



KAJIAN LITERATUR PENGARUH JENIS AGREGAT TERHADAP ENERGI FRAKTUR BETON

Vieri Agustian

Program Studi S1 Pendidikan Teknik Bangunan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta

Corresponding author: VieriAgustian_1503619033@mhs.unj.ac.id

ABSTRACT

Concrete is a construction material that is widely used in the construction industry due to its strength and reliability. Fracture energy is a measure of concrete's resistance to the formation and expansion of cracks. This study is a literature review that aims to analyze the effect of the type of aggregate on the fracture energy of concrete. Fracture energy is an important parameter in evaluating the strength and resistance of concrete to mechanical loads. The type of aggregate used in the concrete mix can affect the mechanical properties and fracture behavior of the concrete. In this study, a search and analysis was carried out on various studies related to the influence of the type of aggregate on the fracture energy of concrete. The results of the analysis show that the type of aggregate has a significant effect on the fracture energy of concrete. Several factors can affect the effect of aggregate type, including aggregate size and shape, hardness, strength, and physical characteristics of the aggregate. Previous studies have shown that the use of coarse aggregate with high hardness tends to increase the fracture energy of concrete. This is attributed to the resistance of the coarse aggregate to deformation and collapse. Meanwhile, the size and shape of the aggregates also play a role in the distribution of stresses and cracks in the concrete, which in turn affect the fracture energy. In addition, the physical characteristics of aggregates such as porosity, humidity, and bonding ability with the cement matrix also affect the fracture energy of concrete. Aggregates that have high porosity or high water content tend to have low fracture energies because they can cause internal cracks in the concrete. In conclusion, this literature review confirms that the type of aggregate has a significant effect on the fracture energy of concrete. Therefore, the selection of the right aggregate in the concrete mixture needs to be carefully considered to achieve optimal structural performance. Follow-up studies and further experimental research are also recommended to deepen understanding of the effect of aggregate type on concrete fracture energy and to develop more precise methods to predict concrete fracture behavior based on aggregate characteristics. Correct application of concrete can increase structural durability and reliability, especially in applications requiring added strength and resistance to cracking.

Keywords: *Aggregate, Concrete, Energy, Fracture, Influence*



ABSTRAK

Beton adalah bahan konstruksi yang banyak digunakan dalam industri konstruksi karena kekuatan dan keandalannya. Energi fraktur merupakan ukuran resistansi beton terhadap pembentukan dan perluasan retakan. Kajian ini merupakan suatu tinjauan literatur yang bertujuan untuk menganalisis pengaruh jenis agregat terhadap energi fraktur beton. Energi fraktur merupakan parameter penting dalam mengevaluasi kekuatan dan daya tahan beton terhadap beban mekanik. Jenis agregat yang digunakan dalam campuran beton dapat mempengaruhi sifat-sifat mekanik dan perilaku fraktur beton. Dalam kajian ini, dilakukan pencarian dan analisis terhadap berbagai penelitian terkait pengaruh jenis agregat terhadap energi fraktur beton. Hasil analisis menunjukkan bahwa jenis agregat memiliki pengaruh signifikan terhadap energi fraktur beton. Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi pengaruh jenis agregat antara lain ukuran dan bentuk agregat, kekerasan, kekuatan, dan karakteristik fisik agregat. Penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa penggunaan agregat kasar dengan kekerasan yang tinggi cenderung meningkatkan energi fraktur beton. Hal ini dikaitkan dengan ketahanan agregat kasar terhadap deformasi dan keruntuhan. Sementara itu, ukuran dan bentuk agregat juga berperan dalam distribusi tegangan dan retakan dalam beton, yang pada gilirannya mempengaruhi energi fraktur. Selain itu, karakteristik fisik agregat seperti porositas, kelembapan, dan kemampuan ikat dengan matriks semen juga mempengaruhi energi fraktur beton. Agregat yang memiliki porositas yang tinggi atau kandungan air yang tinggi cenderung memiliki energi fraktur yang rendah karena dapat menyebabkan retakan internal dalam beton. Dalam kesimpulan, kajian literatur ini menegaskan bahwa jenis agregat memiliki pengaruh yang signifikan terhadap energi fraktur beton. Oleh karena itu, pemilihan agregat yang tepat dalam campuran beton perlu dipertimbangkan dengan cermat untuk mencapai kinerja struktural yang optimal. Studi lanjutan dan penelitian eksperimental lebih lanjut juga direkomendasikan untuk memperdalam pemahaman tentang pengaruh jenis agregat terhadap energi fraktur beton dan mengembangkan metode yang lebih presisi untuk memprediksi perilaku fraktur beton berdasarkan karakteristik agregat. Penerapan beton yang tepat dapat meningkatkan ketahanan dan keandalan struktural, terutama pada aplikasi yang membutuhkan kekuatan tambahan dan ketahanan terhadap retakan.

Kata Kunci : Agregat, Beton, Energi, Fraktur, Pengaruh



PENDAHULUAN

Energi fraktur merupakan sebuah energi yang dibutuhkan pada sebuah spesimen untuk menghasilkan sebuah retakan. Dapat diketahui bahwa retakan dimulai karena terdapat regangan pada titik paling lemah pada beton. Retak pada beton juga dapat disebabkan apabila beton mengering dengan cepat dan permukaannya mengalami tegangan tarik yang lebih tinggi dibanding kekuatannya. Menurut Nugraha pada bukunya mengenai teknologi beton, retak juga dapat disebabkan apabila terdapat perbedaan suhu yang tinggi antara bagian dalam beton dan bagian luar beton akibat dari perbedaan muai (Nugraha & Antoni, 2007). Retak tersebut dapat membuat sebuah formasi yang nantinya akan membuat beton mengalami kegagalan (Mohammed & Najim, 2020). Fraktur energi menjadi parameter penting yang mengatur sebuah keretakan dan kegagalan dalam struktur. Nilai dari fraktur energi dapat dipengaruhi oleh faktor air semen, ukuran maksimum agregat, ukuran benda uji, perawatan dan juga suhu (Khalilpour et al., 2019). Salah satu metode yang umum digunakan untuk mengukur energi fraktur beton adalah uji *3-Point Bending*. Pada pengujian ini, sampel beton akan diberikan beban tekan hingga terjadi fraktur. Energi beton diukur dengan mengamati jumlah

energi yang diperlukan untuk memecahkan beton tersebut.

METODE

Metode yang digunakan berupa metode deskriptif kualitatif dengan cara mengumpulkan data, membaca dan mengolah data penelitian menjadi suatu kesimpulan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jenis agregat yang dipakai pada beton dapat mempengaruhi besaran nilai energi fraktur pada beton tersebut seperti penggunaan agregat ringan dan agregat normal. Pada penelitian yang dilakukan oleh Dabbaghi digunakan dua jenis agregat yang berbeda yakni agregat normal dan agregat ringan berbasis tanah liat (Leca) dengan berat jenis 0,74 gr/ml. Penelitian mengenai penggunaan agregat ringan pada beton untuk mengetahui nilai energi fraktur juga dilakukan oleh Wang. Pada penelitiannya menggunakan agregat ringan yang berbahan dasar dari kapur. Dari penelitian tersebut didapatkan hasil bahwa penggunaan agregat ringan pada beton membuat nilai dari energi fraktur menjadi berkurang dibandingkan dengan beton yang menggunakan agregat normal.



Tabel 1. Mix Desain Dabbaghi

Isi	NWC	LWC
Semen (kg/m ³)	461	440
Air	215	198
Kerikil	848	-
Leca Kasar	-	90
Leca Halus	-	200
Pasir	727	720
Berat Isi	2314,4	1760

Dari penelitian Dabbaghi didapatkan hasil seperti berikut.

Tabel 2. Hasil Pengujian Dabbaghi

	Kuat Tekan (kN)	Energi Fraktur (N/m)
NWC	37,84	107,7
LWC	29,42	82,8

Penggunaan jenis agregat daur ulang pada beton dapat mempengaruhi nilai energi fraktur pada beton (Mohammed & Najim, 2020) (Chen & Yang, 2020) (Fallahnejad et al., 2020). Agregat yang dipakai merupakan agregat daur ulang dari beton habis pakai yang sudah dihancurkan.

Nilai kuat tekan beton yang memakai agregat daur ulang cenderung lebih rendah dibandingkan dengan beton normal sehingga nilai energi frakturnya juga rendah. Pada beton yang memakai agregat daur ulang secara penuh akan lebih cepat mengalami keretakan.

Tabel 3. Mix Desain Najim

Mix Code	Agregat Halus (kg/m ³)		Agregat Kasar (kg/m ³)	
	Nature	RCA	Nature	RCA
S _o	950	0	770	0
S _{op}	760	190	577,5	192,5
S _m	608	342	288,75	481,25
S _w	475	475	0	770

Tabel 4. Hasil Pengujian Najim

Mix Code	Kuat Tekan (kN)	G _f (J/m ²)	
		Awal	Gagal
S _o	27	10,638	330,72
S _{op}	24	10,704	285
S _m	23	11,132	244,8
S _w	19	10,412	210

Penggunaan jenis gradasi agregat juga dapat berpengaruh pada nilai energi fraktur. Dengan menggunakan jenis agregat yang berukuran besar dapat menyebabkan nilai energi fraktur juga tinggi (Fidi et al., 2020). Pada penggunaan ukuran agregat maksimum sebesar 25 mm mendapat nilai energi fraktur tertinggi



dibandingkan dengan ukuran agregat maksimum 19,1 mm. Namun gradasi agregat 19,1 mm dapat menghasilkan nilai kuat tekan yang lebih tinggi karena mengisi rongga antar ruang pada campuran beton sehingga menjadi lebih padat. Jenis gradasi yang seragam dengan ukuran maksimum yang lebih kecil memiliki kuat tekan yang tinggi tetapi energi patahan yang rendah. Hal ini menjelaskan bahwa semakin tinggi nilai kuat tekan beton maka semakin rapuh beton tersebut. Beton yang menggunakan gradasi ukuran agregat yang lebih besar membuat nilai kuat tekannya lebih besar sehingga dibutuhkan energi fraktur yang lebih besar untuk dapat membuat beton tersebut menjadi hancur.

Tabel 5. Mix Desain Fidi

Mix Code	Agregat Kasar (kg/m ³)			
	25 mm	19,1 mm	12,7 mm	9,52 mm
25 M	288	358	231	277
25 S	1153	-	-	-
20 S	-	1153	-	-

Tabel 6. Hasil Pengujian Fidi

Mix Code	Usia (Hari)	Kuat Tekan (kN)	G _f (Nm)

25 M	56	36,5	401,6
25 S	56	51	334,1
20 S	56	49,8	467,2

KESIMPULAN

Jenis agregat memiliki pengaruh terhadap energi fraktur beton. Jenis agregat ringan yang dipakai pada beton cenderung mengurangi nilai energi fraktur beton, karena tidak memiliki ketahanan yang lebih baik terhadap deformasi dan keruntuhan. Ukuran dan juga bentuk agregat mempengaruhi energi fraktur beton. Distribusi tegangan dan retakan dalam beton dipengaruhi oleh ukuran dan bentuk agregat, yang pada gilirannya berdampak pada energi fraktur. Pemilihan jenis agregat yang tepat dalam campuran beton sangat penting untuk mencapai kinerja struktural yang optimal. Faktor-faktor seperti ukuran, bentuk, kekerasan, dan karakteristik fisik agregat perlu dipertimbangkan dengan cermat.

DAFTAR PUSTAKA

Chen, W., & Yang, H. (2020). Fracture Performance of Concrete Incorporating Different Levels of Recycled Coarse Aggregate. *Structural Concrete*, 1–10. <https://doi.org/10.1002/suco.201900389>



- Dabbaghi, F., Fallahnejad, H., Nasrollahpour, S., Dehestani, M., & Yousefpour, H. (2021). Evaluation of Fracture Energy, Toughness, Brittleness, and Fracture Process Zone Properties for Lightweight Concrete Exposed to High Temperatures. *Theoretical and Applied Fracture Mechanics*, 116. <https://doi.org/10.1016/j.tafmec.2021.103088>
- Fallahnejad, H., Davoodi, M. R., & Nikbin, I. M. (2020). The Influence of Aging on The Fracture Characteristics of Recycled Aggregate Concrete Through Three Methods. *Structural Concrete*, 1–20. <https://doi.org/10.1002/suco.202000119>
- Fidi, F., Muin, R. B., & Patty, A. H. (2020). The Effect of Aggregate Gradation on Concrete Fracture Energy Using The Work of Fracture Method. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 830(2). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/830/2/022061>
- Khalilpour, S., BaniAsad, E., & Dehestani, M. (2019). A Review on Concrete Fracture Energy and Effective Parameters. *Cement and Concrete Research*, 120, 294–321. <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2019.03.013>
- Mohammed, S. I., & Najim, K. B. (2020). Mechanical Strength, Flexural Behavior and Fracture Energy of Recycled Concrete Aggregate Self-compacting Concrete. *Structures*, 23, 34–43. <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2019.09.010>
- Nugraha, P., & Antoni. (2007). *Teknologi Beton*.
- Wang, X., Saifullah, H. A., Nishikawa, H., & Nakarai, K. (2020). Effect of Water–cement Ratio, Aggregate Type, and Curing Temperature on The Fracture Energy of Concrete. *Construction and Building Materials*, 259, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.119646>