

PENGARUH LEBAR CETAKAN KOMPOSIT KARBON AKTIF-TEMBAGA (II) OKSIDA TERHADAP KARAKTERISTIK TERMOELEKTRIK

Putri Manda Sari & Ananda Putra

Universitas Negeri Padang

pmandasari971@gmail.com

Abstract

This research aims to determine the effect of the width of the C-CuO composite mold on the characteristics of thermoelectric materials. The composite is made from activated carbon mixed with CuO in a ratio of 3 grams of activated carbon: 7 grams of CuO which is then molded with five variations in the width of the mold for the C-CuO composite, namely 1 cm, 1.3 cm, 1.6 cm, 2 cm and 2.5 cm. In testing the electrical conductivity and Seebeck effect on the C-CuO composite, the values were almost the same, in other words the electric current produced was not influenced by the mold width of the C-CuO composite. Meanwhile, on the heat conductivity day value, the mold width has an influence as the applied temperature increases. Where the optimum heat conductivity value is produced in material with a width of 1 cm.

Keywords : *Activated carbon; Composite; Thermoelectric materials; Copper (ii) Oxide.*

Abstrak : Penelitian ini bertujuan untuk menentukan pengaruh dari ukuran lebar cetakan komposit C-CuO terhadap karakteristik material termoelektrik. Komposit dibuat dari karbon aktif yang dicampurkan dengan CuO dengan perbandingan 3 gram karbon aktif : 7 gram CuO yang kemudian dicetak dengan lima variasi ukuran lebar cetakan pada komposit C-CuO yaitu 1 cm, 1,3 cm, 1,6 cm, 2 cm dan 2,5 cm. Pada pengujian konduktivitas listrik dan efek seebeck pada komposit C-CuO menghasilkan nilai yang hampir sama, dengan kata lain arus listrik yang dihasilkan tidak dipengaruhi oleh lebar cetakan dari komposit C-CuO. Sedangkan pada nilai day hantar panas, lebar cetakan memberikan pengaruh seiring dengan meningkatnya suhu yang diberikan. Dimana nilai daya hantar panas optimum dihasilkan pada material dengan lebar 1 cm.

Kata Kunci : Karbon aktif ; Komposit ; Material termoelektrik ; Tembaga (ii) Oksida

PENDAHULUAN

Manusia tidak dapat dipisahkan dengan kebutuhan energi listrik dalam menjalani kehidupan. Sehingga dapat dipastikan terdapat peningkatan dalam konsumsi listrik nasional. Peningkatan konsumsi listrik nasional sejalan dengan sudah tersedianya listrik di hampir 95% wilayah Indonesia (Lidwina, 2020). Salah satu sumber energi yang dapat digunakan sebagai energi pembangkit listrik adalah energi panas yaitu dengan memanfaatkan efek *Seebeck*. Dalam penerapan efek *Seebeck* dibutuhkan sebuah material yang disebut material termoelektrik. Termoelektrik sendiri merupakan keterkaitan sebuah interaksi transportasi antara listrik dan panas dimana efek dari transportasi tersebut dapat dilihat berupa interaksi timbal balik (Zhao *et al.*, 2021). Saat ini bahan termoelektrik menjadi pusat perhatian dalam penelitian dikarenakan adanya kelimpahan energi dalam penggunaannya. Bahan dengan berbasis termoelektrik juga sudah diakui sebagai bahan yang menjanjikan untuk pembangkit listrik dengan harga bersaing, ramah lingkungan dan kepadatannya yang rendah (Huang *et al.*, 2021). Material termoelektrik juga berbeda dengan pembangkit listrik lainnya, hal ini dikarenakan material termoelektrik tidak memiliki hasil samping sehingga terlepas dari masalah pencemaran lingkungan (Kim *et al.*, 2021).

Material yang dapat digunakan sebagai material termoelektrik salah satunya yaitu karbon aktif. Karbon aktif dapat menjadi salah satu media termoelektrik yang sangat efektif karena luas permukaannya yang tinggi. Karbon aktif sendiri bersifat amorf dan bahan dengan basis karbon. Luas permukaan antar partikel pada karbon aktif sangat besar serta porositas yang tinggi. Gaya van der Waals merupakan ikatan antara lapisan pada karbon aktif sehingga porositas pada permukaan karbon aktif menjadi tinggi (Marsh, H., dan Rodríguez-Reinoso, 2006). Karbon aktif mempunyai banyak keunggulan seperti biaya yang tidak mahal, tidak beracun serta memiliki luas permukaan yang tinggi (Kiani *et al.*, 2020). Namun karbon aktif saja belum efektif sebagai material termoelektrik, karena nilai konduktivitasnya listriknya yang rendah. Oleh karena itu karbon aktif harus dikompositkan dengan material lain yang memiliki konduktivitas tinggi dan daya hantar panas tetap rendah seperti tembaga (II) oksida (CuO) (Alorabi *et al.*, 2020).

Tembaga (II) oksida (CuO) adalah salah satu oksida logam yang banyak ditemukan di alam dan memiliki harga yang murah dan telah digunakan dalam banyak aplikasi seperti perangkat elektronik, gas sensor baterai, bidang emisi serta konversi energi surya. CuO memiliki band gap yang kecil yakni 1,2 eV hampir dekat dengan band gap semikonduktor

yang sering digunakan sebagai material termoelektrik (Sari & Putra, 2023). Komposit sendiri merupakan gabungan dari dua bahan dasar yang umumnya digunakan sebagai sebuah structural material. Bahan dasar komposit biasanya memiliki sifat yang khas serta gabungan bahan dasar tersebut memungkinkan komposit memiliki sifat yang belum pernah ada sebelumnya. Meskipun ruang percobaan komposit yang luas, metode tradisional dalam pembuatan komposit memiliki keterbatasan. Di masa lalu, komposit yang lebih kompleks sulit untuk diwujudkan (Chen dan Gu, 2019).

METODE

1. Alat dan Bahan

Dalam penelitian ini peralatan yang dibutuhkan berupa gelas kimia 50 ml, 200 ml, dan 500 ml, gelas ukur 10 ml dan 50 ml, spatula, pipet tetes, botol semprot, batang pengaduk, cawan porselen, corong, lumpang dan alu, penjepit buaya, labu refluk, statif, pisau, mantel pemanas, kondensor, termometer, furnace, kabel listrik, magnetic stirrer, neraca analitik, multimeter digital FTIR PerkinElmer dan XRF PANalytical Epsilon3.

Adapun bahan – bahan yang dibutuhkan dalam penelitian ini berupa karbon aktif, serbuk tembaga (II) oksida (CuO) murni, plat tembaga dan plat aluminium, gliserol, aluminium foil, kertas saring Whatman No. 42, kertas indikator (pH), dan aquades.

2. Preparasi Komposit Karbon Aktif/CuO

Campuran karbon aktif dengan CuO dengan rasio perbandingan 3 gram karbon aktif : 7 gram CuO di refluks selama 1 jam pada temperatur 90 oC sambil diaduk menggunakan magnetic stirrer. Pelarut yang digunakan adalah aquades sebanyak 100 ml. Kemudian campuran disaring dengan kertas saring dan di oven pada suhu 105 oC selama 1 jam. Komposit yang dihasilkan di simpan dalam wadah berbahan plastik

3. Pencetakan Material

Sampel ditambahkan dengan tetes demi tetes gliserol hingga membentuk pasta. Material dicetak dengan dengan bervariasi lebar dan ketebalan material. Variasi lebar material yaitu sebagai berikut: (5 x 1 x 1) cm, (5 x 1,3 x 1) cm, (5 x 1,6 x 1) cm, (5 x 2 x 1) cm dan (5 x 2,5 x 1) cm. Kemudian 4 buah batang logam tembaga ditancapkan pada material yang telah dicetak dan dijemur selama 3 hari di bawah sinar matahari. Material

dipanaskan dalam oven dari suhu rendah yaitu 40 °C, 60 °C, 80 °C, dan 90 °C masing – masing selama 1 jam.

4. Pengujian Komposit Karbon Aktif-CuO

a. Pengujian Konduktivitas Listrik

Pengujian konduktivitas listrik dilakukan dengan mengalirkan komposit karbon aktif - CuO ke salah satu batang logam pada material dengan tegangan 5 Volt sedangkan arus listrik diukur dengan batang logam lain menggunakan multimeter digital.

b. Pengujian Pengujian Efek Seebeck

Pengujian dilakukan dengan pengaliran panas pada daerah bawah material pembanding (CuO murni) dengan menggunakan beberapa variasi suhu 40 °C, 60 °C, 80 °C yang dihubungkan dengan lempengan aluminium. Pada daerah atas material sampel dan material pembanding diberi lempengan tembaga yang keduanya dihubungkan langsung ke multimeter guna mengukur tegangan listrik yang dihasilkan.

$$V = I \times R$$

c. Pengujian Daya Hantar Panas

Pengujian daya hantar panas dilakukan dengan mengalirkan panas pada bagian bawah material yang telah dicetak (T2) dengan berbagai variasi suhu yaitu 40 °C, 60 °C, 80 °C dengan menggunakan hot plate. Setelah 15 menit, panas pada daerah atas material diukur menggunakan termometer (T1).

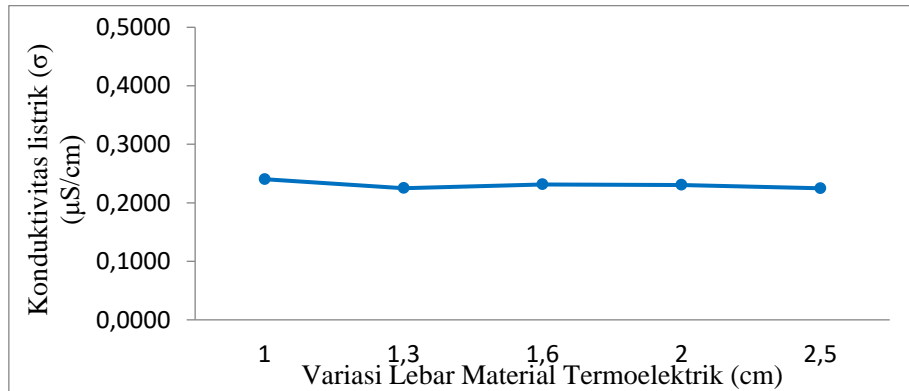
$$H = \frac{Q}{t}$$

5. Karakterisasi

Komposit C/CuO dikarakterisasi dengan XRF dilakukan untuk mengetahui komposisi kimia.

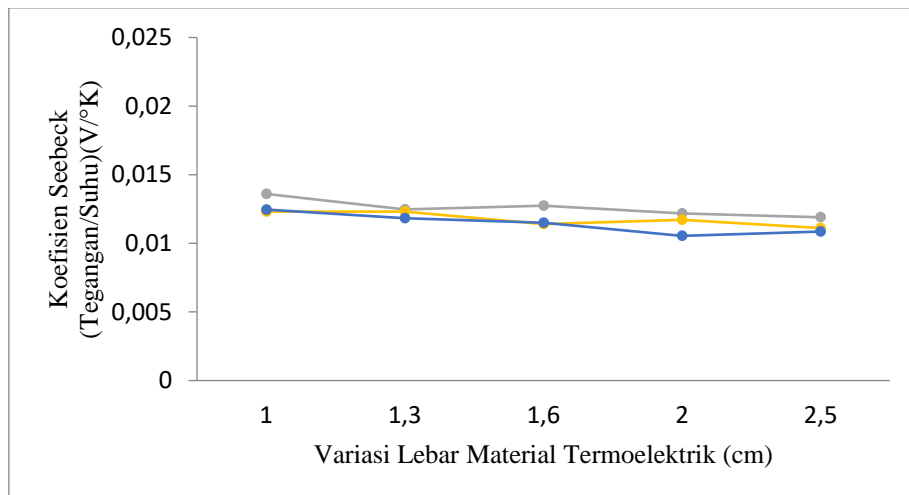
HASIL

1. Konduktivitas Listrik



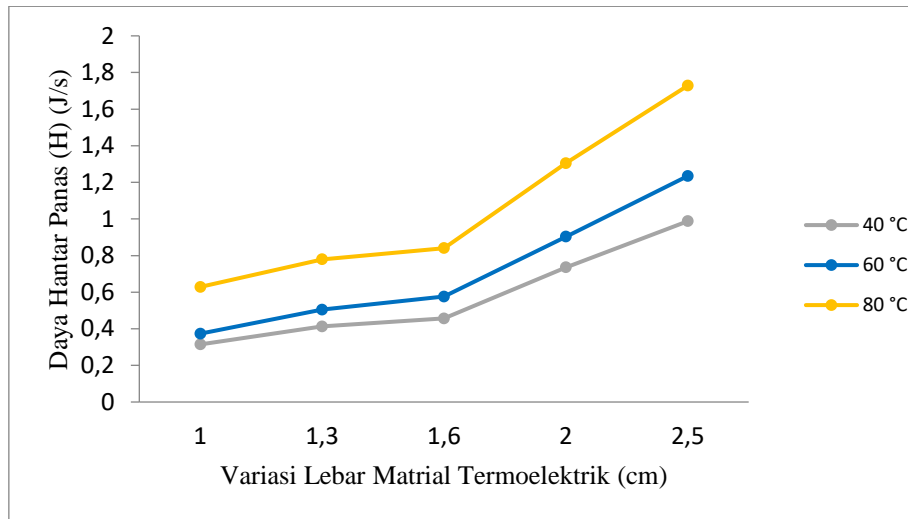
Gambar 1. Grafik Pengaruh Ketebalan Material Termoelektrik Pada Panjang 5 cm dan Lebar 1 cm Terhadap Konduktivitas Listrik

2. Efek Seebeck



Gambar 2. Grafik Pengaruh Lebar Material Termoelektri Pada panjang 5 cm dan Ketebalan 1 cm Terhadap Terhadap Tegangan Listrik Yang Dihasilkan

3. Daya Hantar Panas



Gambar 3. Grafik Pengaruh Lebar Material Termoelektrik Pada panjang 5 cm dan Ketebalan 1 cm Terhadap Daya Hantar Panas Setelah 5 Menit

4. Karakterisasi XRF

Tabel 1. Karakterisasi XRF

Compound	Komposit Optimum
Al ₂ O ₃	0,287
SiO ₂	0,783
P ₂ O ₅	1,517
K ₂ O	0,035
CaO	0,408
ThO ₂	0,028
Cr ₂ O ₃	0,012
NiO	0,005
Fe ₂ O ₃	0
CuO	94,983
ZnO	0,957
As ₂ O ₃	0,435
SrO	0
Ag ₂ O	0,164
In ₂ O ₃	0
Yb ₂ O ₃	0,069
Er ₂ O ₃	0,046

OsO4	0
PbO	0,067
Cl	0,046
Re	0
CdO	0,097
Tb4O7	0,06

PEMBAHASAN

Konduktivitas merupakan kemampuan suatu bahan untuk menghantarkan arus listrik. karbon aktif dengan ketebalan 1 cm memiliki konduktivitas listrik yang kecil yaitu 0,0261 M Ω -cm-. Hal ini dikarenakan karbon aktif bukan merupakan material semikonduktor maupun konduktor yang bisa menghantarkan arus listrik (Hosokawa et al., 2008). Dengan adanya penambahan CuO akan memberikan pengaruh terhadap material komposit karbon aktif. Pada material termoelektrik semakin besar nilai konduktivitas listrik yang dihasilkan maka semakin bagus material termoelektrik tersebut (Sari & Putra, 2023).

Berdasarkan gambar 1 dan 2 diketahui bahwa nilai konduktivitas listrik dan efek seebeck yang dihasilkan pada variasi lebar komposit C/CuO hampir sama. Dengan kata lain arus listrik hambatannya tidak dipengaruhi oleh lebar cetakan material. Sebagaimana yang ditunjukkan oleh grafik pada gambar 1 bahwa nilai konduktivitas yang dihasilkan tidak jauh berbeda, dengan hasil tertinggi pada material dengan lebar 1 cm dengan nilai konduktivitas listrik 0,2404 M Ω -cm-sedangkan pada material dengan lebar 2,5 cm menghasilkan nilai konduktivitas listrik 0, 2249 M Ω -cm-. Sedangkan pada efek seebec seperti yang diketahui pada gambar 2 pada lebar 1 cm dengan efek seebeck 0,013 mV/K, sedangkan pada material dengan lebar 2,5 cm menghasilkan nilai efek seebeck 0,012 mV/K.

Berbeda dengan konduktivitas listrik dan efek seebeck, lebar cetakan material berpengaruh terhadap nilai daya hantar panas yang dilahasilkan. Dimana semakin kecil ukuran lebar material, nilai konduktivitasnya semakin kecil. Pada material termoelektrik semakin kecil nilai konduktivitas panas atau daya hantar panas yang dihasilkan, maka akan semakin bagus material tersebut. Nilai daya hantar panas optimum dihasilkan pada material termoelektrik dengan lebar 1 cm yaitu 1,7283 J/S pada temperatur 80 80°C

Karakterisasi XRF menunjukkan bahwa Komposisi senyawa oksida pada komposit C/CuO memiliki persentase yang paling besar yaitu 94,983 % pada senyawa CuO

dikarenakan material karbon aktif dikompositkan dengan oksida logam CuO. Selain itu tidak terdapat senyawa In₂O₃ pada komposit C/CuO ini.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan pada pengujian konduktivitas listrik dan efek seebeck menghasilkan nilai yang tidak jauh berbeda, dengan kata lain nilai dari konduktivitas listrik dan efek seebeck tidak dipengaruhi oleh ukuran lebar dari komposit C-CuO. Akan tetapi lebar komposit C-CuO memberikan pengaruh terhadap nilai daya hantar panas. Dimana semakin kecil ukuran lebar komposit maka nilai daya hantar panasnya semakin kecil yang berarti bahwa semakin bagus material tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Alorabi, A. Q., Shamshi Hassan, M., & Azizi, M. (2020). Fe₃O₄-CuO-activated carbon composite as an efficient adsorbent for bromophenol blue dye removal from aqueous solutions. *Arabian Journal of Chemistry*, 13(11), 8080–8091. <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2020.09.039>
- Chen, C. T., & Gu, G. X. (2019). Machine learning for composite materials. *MRS Communications*, 9(2), 556–566. <https://doi.org/10.1557/mrc.2019.32>
- Huang, H., Wen, P., Bi, T., Duan, B., Zhou, X., Li, Y., & Zhai, P. (2021). Influence of graphene oxide nanosheets and multi-walled carbon nanotubes on the thermoelectric and mechanical properties of Mg₂(Si_{0.3}Sn_{0.7})_{0.99}Sb_{0.01}. *Scripta Materialia*, 203, 3–7. <https://doi.org/10.1016/j.scriptamat.2021.114103>
- Kiani, R., Mirzaei, F., Ghanbari, F., Feizi, R., & Mehdipour, F. (2020). Real textile wastewater treatment by a sulfate radicals-Advanced Oxidation Process: Peroxydisulfate decomposition using copper oxide (CuO) supported onto activated carbon. *Journal of Water Process Engineering*, 38(September), 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2020.101623>
- Kim, S. T., Park, J. M., Park, K. Il, Chun, S. E., Lee, H. S., Choi, P. P., & Yi, S. (2021). Enhanced thermoelectric composite performance from mesoporous carbon additives in a commercial Bi_{0.5}Sb_{1.5}Te₃ matrix. *Journal of Materials Science and Technology*, 94(2001), 175–182. <https://doi.org/10.1016/j.jmst.2021.02.072>
- Lidwina, A. (2020). Konsumsi Listrik Nasional Terus Meningkat. *Databoks.Katadata.Co.Id*
- Marsh, H., & Rodríguez-Reinoso, F. (2006). Activated Carbon. In Elsevier Science & Technology Books. *MRS Proceedings*, 209. <https://doi.org/10.1557/proc-209-335>
- Sari, K. V., & Putra, A. (2023). Pemanfaatan Karbon Aktif Limbah Sabut Pinang (*Areca catechu* L.) Sebagai Material Termoelektrik Sistem C / CuO. 12(2), 25–29.
- Zhao, D., Würger, A., & Crispin, X. (2021). Ionic thermoelectric materials and devices. *Journal of Energy Chemistry*, 61, 88–103. <https://doi.org/10.1016/j.jechem.2021.02.022>