

## STUDI LITERATUR PENGEMBANGAN NANOFUIDA UNTUK APLIKASI PADA BIDANG TEKNIK DI INDONESIA

**Anwar Ilmar Ramadhan<sup>1\*</sup>, Ery Diniardi<sup>1</sup>, Cahyo Sutowo<sup>1</sup>**

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jakarta

Jl. Cempaka Putih Tengah 27 Jakarta, 10510

\*Email: airamadhan@yahoo.com

### Abstrak

*Nanofluida merupakan larutan yang mengandung nanopartikel dengan ukuran 1-100 nm dalam fluida dasar. Partikel nano biasanya terbuat dari logam yang secara kimia stabil, oksida logam atau karbon dalam berbagai bentuk. Ukuran dari partikel nano memberikan karakteristik yang unik terhadap fluida, termasuk peningkatan energi, momentum dan perpindahan kalor serta mengurangi kecenderungan dari pengendapan dan erosi dari permukaan. Metode penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah menggunakan studi literatur baik di Indonesia maupun internasional, berdasarkan hasil-hasil riset yang telah dilakukan dengan menggunakan nanofluida sebagai fluida kerjanya. Sehingga diperlihatkan adanya perbedaan lebih besar pada kenaikan nilai perpindahan kalornya pada penerapannya. Dan juga akan dijelaskan riset yang mulai dikembangkan di jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta berkaitan dengan pengembangan aplikasi nanofluida untuk bidang teknik.*

**Kata kunci:** nanofluida, nanopartikel, perpindahan kalor

### PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi saat ini pesat dan ditandai dengan penggunaan teknologi berskala nano, yaitu ukuran material berskala 1-100 nm. Untuk aplikasi teknik di industri dan sebagainya perkembangan teknologi nano mulai diterapkan nanofluida sebagai fluida pendingin. Nanofluida merupakan larutan yang mengandung nanopartikel dengan ukuran 1-100 nm dalam fluida dasar. Partikel nano biasanya terbuat dari logam yang secara kimia stabil, oksida logam atau karbon dalam berbagai bentuk. Ukuran dari partikel nano memberikan karakteristik yang unik terhadap fluida, termasuk peningkatan energi, momentum dan perpindahan kalor serta mengurangi kecenderungan dari pengendapan dan erosi dari permukaan. [Ramadhan, 2012]

Didalam studi kali ini, penulis akan memaparkan pustaka mengenai aplikasi nanofluida di bidang teknik di Indonesia. Dan juga menjelaskan perkembangan riset mengenai aplikasi nanofluida yang mulai dilakukan di jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta. Yang ditandai dengan dilakukannya riset secara pustaka, dan juga pemodelan simulasi, dan diharapkan akan dimulainya riset lanjutan dengan eksperimental.

Dimana, riset pustaka yang dilakukan dimulai dengan aplikasi nanofluida yang dapat dilakukan pada bidang teknik, salah satunya adalah: (a) Pendingin pada elektronik, (b) nanofluida pada *drilling*, (c) Pendingin pada reaktor nuklir, dan lain-lainnya. [Saidur et al, 2011]

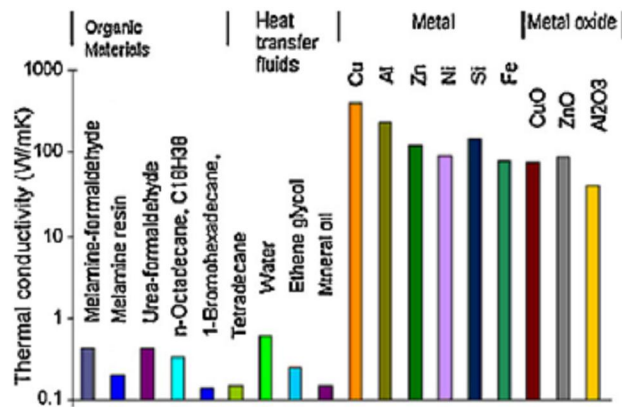
### METODOLOGI

Dalam makalah ini penulis lebih menekankan aspek studi pustaka untuk pengayaan didalam riset aplikasi nanofluida di bidang teknik di Indonesia. Berdasarkan data-data riset terdahulu mengenai berbagai aspek riset, yaitu dimana dimulainya riset mengenai karakteristik dan pembuatan nanofluida hingga aplikasi nanofluida di bidang teknik.

Secara teoritis, nanofluida memiliki perbedaan yang lebih besar dibandingkan dari fluida kerja biasa seperti air. Dimana nanofluida merupakan campuran fluida kerja, baik itu air ringan ataupun fluida yang lainnya, dicampurkan dengan nanopartikel dengan ukuran 1-100 nm. Dengan tujuan yaitu penambahan nanopartikel ini dapat menaikkan temperatur, menaikkan luas permukaan perpindahan panas yang terjadi, dan juga menaikkan koefisien perpindahan panas. Secara teori dapat ditulis dengan persamaan [1] dibawah ini:

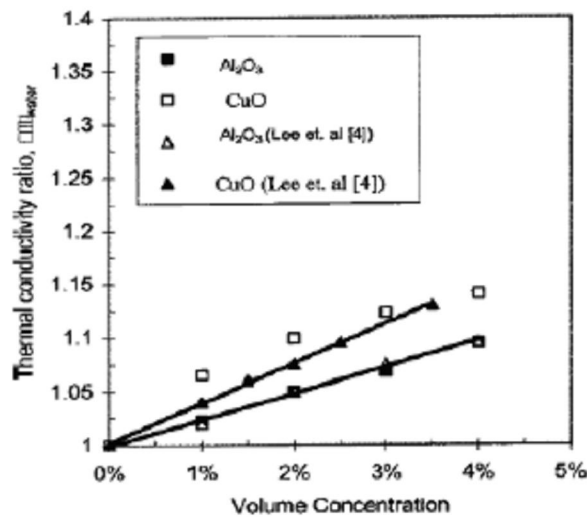
$$Q = hA\Delta T \tag{1}$$

Sehingga pembuktian persamaan [1] diatas terus dibuktikan dan dilakukan riset-riset, baik untuk pencarian properties dari nanofluida tersebut hingga pembuktian proses perpindahan panas tang terjadi. Hingga saat ini telah dilakukan oleh peneliti yang lainnya, diantaranya untuk properties nanofluida untuk konduktivitas termal dapat dilihat pada Gambar 1 dan 2 dibawah ini:



Gambar 1. Perbandingan konduktivitas termal berbagai macam material [Saidur, et al, 2011]

Pada Gambar 2 memperlihatkan konduktivitas termal untuk fluida nano dengan variasi konsentrasi yang berbeda.



Gambar 2. Konduktivitas termal nanofluida dengan variasi konsentrasinya [Puradwi, dkk, 2009]

Sehingga dengan melihat dari nilai konduktivitas termal pada Gambar 1 dan 2 diperoleh kesimpulan bahwa nanofluida memiliki besaran konduktivitas termal yang lebih tinggi. Untuk melihat lebih jauh mengenai konduktivitas termal nanofluida, dapat dilihat hasil riset terdahulu sebagai berikut:

**Tabel 1. Hasil pengukuran konduktivitas termal dari riset-riset sebelumnya [Saidur, et al, 2011]**

	Particle	Base fluid	Average particle size	Volume fraction	Thermal conductivity enhancement
Metallic nanofluids	Cu	Ethylene glycol	10 nm	0.3%	40%
	Cu	Water	100 nm	7.5%	78%
	Fe	Ethylene glycol	10 nm	0.55%	18%
	Au	Water	10–20 nm	0.026%	21%
	Ag	Water	60–80 nm	0.001%	17%
Non-metallic nanofluids	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Water	13 nm	4.3%	30%
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Water	33 nm	4.3%	15%
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Water	68 nm	5%	21%
	CuO	Water	36 nm	3.4%	12%
	CuO	Water	50 nm	0.4%	17%
	SiC	Water	26 nm	4.2%	16%
	TiO <sub>2</sub>	Water	15 nm	5%	30%
	MWCNT	Synthetic oil	25 nm in diameter 50 μm in length	1%	150%
	MWCNT	Decene/ethylene glycol/water	15 nm in diameter 30 μm in length	1%	20%/13%/7%
	MWCNT	Water	100 nm in diameter 70 μm in length	0.6%	38%

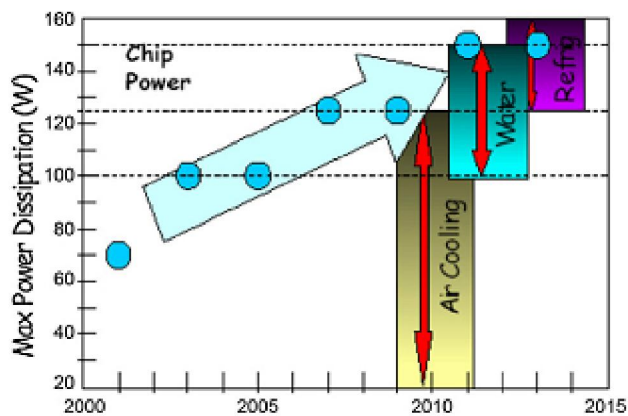
Dengan peningkatan perpindahan panas yang terjadi, tentunya dapat digunakan sebagai pendingin, peningkatan koefisien perpindahan panas, mengurangi koefisien friksi, dan masih banyak lagi yang lainnya.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Aplikasi Nanofluida di Bidang Teknik di Indonesia**

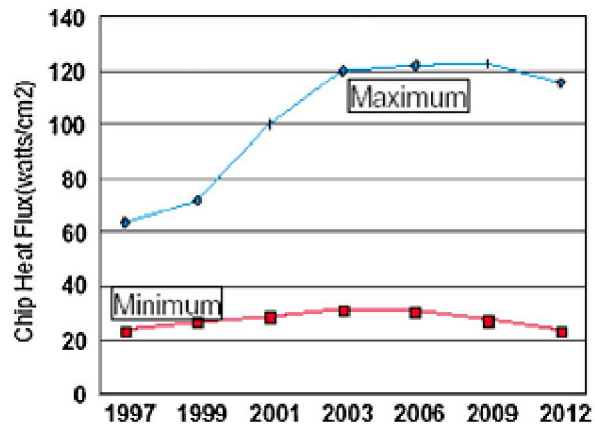
- a. Pendingin pada elektronik

Nanofluida digunakan sebagai fluida pendingin pada alat elektronika, seperti untuk mendinginkan semikonduktor pada CPU atau PC (*Personal Computer*). Dimana fluks kalor pada sebuah chip semikonduktor dapat naik dengan kisaran 330 W/m<sup>2</sup> hingga 520 W/m<sup>2</sup>. Sehingga dilakukan riset ataupun pengembangan untuk menurunkan perpindahan panas yang terjadi sehingga suhu ataupun fluks panas pada chip atau semikonduktor dapat bertahan lama ketika dioperasikan. Dimana penggunaan nanofluida diterapkan pada pendingin udara, pendingin fluida ataupun juga pada pendingin dua fase.



**Gambar 3. Chip power dissipation chart [Saidur, et al, 2011]**

Sehingga penggunaan nanofluida diharapkan memperoleh efisiensi termal yang naik dengan penurunan suhu pada chip seperti pada Gambar 4 dibawah ini:



Gambar 4. Chip heat flux chart [Saidur, et al, 2011]

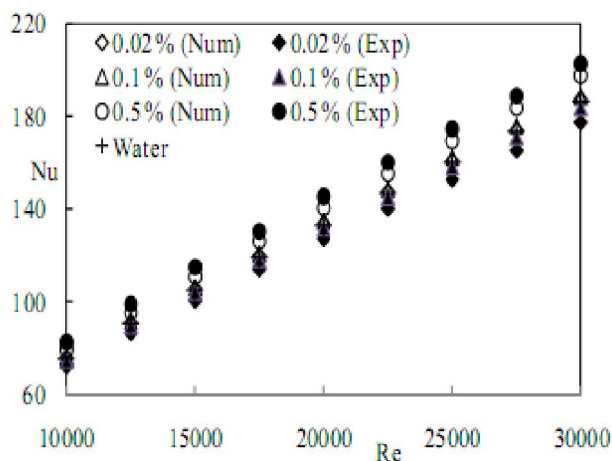
b. Pendingin pada reaktor nuklir

Biasanya pendingin pada reaktor nuklir menggunakan fluida air ringan seperti H<sub>2</sub>O yang diaplikasikan kepada reaktor nuklir tipe PWR (*Pressurized Water Reactor*) dan BWR (*Boiling Water Reactor*). Dimana, nanofluida digunakan nantinya sebagai fluida pendingin dengan tujuan untuk meningkatkan perpindahan kalor yang terjadi di teras reaktor nuklir. Sehingga panas yang diambil hasil dari reaksi fisi nuklir dapat dikonversi ke steam generator ataupun heat exchanger kemudian ke turbin dan generator.



Gambar 5. Tipe Nanofluida Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Water [Putra, dkk, 2010]

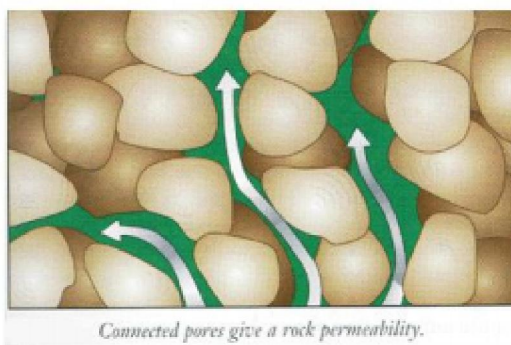
Secara teori nanofluida dapat meningkatkan efek perpindahan kalor pada teras reaktor nuklir berdasarkan perbedaan konduktivitas termal pada fluida pendingin dengan air ringan dibandingkan dengan menggunakan nanofluida Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-water dengan memperhatikan pula efek konsentrasi dari fraksi volume nanopartikel didalam nanofluida tersebut, seperti pada Gambar 6 dibawah ini:



**Gambar 6. Kenaikan bilangan Nusselt [Nu] berdasarkan pengaruh konsentrasi dari nanofluida pada rejim turbulen [Kumar, 2011]**

c. Nanofluida pada proses *drilling*

Pada sumur-sumur tua minyak dan gas yang ada di Indonesia rata-rata masih tersimpan sisa-sisa minyak dan gas hasil eksplorasi, sehingga masih ada sekitar 30-50% minyak dan gas yang terkandung didalam yang berada pada batuan-batuan keras maupun lapisan-lapisan kulit bumi yang lainnya. Sehingga perlu usaha maupun teknik untuk mengeluarkan minyak-minyak yang berada dilapisan tersebut. Dimana nanofluida digunakan untuk mengikat minyak tersebut dengan memperhatikan viskositas dari nanofluida dan juga minyak tersebut. Dengan cara penyuntikkan nanofluida ke lapisan yang masih terkandung minyak, sehingga nanofluida tersebut akan mengeluarkannya. Seperti pada Gambar 7 dibawah ini:



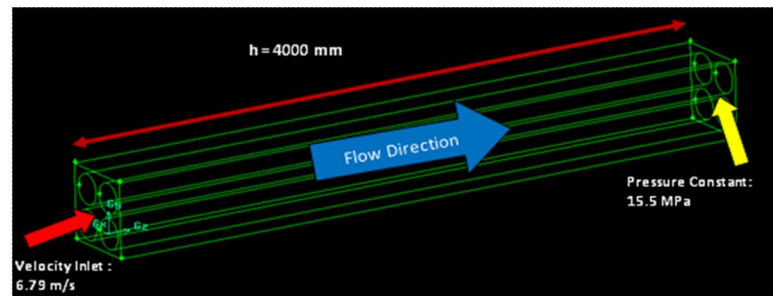
**Gambar 7. Proses injeksi nanofluida pada *drilling* [Iskandar, 2013]**

Dan masih banyak kemungkinan peluang riset yang dapat digali dan dikembangkan untuk skala laboratorium maupun menuju aplikasi industri dengan menerapkan aplikasi nanoteknologi khusus untuk nanofluida.

#### **Perkembangan riset nanofluida di Teknik Mesin UMJ**

Untuk jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta, mulai pada awal tahun 2013 ini mulai mengembangkan potensi aplikasi nanofluida dibidang teknik, baik itu secara teoritis termasuk didalam pemodelan dan simulasi maupun nantinya mengarah kepada pengembangan secara eksperimental untuk prototipe.

Dimulai dengan pengembangan aplikasi nanofluida sebagai fluida pendingin di reaktor nuklir, dengan tujuan menaikkan koefisien perpindahan kalor pada proses perpindahan panas di teras reaktor hasil dari reaksi fisi nuklir.



**Gambar 8. Pemodelan sub buluh susunan segi empat di teras reaktor PWR [Ramadhan, dkk, 2013]**

Dengan menggunakan pemodelan sub buluh dimana merupakan bagian dari teras reaktor nuklir yang digunakan. Pemodelan dan simulasi dilakukan dengan menggunakan program *Computational Fluid Dynamics* (CFD). Sehingga dapat diketahui distribusi suhu, kecepatan nanofluida yang disimulasikan sesuai dengan kondisi operasionalnya. Agar nantinya dapat diketahui perbandingan nanofluida dengan fluida air ringan biasanya. Dan nantinya dapat dilakukan pengujian secara eksperimental.

## KESIMPULAN

Nanofluida merupakan perpaduan nanopartikel dengan ukuran 1-100 nm dilarutkan dengan fluida kerja, baik fluida air maupun fluida cair yang lainnya. Nanofluida secara teori memiliki konduktivitas termal yang lebih besar dibandingkan dengan konduktivitas termal fluida cair yang biasanya. Sehingga dapat meningkatkan kinerja perpindahan panas pada alat penukar kalor maupun alat-alat industri yang menggunakan media fluida sebagai media perpindahannya.

Dimasa depan nanofluida ini memiliki prospek pengembangan pada peningkatan perpindahan kalor pada bidang teknik. Apakah itu pada reaktor nuklir, elektronik, alat penukar kalor, engine cooling dan lain sebagainya. Sehingga mari bersama-sama kita untuk mengembangkannya. Baik untuk secara teoritis maupun eksperimental didalam pengerjaan risetnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Saidur, R, et. al, (2011), *A review on application and challenges of nanofluids*, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, pp. 1646–1668.
- Iskandar, F, (2013), *Keunikan Nanomaterial Fabrikasi dan Aplikasinya*, Seminar Nasional Nanofluida I, Bandung
- Puradwi, dan Juarsa, M, (2009), *Studi Literatur Inovasi Keselamatan Reaktor Nuklir Melalui Penggunaan Teknologi Fluida Nano Sebagai Fluida Pendingin*, Vol 13 No 2, *Jurnal Sigma Epsilon*, pp. 49-53
- Putra, N, dkk., (2010), *Efek Konsentrasi Nanofluida Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-H<sub>2</sub>O dan Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>O<sub>2</sub> Terhadap Kinerja Heat Pipe*, Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin ke – 9, Palembang
- Ramadhan, A. I., (2012), *Analisis Perpindahan Panas Fluida Pendingin Nanofluida Di Teras Reaktor Air Tekan (Pressurized Water Reactor) Dengan CFD Code*, Tesis Program Magister, Universitas Pancasila, Jakarta
- Ramadhan, A. I., Lasman, A. N., Umar, E., (2013), *Studi Teoritik Pengembangan Nanofluida Sebagai Fluida Pendingin Di Reaktor Nuklir Berbahan Bakar Silinder Dengan Computational Fluid Dynamics*, Seminar Inovasi Teknologi dan Rekayasa Industri 2013, Universitas Andalas, Padang