

Volume 4, No 1, Juni 2019

DESAIN RANCANGAN PERCOBAAN PADA PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON BERBAHAN CAMPURAN CANGKANG KEMIRI

Mahfuz Hudori¹, Indra Wijaya²

^{1,2} Universitas Internasional Batam
Jl. Gajah Mada Baloi, Sei Ladi, Kota Batam Kep. Riau
email : mahfuz@uib.ac.id

ABSTRACT

Candlenut shell is organic waste that can be used as a mixture of aggregate in the manufacture of lightweight concrete. The use of candlenut shell aggregate in the manufacture of concrete is done as an effort to overcome waste that can pollute the environment. This study uses a completely randomized design with treatment of 5th levels (0%, 10%, 15%, 20%, and 25%). Observation of the response was carried out every 7th days and repeated 4th times. The experimental result showed that the compressive strength of concrete for each mixture of candlenut shell aggregates was 191.98 MPa (0%), 71.04 MPa (10%), 56.21 MPa (15%), 34,34 MPa (20%), and 27.19 MPa (25%).

Keywords : *candlenut Shell, compressive strength of concrete, completely randomized design*

ABSTRAK

Cangkang kemiri merupakan limbah organik yang dapat dimanfaatkan sebagai agregat campuran pada pembuatan beton ringan. Penggunaan agregat cangkang kemiri dalam pembuatan beton dilakukan sebagai upaya penanggulangan limbah yang dapat mencemati lingkungan. Penelitian ini menggunakan desain rancangan percobaan acak lengkap dengan perlakuan (penggunaan agregat campuran) sebanyak 5 (lima) taraf, yaitu 0%, 10%, 15%, 20%, dan 25%. Pengamatan respon (hasil pengujian kuat tekan beton) dilakukan setiap 7 hari dan diulang sebanyak 4 kali. Hasil percobaan menunjukkan bahwa kuat tekan beton untuk masing-masing agregat campuran cangkang kemiri sebesar 191,98 MPa (0%), 71,04 MPa (10%), 56,21 MPa (15%), 34, 34 MPa (20%), dan 27,19 MPa (25%).

Kata kunci : *cangkang kemiri, kuat tekan beton, rancangan acak lengkap*

1. Pendahuluan

Beton digunakan sebagai bahan konstruksi karena memiliki keunggulan berupa kekuatan tekan yang tinggi. Di sisi lain beton juga memiliki kekurangan terutama dalam kuat tarik dan daktilitas. Di antara upaya untuk memperbaiki sifat-sifat material beton adalah dengan melakukan modifikasi agregat campuran pada beton yang diharapkan mampu meningkatkan kuat tarik dan daktilitas material beton. [1] Penggunaan agregat campuran dalam pembuatan beton terus dimodifikasi agar beton yang dihasilkan merupakan beton yang ramah lingkungan dan memiliki kuat tekan yang optimum. [2]

Pada umumnya beton ramah lingkungan dibuat dengan menggunakan agregat campuran berupa limbah yang dihasilkan di lingkungan sekitar. Di antara limbah yang bermasalah bagi lingkungan adalah puing-puing sisa konstruksi [3]. Puing-puing sisa konstruksi yang didaur ulang sebagai agregat campuran berhasil meningkatkan kuat tekan beton sebesar 25% [4]. Limbah lainnya yang dapat digunakan sebagai agregat campuran yaitu *fly ash* (abu terbang) yang merupakan limbah industri batu bara. Penggunaan *Fly ash* sebagai agregat campuran telah menghasilkan mutu beton berkualitas tinggi. [5]

Cangkang kemiri merupakan limbah organik yang keberadaannya belum terkelola dengan baik sehingga dapat menyebabkan masalah lingkungan. Teksturnya yang keras dapat dimanfaatkan sebagai agregat kasar campuran dalam pembuatan beton. Pada penelitian ini dilakukan evaluasi pengaruh penambahan agregat campuran cangkang kemiri dalam pembuatan beton dan dampaknya terhadap kuat tekan beton yang dihasilkan. Untuk memperoleh kuat tekan beton yang optimal, penggunaan agregat campuran cangkang kemiri pada beton divariasikan menjadi lima jenis yaitu 0%, 10%, 15%, 20% dan 25%. [6] Pengujian kuat tekan beton memerlukan desain rancangan percobaan yang tepat agar diperoleh hasil pengujian yang optimal. [7] Ada beberapa rancangan percobaan yang sering digunakan, di antaranya adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL), Rancangan Kelompok Acak Lengkap (RKAL), dan Rancangan Bujur Sangkar Latin (RBSL). [8]

Penelitian ini menggunakan desain Rancangan Acak Lengkap (RAL) dikarenakan percobaan yang dilakukan untuk mengevaluasi pengaruh penambahan agregat campuran cangkang kemiri dalam pembuatan beton dan dampaknya terhadap kuat tekan beton dilakukan di laboratorium yang menjamin kehomogenan di setiap unit percobaannya.

2. Metoda Penelitian

Percobaan untuk mengevaluasi evaluasi pengaruh penambahan agregat campuran cangkang kemiri dalam pembuatan beton dan dampaknya terhadap kuat tekan beton

dilakukan di dalam Laboratorium Teknik Sipil UIB dengan menggunakan desain rancangan percobaan Rancangan Acak Lengkap (RAL).

Respon yang menjadi amatan adalah kuat tekan beton. Perlakuan pada percobaan berupa penambahan agregat campuran cangkang kemiri dengan persentase (taraf): 0% (kontrol), 10%, 15%, 20% dan 25%. Kemudian perlakuan diletakkan pada unit-unit percobaan berbentuk kubus beton berukuran $15 \times 15 \times 15 \text{ cm}^3$. Selanjutnya pengujian kuat tekan beton dilakukan setiap 7 (tujuh) hari sekali dengan ulangan sebanyak 4 kali untuk masing-masing perlakuan. Adapun tabulasi datanya disajikan pada Tabel 1 berikut :

Tabel 1. Tabulasi Perancangan Percobaan Acak Lengkap Pengujian Kuat Tekan Beton Menggunakan Agregat Campuran Cangkang Kemiri

| Campuran Cangkang Kemiri (kg/cm ³) | Ulangan | | | |
|--|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 0% | Y ₁ | Y ₂ | Y ₃ | Y ₄ |
| | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 10% | Y ₁ | Y ₂ | Y ₃ | Y ₄ |
| | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 15% | Y ₁ | Y ₂ | Y ₃ | Y ₄ |
| | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 20% | Y ₁ | Y ₂ | Y ₃ | Y ₄ |
| | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 25% | Y ₁ | Y ₂ | Y ₃ | Y ₄ |
| | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Total Perlakuan (Y _{ij}) | Y _{1j} | Y _{2j} | Y _{3j} | Y _{4j} |

Y_{ij} adalah kuat tekan beton (MPa) dengan agregat campuran sebesar i ($i = 0\%$, 10% , 15% , 20% , 25%) pada ulangan ke j ($j = 1, 2, 3, 4$).

Analisis data penelitian menggunakan alat bantu *software* Minitab 17. [9]

3. Hasil Penelitian

a. Deskripsi Data Penelitian

Pengujian di laboratorium diperoleh data hasil penelitian sebagai berikut (Tabel 2):

Tabel 2. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton
Menggunakan Agregat Campuran Cangkang
Kemiri

| Campuran Cangkang Kemiri (kg/cm ³) | Ulangan | | | |
|---|---------|--------|--------|--------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 0% | 164,03 | 187,31 | 202,01 | 214,56 |
| 10% | 56,50 | 68,24 | 76,12 | 83,30 |
| 15% | 51,81 | 55,59 | 58,50 | 58,93 |
| 20% | 32,01 | 35,21 | 36,13 | 34,01 |
| 25% | 23,44 | 23,47 | 31,14 | 30,69 |
| Total Perlakuan | 327,79 | 369,82 | 403,9 | 421,49 |

Dari Tabel 2 diketahui bahwa rata-rata pengujian kuat tekan beton dengan persentase agregat campuran cangkang kemiri 0% (kontrol), 10%, 15%, 20% dan 25% berturut-turut sebesar 191,98 MPa, 71,04 MPa, 56,21 MPa, 34, 34 MPa, dan 27,19 MPa untuk masing-masing agregat campuran.

b. Analisis Ragam (*Analysis of Variance*)

Analisis ragam (*Analysis of Variance*) digunakan untuk mengetahui pengaruh penambahan agregat campuran cangkang kemiri terhadap kuat tekan beton. Analisis ini menggunakan alat bantu *software* Minitab 17 dan hasil analisisnya adalah sebagai berikut (lihat Tabel 3) :

Tabel 3. Analisis pengaruh penambahan agregat campuran cangkang kemiri terhadap kuat tekan beton

| SK | db | JK | KT | F-hit | Nilai- <i>p</i> |
|---------------|----|-------|----------|--------|--------------------|
| Beton | | | | | |
| Camp- uran | 4 | 71942 | 17985,50 | 141,50 | 0,00 |
| Galat | 15 | 1906 | 127,10 | | |
| Total | 19 | 73848 | | | |

SK = Sumber Keragaman; db = derajat bebas;
JK = Jumlah Kuadrat; KT = Kuadrat Tengah

Untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh penambahan agregat campuran cangkang kemiri terhadap kuat tekan beton maka diperlukan pengujian secara simultan dengan hipotesis pengujiannya sebagai berikut :

$$H_0 : \beta_1 = \dots = \beta_5$$

H_1 : minimal ada satu β yang tidak sama dengan nol

Berdasarkan Tabel 3, diperoleh hasil analisis F-hit = 141,50 dan nilai- p = 0,00 untuk sumber keragaman yang berasal dari Beton Campuran dengan derajat bebas (db) = 4. Nilai F-hit = 141,50 > F-tabel_(db1 = 4, db2 = 19, α = 5%) = 2,90 dan nilai- p = 0,00 < α = 0,05 menunjukkan bahwa H_0 ditolak. Sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat minimal satu agregat campuran cangkang kemiri yang berpengaruh terhadap kuat tekan beton yang dihasilkan pada taraf nyata α = 5%.

3.3 Uji Kontras Polinomial

Uji kontras polinomial dilakukan untuk melihat tren dari penggunaan agregat campuran cangkang kemiri terhadap kuat tekan beton yang dihasilkan. Uji kontras polinomial dipilih karena persentase agregat campuran cangkang kemiri bersifat kuantitatif dengan jarak taraf yang hampir sama (0%, 10%, 15%, 20%, dan 25%).

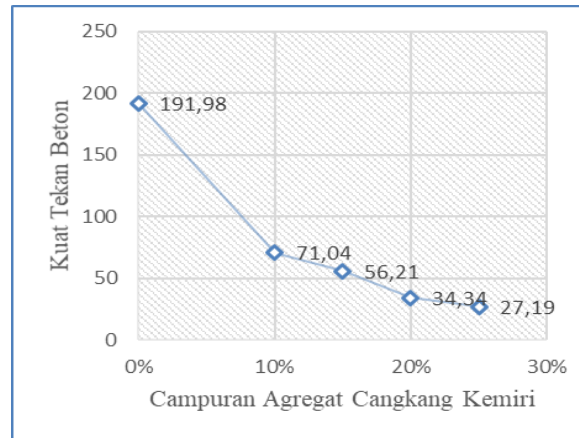
Hasil uji kontras polinomial menggunakan bantuan software Minitab 17 adalah sebagai berikut :

Tabel 4. Uji Kontras Polinomial

| Derajat Polinomial | df | JK | F-hit | Nilai- p |
|--------------------|----|------|-------|------------|
| 1 | | | | |
| Quadratic | 1 | 2113 | 25,17 | 0,038 |

db = derajat bebas; JK = Jumlah Kuadrat;
KT = Kuadrat Tengah

Hasil analisis (Tabel 4) menunjukkan bahwa nilai- p = 0,038 < α = 0,05. Sehingga disimpulkan bahwa tren dari hasil pengujian kuat tekan beton dari penambahan agregat campuran cangkang kemiri mengikuti pola kuadrat. Bentuk kuadrat tersebut dapat dilihat melalui grafik berikut (Gambar 1):



Gambar 1. Rata-rata hasil pengujian kuat tekan beton agregat campuran cangkang kemiri 0%, 10%, 15%, 20%, dan 25%

Pola kuadratik pada hasil pengujian kuat tekan beton menggunakan agregat campuran cangkang kemiri (lihat Gambar 1) memberikan informasi bahwa kuat tekan beton yang dihasilkan mengalami penurunan seiring bertambahnya persentase agregat campuran cangkang kemiri. Kuat tekan beton mencapai titik maksimal pada saat beton yang digunakan tidak menggunakan agregat campuran cangkang kemiri (beton normal).

3.4 Uji Perbandingan Nilai Rata-rata

Pengujian secara simultan menunjukkan bahwa hasilnya nyata pada taraf $\alpha = 5\%$. Dari hasil pengujian tersebut maka diperlukan pengujian lanjutan, yaitu uji perbandingan nilai rata-rata. Pengujian ini bertujuan untuk menentukan persentase agregat campuran cangkang kemiri yang pengaruhnya berbeda terhadap kuat tekan beton yang dihasilkan.

Uji perbandingan nilai-rata pada penelitian ini menggunakan Uji Tukey. Hasil pengujiannya adalah sebagai berikut :

Tabel 5. Pengelompokkan Hasil Uji Tukey

| Beton Campuran | N | Rata-rata | Grup |
|----------------|---|-----------|------|
| 0% | 4 | 192 | A |
| 10% | 4 | 71,04 | B |
| 15% | 4 | 56,21 | B C |
| 20% | 4 | 34,34 | C D |
| 25% | 4 | 27,18 | D |

Hasil uji Tukey (Tabel 5) pada taraf nyata $\alpha = 5\%$ menunjukkan bahwa hasil pengujian beton normal (A) sangat berbeda nyata dengan hasil pengujian menggunakan bahan agregat campuran cangkang kemiri. Hasil pengujian kuat tekan beton dengan agregat campuran cangkang kemiri terlihat nyata pada persentase 10% (B) dan 25% (D). Selain itu, hasil pengujian yang diperoleh tidak signifikan atau dengan kata lain hasil pengujian kuat tekan betonnya tidak berbeda nyata.

4. Kesimpulan

Penggunaan agregat campuran cangkang kemiri memberikan pengaruh terhadap kuat tekan beton.

Beton normal (persentase campuran 0%) menghasilkan rata-rata kuat tekan beton sebesar 191,98 MPa. Kuat tekan beton campuran agregat cangkang 10%, 15%, 20% dan 25% masing-masing sebesar 71,04 MPa, 56,21 MPa, 34, 34 MPa, dan 27,19 MPa.

5. Saran

Penelitian lanjutan yang dapat dilakukan adalah dengan memanfaatkan arang cangkang kemiri untuk pembuatan beton ringan yang ramah lingkungan.

Daftar Pustaka

- [1] H. Hermawan T, J. A. Tjondro, and H. Tejo, "Studi Eksperimental Pengaruh Serat Bambu Terhadap Sifat-Sifat Mekanis Campuran Beton," *Res. Rep. - Eng. Sci.*, vol. 1, p. 75, 2010.
- [2] L. Prasetyo, "Pengaruh Variasi Gradasi Limbah Beton Sebagai Bahan Pengganti Agregat Terhadap Kuat Tekan Beton," *Semin. Nas. Teknol. dan Rekayasa 2018*, pp. 52–55, 2018.
- [3] H. Naderpour, A. H. Rafiean, and P. Fakharian, "Compressive strength prediction of environmentally friendly concrete using artificial neural networks," *J. Build. Eng.*, vol. 16, no. October 2017, pp. 213–219, 2018.
- [4] L. Wang, J. Wang, X. Qian, P. Chen, Y. Xu, and J. Guo, "An environmentally friendly method to improve the quality of recycled concrete aggregates," *Constr. Build. Mater.*, vol. 144, pp. 432–441, 2017.
- [5] M. Solikin, S. Setunge, and I. Patnaikuni, "Experimental design analysis of ultra fine fly ash, lime water, and basalt fibre in mix proportion of high volume fly ash concrete," *Pertanika J. Sci. Technol.*, vol. 21, no. 2, pp. 589–600, 2013.
- [6] R. Satsangi, K. Vessalas, and S. Russell, "Assessment of bottom ash use as fine aggregate replacement in concrete," *From Mater. to Struct. Adv. through Innov.*, pp. 1183–1186, 2013.
- [7] SNI 1974:2011, *Cara uji kuat tekan beton dengan benda uji silinder*. 2011.
- [8] D. C. Montgomery, *Design and analysis of experiments*, Seventh Ed. New

York: Wiley, 2009.

- [9] A. . Mattjik and I. M. Sumertajaya, “Perancangan percobaan dengan aplikasi SAS dan MINITAB,” in *Perancangan percobaan dengan aplikasi SAS dan MINITAB*, Bogor: IPB Press, 2006.