

## Pengaruh Temperatur Kalsinasi Material Karbon Berbahan Arang Tempurung Kelapa pada Nilai *Slump* Beton Normal

Umi Nuraini\*

Program Studi Teknik Industri, Universitas Singaperbangsa Karawang  
\*Corresponding author: umi.nuraini@ft.unsika.ac.id

Rahayu Pradita

Program Studi Teknik Sipil Politeknik Negeri Banyuwangi  
rahayu.pradita@poliwangi.ac.id

Qurrotus Shofiyah

Program Studi Teknik Sipil Politeknik Negeri Banyuwangi  
qurrotus@poliwangi.ac.id

Mohammad Dani Al Qori

Pusat Riset Material Maju, Badan Riset dan Inovasi Nasional  
danielqori97@gmail.com

Dedi

Pusat Riset Material Maju, Badan Riset dan Inovasi Nasional  
dedi011@brin.go.id

**Abstract:** Concrete is one of the important components in the manufacture of concrete in the field of construction. Concrete is made from a mixture of cement, water, fine aggregate, coarse aggregate, and with or without other additives. Concrete has high compressive strength but is weak in tensile strength so it cracks easily due to external tensile stress. The mixed material must have good mechanical properties, be available in abundant quantities, and have low production costs. This study used a carbon-based material, namely reduced graphene oxide (rGO), as a fine aggregate substitution of 2% to increase the compressive strength of normal concrete. The rGO material is obtained by heating coconut shell charcoal powder at temperatures of 500°C and 1000°C using a furnace. The slump value of concrete decreased with the addition of carbon material at a higher heating temperature of 1000°C.

**Keywords:** Coconut Shell Charcoal; Concrete; Reduced Graphene Oxide; rGO

### PENDAHULUAN

Kebutuhan akan infrastruktur semakin hari semakin kompleks seiring berkembangnya zaman. Banyak penelitian telah dilakukan untuk meningkatkan performa dan kualitas infrastruktur dengan biaya pembuatan relatif rendah tetapi memiliki kekuatan yang tinggi. Salah satu bahan penting dalam infrastruktur adalah beton, yaitu campuran agregat halus, kasar, air, semen, dan dengan atau tanpa material tambahan lainnya. Material ini memiliki beberapa keunggulan seperti mudah dibentuk, mempunyai kekuatan yang baik, bahan baku penyusun mudah didapat, tahan lama, tahan terhadap api, tidak mengalami pembusukan (Pane et al., 2015).

Kualitas beton dapat ditingkatkan dengan beberapa cara, salah satunya adalah dengan penambahan material lain pada campurannya. Beton yang baik akan memiliki nilai kuat tekan sesuai dengan standard SNI 03-1974-1990. Perhitungan kuat tekan beton normal sesuai standard didapatkan dari besarnya pembebanan (oleh mesin uji beton) persatuan luas yang dikenainya.

Hingga saat ini telah banyak dikembangkan material sebagai campuran dalam beton, contohnya karbon, kalsim, dan silica alam. Material berbasis karbon banyak menarik perhatian dikarenakan keunggulan sifat dan beberapa aplikasi teknologinya. Teknologi alat elektronik, optic,

penyimpanan energi, dan biomedis merupakan beberapa pteknologi yang telah dimodifikasi dengan memanfaatkan kelebihan karbon (Darminto, Baqiya, et al., 2018). Material karbon memiliki banyak turunannya seperti Grafena (G), Grafena oksida (GO), dan Grafena Oksida tereduksi (rGO) yang memiliki performa lebih baik dibandingkan turunan lainnya. Struktur dua dimensi ketiga material tersebut memiliki biokompabilitas dan luas permukaan tinggi untuk menghasilkan kinerja yang lebih baik (Trinugroho, 2021). Dari ketiganya, Grafena oksida tereduksi (rGO) memiliki sifat yang lebih ringan, kuat, keras, fleksibel, dapat didaur ulang, berkelanjutan, ramah lingkungan, biaya murah tetapi dengan proses sintesis dan pembentukan fase yang lebih mudah. Temperatur pembentukan material rGO lebih rendah dan reaksi kimia yang lebih sederhana dengan ikatan karbon heksagonal lebih kecil dibandingkan dua material lainnya. Hal ini berpengaruh pada sifat optik yang lebih lemah dibandingkan dengan material grafena, sedangkan sifat mekaniknya tidak banyak berpengaruh.

Peningkatan kekuatan beton dengan penambahan material karbon telah dibuktikan oleh beberapa penelitian, seperti penelitian Agung (Pane et al., 2015). Penelitian ini menunjukkan pada penambahan 5% abu sekam dan 10% arang tempurung kelapa mampu meningkatkan kuat beton sebesar 12.5%. Selain itu, penelitian lain juga telah menyebutkan bahwa serbuk arang briket mampu meningkatkan kuat tekan beton sebesar 50.84% dari beton normal (Darminto, Baqiya, et al., 2018). Purnomo menyatakan bahwa penambahan serbuk arang kayu dapat meningkatkan nilai kuat tekan, lentur, dan nilai porositas dari beton (Purnomo & Ir. Aliem Sudjatmiko, 2021).

Penelitian ini menggunakan material berbasis bahan alam, yaitu karbon dari arang

tempurung kelapa dengan sifat dan struktur yang lebih unggul pada campuran beton. Penelitian ini diharapkan mampu meningkatkan nilai kuat tekan beton normal yang didapat dibandingkan material karbon lainnya. Untuk meningkatkan pemanfaatan sumber daya alam lokal maka material karbon dipilih dan disintesis dari material tempurung kelapa yang banyak ditemukan di daerah tersebut. Lebih lanjut, hasil penelitian ini akan dapat diterapkan dan digunakan di masyarakat sekitar.

## METODE

### a. Proses sintesis material karbon

Arang tempurung kelapa hasil karbonisasi ditumbuk halus kemudian disaring hingga saringan 200 *mesh*. Proses kalsinasi dilakukan melalui pemanasan pada temperature di atas 500°C, yaitu dengan variasi 500°C dan 1000°C selama 5 jam melalui *furnace*.

### b. Pembuatan beton Normal

Selain persiapan dalam pembuatan material rGO dari arang tempurung kelapa, pengujian terhadap setiap komponen penyusun beton perlu dilakukan, seperti pemeriksaan semen (berat volume), pengujian agregat halus (analisa saringan, berat jenis, berat volume, serapan air, kadar lumpur), dan agregat kasar (analisa saringan, berat jenis, berat volume, serapan air). Seluruh komponen dicampur sesuai dengan prosentase serbuk rGo, yaitu 2% dari total agregat halus atau perbandingan semen: air: agregat kasar : agregat halus adalah 2 : 1 : 5 : 7.

### c. Pengujian Nilai *Slump* beton

Campuran beton yang sudah tercampur kemudian diuji slump dengan cara menghitung waktu penurunan pada pemadatan beton dimulai.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil

#### a. Karakteristik material karbon

Gambar 1 menunjukkan pola difraksi material karbon berbasis arang tempurung kelapa sebelum (a) dan sesudah pembakaran pada temperatur 500°C (b) dan 1000°C (c) selama 5 jam. Puncak tertinggi dari pola difraksi ketiga sampel terletak pada sudut antara 20-30°, yang bersesuaian dengan penelitian Darminto (Darminto, Asih, et al., 2018). Berdasarkan pada gambar juga terlihat terdapat peningkatan dan pelebaran puncak difraksi pada sudut antara 42-44°.

Karbon yang telah berhasil disintesis kemudian dicampurkan pada komponen penyusun beton lainnya seperti semen, air, agregat kasar, dan agregat. Nilai pengujian *slump* pada campuran beton ditunjukkan pada Tabel 1.

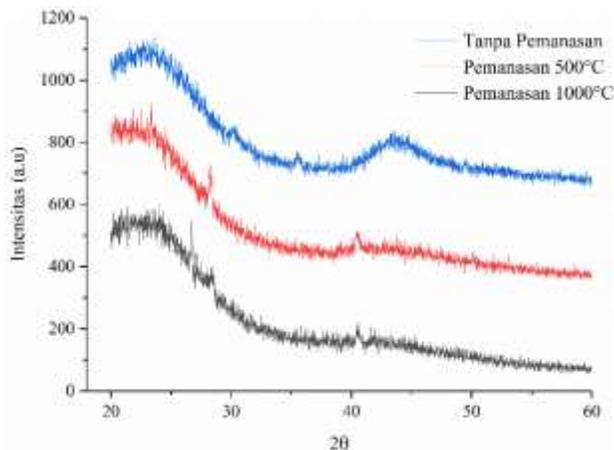
Berdasarkan pada tabel nilai *slump* beton normal mengalami penurunan dengan penambahan material karbon baik dengan variasi tanpa pemanasan maupun dengan pemanasan. Lebih lanjut, material karbon dengan pemanasan 1000°C memiliki nilai *slump* lebih tinggi dibandingkan dengan pemanasan 500°C. Nilai *slump* lebih kecil menunjukkan penurunan kemudahan pekerjaan (*workability*) terhadap beton normal.

### Pembahasan

Pola difraksi pada ketiga sampel menunjukkan posisi puncak yang sama, baik

pada pemanasan suhu 500°C maupun 1000°C (Gambar 1), yaitu Grafena oksida tereduksi (rGO). Pola difraksi ini juga ditunjukkan oleh penelitian (Ristiani et al., 2020). Puncak difraksi pada sudut  $2\theta$  23.5° dan 43.5° menunjukkan bidang (002) dan (100) dari fase rGO (Enayati et al., 2019). Puncak ini menjadi lebih jelas pada pemanasan 1000°C yang dimungkinkan munculnya fase grafit. Fase ini mulai terjadi pada temperatur tinggi, yaitu sekitar 1000°C (Huang et al., 2011) ditandai pelebaran puncaknya. Pergeseran puncak difraksi yang lebih signifikan (ke kanan) disebabkan oleh kemungkinan meningkatnya gaya interaksi atom (Zhang et al., 2011) atau interaksi atom dengan gugus fungsi pada tepi lembaran grafena (Lin, 2018). Keduanya menyebabkan jarak antar atom dalam sistem material menjadi lebih kecil.

Penambahan material karbon kedalam campuran beton normal menurunkan nilai *slump* yang berkaitan dengan kemudahan pengerjaan campuran beton. Nilai *slump* rendah menyebabkan beton susah dicampur dan terjadi pemisahan antara air dengan semen. Untuk mengatasi hal tersebut maka dibutuhkan lebih banyak air di dalam proses pencampurannya. Hal ini disebabkan karena karbon memiliki sifat *superhydrophobic* (anti air) sehingga membutuhkan lebih banyak energi untuk memecah ikatannya (A et al., 2020). Material karbon memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai bahan campuran beton ditunjukkan oleh penelitian Pane et al. (2015).



Gambar 1. Pola Difraksi material karbon berbasis arang tempurung kelapa sebelum dan sesudah pemanasan

Tabel 1. Nilai *slump* pada beton normal dengan campuran material karbon berbasis arang tempurung kelapa, sebelum dan sesudah pemanasan

No	Variasi sampel	Nilai <i>slump</i>
1.	Beton normal (tanpa campuran)	10
2.	Beton dengan material tanpa pemanasan	10-2
3.	Beton dengan material pemanasan 500°C	10-0.8
4.	Beton dengan material pemanasan 1000°C	10-1.2

## PENUTUP

Penelitian pengaruh material karbon berbasis arang tempurung kelapa terhadap nilai *slump* beton normal mendapatkan kesimpulan antara lain:

- a. Nilai *slump* beton normal tanpa campuran adalah sebesar 10 dan mengalami penurunan setelah ditambahkan dengan material karbon baik pada pemanasan 500°C maupun 1000°C.
- b. Penambahan material karbon dengan pemanasan tinggi (1000°C) memberikan nilai *slump* lebih rendah yang menunjukkan penurunan kemudahan pekerjaan (*workability*) pada beton normal.

## DAFTAR PUSTAKA

A, J., S Jayan, J., Saritha, A., A.s., S., & Venu, G. (2020). *Superhydrophobic graphene-based materials with self-cleaning and anticorrosion*

performance: An appraisal of neoteric advancement and future perspectives. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 606, 125395.

Darminto, D., Asih, R., & Baqiya, M. A. (2018). *Pengembangan Bahan Karbon dari Biomassa*. Pdf. ITS Press, Surabaya.

Enayati, M., Nemati, A., Zarrabi, A., & Shokrgozar, M. A. (2019). *The role of oxygen defects in magnetic properties of gamma-irradiated reduced graphene oxide*. *Journal of Alloys and Compounds*, 784, 134–148.

Huang, N. M., Lim, H. N., Chia, C. H., Yarmo, M. A., & Muhamad, M. R. (2011). *Simple room-temperature preparation of high-yield large-area*

- graphene oxide. International Journal of Nanomedicine*, 6, 3443.
- Lin, J.-H. (2018). *The Influence of the interlayer distance on the performance of thermally reduced graphene oxide supercapacitors. Materials*, 11(2), 263.
- Pane, F. P., Tanudjaja, H., & Windah, R. S. (2015). *Pengujian Kuat Tarik Lentur Beton Dengan Variasi Kuat Tekan Beton*. 9.
- Purnomo, D., & Ir. Aliem Sudjatmiko, M. T. (2021). *Tinjauan Kuat Tekan, Kuat Lentur, Dan Porositas Beton Ditambah Serbuk Arang Kayu Pada Campuran Beton [S1, Universitas Muhammadiyah Surakarta]*.
- Ristiani, D., Asih, R., Puspitasari, N. S., Baqiya, M. A., Kato, M., Koike, Y., Yamaguchi, S., & Furukawa, Y. (2020). *Introduction of Na<sup>+</sup> in Reduced Graphene Oxide Prepared From Coconut Shells and Its Magnetic Properties. IEEE Transactions on Magnetics*, 56(7), 1–6.
- Trinugroho, S. (2021). *Analisis Pengaruh Bahan Tambah Serbuk Arang Briket dan Bestmittel pada Kuat Tekan Beton. Dinamika Teknik Sipil: Majalah Ilmiah Teknik Sipil*, 14(2), 2.
- Zhang, K., Mao, L., Zhang, L. L., Chan, H. S. O., Zhao, X. S., & Wu, J. (2011). *Surfactant-intercalated, chemically reduced graphene oxide for high performance supercapacitor electrodes. Journal of Materials Chemistry*, 21(20), 7302–7307.