material pada beton yang saat ini belum ramah lingkungan menjadi dampak yang akan *continue* atau berkelanjutan yang pada akhirnya akan merusak.

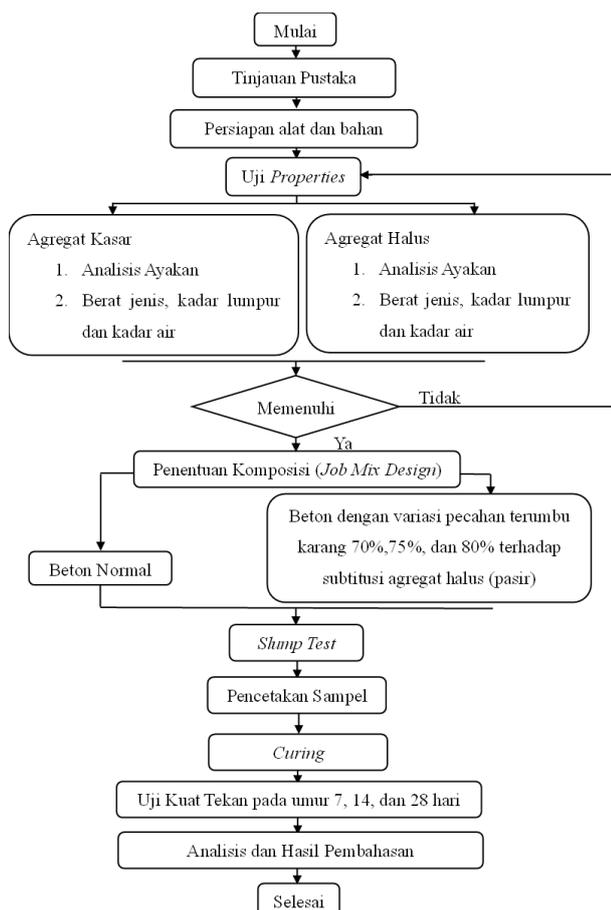
Material utama yang digunakan adalah semen dan agregat alami. Elemen material utama pada beton ini sangat direkomendasikan untuk diganti dengan bahan lain agar tidak menimbulkan masalah yang berkelanjutan. Penggunaan semen mengisi 8-10% dari total emisi CO_2 global. Dunia perindustrian berprogres untuk penggunaan *green*

concrete atau *eco-friendly concrete* pada bangunan karena manfaat yang melekat dan keterbatasan beton tradisional (Hashmi et al., 2022).

Penggunaan *green concrete* atau *eco-friendly concrete* ini mendorong produksi beton yang lebih cepat. Dengan biaya produksi dan perawatan yang lebih rendah dengan menggunakan beton ramah lingkungan. Bahan yang dapat digunakan untuk pembuatan *green concrete* atau *eco-friendly concrete* salah satunya adalah limbah. Maka dari itu dengan penggunaan limbah terumbu karang diharapkan menciptakan beton yang berkualitas baik dengan daya tahan terhadap kuat tekan dan ramah lingkungan.

METODE

Penelitian ini memakai metode eksperimen dan kuantitatif. Metode eksperimen ditunjukkan pada penggunaan terumbu karang sebagai substitusi agregat halus yang akan dilakukan di laboratorium. Metode kuantitatif pada penelitian ini ditunjukkan pada pengumpulan data selama melakukan uji coba atau eksperimen. Data yang berhasil dikumpulkan akan dianalisa dan dibandingkan dengan penelitian sebelumnya. Penelitian ini dijelaskan dengan diagram alir dibawah ini:



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Persiapan Material

Agregat halus yang dipakai berasal dari Tanjung Rajo dengan syarat gradasinya lolos ayakan nomor 4 dan tertahan nomor 200. Agregat kasar yang dipakai berasal dari Bojonegoro dengan syarat gradasinya tertahan saringan nomor 4.



Gambar 2. Agregat halus dan agregat kasar yang digunakan pada penelitian

Semen yang dipakai semen Tipe I untuk bangunan biasa. Pecahan limbah terumbu karang yang digunakan berasal dari sekitar Pantai Marina (Pesisir Selatan), Kalianda, Lampung Selatan dengan syarat gradasinya lolos ayakan nomor 4 dan tertahan nomor 200.



Gambar 3. Pecahan limbah terumbu karang

Benda Uji

Pada pembuatan benda uji digunakan silinder berukuran 10 cm x 20 cm dengan mutu $f_c'25$ MPa. Cara pengujian dilakukan dengan melakukan penimbangan benda uji serta pengujian agregat kasar dan halus. Penelitian ini menggunakan variasi beton normal, beton 70% variasi pecahan terumbu karang, 75% variasi pecahan terumbu karang, dan 80% variasi pecahan terumbu karang. Untuk jumlah sampel yang dibuat akan dijelaskan pada tabel dibawah ini:

Tabel 1. Jumlah sampel benda uji per variasi

Kode	Jumlah Sampel			Jumlah Sampel
	Umur Beton (Hari)			
	7	14	28	
BN	3	3	3	9
BS – 70%	3	3	3	9
BS – 75%	3	3	3	9
BS – 80%	3	3	3	9

Total Sampel	36
--------------	----

BS 80%	0,96	1,96	0,188	0,752	0,42
--------	------	------	-------	-------	------

Perhitungan Berat Jenis

Perhitungan berat jenis memiliki tujuan untuk menentukan kelas atau jenis beton yang akan dibuat sesuai standar keamanannya. Berat jenis pada beton dilakukan dengan 2 cara, yaitu dengan pengukuran berat serta volume dan juga dengan penggunaan air raksa. Perhitungan berat jenis dapat menggunakan persamaan [1]:

$$\gamma = \frac{w}{v} \dots\dots\dots[1]$$

Keterangan:

- γ = Berat jenis (kg/m³)
- w = berat sampel (kg)
- v = volume (m³)

Pengujian Kuat Tekan

Uji kuat tekan memperhatikan besar beban pada luas permukaan yang mengakibatkan sampel beton retak bila diberi beban dengan diberikan gaya oleh mesin UTM. Perhitungan kuat tekan didapatkan berdasarkan persamaan [2]:

$$f_c' = \frac{P}{A} \dots\dots\dots[2]$$

Keterangan:

- f_c' = Mutu beton (Mpa)
- P = Tekanan (N)
- A = Luas permukaan (mm²)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proporsi Campuran

Proporsi campuran adalah takaran pada setiap material untuk pembuatan sampel berdasarkan rancangan yang telah ditentukan. Untuk proporsi campuran per sampel disajikan pada tabel di bawah ini:

Tabel 2. Proporsi campuran per sampel

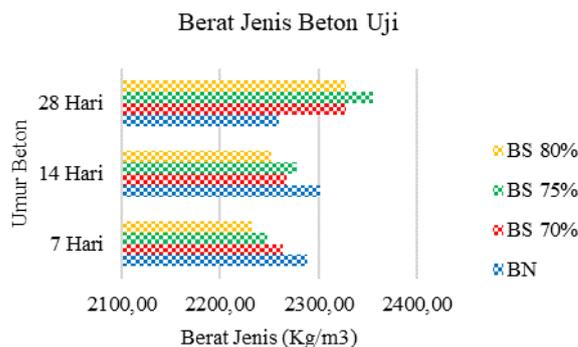
Jenis Sampel	Proporsi Campuran 1 Beton Silinder 10 x 20 cm				
	Semen (kg)	Agregat Halus			Air (kg)
		Agregat Kasar (kg)	Pasir (kg)	Pecahan Limbah Terumbu Karang (kg)	
BN	0,96	1,96	0,94	-	0,42
BS 70%	0,96	1,96	0,282	0,658	0,42
BS 75%	0,96	1,96	0,235	0,705	0,42

Perhitungan Berat Jenis

Perhitungan ini bertujuan sebagai acuan pada perhitungan desain struktur yang aman dan memasuki kriteria jenis beton. Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, hasil berat jenis beton memasuki kriteria dengan berat jenis pada beton normal yaitu di antara 2200 – 2500 kg/m³.

Tabel 3. Hasil perhitungan berat jenis beton

Sampel	Umur Beton	Berat Jenis (kg/m ³)
BN	7 hari	2288,75
	14 hari	2302,40
	28 hari	2259,58
BS 70%	7 hari	2263,40
	14 hari	2267,43
	28 hari	2327,88
BS 75%	7 hari	2247,66
	14 hari	2277,92
	28 hari	2355,33
BS 80%	7 hari	2232,25
	14 hari	2251,46
	28 hari	2327,77



Gambar 4. Grafik perbandingan berat jenis per variasi

Pengujian Kuat Tekan

Uji kuat tekan memperhatikan besar beban pada luas permukaan yang mengakibatkan sampel beton retak bila diberi beban dengan diberikan gaya oleh mesin UTM. Pengujian ini berguna untuk mendapatkan nilai kuat tekan yang sudah melewati masa perawatan atau curing selama waktu yang ditentukan (7, 14, dan 28 hari) dan dilakukan di Laboratorium Universitas Indo Global Mandiri.

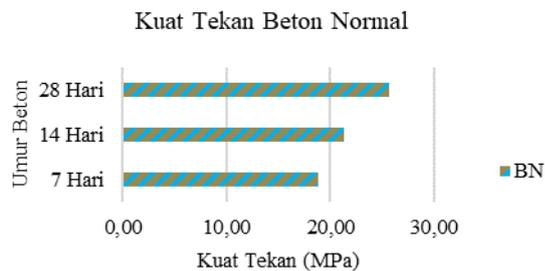


Gambar 5. Pengujian kuat tekan benda uji

Berdasarkan hasil pengujian ini, didapatkan nilai kuat tekannya pada setiap variasi ditujukan pada tabel dan grafik berikut:

Tabel 4. Nilai kuat tekan beton normal

Umur Beton	Kuat Tekan (MPa)
7 hari	18,85
14 hari	21,36
28 hari	25,69

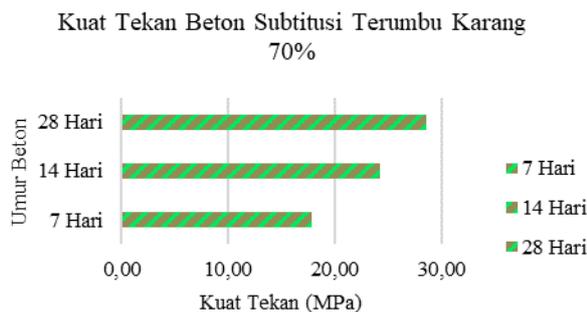


Gambar 6. Grafik nilai kuat tekan beton normal

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan terhadap beton normal didapatkan hasilnya yaitu 18,85 MPa pada umur 7 hari, 21,36 MPa pada umur 14 hari, dan 25,69 MPa pada umur 28 hari. Maka didapatkan hasil optimumnya untuk kuat tekan beton normal pada umur 28 hari sebesar 25,69 MPa.

Tabel 5. Nilai kuat tekan beton substitusi 70%

Umur Beton	Kuat Tekan (MPa)
7 hari	17,79
14 hari	24,20
28 hari	28,58



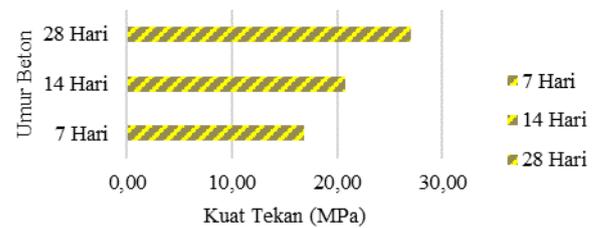
Gambar 7. Grafik nilai kuat tekan substitusi 70%

Berdasarkan hasil dari uji kuat tekan pada beton substitusi terumbu karang 70% didapatkan hasilnya yaitu 17,79 MPa pada umur 7 hari, 24,20 MPa pada umur 14 hari, dan 28,58 MPa pada umur 28 hari. Maka didapatkan hasil optimumnya untuk variasi ini terdapat pada umur 28 hari sebesar 28,58 MPa.

Tabel 6. Nilai kuat tekan beton substitusi 75%

Umur Beton	Kuat Tekan (MPa)
7 hari	16,90
14 hari	20,76
28 hari	27,01

Kuat Tekan Beton Substitusi Terumbu Karang 75%



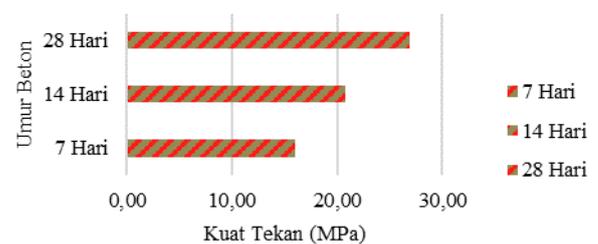
Gambar 8. Grafik kuat tekan beton substitusi 75%

Berdasarkan hasil dari uji kuat tekan pada beton substitusi terumbu karang 75% didapatkan hasilnya yaitu 16,90 MPa pada umur 7 hari, 20,76 MPa pada umur 14 hari, dan 27,01 Mpa pada umur 28 hari. Maka didapatkan hasil optimumnya untuk variasi ini terdapat pada umur 28 hari sebesar 27,01 MPa.

Tabel 7. Nilai kuat tekan beton substitusi 80%

Umur Beton	Kuat Tekan (MPa)
7 hari	16,01
14 hari	20,81
28 hari	26,88

Kuat Tekan Beton Substitusi Terumbu Karang 80%

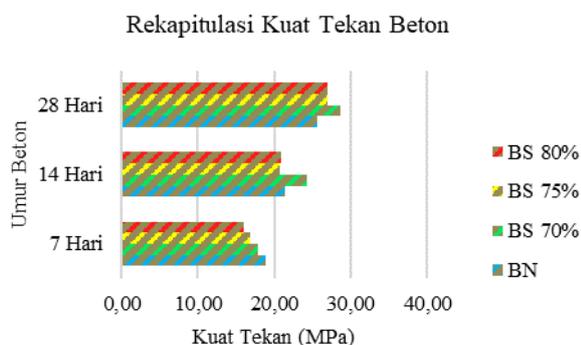


Gambar 9. Grafik kuat tekan beton substitusi 80%

Berdasarkan hasil dari uji kuat tekan pada beton substitusi terumbu karang 80% didapatkan hasilnya yaitu 16,01 MPa pada umur 7 hari, 20,81 MPa pada umur 14 hari, dan 26,88 MPa pada umur 28 hari. Maka didapatkan hasil optimumnya untuk variasi ini terdapat pada umur 28 hari sebesar 26,88 MPa.

Tabel 8. Rekapitulasi nilai kuat tekan beton

Sampel	Umur Beton	Kuat Tekan (MPa)
BN	7 hari	18,85
	14 hari	21,36
	28 hari	25,69
BS 70%	7 hari	17,79
	14 hari	24,20
	28 hari	28,58
BS 75%	7 hari	16,90
	14 hari	20,76
	28 hari	27,01
BS 80%	7 hari	16,01
	14 hari	20,81
	28 hari	26,88



Gambar 10. Grafik rekapitulasi nilai kuat tekan beton

Berdasarkan hasil rekapitulasi diatas, didapatkan hasilnya dimana terjadi peningkatan pada setiap variasi dibandingkan dengan beton pada umur 28 hari dan hasil yang paling optimum terdapat pada variasi beton substitusi 70% dengan nilainya sebesar 28,58 MPa.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil yang telah didapatkan, dapat ditarik kesimpulannya sebagai berikut: (1). Pengaruh penggunaan limbah terumbu karang sebagai substitusi agregat halus atau pasir, dapat dikatakan efektif karena dari hasil kuat tekan yang telah diuji mengalami peningkatan dibandingkan dengan beton normal pada umumnya untuk mutu beton $f_c'25$ MPa. Ditunjukkan hasil dari uji kuat tekan sampel, adanya peningkatan dari beton normal. Untuk nilai kuat tekan beton 28 hari pada beton normal sebesar 25,69 MPa, untuk variasi beton substitusi 70% sebesar 28,58 MPa, beton substitusi 75% sebesar 27,01 MPa, dan beton substitusi 80% sebesar 26,88 MPa. (2). Untuk hasil kuat tekan pada beton variasi yang paling efektif terdapat pada variasi 70% dimana terjadi peningkatan pada beton dengan umur 28 hari sebanyak 1,112% atau 2,89 MPa

REFERENSI

- Handiana Devi, R., Aski Safarizki, H., Prasetyo Azhari Putra, I., & Sucipto, A. (2022). *International Journal of Sustainable Building, Infrastructure, and Environment The Effectiveness of Substitution Fine Aggregate by Pacitan Coral Sand to the Compressive Strength of Concrete.*
- Hashmi, D., M.S. Khan, M. Bilal, M. Shariq, & A. Baqi. (2022, 12). *Green Concrete: An Eco-Friendly Alternative to the OPC Concrete.* Universiti Malaysia Pahang Publishing.
- Knowlton, N. (2001). *The future of coral reefs.* Retrieved from www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.091092998
- Kurniawan, A., Afrizal, Y., & Gunawan, A. (2016). *PENGARUH PEMANFAATAN PECAHAN TERUMBU KARANG SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT HALUS TERHADAP KUAT TEKAN BETON.*
- Nowotna, A., Pietruszka, B., & Lisowski, P. (2019, 6). *Eco-Friendly Building Materials.* Institute of Physics Publishing.
- Safikram M. (2023). *Analisis Pemanfaatan Bambu Sebagai Tulangan Dalam Beton.*