

KOMPOSIT DENGAN Matrik SODIUM SILIKAT DAN PENGISI SENG OKSIDA SEBAGAI *THERMAL GREASE* UNTUK *CENTRAL PROCESSING UNIT (CPU)*

COMPOSITE WITH SODIUM SILICATE MATRIX AND ZINC OXIDE FILLER AS *THERMAL GREASE* FOR *CENTRAL PROCESSING UNIT (CPU)*

Abu Hasan^{1,a)} Fadarina¹ Wahyu Jati Kusuma¹

¹Program Studi Teknologi Kimia Industri/ Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Sriwijaya

Jalan Srijaya Negara-Palembang 30139, 0711(353414/(0711)355918

e-mail : ^{a)} abu_hasan@polsri.ac.id

ABSTRACT

Sodium silicate has a higher thermal conductivity and lower viscosity than the basic material for making thermal grease that is widely used today, silicon. On the other hand, ceramic materials such as zinc oxide have many advantages compared to metals as thermal grease fillers which are widely used today. Composites with sodium silicate matrix and zinc oxide fillers were studied as thermal grease for central processing units. This research aims to produce thermal grease for CPU that have better quality than those on the market today. Thermal grease was made by mixing nanosized zinc oxide fillers and sodium silicate matrix with filler concentrations of 16 wt%, 18 wt%, and 20 wt% and tested by application-specific test method. The results of the study show an increase in thermal conductivity to the increase in filler fractions. Thermal grease with 20 wt% fillers produces thermal grease with the highest and most stable thermal conductivity.

Key words: CPU, Thermal Grease, Sodium Silicate, Zinc Oxide

1. PENDAHULUAN

Central Processing Unit (CPU) adalah komponen penting dari suatu komputer (Duffy, 2013). Perkembangan CPU yang semakin pesat menimbulkan masalah yaitu besarnya panas yang dihasilkan oleh CPU, hal ini menimbulkan tantangan untuk menjaga suhu CPU agar tetap dingin sebagaimana suhu CPU yang dingin akan berimbas pada performa, daya tahan, dan efisiensi CPU yang baik (Moore dan Shi, 2014; Ravikumar dkk., 2017). Untuk menjaga suhu CPU tetap dingin selain digunakan suatu unit pendingin (*heat sink*) juga digunakan material ketiga yang disebut *thermal interface media (TIM)* (Lin dan Chung, 2009). Suatu TIM berfungsi untuk memperbaiki luas area perpindahan panas antara CPU dan *heat sink* yang berkurang akibat kekasaran permukaan dari keduanya (Greenwood dan Williamson, 1966; Razeeb dan Dalton, 2011). TIM berupa komposit dengan matrik polimer dan pengisi yang memiliki konduktivitas panas tinggi (Cui dkk., 2015). TIM yang ideal tidak hanya memiliki konduktivitas panas yang tinggi, tetapi harus memiliki koefisien muai panas kecil dan konduktivitas listrik yang rendah (Chung, 2001; Sarvar dkk., 2006). Dari berbagai jenis TIM yang ada, *thermal grease* adalah yang paling cocok untuk digunakan pada pendinginan CPU (Viswanath dkk., 2000).

Bahan dasar dari *thermal grease* yang paling banyak digunakan adalah silikon, selain itu *thermal grease* juga dapat dibuat dari bahan dasar sodium silikat, *polyethylene glycol (PEG)*, dan *paraffin wax* (Chung, 2001; Sarvar dkk., 2006; Maheshwari dkk., 2017). Di antara beberapa bahan dasar *thermal grease* tersebut, sodium silikat merupakan bahan yang memiliki konduktivitas panas paling tinggi, bahkan nilai dari konduktivitas panasnya hampir mendekati solder, yaitu sekitar $20,8 \times 10^{-4} \text{ W/cm}^2 \cdot \text{C}$ (Xu dkk., 2000; Maheshwari dkk., 2017). Selain daripada konduktivitas panas yang tinggi, sodium silikat juga mempunyai viskositas yang rendah yaitu 127 cps jauh lebih rendah dari silikon yang viskositasnya 8.800 cps (Chung, 2001). Hal ini menunjukkan *wettability* yang baik dan kemampuan menampung bahan pengisi yang lebih banyak. Hal ini menjadi suatu keunggulan karena semakin banyak bahan pengisi maka konduktivitas panas *thermal grease* juga akan semakin tinggi (Sarvar dkk., 2006).

Pengisi yang umum digunakan pada pembuatan *thermal grease* adalah keramik dan logam tetapi keramik lebih direkomendasikan karena bersifat isolator dan memiliki koefisien muai panas lebih rendah (Viswanath dkk., 2000; Chung, 2001; Blazej, 2003; Sarvar dkk., 2006). Penelitian yang pernah dilakukan oleh Sim dkk. (2005) menyatakan bahwa TIM berpengisi keramik berupa seng oksida memiliki

konduktivitas panas dan stabilitas termal yang lebih baik daripada TIM berpengisi alumina.

Saat ini, *thermal grease* terbaik untuk CPU yang ada di pasaran adalah *thermal grease* yang berbahan dasar silikon dan berpengisi logam yang mana dibanderol dengan harga yang mahal (Hale, 2018). Dengan segala kelebihan yang dimiliki oleh sodium silikat dan seng oksida, menjadikan kedua bahan tersebut sebagai bahan baku pembuatan *thermal grease* untuk CPU yang sangat potensial.

Penelitian ini akan memberikan informasi mengenai karakteristik dari komposit sodium silikat dan seng oksida sebagai *thermal grease* untuk CPU. Hal ini tentunya akan dapat memberikan data-data penting bagi pengembangan *thermal grease* ke depannya, sehingga nanti akan dihasilkan *thermal grease* yang benar-benar baik kualitasnya dan dapat memenuhi keinginan konsumen.

2. METODE

Sodium silikat yang digunakan pada penelitian ini memiliki *technical grade* dan diperoleh dari Sience Company sedangkan seng oksida yang digunakan memiliki *pro analysis grade* berukuran nano dan diperoleh dari Prevest DentPro. Pembuatan *thermal grease* dilakukan dengan mencampurkan sodium silikat dan seng oksida di dalam gelas kimia sesuai dengan jumlah yang telah ditentukan sesuai dengan Tabel 1. Campuran diaduk dengan kecepatan 60 rpm selama 5 menit.

Tabel 1. Komposisi *Thermal Grease*

No	Komposisi <i>Thermal Grease</i> (g)		Keterangan
	Seng Oksida	Sodium Silikat	
1	16	84	Cuplikan 1
2	18	82	Cuplikan 2
3	20	80	Cuplikan 3

Kebanyakan penelitian yang telah dilakukan tidak menggunakan peralatan yang sebenarnya dalam melakukan pengujian (Sim dkk., 2004; Lin dan Chung, 2009; Cui dkk., 2015; Maheswari dkk., 2017; Hao dkk., 20017), hal ini dianggap tidak dapat memberikan gambaran nyata dari kualitas TIM yang dihasilkan saat diaplikasikan pada kondisi kerja yang sebenarnya. Sangat baik apabila TIM yang dihasilkan diuji dengan peralatan sebenarnya. Menurut Zhou (2005) pengujian dengan *application-specific test method* sangat cocok untuk menguji TIM yang ditujukan untuk pengaplikasian secara khusus, seperti halnya pada penelitian ini yang mana *thermal grease* ditujukan secara khusus untuk diaplikasikan pada CPU.

Konduktivitas panas adalah parameter utama dari performa suatu *thermal grease*, maka penting untuk melakukan pengukuran guna mengetahui kualitas suatu *thermal grease* (Sarvar dkk., 2006). Angka konduktivitas panas diperoleh dengan menggunakan Persamaan 1.

$$k = \frac{q \cdot t}{A \cdot (T_1 - T_2)} \quad (1)$$

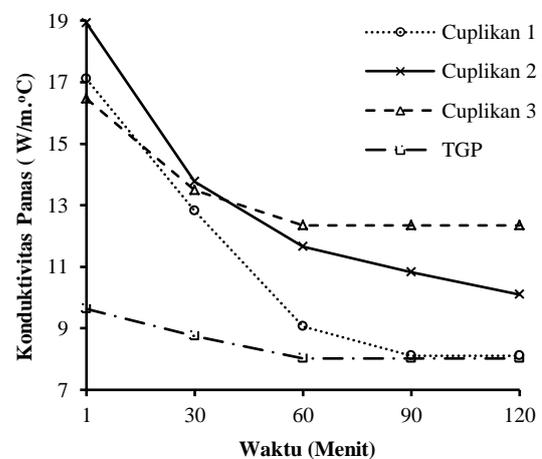
Dimana k adalah konduktivitas panas *thermal grease* (W/m.°C), q *thermal design power* (TDP) dari CPU yaitu sebesar 65 watt, t ketebalan *thermal grease* yang diaplikasikan pada CPU (m), A luas area permukaan CPU (m²), T_1 suhu permukaan CPU (°C), T_2 suhu permukaan *heat sink* (°C) yang digunakan saat pengujian. Untuk mengukur konduktivitas panas *thermal grease*, terlebih dahulu diukur ρ densitas *thermal grease* (kg/m³). Kemudian ditimbang sebanyak m *thermal grease* (kg) dan diaplikasikan pada CPU serta diratakan hingga menutupi seluruh permukaan CPU, lalu t dihitung dengan menggunakan Persamaan 2.

$$t = \frac{m}{\rho \cdot A} \quad (2)$$

CPU kemudian dipasang pada *motherboard* komputer, *heat sink* dipasang di atas CPU komputer, *thermocouple* dan komputer dihidupkan, lalu CPU *stress* dijalankan. Besamaan dengan itu dilakukan perekaman T_1 dan T_2 , kemudian konduktivitas panas *thermal grease* dihitung dengan menggunakan Persamaan 1. Nilai konduktivitas diukur berdasarkan waktu dan dibandingkan dengan dengan *thermal grease* pasaran (TGP) yang bermatrik silikon dan berpengisi logam. Untuk menjaga agar panas yang mengalir tetap sama dan sesuai dengan TDP CPU untuk setiap percobaan maka pada saat pengujian dilakukan CPU *stress* sehingga CPU dipaksa selalu ada pada keadaan bekerja 100% (*full-load*).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambar 1 menunjukkan konduktivitas panas komposit dengan matrik sodium silikat dan pengisi seng oksida sebagai *thermal grease* dibandingkan dengan TGP terhadap waktu.



Gambar 1. Konduktivitas Panas *Thermal Grease* Sebagai Fungsi dari Waktu

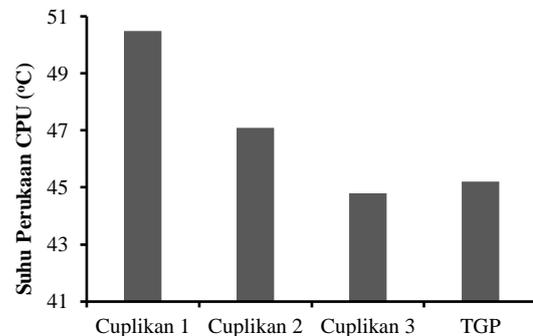
Berdasarkan Gambar 1 dapat diketahui bahwa konduktivitas panas *thermal grease* bermatrik sodium silikat dan berpengisi seng oksida, yaitu cuplikan 1-3, lebih tinggi daripada TGP yang bermatrik silikon dan

bepengisi logam. Hal ini menunjukkan bahwa komposit dengan matrik sodium silikat dan pengisi seng oksida sebagai *thermal grease* memiliki performa yang lebih unggul dibandingkan *thermal grease* pasaran yang bermatrik silikon dan bepengisi logam sebagaimana konduktivitas panas yang tinggi menunjukkan performa TIM yang baik (Sarvar dkk., 2006). Penggunaan matrik sodium silikat pada cuplikan 1-3 yang konduktivitas panasnya lebih tinggi dari silikon yang merupakan matrik dari TGP (Sarvar dkk., 2006) terbukti memiliki pengaruh lebih besar terhadap konduktivitas panas *thermal grease* yang dihasilkan dibandingkan dengan penggunaan pengisi logam yang konduktivitasnya lebih tinggi dibandingkan seng oksida (Chung, 2001). Dikarenakan matrik adalah komponen terbanyak yang menyusun suatu komposit maka konduktivitas panas *thermal grease* tentu akan cenderung lebih mendekati nilai konduktivitas panas matriknya daripada nilai konduktivitas panas pengisinya.

Hal lain yang dapat diidentifikasi adalah bahwa konduktivitas panas komposit dengan matrik sodium silikat dan pengisi seng oksida sebagai *thermal grease* mengalami kecenderungan negatif seiring dengan berjalannya waktu. *Thermal grease* ketika digunakan dapat mengalami efek *pump-out* dan *dry-out* yaitu fenomena migrasi matrik akibat perubahan suhu (Viswanath dkk., 2000). Efek-efek ini dapat mengakibatkan penurunan performa dari *thermal grease*. Semakin lama *thermal grease* digunakan maka suhunya juga akan meningkat, akibatnya matrik mengalami migrasi dan *wettability* dari *thermal grease* menurun sehingga konduktivitas panas menjadi cenderung menurun terhadap waktu. Hal lain yang dapat diidentifikasi adalah bahwa secara umum kenaikan fraksi massa pengisi mengakibatkan kenaikan dan memperbaiki kestabilan nilai konduktivitas panas *thermal grease*. Penambahan pengisi seng oksida yang memiliki konduktivitas panas lebih tinggi dari matrik sodium silikat mengakibatkan kenaikan konduktivitas panas dari *thermal grease*, hal ini wajar terjadi sebagaimana Sarvar dkk. (2006) menyatakan bahwa semakin banyak pengisi maka konduktivitas panas dari suatu TIM akan semakin tinggi. *Thermal grease* yang mengandung lebih banyak pengisi mendapat pengaruh efek *pump-out* dan *dry-out* yang lebih kecil daripada *thermal grease* yang mengandung lebih sedikit pengisi. Jumlah pengisi yang lebih banyak akan memperlambat pergerakan matrik sehingga tidak banyak matrik yang mengalami migrasi. Pada waktu 1 dan 30 menit terlihat bahwa penambahan pengisi yang lebih banyak mengakibatkan penurunan konduktivitas panas. Pengisi yang terlalu banyak dapat menurunkan fluiditas *thermal grease* dan menurunkan konduktivitas panasnya (Xu dkk., 2000). Pada waktu 60-120 menit hal sebaliknya terjadi, penambahan pengisi yang lebih banyak mengakibatkan kenaikan konduktivitas panas, keadaan ini dapat terjadi karena pada menit 60-120 viskositas *thermal grease* mulai menurun seiring

dengan kenaikan suhu CPU sehingga *thermal grease* menjadi cukup encer untuk mengalir dan membasahi permukaan CPU tetapi karena adanya efek *pump-out* dan *dry-out* konduktivitas panas *thermal grease* menurun dari nilai awal.

Pada Gambar 2 dapat dilihat perbandingan suhu permukaan CPU setelah digunakan selama 120 menit dalam keadaan *full-load* untuk masing-masing *thermal grease* yang mana menggambarkan efektifitas *thermal grease* dalam menangani panas yang dihasilkan oleh CPU.



Gambar 2. Suhu Permukaan CPU Setelah Digunakan Selama 120 Menit dalam Keadaan *Full-Load*

Secara keseluruhan performa *thermal grease* dalam menangani panas yang dihasilkan oleh CPU dapat dilihat dari suhu CPU, sebagaimana TIM digunakan untuk menjaga suhu komponen elektronik agar tetap dingin (Sarvar dkk., 2006; Lin dan Chung, 2009). Pada Gambar 2 terlihat bahwa saat digunakan Cuplikan 3 sebagai *thermal grease*, suhu CPU lebih rendah dibandingkan dengan suhu CPU saat digunakan TGP sebagai *thermal grease*. Perbedaan suhu yang ada dikarenakan adanya perbedaan konduktivitas dari masing-masing *thermal grease* yang mengakibatkan performa dalam menangani panas yang juga berbeda. Jika konduktivitas panas rendah maka panas yang terakumulasi pada CPU akan menjadi lebih banyak dan akibatnya suhu CPU menjadi lebih tinggi dibandingkan dengan penggunaan *thermal grease* yang konduktivitas panasnya lebih tinggi (Sarvar dkk., 2006). Adanya perbedaan suhu yang tidak terlalu tinggi ini cukup membuktikan bahwa kemampuan komposit dengan matrik sodium silikat dan pengisi seng oksida sebagai *thermal grease* menyamai dan bahkan sedikit lebih unggul dibandingkan dengan *thermal grease* pasaran yang bermatrik silikon dan bepengisi logam. Sedangkan suhu CPU yang lebih tinggi saat digunakan Cuplikan 1 dan 2 sebagai *thermal grease* dapat dikarenakan kestabilan konduktivitas pada keduanya yang tidak sebaik Cuplikan 3 dan TGP walaupun konduktivitas panasnya sedikit lebih tinggi dari TGP.

4. SIMPULAN

Komposit dengan matrik sodium silikat dan pengisi seng oksida sebagai *thermal grease* dapat digunakan

sebagai *thermal grease* untuk CPU dan bahkan memiliki kemampuan yang lebih baik dibandingkan dengan *thermal grease* pasaran yang bermatrik silikon dan berpengisi logam. Peningkatan fraksi massa pengisi memberikan efek yang baik karena meningkatkan konduktivitas panas dan meningkatkan kestabilan *thermal grease*. Penambahan 20 wt% pengisi menghasilkan *thermal grease* terbaik dengan konduktivitas panas sebesar 12,35 W/m.^oC.

DAFTAR PUSTAKA

- Blazej, D. 2003. Thermal Interface Materials. *Electronics Cooling*. 9 (4) : 14–20.
- Chung, D. D. L. 2001. Materials for Thermal Conduction. *Applied Thermal Engineering*. 21 (16) : 1593–1605.
- Cui, T., Li Q., Xuan, Y., dan Zhang, P. 2015. Preparation and Thermal Properties of the Graphene–Polyolefin Adhesive Composites: Application in Thermal Interface Materials. *Microelectronics Reliability*. 55 (12) : 2569–2574.
- Duffy, R. 2013. *The CPU. This is A Brief Introduction to the CPU*.
- Greenwood, J., dan Williamson, B.P.P. 1966. Contact of Nominally Flat Surfaces. *The Royal Society* Vol. 295, hal. 300–319. Dalam : Proceedings of the Royal Society of London di London.
- Hale, B. 2018. The Best Thermal Paste in 2018: The 7 Best Thermal Compounds Reviewed (Online). Diakses pada 12 Maret 2018 dari <https://techguided.com/best-thermal-paste/>.
- Hao, M., Huang, Z., Saviers, K. R., Xiong, G., Hodson, S. L., dan Fisher, T. S. 2017. Characterization of Vertically Oriented Carbon Nanotube Arrays as High-Temperature Thermal Interface Materials. *International Journal of Heat and Mass Transfer*. 106 : 1287–1293.
- Lin, C., dan Chung, D. D. L. 2009. Graphite Nanoplatelet Pastes vs. Carbon Black Pastes as Thermal Interface Materials. *Carbon*. 47 (1) : 295–305.
- Maheshwari, S. U., Pillai, B. C., Govindan, K., Raja, M., Raja A., Pravin, M. B. S., dan Kumar, S. V. 2017. Development of Low Resistance Thermal Interface Material TIM Using Nanomaterials. *ISSN* Vol. 1, hal. 39–46. Dalam : International Conference on Advances in Functional Materials di Los Angeles.
- Moore, A. L., dan Shi, L. 2014. Emerging Challenges and Materials for Thermal Management of Electronics. *Materials Today*. 17 (4) : 163–174.
- Ravikumar, S., Subash, P., Harish, R., dan Sivaji, T. 2017. Experimental and Transient Thermal Analysis of Heat Sink Fin for CPU Processor for Better Performance. *IOP Conference Series : Materials Science and Engineering*. 197 : 1–6.
- Razeeb, K. M., dan Dalton, E. 2011. Nanowire-polymer Nanocomposites as Thermal Interface Material. Dalam *Advances in Nanocomposites-Synthesis, Characterization and Industrial Applications* hal. 685. Irlandia: In Tech.
- Sarvar, F., Wahlley, D. C., dan Conway, P. P. 2006. Thermal Interface Materials - a Review of the State of the Art. *IEEE* Vol. 2, hal. 1292–1302. Dalam : Conference Papers and Presentations Mechanical, Electrical and Manufacturing Engineering di Dresden.
- Sim, L. C., Ramanan, S. R., Ismail, H., Seetharamu K. N., dan Goh T. J. 2005. Thermal Characterization of Al₂O₃ and ZnO Reinforced Silicone Rubber as Thermal Pads for Heat Dissipation Purposes. *Thermochimica Acta*. 430 (1) : 155–165.
- Viswanath, R., Watwe, A., Wakharkar V., dan Lebonheur V. 2000. Thermal Performance Challenges from Silicon to Systems. *Intel Technology Journal Q3*. 4 : 1–16.
- Xu, Y., Luo X., dan Chung, D. D. L. 2000. Sodium Silicate Based Thermal Interface Material for High Thermal Contact Conductance. *Journal of Electronic Packaging*. 122 (2) : 128–131.
- Zhou, N. 2005. A Thermal Interface Material Characterization Test Apparatus. Dalam *Master of Science Project*. SJSU Mechanical Engineering Department.