

# **PENGARUH KONSENTRASI GRAPHENE NANOSHEETS DAN FOAM AGENT TERHADAP KUAT TEKAN BATA RINGAN *Cellular Lightweight Concrete* (CLC)**

**Eva Rantika<sup>1)</sup>, Amun Amri<sup>2)</sup>**

<sup>1)</sup>Mahasiswa Program Studi Teknik Kimia, <sup>2)</sup>Dosen Teknik Kimia  
Laboratorium Dasar Proses dan Operasi Pabrik  
Program Studi Teknik Kimia S1, Fakultas Teknik Universitas Riau  
Kampus Bina Widya Jl.HR. Soebrantas KM 12,5 Simpang Baru, Panam  
Pekanbaru, 28293  
[eva.rantika@student.unri.ac.id](mailto:eva.rantika@student.unri.ac.id)

## **ABSTRACT**

*Cellular lightweight concrete (CLC) is a material obtained by inserting air bubbles into the lightweight concrete mixture, where the air granules are able to maintain the bubble structure during the curing process. The use of lightweight concretes may reduce the construction costs and make the working process becomes easier. This study aims to make CLC with the addition of graphene nanosheets as an additive to improve the compressive strength and thermal resistance of CLC. This research began by making the graphene, preparing the sand as fine aggregate, foaming agent, cement, and distilled water then ended with making the light concretes by adding graphene (1%, 3% and 5%) with the ratio of the foaming agent: water of (1:20, 1:30, 1:40). The morphological results showed an increase in the cavity that was formed with the addition of the foaming agent : water. The results obtained at 5% graphene concentration in the ratio of the foaming agent : water (1:30) were for compressive strength of 2.5 MPa at a density of 1196 grams with the results of porosity and water absorption of 10.431% and 9.119%. The thermal resistance test at 700 ° C reached a compressive strength of 0.5 Mpa.*

**Keywords :** Additive, CLC (Cellular Lightweight Concrete), Foaming Agent, Graphene

### **A. PENDAHULUAN**

Tempat tinggal (rumah) merupakan kebutuhan primer bagi manusia. Kebutuhan tempat tinggal akan semakin meningkat seiring berjalannya waktu. Dalam membangun tempat tinggal dipengaruhi oleh beberapa poin penting seperti lokasi pembangunan dan biaya pembangunan. Selain itu poin penting

dalam proses pembangunan suatu tempat tinggal adalah bahan yang digunakan, hal ini menjadi penting agar bangunan yang dibuat dapat berdiri kokoh dan dapat bertahan dalam jangka waktu panjang. Seiring kemajuan teknologi, banyak ditemukan alternatif bahan bangunan yang memudahkan pengerjaan, biaya yang murah, ramah lingkungan, memberikan

efek kenyamanan yang lebih, ketahanan umur, kecepatan dalam aplikasi serta keuntungan lainnya. Adapun bahan – bahan yang dapat memberikan keuntungan tersebut salah satunya adalah bata ringan (hebel) dengan teknologi *foam* (busa) atau bisa disebut dengan *Cellular Lightweight Concrete* (CLC). CLC dapat digunakan sebagai pengganti batu bata atau batako yang biasa digunakan dalam pembuatan dinding, serta dapat digunakan dalam industri konstruksi dikarenakan karakteristiknya yang ringan, sehingga dapat mengurangi bobot struktur bangunan (Murtono, dkk., 2015). Selain itu CLC juga bersifat kedap suara dan bersifat insulator yang baik sehingga dapat mendukung konservasi energi dalam suatu ruang.

Proses pembuatan CLC dapat dilakukan dengan menambahkan butiran (gelembung) udara ke dalam campuran bata ringan. Gelembung udara diperoleh dengan memanfaatkan *foam agent* yang akan menghasilkan rongga-rongga udara yang mengurangi densitas CLC. Modifikasi CLC sudah banyak dilakukan dengan penambahan berbagai zat aditif. Syarat material aditif yang ditambahkan ialah tidak mempengaruhi bobot dari material namun dapat memperkuat material tersebut. Beberapa zat aditif yang telah digunakan seperti serbuk aluminium, gipsum, conplast WP421 dan lainnya

(Murtono, dkk., 2015). Penelitian ini mencoba membuat *Cellular Lightweight Concrete* (CLC) atau bata ringan dengan penambahan aditif *graphene* sebagai zat aditif penguat.

*Graphene* merupakan material berukuran nanometer dan sangat kuat. *Graphene* terbentuk dari susunan atom-atom karbon *monolayer* dua dimensi yang membentuk struktur kristal heksagonal menyerupai sarang lebah. *Graphene* memiliki sifat unik dan unggul dibandingkan dengan material lain. Disamping memiliki struktur yang kuat, *graphene* juga sangat ringan dan lentur sehingga cocok sebagai aditif dalam CLC.

## **B. TINJAUAN PUSTAKA**

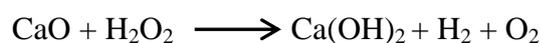
### **B.1 Bata Ringan**

Bata normal merupakan bahan yang relatif cukup berat dengan berat jenis  $2.400 \text{ kg/m}^3$ . Untuk mengurangi beban suatu struktur bata atau mengurangi sifat hantaran panasnya, maka telah banyak dipakai bata ringan. Berdasarkan Standart Nasional Indonesia (SNI) 03-2847-2002 dari (Pane et al., 2015), bata ringan merupakan bata yang diperoleh dengan memasukan gelembung udara ke dalam campuran bata, dimana butiran udara tersebut mampu mempertahankan struktur gelembung selama periode pengerasan (*curing*). Pada umumnya bata ringan memiliki berat jenis  $300-1800 \text{ kg/m}^3$  (Indonesia & Nasional, 1989) dan

memiliki keunggulan utama yaitu beratnya yang lebih ringan dari bata normal, sehingga apabila digunakan pada proyek bangunan tinggi akan mengurangi beban bangunan itu sendiri. Disisi lain bata ringan mempunyai kekuatan tekan antara 1 MPa sampai 15 MPa. Menurut (Gunawan et al., 2014).

## B.2 Agen Pembusa (*Foaming Agent*)

Busa adalah zat yang terbentuk dengan mengikat gas atau udara dalam bentuk cair atau padat. Dalam busa, volume yang paling besar adalah gas, yang dipisahkan oleh lembar antar gelembung. Agen Pembusa adalah bahan kimia yang jika dicampur dengan air akan menghasilkan busa yang stabil. Agen pembusa merupakan salah satu bahan pembuat busa yang berasal dari bahan berbasis protein *hydrolyzed* atau resin sabun. Agen pembusa yang digunakan dalam campuran bata ringan adalah umumnya berasal dari larutan hidrogen peroksida ( $H_2O_2$ ). Larutan  $H_2O_2$  akan bereaksi dengan CaO yang terdapat dari semen akan menghasilkan gas. Jika digunakan hidrogen peroksida ( $H_2O_2$ ), gas yang dihasilkan adalah oksigen ( $O_2$ ). Reaksi kimia yang terjadi yaitu :



*Foam agent* adalah suatu larutan pekat dari bahan surfaktan, dimana apabila hendak digunakan harus dilarutkan dengan air. Salah satu bahan yang mengandung

surfaktan adalah deterjen. *Foaming agent* saat dicampurkan dengan kalsium hidroksida yang terdapat pada pasir dan air akan bereaksi sehingga membentuk hidrogen. Gas hidrogen ini membentuk gelembung-gelembung udara di dalam campuran bata tadi. Dengan membuat gelembung-gelembung udara dalam adonan semen, sehingga akan timbul banyak pori-pori udara di dalam bata. Gelembung-gelembung udara ini menjadikan volumenya menjadi dua kali lebih besar dari volume semula. Diakhir proses pembusaan, hidrogen akan terlepas ke atmosfer dan langsung digantikan oleh udara.

## B.3 *Graphene*

*Graphene* adalah susunan atom karbon dengan geometri segi enam seperti sarang lebah (*hexagonal lattice*). *Graphene* memiliki ketebalan hanya satu atom dan berbentuk lembaran, sehingga *graphene* merupakan material tertipis (Dinadayalane et al., 2012). Grafena memiliki sifat-sifat yang luar biasa. Sifat-sifat tersebut diantaranya adalah mobilitas elektron yang tinggi mencapai 200.000  $cm^2/Vs$ , konduktivitas listrik yang tinggi ( $0,96 \times 10^6 \Omega^{-1} cm^{-1}$ ), konduktivitas termal yang tinggi (5000 W/mK), transparansi optik yang baik (97,7%), serta memiliki kekuatan tarik 1 TPa atau 200 kali lebih keras dari baja dan 20 kali lebih keras dari berlian. Satu lembar grafena dengan luas 1

m<sup>2</sup> beratnya hanya 0,77 mg (Shalaby et al., 2015).

Grafena dapat digunakan sebagai bahan nanomaterial karbon. *Grafena* merupakan lapisan tunggal yang baik untuk memperkuat material komposit. Meski bersifat nanomaterial, grafena bisa diamati langsung dalam mikroskop optik karena satu lapisan atom menyerap sekitar 2,3% dari cahaya tampak. Hal ini memungkinkan untuk membedakan serpihan *grafena*. Ketebalan yang dimiliki oleh *grafena monolayer* berkisar 0,4 nm (Chen, dkk., 2018).

## C. METODE PENELITIAN

### C.1 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri GNs dengan konsentrasi 20 mg/ml (1%, 3% dan 5%), pasir sebagai agregat halus, sement *portland* sebagai *filler* untuk pengikat, *foaming agent* (SLS, *Sodium Lauryl Sulfat*) sebagai agen pembusa diperoleh dari PT. Samacon dan *Aquadest* (PT. Bratako Chemika).

### C.2 Variabel Penelitian

Variabel penelitian ini terdiri atas variabel tetap dan variabel berubah. Variabel tetap diantaranya yaitu rasio berat pasir : semen : air (2:1:0.5), penambahan busa 200 ml dan konsentrasi grafena 20 mg/ml. Sedangkan untuk variabel berubah terdiri atas variasi penambahan grafena (1%, 3%, dan 5%) dan variasi rasio

volume agen pembusa : air (1:20, 1:30, dan 1:40).

### C.3 Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan melalui beberapa tahapan yaitu persiapan bahan baku, persiapan cairan pembusa, persiapan pembuatan *Graphene* 20 mg/ml, kemudian dilanjutkan dengan pembuatan bata ringan.

#### C.3.1 Persiapan Bahan Baku

*Graphena* dengan konsentrasi 20 mg/ml di buat dengan menggunakan metode *Turbulance Assisted Shear Exfoliation* (TASE) serta pasir di keringkan untuk menghilangkan kadar air kemudian di ayak menggunakan saringan santan.

#### C.3.2 Persiapan Cairan Pembusa

Cairan pembusa dibuat dengan melarutkan *foaming agent* berjenis SLS, (*Sodium Lauryl Sulfat*) menggunakan air dengan rasio *foaming agent* : air adalah 1:20, 1:30 dan 1:40. Kemudian cairan pembusa digunakan untuk menghasilkan busa melalui *foam generator* yang dihubungkan dengan kompressor.

#### C.3.3 Pembuatan *Graphene*

*Graphene* konsentrasi 20 mg/ml dibuat menggunakan metode *Turbulance-Assisted Shear Exfoliation* (TASE) yang dilaporkan (Varrla et al., 2014). Pertama, grafit sebanyak 10 gram dan surfaktan sebanyak 1,25 gram dilarutkan dalam 500 ml *aquadest*. Campuran kemudian dimasukkan pada *blender*. *Blender* dioperasikan pada kecepatan maksimal

dengan lama pengoperasian yaitu 60 menit. Untuk menjaga kondisi proses, *blender* dioperasikan 1 menit *on* dan 1 menit *off*. Setelah pengelupasan kulit *graphite* selesai, *graphene* yang dihasilkan didiamkan agar dingin setelahnya di simpan pada wadah.

### C.3.4 Pembuatan Bata Ringan

Pembuatan bata ringan *Cellular Lightweight Concrete* (CLC) dilakukan dengan mencampurkan semua bahan-bahan yang akan digunakan. Proses pencampuran CLC dilakukan secara manual dengan urutan pencampuran yaitu pengadukan pasir, air secara merata dengan ditandai adanya perubahan warna yang merata (berwarna abu-abu). Kemudian dilanjutkan dengan penambahan semen *portland* diaduk hingga merata. Setelah itu, ditambahkan busa yang berasal dari *foam generator* diaduk hingga pasta mengembang menggunakan *mixer*. Setelah selesai dicampur, pasta tersebut kemudian dimasukkan ke dalam cetakan logam yang berbentuk kubus dengan ukuran (10 x 10 x 10) cm<sup>3</sup>. Adonan dipadatkan agar campuran mengisi seluruh cetakan, setelah tercetak kemudian adonan berbentuk kubus ini dikeringkan dalam suhu ruangan selama 2 x 24 jam. Setelah 2 x 24 jam sampel dilepas dari cetakan, kemudian sampel dibiarkan dalam suhu kamar sampai tiba waktu pengetesan yaitu 7 hari

terhitung dari pengeluaran sampel dari cetakan untuk dilakukan pengujian bata ringan yang dihasilkan. Pengujian yang dilakukan yaitu uji kuat tekan serta analisa morfologi bata ringan.

## D. HASIL DAN PEMBAHASAN

### D.1 Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan diterapkan pada 12 sampel bata ringan secara duplo, dimana sampel dibagi atas 2 variasi yaitu penambahan GNs sebanyak (0%, 1%, 3%, dan 5%) serta variasi rasio agen pembusa (1:20, 1:30, dan 1:40).

Rasio Agen Pembusa :	Kuat Tekan (MPa)			
	Konsentrasi GNs			
	0%	1%	3%	5%
Air 1 : 20	0.7	1.5	1.8	2.1
1 : 30	0.7	1.6	1.8	2.5
1 : 40	0.5	0.8	1.3	1.5

**Tabel 1.** Kuat Tekan Bata Ringan

Tabel 1 merupakan data dan grafik perbandingan kuat tekan CLC terhadap variasi penambahan GNs dan rasio agen pembusa SLS:air. Dari data dan grafik tersebut dapat dilihat bahwa penambahan GNs mempengaruhi kuat tekan dari bata ringan CLC. Kuat tekan meningkat dengan meningkatnya jumlah GNs untuk setiap variasi rasio agen pembusa : air. Kuat tekan tertinggi ditunjukkan oleh sampel CLC yang dibuat dengan penambahan GNs 5% dan rasio agen pembusa : air 1:30 yaitu 2.5 MPa. Namun pada rasio agen

pembusa 1:40 kuat tekan dalam bata ringan mengalami penurunan, seharusnya semakin banyak jumlah air dari agen pembusa maka semakin berkurang kekentalan busanya, sehingga semakin rendah pula kuat tekannya.

Aggregates, (1992) mengatakan, kondisi untuk membuat busa yang baik diharuskan memiliki kompresor dengan memiliki tekanan yang baik atau stabil. Jika dalam penelitian kompresor yang digunakan tidak bekerja dengan baik maka hasil dari busa pun tidak akan bagus dan akan memengaruhi dari hasil penelitian. Dari gambar 4.1 dapat dilihat kuat tekan pada rasio 1:20 dan 1:30 mengalami kenaikan hal ini dapat disimpulkan seharusnya semakin banyak jumlah air dari agen pembusa maka semakin berkurang kekentalan busanya, sehingga semakin rendah pula kuat tekannya.

Peningkatan kuat tekan pada penambahan GNs telah di sampaikan oleh (Singh, 2018) ketika GNs ditambahkan kedalam matrik pembuatan bata ringan, GNs akan melapisi permukaan partikel dalam komposit. Sifat mekanis dari GNs yang secara langsung juga akan meningkatkan sifat mekanis dari bata ringan.

Dalam penelitian yang dilakukan oleh (Zhu et al., 2013) menyebutkan, lembaran-lembara GNs menyelimuti partikel-partikel pada matriks bata ringan

secara kuat, gugus CH<sub>3</sub> pada struktur tepi grafena akan terikat secara sekunder dengan gugus O dari matriks bata ringan, baik gugus O pada Si – O – Alataupun gugus O pada Si – O – Si. (Shamsaei et al., 2018) juga menambahkan, peningkatan sifat mekanis dari CLC dapat terjadi karena adanya proses transfer beban matriks bata ringan kepada lembaran dari grafena.

## D.2 Pengujian Porositas

Pengujian porositas bata ringan dilakukan sesuai dengan ASTM C642 (2013) dengan cara perendaman dalam air selama 2 hari. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui persentase rongga yang terdapat pada bata ringan yang telah ditambah dengan grafena dengan berbagai konsentrasi.

Rasio Agen Pembusa : Air	Porositas (%)			
	Konsentrasi GNs			
	0%	1%	3%	5%
1 : 20	33,4	17,8	15,09	13,4
1 : 30	33,04	13,6	11,09	10,4
1 : 40	34,6	32,3	12,08	18,5

**Tabel 2.** Hasil Porositas Bata Ringan

Dari tabel 2 dapat dilihat semakin tinggi konsentrasi GNs yang dicampurkan dalam CLC semakin kecil juga porositasnya. Peningkatan jumlah konsentrasi GNs yang dipakai dalam CLC mengakibatkan semakin banyak GNs yang menempel pada rongga-rongga pada

CLC. Berdasarkan penelitian Nguyen et al., (2019) ukuran pori dengan kuat tekan memiliki hubungan yang linear, dimana ukuran pori yang semakin sedikit dapat meningkatkan kuat tekan. Nilai porositas tertinggi terdapat pada rasio agen pembusa 1:40 dengan tanpa penambahan GNs yaitu sebesar 34.615%. Sedangkan CLC dengan adanya penambahan GNs didapatkan nilai porositas lebih rendah dengan rasio 1:30 pada konsentrasi GNs 5% yaitu sebesar 10.431%. Hal ini disebabkan oleh CLC yang terbentuk lebih padat sehingga pori yang terbentuk lebih rendah.

## E. KESIMPULAN DAN SARAN

### E.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil beberapa kesimpulan :

1. Bata ringan (CLC) dengan penambahan *Graphene nanosheets* (GNs) telah berhasil dibuat. GNs yang ditambahkan dalam pembuatan bata ringan (CLC) mempengaruhi kuat tekan pada CLC. Semakin tinggi konsentrasi GNs yang di campurkan maka semakin tinggi pula kuat tekan CLC yang didapatkan
2. Kuat tekan tertinggi didapatkan pada konsentrasi GNs 5% pada perbandingan agen pembusa : air 1:30 yaitu sebesar 2.5 MPa. Dengan densitas yang didapatkan

sebesar 1.196 Kg. Porositas dan absorpsi air yang didapatkan sebesar 10,431% dan 9,119% dengan uji daya tahan termal pada suhu 700<sup>0</sup> yaitu sebesar 1,5 Mpa.

### E.2 Saran

Saran yang dapat diberikan berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Pada penelitian selanjutnya sebaiknya lebih teliti dalam membuat *graphene nanosheets* (GNs) agar mendapatkan hasil penelitian yang maksimal.
2. Ketika campuran adonan sudah terbentuk pasta, sebaiknya langsung segera dipindahkan kedalam cetakan agar tidak terdapat endapan sisa jika terlalu lama dibiarkan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aggregates, C. (1992). Standard Specification for Foaming Agents Used in Making Preformed Foam for Cellular Concrete 1. 80(1986).
- Chen, J. H., Zhang, G. H., Huang, L. P., Ding, Y., & Yu, X. W. (2018). Graphical abstract SC. <https://doi.org/10.1016/j.jmst.2018.05.006>
- Indonesia, S. N., & Nasional, B. S. (1989). Bata beton untuk pasangan dinding.
- Indonesia, S. N., & Nasional, B. S. (2014). Spesifikasi mortar untuk pekerjaan

- unit pasangan Standard Specification for Mortar for Unit Masonry.
- Jom FTEKNIK Volume 4 No . 1 Februari 2017 Jom FTEKNIK Volume 4 No . 1 Februari 2017. (2017). 4(1), 1–10.
- Murtono, A., Studi, P., Sipil, T., Teknik, F., & Surakarta, U. M. (2015). Pemanfaatan Foam Agent dan Material Lokal.
- Nguyen, T. T., Bui, H. H., Ngo, T. D., Nguyen, G. D., Kreher, M. U., & Darve, F. (2019). A micromechanical investigation for the effects of pore size and its distribution on geopolymer foam concrete under uniaxial compression. *Engineering Fracture Mechanics*, 209(January), 228–244.  
<https://doi.org/10.1016/j.engfracmech.2019.01.033>
- Ranjbar, N., Mehrali, M., Mehrali, M., Alengaram, U. J., & Jumaat, M. Z. (2015). Graphene nanoplatelet-fly ash based geopolymer composites. *Cement and Concrete Research*, 76, 222–231.  
<https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2015.06.003>
- Rohman, M. N. U. R., Fisika, P. S., Fisika, J. P., Matematika, F., Ilmu, D. A. N., Alam, P., & Yogyakarta, U. N. (2018). Pengaruh Variasi Lama Pengeringan dan Volume Larutan Graphene Oxide Berbahan Dasar Abu Sekam Padi Terhadap Kuat Tekan dan Porositas Bata Ringan Jenis Cellular Lightweight Concrete.
- Rommel, E. (n.d.). Making Lightweight Aggregate Concrete From Artificial Plastic. 9, 137–147.
- Shalaby, A., Nihtianova, D., Markov, P., & Staneva, A. D. (2015). Structural analysis of reduced graphene oxide by transmission electron microscopy. 47(1), 291–295.
- Shamsaei, E., de Souza, F. B., Yao, X., Benhelal, E., Akbari, A., & Duan, W. (2018). Graphene-based nanosheets for stronger and more durable concrete: A review. *Construction and Building Materials*, 183, 642–660.  
<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.06.201>
- Singh, N. B. (2018). Fly Ash-Based Geopolymer Binder: A Future.  
<https://doi.org/10.3390/min8070299>
- Varrla, E., Paton, K. R., Backes, C., Harvey, A., Smith, R. J., & Coleman, J. N. (2014). using household detergent and a kitchen blender †. *Nanoscale*, 6, 11810–11819.  
<https://doi.org/10.1039/C4NR03560G>