



KAJIAN LITERATUR PENGARUH UKURAN AGREGAT MAKSIMUM PADA ENERGI FRAKTUR BETON NORMAL

Nadya Zainul Umayah

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

*Corresponding author: nadyaumayah_1503619076@mhs.unj.ac.id

ABSTRACT

The effect of maximum aggregate size on the fracture energy of normal concrete has been a subject of considerable research in the field of civil engineering. The fracture energy of concrete is an important parameter that reflects its toughness and ability to resist cracking. This abstract summarizes the findings from various studies investigating the influence of maximum aggregate size on the fracture energy of normal concrete. Several experimental studies have been conducted to examine the relationship between maximum aggregate size and fracture energy. The results consistently indicate that maximum aggregate size has a significant effect on the fracture energy of normal concrete. Generally, as the maximum aggregate size increases, the fracture energy also increases. This can be attributed to the interlocking effect of coarser aggregates, which enhances the resistance to crack propagation and promotes energy dissipation during fracture. The increase in fracture energy with larger maximum aggregate size can be explained by the improved load transfer and crack bridging mechanisms. The larger aggregates provide better interlocking and interlocking between particles, resulting in a more efficient stress transfer across cracks. This interlocking effect enhances the crack resistance of normal concrete and allows for greater energy absorption before failure. It is worth noting that other factors such as aggregate shape, surface texture, and size can also influence the fracture energy of concrete. However, the maximum aggregate size has been consistently identified as a significant factor in determining the fracture energy of normal concrete. Understanding the relationship between maximum aggregate size and fracture energy is essential for optimizing the design and production of normal concrete structures. Proper selection of aggregate sizes can contribute to enhancing the toughness, durability, and overall performance of concrete. The method used in this research is the literature study method. After analyzing 10 earlier studies. The result show a great influence of the maximum aggregate used in concrete mixtures should take into account the effect on total fracture energy.

Keywords: maximum aggregate size, fracture energy, normal concrete

ABSTRAK

Pengaruh ukuran agregat maksimum terhadap energi fraktur beton normal telah menjadi subjek penelitian yang cukup besar di bidang teknik sipil. Energi fraktur beton merupakan parameter penting yang mencerminkan ketangguhan dan kemampuan beton untuk menahan retak. Abstrak ini merangkum temuan dari berbagai penelitian yang menyelidiki pengaruh ukuran agregat maksimum terhadap energi fraktur beton normal. Beberapa penelitian eksperimental telah dilakukan untuk menguji hubungan antara ukuran agregat maksimum dan energi fraktur. Hasilnya secara konsisten menunjukkan bahwa ukuran agregat maksimum memiliki pengaruh yang signifikan terhadap energi fraktur beton normal. Umumnya, dengan bertambahnya ukuran agregat maksimum, maka energi fraktur juga meningkat. Hal ini dapat dikaitkan dengan efek lekatan dari agregat yang lebih kasar, yang meningkatkan ketahanan terhadap perambatan retak dan meningkatkan disipasi energi selama retak. Peningkatan energi fraktur dengan ukuran agregat maksimum yang lebih besar dapat dijelaskan dengan peningkatan transfer beban dan mekanisme penghubung retak. Agregat yang lebih besar memberikan ikatan dan lekatan yang lebih baik antar partikel, sehingga menghasilkan transfer tegangan yang lebih efisien pada retakan. Efek ini meningkatkan ketahanan retak pada beton normal dan memungkinkan penyerapan energi yang lebih



besar sebelum terjadi kegagalan. Faktor lain seperti bentuk agregat, tekstur permukaan, dan ukuran juga dapat mempengaruhi energi fraktur beton. Namun, ukuran agregat maksimum secara konsisten telah diidentifikasi sebagai faktor yang signifikan dalam menentukan energi fraktur beton normal. Memahami hubungan antara ukuran agregat maksimum dan energi fraktur sangat penting untuk mengoptimalkan desain dan produksi struktur beton normal. Pemilihan ukuran agregat yang tepat dapat berkontribusi dalam meningkatkan ketangguhan, daya tahan, dan kinerja beton secara keseluruhan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode studi literatur. Setelah menganalisis 10 penelitian terdahulu. Hasil penelitian menunjukkan adanya pengaruh yang besar dari agregat maksimum yang digunakan dalam campuran beton harus dapat mempengaruhi energi fraktur.

Kata Kunci : Ukuran Agregat Maksimum, Energi Patah, Beton Normal

PENDAHULUAN

Beton merupakan salah satu bahan konstruksi yang paling umum digunakan di industri konstruksi modern. Kekuatan dan ketahanan beton dalam menahan beban adalah faktor penting yang harus dipertimbangkan dalam desain dan konstruksi struktur bangunan. Pada umumnya kekuatan beton dipengaruhi rasio semen terhadap air pencampur, rasio semen terhadap agregat, ikatan antara mortar dan agregat, dan gradasi, bentuk, kekuatan dan ukuran agregat.

Karakteristik mekanik beton yang mengeras dipengaruhi oleh material penyusunnya. Agregat merupakan volume terbesar dalam campuran beton, yaitu 60-70% atau lebih dari 70% dari total volume campuran beton, akan memainkan peran penting dalam perilaku mekanik beton (Chen dan Liu, 2004). Salah satu parameter yang dapat mempengaruhi sifat mekanik beton adalah ukuran agregat yang digunakan dalam campuran beton. Banyak

penelitian mengenai ukuran, bentuk, tekstur, dan jumlah agregat serta kuat tekan beton yang telah terbukti mempengaruhi parameter mekanika fraktur beton (Nallathambi dkk., 1980; Bazant dan Oh, 1983; Hillerborg, 1985; Wolinski dkk., 1987; Xiao dkk., 2004).

Kekuatan dan perilaku retak beton bergantung pada interaksi antara matriks pasta dan agregat (Ribeiro dkk., 2011), keduanya terhubung melalui *interface zone*. Dalam mekanika fraktur, *interface zone* dikondisikan secara signifikan oleh karakteristik agregat (kekakuan, permukaan, geometri, dll) yang berdampak pada traksi sebagai media laju pelepasan energi regangan atau energi fraktur. Energi fraktur mengacu pada jumlah energi yang diperlukan untuk memecahkan beton atau mengembangkan retakan saat dikenakan beban eksternal. Sifat ini penting karena dapat menggambarkan ketahanan beton dan kemampuannya untuk menahan kegagalan struktural.



Penelitian yang dilakukan oleh (Hillerborg, 1985) bahwa energi fraktur meningkat ketika ukuran agregat maksimum meningkat dari 8 sampai 20 mm, menunjukkan bahwa ukuran agregat dapat mempengaruhi energi fraktur beton pada beton. Dalam beberapa kasus, penggunaan ukuran agregat maksimum yang lebih besar dapat meningkatkan energi fraktur, sementara dalam kasus lain, penggunaan ukuran agregat maksimum yang lebih kecil dapat menghasilkan energi fraktur yang lebih tinggi. Hal ini terkait dengan interaksi antara agregat kasar dan matriks beton yang kompleks, yang dapat mempengaruhi resistensi terhadap pemisahan atau perambatan retak. Pengaruh ukuran agregat maksimum terhadap sifat mekanik beton telah menjadi perhatian utama dalam penelitian beton. Maka dari itu, akan dilakukan penelitian berupa studi literatur mengenai pengaruh ukuran maksimum agregat pada energi fraktur beton normal.

KAJIAN LITERATUR

Total ada 10 penelitian terdahulu yang akan dijadikan acuan dalam studi literatur ini. Penelitian terdahulu yang telah melakukan riset tentang beton normal dapat dilihat:

No	Peneliti	Tahun
1	Elices	2008
2	Zhu	2020
3	Fidi	2020
4	Siregar	2009
5	Sadrmomtazi	2020
6	Hayder	2017
7	Jun Zhang	2010
8	Boukais	2023
9	Lemery	2020
10	Vishalaki	2018

Dari hasil penelitian terdahulu telah dilakukan berbagai macam percobaan dengan berbagai ukuran agregat untuk mendapatkan nilai energi fraktur. Semua penelitian tersebut akan dirangkum dan dijabarkan pada penelitian ini tetapi lebih terfokus kepada pengaruh dari ukuran agregat maksimum pada nilai energi fraktur beton normal.

METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode studi literatur berasal dari penelitian-penelitian terdahulu mengenai topik pengaruh dari ukuran agregat dalam campuran beton normal dapat mempengaruhi nilai energi fraktur. Kemudian hasil ataupun data-datanya akan dirangkum untuk mengetahui pengaruh dari agregat maksimum tersebut terhadap energi fraktur beton normal. Pencarian data



dilakukan dengan dan dibatasi dengan menggunakan data penelitian yang dilakukan dari tahun 2008-2023.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian	Ukuran Agregat (mm)	w/c rati o	Kuat Tekan (Mpa)	Energi Fraktur (N/m)
Elices dan Rocco	3	0,42	-	40
	9	0,42	-	43
	14	0,42	-	48
	3	0,70	-	31
	9	0,70	-	35
Zhu et all	14	0,70	-	36
	5.25	-	63,49±1,1 3	58,4
	10.5	-	72,97±1,0 3	-
Fidi et all	21	-	77,77±2,0 4	182,5
	20	0,3	49,286	467,22 9
	9,52 – 25	0,3	36,454	401,61 4
	9,52 – 20	0,3	51,008	334,09 8
Siregar	5- 16 mm	0,3	68	276
Sadrmomtazi, et all	25	0,45	-	242,9
Hayder et all	16 (max)	-	-	80
Jun zhang et all	5 – 10	-	39,55	137,26
	10 – 16	-	40,05	190,38
	16 – 20	-	39,23	227,18
	20 – 25	-	40,07	228,84
	Boukais et all	16 (max)	0,5	-
Lemery et all	38	0,58	20,3	363
Vishalaki et all	12 – 20	0,42	40,4	131

Ada berbagai macam ukuran agregat yang digunakan pada campuran beton normal di setiap penelitian untuk mendapatkan besaran nilai energi fraktur.

Hasil penelitian didapat bahwa dengan ukuran agregat maksimum, memiliki kekuatan tekan yang lebih besar, karena distribusi agregat mengisi celah kosong di dalam campuran beton sehingga beton lebih padat. Hal ini menjelaskan bahwa semakin tinggi nilai kuat tekan beton, maka beton tersebut semakin getas. Ukuran agregat maksimum juga memiliki pengaruh yang cukup signifikan pada energi fraktur beton. Dengan meningkatnya ukuran agregat maksimum energi fraktur juga meningkat. Hal ini disebabkan karena agregat yang lebih besar menyebabkan penyerapan energi yang lebih banyak baik dengan meningkatkan energi yang dibutuhkan untuk memecah agregat atau memperpanjang jalur perambatan retak untuk melintas di sekitar agregat.

KESIMPULAN

Ukuran agregat yang digunakan dalam campuran beton mempengaruhi energi fraktur beton. Energi puncak tertinggi diperoleh dengan menggunakan gradasi agregat yang kontinyu. Ukuran agregat maksimum juga memiliki pengaruh yang signifikan terhadap energi retak. Semakin besar ukuran agregat maksimum dalam campuran beton, semakin besar nilai energi fraktur. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam perencanaan struktur beton. Selain



kuat tekan, energi fraktur juga harus dipertimbangkan dalam perencanaan karena struktur beton pada umumnya mengalami keretakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Hayder, A. K., Nathan, B., Marta, C., & Abdelhafid, K. (2017). Meso-scale analysis of the aggregate size influence on the mechanical properties of heterogeneous materials using the Brazilian splitting test. *Energy Procedia*, 139, 266-272.
- Bažant, Z. P., & Oh, B. H. (1983). Crack band theory for fracture of concrete. *Matériaux et Constructions*, 16(3), 155-177. <https://doi.org/10.1007/BF02486267>
- Boukais, A., Dahou, Z., & Matallah, M. (2023). Maximum aggregate size effects on the evolution of the FPZ and crack extensions in concrete—Experimental and numerical investigation. *International Journal of Solids and Structures*, 269, 112181.
- Chen B, Liu J. (2004). Effect of aggregate on the fracture behavior of high strength concrete. *Constr Build Mater* 2004;18:585–90.
- Elices, M., & Rocco, C. G. (2008). Effect of aggregate size on the fracture and mechanical properties of a simple concrete. *Engineering Fracture Mechanics*, 75(13), 3839-3851.
- Fidi, F., Muin, R. B., & Patty, A. H. (2020). The effect of aggregate gradation on concrete fracture energy using the work of fracture method. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 830, No. 2, p. 022061). IOP Publishing.
- Hillerborg, A. (1985). Results of three comparative test series for determining the fracture energy GF of concrete. *Materials and structures*, 18, 407-413.
- Jun Zhang; Christopher K. Y. Leung; Shilang Xu (2010). Evaluation of fracture parameters of concrete from bending test using inverse analysis approach. , 43(6), 857–874. doi:10.1617/s11527-009-9552-5
- Lee, J., & Lopez, M. M. (2014). An experimental study on fracture energy of plain concrete. *International Journal of Concrete Structures and Materials*, 8, 129-139.
- Lemery, J., Ben Ftima, M., Leclerc, M., & Wang, C. (2020). The disturbed fracture process zone theory for the assessment of the asymptotic fracture energy of concrete. *Engineering Fracture Mechanics*, 231, 107022. doi:10.1016/j.engfracmech.2020.107022
- Sadrmomtazi, Ali.; Lotfi-Omran, Omid.; Nikbin, Iman.M. (2020). Influence of cement content and maximum aggregate size on the fracture parameters of magnetite



concrete using WFM, SEM and BEM. Theoretical and Applied Fracture Mechanics, 102482 –. doi:10.1016/j.tafmec.2020.102482

Siregar APN. (2009). Fracture Characteristic of Normal and High Strength Concrete using different aggregate grading Dinamika Teknik Sipil 110

Siregar A P N, Rafiq M I, and Mulheron M. (2017). Experimental investigation of the effects of aggregate size distribution on the fracture behaviour of high strength concrete Construction and Building Materials 150 pp 252–259

Vishalakshi, K.P.; Revathi, V.; Sivamurthy Reddy, S. (2018). Effect of Type of Coarse Aggregate on the Strength Properties and Fracture Energy of Normal and High Strength Concrete. Engineering Fracture Mechanics, (), S0013794417311980–. doi:10.1016/j.engfracmech.2018.02.029

Zhu, R., Alam, S. Y., & Loukili, A. (2020). An experimental investigation on the correlation between the aggregate size effect and the structural size effect. Engineering Fracture Mechanics, 234, 107101.