

Analisa Fluida Nano Al₂O₃-Air Pada Alat Penukar Kalor Proses Pendinginan (Metode Simulasi)

Aryati Muhaymin Marali, Slamet Wahyudi, Nurkholis Hamidi

Teknik Mesin, Universitas Brawijaya Malang
ariemarali@gmail.com

Abstrak

Sistem perpindahan panas konvensional tidak mampu menyerap panas dengan baik. Berbagai metode telah dilakukan untuk meningkatkan perpindahan panas. Salah satunya adalah metode yang menggunakan nanofluida yang telah dilakukan oleh banyak peneliti; karena kinerja thermal yang lebih baik dibandingkan dengan fluida perpindahan panas konvensional. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui peningkatan perpindahan panas konveksi dengan menggunakan Al₂O₃ - Water nanofluida. Konsentrasi volume Al₂O₃ bervariasi dari 0.15%, 0.25%, dan 0.5% dengan nanopartikel berdiameter 20 nm yang mengalir dalam aliran penukar kalor double pipe dengan arah aliran berlawanan. Hasilnya menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi volume partikel menyebabkan peningkatan koefisien perpindahan panas. Hasil pengukuran simulasi menunjukkan peningkatan temperatur fluida sebesar 10.7% dengan konsentrasi volume 0.15%, terjadi peningkatan sebesar 15-20% dengan konsentrasi volume partikel 0.25%, dan terjadi peningkatan sebesar 17-27% dengan konsentrasi volume partikel nano 0.5%.

Kata Kunci: fluida nano, perpindahan panas, CFD, alat penukar kalor.

1. Pendahuluan

Beberapa penelitian dilakukan untuk memperbaharui sifat properties dari suatu fluida, salah satu metode yang digunakan yaitu memodifikasi sifat properties fluida tersebut yang diharapkan dapat meningkatkan performance pada fluida kerjanya. Cara yang digunakan untuk memperbaharui karakteristik sifat properties suatu fluida yaitu fluida nano. Choi (1995), melakukan penelitian pertama mengenai fluida nano Cu dan Al₂O₃ dengan fluida dasarnya berupa air dan *ethylene glycol*. Pada penelitian tersebut didapatkan hasil terjadi peningkatan koefisiensi perpindahan panas secara konduksi sebesar 20% (Choi, S.U.S.,2005).

Penambahan beberapa partikel padat berukuran nanometer (<100nm) pada fluida dasarnya, hal tersebut bertujuan untuk melakukan perbaikan sifat properties dari fluida dasar tersebut. Pada pengaplikasiannya fluida nano diharapkan bisa menjadi generasi teknologi salah satunya pada perpindahan panas, karena fluida nano memiliki sifat termal yang lebih baik dibandingkan dengan fluida dasar. Fluida nano merupakan partikel padat yang didispersikan kedalam fluida dasar, fluida dasar dapat berupa air, minyak dan *ethylene glycol*. Eastman, et al (1997) melakukan penelitian mengenai fluida nano Cu-*ethylene glycol* dengan volume partikel 0.3%. hasil yang diperoleh pada penelitian ini terjadi peningkatan konduktivitas termal sebesar 40% (Estman, AE et al, 2001)

Li Dan Xuan melakukan penelitian perpindahan panas proses konveksi dalam aliran laminar dan turbulen Rezim. Dengan menggunakan nanofluida Cu-air mengalir di dalam tabung yang dipanaskan secara merata. Hasil yang diperoleh koefisiensi perpindahan panas meningkat sekitar 60% pada konsentrasi partikel padat 2% dibandingkan dengan air murni. Peningkatan konsentrasi nanopartikel juga berakibat pada peningkatan koefisien perpindahan panas (Li, Q. dan Xuan, Y., 2002)

Anoop, et al melakukan penelitian mengenai perpindahan panas secara konveksi menggunakan fluida nano Al₂O₃-air daerah aliran pipa dengan fluks kalor konstan dalam penelitian ini menggunakan dua ukuran partikel padat yang berbeda yaitu (45 Nm dan 150 nm) tujuan penelitian ini menganalisa efek ukuran partikel padat terhadap koefisien perpindahan panas secara konveksi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa, dari dua ukuran partikel digunakan dan diamati bahwa fluida nano dengan partikel 45 nm menunjukkan koefisiensi perpindahan panas yang lebih tinggi dibandingkan dengan partikel 150 nm (Anoop, et al, 2009)

Terdapat metode dalam menganalisa suatu permasalahan fluida yaitu metode yang memanfaatkan komputer, metode berbasis komputer ini mampu menganalisa fenomena dari aliran fluida. Sehingga para peneliti dapat menganalisa secara visual perubahan suhu pada aliran fluida proses perpindahan panas.

Computational Fluid Dynamic (CFD) merupakan suatu metode analisa yang dilakukan dengan bantuan computer. Selain visualisasi CFD juga digunakan untuk menganalisa sebuah sistem yang rumit dan sulit untuk dipecahkan dengan perhitungan manual. CFD yang biasa digunakan adalah FLUENT.

Dari beberapa penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa dengan penambahan partikel padat kedalam fluida dasar akan meningkatkan koefisiensi perpindahan panas. Sehingga dalam penelitian ini, peneliti ingin menganalisa secara visual proses terjadinya perpindahan panas dengan menggunakan fluida nano Al_2O_3 -air mengalir dalam pipa ganda dengan arah berlawanan dengan menggunakan metode CFD. Sehingga didapatkan hasil secara visual perubahan temperatur yang terjadi dalam sistem.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode simulasi komputer dengan bantuan ANSYS 14.5 FLUENT. Pada penelitian ini, peneliti ingin menganalisa perpindahan panas yang terjadi pada fluida nano secara visual dengan menggunakan alat penukar kalor pipa konsentrik dengan arah aliran berlawanan dengan aliran laminar. Adapun fluida yang digunakan yaitu fluida nano Al_2O_3 -air dengan konsentrasi volume partikel 0.15%, 0.25%, dan 0.5% dengan variasi laju kecepatan aliran sebesar 0.1 LPM, dan 0.4 LPM. Sifat properties dari fluida nano Al_2O_3 didapatkan melalui metode eksperimen, adapun data yang didapatkan berupa;

Tabel 1 sifat termofisik dari fluida nano Al_2O_3 -air

T °C	φ %	Thermo-physical properties			
		ρ_{nf} (kg/m^3)	μ_{nf} ($kg/m.s$)	k_{nf} ($W/m^{\circ}C$)	$C_{p,nf}$ ($J/kg^{\circ}C$)
23	0	996	0,000845	0,613	4181
	0	992	0,000792	0,633	4179
40	0,15	995	0,000819	0,66	4158
	0,25	998	0,000855	0,678	4144
	0,5	1000	0,000882	0,724	4110

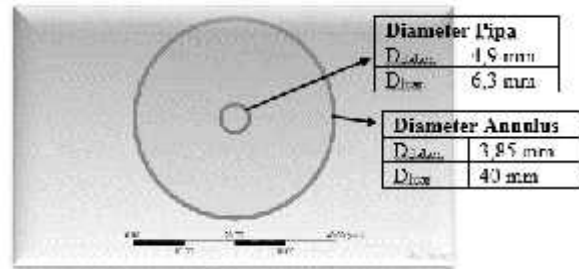
2.1 Metode Pengumpulan Data

Terdapat tiga tahapan yang dilakukan pada saat melakukan simulasi CFD, yaitu;

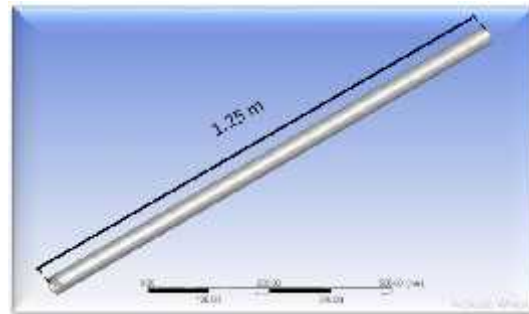
a. Pemrosesan awal (Pre-processing)

Membuat model alat penukar kalor, berikut gambaran desain alat penukar kalor yang akan disimulasikan;

dilakukan. Adapun proses pengumpulan data pada penelitian ini digambarkan melalui diagram penelitian dibawah ini.

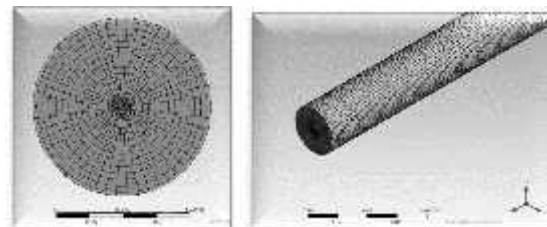


Gambar 2.1. Rancangan permodelan diameter alat penukar kalor



Gambar 2.2 Rancangan permodelan panjang alat penukar kalor

Langkah berikutnya adalah menentukan meshing yang akan digunakan dalam simulasi, meshing yang digunakan pada penelitian ini adalah *Quadrilateral*. Setelah proses *meshing* selesai maka selanjutnya mengidentifikasi bidang batas pada geometri tersebut.



Gambar 2.3 Meshing alat penukar kalor

b. Pemecahan masalah (solving)

Pada tahap ini dilakukan pemecahan masalah dengan menggunakan solvers atau bisa disebut dengan program solusi dari CFD menghitung kondisi batas pada saat perancangan awal (*pre-processing*).

c. Pemrosesan lanjut (post processing)

Pada tahap ini merupakan tahapan akhir pada simulasi CFD yaitu akan terdapat hasil dari simulasi yang telah



GambarDiagram 1 alur penelitian

2.2 Metode Analisa Data

Computational fluid dynamics (CFD) digunakan sebagai alat rekayasa memprediksi aliran fluida dan perubahan temperatur yang terjadi pada alat penukar kalor. Adapun data yang akan diperoleh dari simulasi berupa parameter yang dicari yaitu temperatur rata-rata dinding pipa, temperatur keluar pipa fluida nano, temperatur pipa keluar air. Selain data tersebut pada penelitian ini juga akan didapatkan plot berupa perubahan temperatur pada saat terjadi proses perpindahan panas pada alat penukar kalor.

3. Hasil dan Pembahasan

Pada penelitian ini data diperoleh dari metode simulasi dengan menggunakan fluida nano sebagai fluida panas dengan temperatur masuk dibuat konstan sebesar 40°C dan fluida dinginnya adalah air dengan temperatur konstan 23°C. Sehingga didapatkan hasil yang diperoleh dari data simulasi berupa nilai temperatur;

φ	Laju aliran masuk	T_{in}	T_{cat}	$T_{w.dug}$
%	LPM	°C	°C	°C
0.15	0.1	34.96	23.34	27.48
	0.4	36.49	24.15	28.41
0.25	0.1	29.16	24.05	25.61
	0.4	30.52	24.79	25.9
0.5	0.1	27.25	25.28	24.62
	0.4	30.7	25.74	25.37

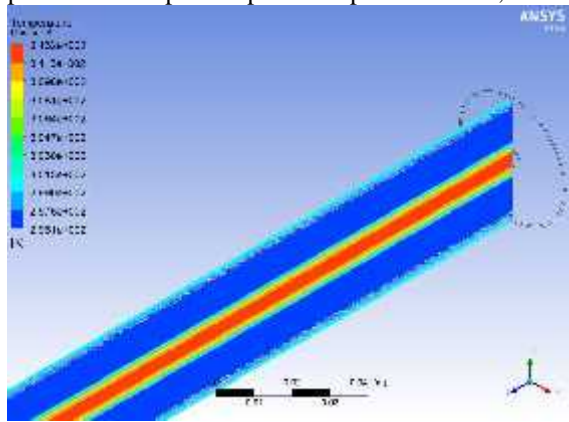
Pada tabel diatas didapatkan hasil dari penggunaan nano fluida pada pengaplikasian alat penukar kalor dengan variasi volume partikel 0.15%, 0.25% dan 0.5%. Hasil simulasi diperoleh temperatur yang berbeda setiap konsentrasi volume partikel terhadap laju aliran masuk ke dalam pipa.

- Pada konsentrasi volume partikel 0.15%, pada laju aliran masuk 0.1 LPM didapatkan hasil sebagai berikut; pada fluida nano penurunan temperatur sebesar 12.6% , pada fluida dingin terjadi kenaikan suhu sebesar 1.4% dan temperatur rata-rata dinding pipa dalam sebesar 27.48 °C. sedangkan pada laju aliran masuk 0.2 LPM didapatkan hasil sebagai berikut; pada fluida nano penurunan temperatur sebesar 8.8%, pada fluida dingin terjadi kenaikan sebesar 4.7% dan

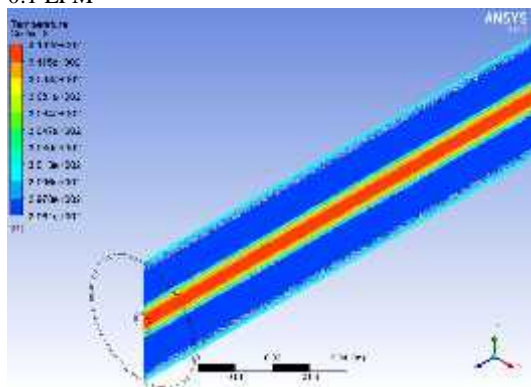
Tabel 2 hasil data temperatur dengan metode simulasi

- temperatur rata-rata dinding pipa dalam sebesar 28.41 °C
- Pada konsentrasi volume 0.25%, pada laju aliran masuk 0.1 LPM didapatkan hasil sebagai berikut; pada fluida nano penurunan temperatur sebesar 27.1%, pada fluida dingin terjadi penurunan suhu sebesar 4.2%, dan temperatur rata-rata dinding pipa dalam sebesar 25.61 °C sedangkan pada laju aliran masuk 0.2 LPM didapatkan hasil sebagai berikut; pada fluida nano penurunan temperatur sebesar 23.7%, pada fluida dingin terjadi kenaikan sebesar 7.2% dan temperatur rata-rata dinding pipa dalam sebesar 25.9 °C
 - Pada konsentrasi volume partikel 0.5%, pada laju aliran masuk 0.1 LPM didapatkan hasil sebagai berikut; pada fluida nano penurunan temperatur sebesar 31.88% , pada fluida dingin terjadi kenaikan suhu sebesar 9.02% dan temperatur rata-rata dinding pipa dalam sebesar 24.62°C. sedangkan pada laju aliran masuk 0.2 LPM didapatkan hasil sebagai berikut; pada fluida nano penurunan temperatur sebesar 23.25%, pada fluida dingin terjadi kenaikan sebesar 10.6% dan temperatur rata-rata dinding pipa dalam sebesar 25.37°C

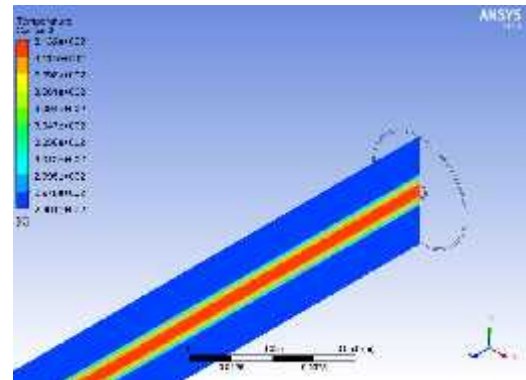
Berikut adalah hasil simulasi secara visual perubahan temperatur pada alat penukar kalor;



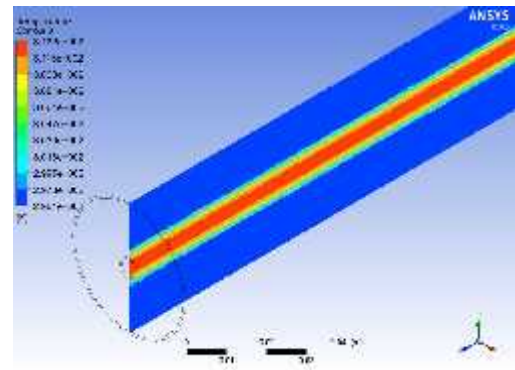
Gambar 3.1 Visualisasi Temperatur inlet fluida nano pada alat penukar kalor ϕ 0.15% dengan laju aliran 0.1 LPM



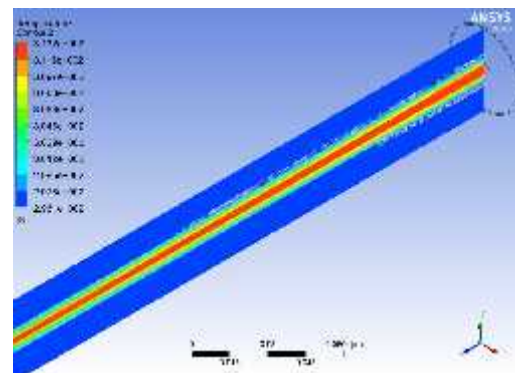
Gambar 3.2 Visualisasi Temperatur outlet fluida nano pada alat penukar kalor ϕ 0.15% dengan laju aliran 0.1 LPM



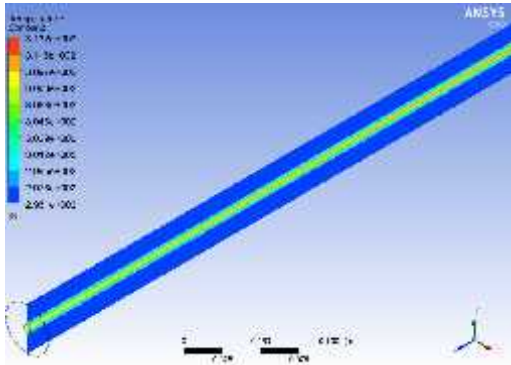
Gambar 3.3 Visualisasi Temperatur inlet fluida nano pada alat penukar kalor ϕ 0.15% dengan laju aliran 0.4 LPM



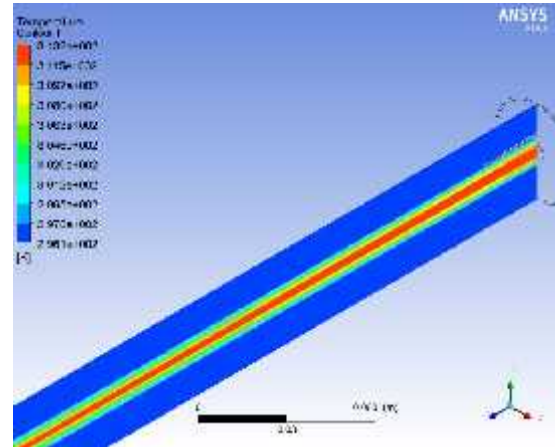
Gambar 3.4 Visualisasi Temperatur outlet fluida nano pada alat penukar kalor ϕ 0.15% dengan laju aliran 0.4 LPM



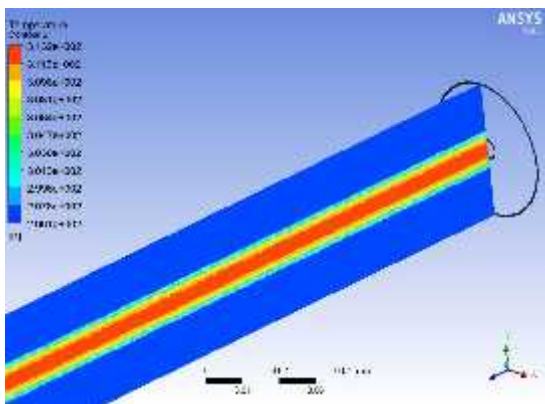
Gambar 3.5 Visualisasi Temperatur inlet fluida nano pada alat penukar kalor ϕ 0.25% dengan laju aliran 0.1 LPM



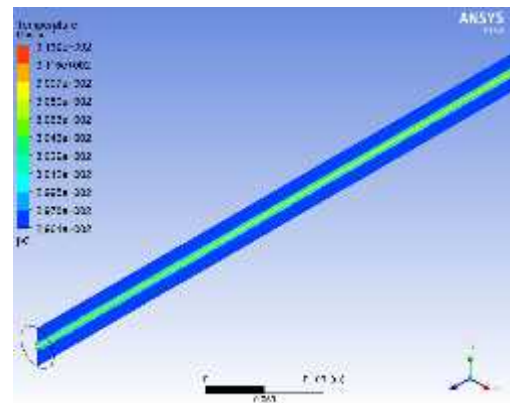
Gambar 3.6 Visualisasi Temperatur outlet fluida nano pada alat penukar kalor ϕ 0.25% dengan laju aliran 0.1 LPM



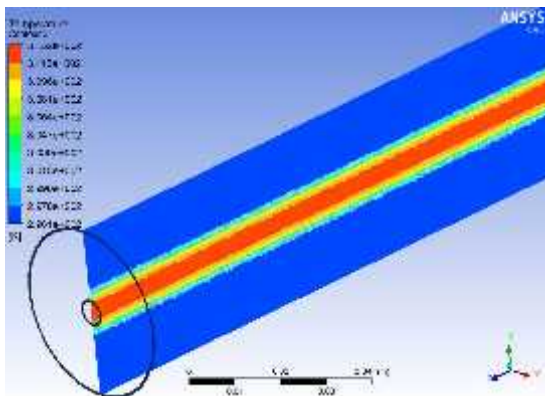
Gambar 3.9 Visualisasi Temperatur inlet fluida nano pada alat penukar kalor ϕ 0.5% dengan laju aliran 0.1 LPM



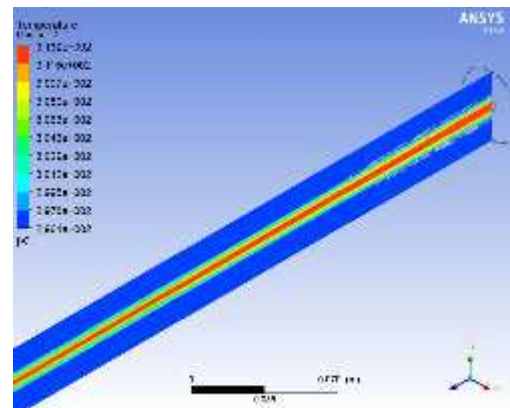
Gambar 3.7 Visualisasi Temperatur inlet fluida nano pada alat penukar kalor ϕ 0.25% dengan laju aliran 0.4 LPM



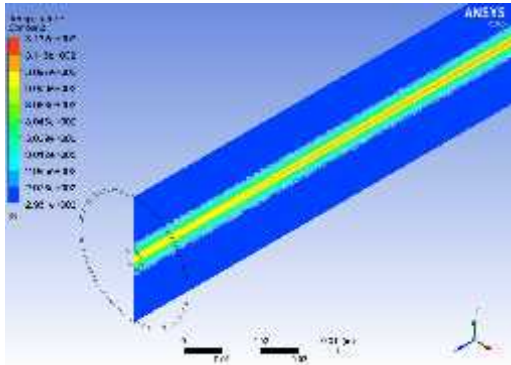
Gambar 3.10 Visualisasi Temperatur outlet fluida nano pada alat penukar kalor ϕ 0.5% dengan laju aliran 0.1 LPM



Gambar 3.8 Visualisasi Temperatur outlet fluida nano pada alat penukar kalor ϕ 0.25% dengan laju aliran 0.4 LPM



Gambar 3.11 Visualisasi Temperatur inlet fluida nano pada alat penukar kalor ϕ 0.5% dengan laju aliran 0.4 LPM



Gambar 3.12 Visualisasi Temperatur outlet fluida nano pada alat penukar kalor ϕ 0.5" dengan laju aliran 0.4 LPM

Syaiful dan Nurnia Arifiani.(2016). *Visualisasi Aliran Udara Melalui Vortex Generator Jenis Concave Rectangular Winglet di dalam Saluran*. Proceeding National Symposium on Thermofluids VIII, p. 93-9

4. Kesimpulan

Hasil simulasi yang didapatkan menyatakan bahwa terjadi penurunan temperatur dengan menggunakan fluida nano sebagai fluida panas dan air sebagai fluida dinginnya, semakin besar volume partikel fluida nano digunakan maka penurunan temperatur yang didapatkan juga semakin besar. Jika dibandingkan dengan laju aliran masuk dengan variasi fluida nano maka penurunan temperatur yang dihasilkan maka semakin berkurang. Hasil pengukuran simulasi menunjukkan peningkatan temperatur fluida sebesar 10.7% dengan konsentrasi volume 0.15%, terjadi peningkatan sebesar 15-20% dengan konsentrasi volume partikel 0.25%, dan terjadi peningkatan sebesar 17-27% dengan konsentrasi volume partikel nano 0.5%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa penggunaan fluida nano sebagai fluida kerja akan berpengaruh terhadap laju perpindahan panas.

Daftar Pustaka

- Anoop, K., Sundararajan, T. and Das, S. K.,(2009). *Effect of particle size on the convective heat transfer in nanofluid in the developing region*. Int. J of Heat and Mass Transfer, Vol. 52, p. 2189-2195
- Choi, S.U.S. (2005). *Enhancing thermal conductivity of fluids with nanoparticles*, ASME FED.
- Estman, J. A., Choi, S.U.S., Li, S., Yu, W. and Thomson, L.J. (2001). *Anomalously increased effective thermal conductivities of ethylene glycol based nanofluids containing copper nanoparticles*. J.Appl. Phys Letter, Vol. 78, No.6, p.718-720.
- Li, Q. dan Xuan, Y. (2002) *Convective heat transfer and flow characteristics of Cu-water nanofluid*. Science in China. Serie E: Tech. Science.



**BERITA ACARA
KEGIATAN SEMINAR NASIONAL ReTII KE-12 TAHUN 2017**

Pada hari ini Sabtu, Tanggal 9 Desember, Tahun 2017 telah dilaksanakan Seminar Nasional Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi (ReTII) ke-12, atas :



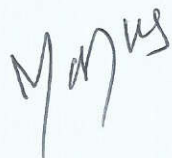
- Nama Pemakalah : Aryati Muhaymin Marali¹, Slamet Wahyudi², Nurkholis Hamidi³
- Judul Makalah : ANALISA FLUIDA NANO AL2O3-AIR PADA ALAT PENUKAR KALOR PROSES PENDINGINAN (METODE SIMULASI)
- Pukul : 10.15 - 10.30
- Bertempat di : Sekolah Tinggi Teknologi Nasional Yogyakarta
- Dengan alamat : Jln. Babarsari, Caturtunggal, Depok, Sleman, DIY
- Ruang : D.12
- Moderator : Aris Warsito, ST, MT, Ph.D
- Notulen : Wartono, ST, M.Eng

Susunan Acara Seminar ini dibuka oleh Moderator, diikuti oleh Pemaparan Singkat Hasil Penelitian oleh Pemakalah, Tanggapan (Pertanyaan/Kritik/Saran) dari Peserta Seminar dan Tanggapan Pemakalah, dan ditutup kembali oleh Moderator.

Jumlah Peserta yang hadir : _____ orang (Daftar Hadir Terlampir)

Demikian Berita Acara ini dibuat dengan sebenarnya untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 9 Desember 2017

Ketua Panitia	Moderator	Pemakalah
 Dr. Ir. Sugiarto, MT	 Aris Warsito, ST, MT, Ph.D	 Aryati Muhaymin Marali ¹ , Slamet Wahyudi ² , Nurkholis Hamidi ³



NOTULEN KEGIATAN SEMINAR NASIONAL ReTII KE-12 TAHUN 2017

Pada hari ini Sabtu, Tanggal 9 Desember, Tahun 2017 telah dilaksanakan Seminar Nasional Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi (ReTII) ke-12, atas :

Nama Pemakalah : Aryati Muhaymin Marali¹, Slamet Wahyudi², Nurkholis Hamidi³

Judul Makalah : ANALISA FLUIDA NANO AL₂O₃-AIR PADA ALAT PENUKAR KALOR PROSES PENDINGINAN (METODE SIMULASI)

Pukul : 10.15 - 10.30


Bertempat di : STTNAS Yogyakarta

Dengan alamat : Jl. Babarsari, Caturtunggal, Depok, Sleman, DIY

Ruang : D.12

Pertanyaan/Kritik/Saran	Tanggapan Pemakalah
<p>- utk pengaplikasian dimana ?</p> <p>- % penurunan suhu yg dpt diturunkan bp ?</p>	<p>- sistim pendinginan . Ini penelitian baru , di aplikasikan di di motor .</p> <p>- Ada di jurnal di tempilkan . Terjadi penurunan temperatur dg menggunakan fluida nano .</p>

Yogyakarta, 9 Desember 2017

Ketua Panitia	Moderator	Pemakalah
 <p style="text-align: center;"><i>[Signature]</i></p> <p style="text-align: center;">Dr. Ir. Sugiarto, MT</p>	<p style="text-align: center;"><i>[Signature]</i></p> <p style="text-align: center;">Aris Warsito, ST, MT, Ph.D</p>	<p style="text-align: center;"><i>[Signature]</i></p> <p style="text-align: center;">Aryati /Muhaymin Marali¹, Slamet Wahyudi², Nurkholis Hamidi³</p>