# USULAN PROGRAM KREATIVITAS MAHASISWA

# JUDUL PROGRAM

## Desain Thermal Fluida Nano ZnO Sebagai Fluida Pendingin Reaktor Nuklir Berdaya Di Bawah 300 MW

## BIDANG KEGIATAN
## PKM-P

DIUSULKAN OLEH :


| | |
|---|---|
| Pajar Tri Guntoro | 2011440018 / 2011 |
| Wahyu Ibrahim | 2012420013 / 2012 |
| Sandy Adrian | 2012447033 / 2012 |
| Sofyan Trihatmoko | 2012440026/ 2012 |


## UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JAKARTA
## JAKARTA
## 2013

# HALAMAN PENGESAHAN
# USUL PROGRAM KREATIVITAS MAHASISWA

| | | |
|---|---|---|
| 1. Judul Kegiatan | : | Desain Thermal Fluida Nano ZnO Sebagai Fluida Pendingin Reaktor Nuklir Berdaya Di Bawah 300 MW |
| 2. Bidang Kegiatan | : | PKM-P |
| 3. Ketua Pelaksana Kegiatan | | |
| a. Nama Lengkap | : | Pajar Tri Guntoro |
| b. NIM | : | 2011440018 |
| c. Jurusan | : | Teknik Mesin |
| d. Universitas/Institut/Politeknik | : | Universitas Muhammadiyah Jakarta |
| e. Alamat Rumah dan No.Telp/HP | : | Jl. Gandaria Utara No.71 Bekasi Utara 08988391130 |
| f. Alamat Email | : | pajartriguntoro@rocketmail.com |
| 4. Anggota Pelaksana Kegiatan/Penulis | : | 3 orang |
| 5. Dosen Pendamping | | |
| a. Nama Lengkap dan Gelar | : | Ery Diniardi, ST, MT |
| b. NIDN | : | 0319117301 |
| c. Alamat Rumah dan No. Telp/HP | : | Perum Tridaya Indah I Jl. Anyelir 6 D 4/7 Tambun Bekasi 021-4256024 / 08129921575 |
| 6. Biaya Kegiatan Total | | |
| a. DIKTI | : | Rp. 12.500.000,- |
| b. Sumber lain | : | - |
| 7. Jangka Waktu Pelaksanaan | : | 5bulan |

Jakarta, Oktober 2013

Menyetujui,
Wakil Dekan III Bidang Kemahasiswaan

Irfan Rumawan, ST, M.Chem.Eng
NIDN. 0314037204

Ketua Pelaksana Kegiatan,

Pajar Tri Guntoro
NIM. 2011440018

Wakil Rektor III Bidang Kemahasiswaan

Ir. Sularno, MSi
NIP. 20.314

Dosen Pendamping,

Ery Diniardi, ST, MT
NIDN. 0319117301

# ABSTRAK

Salah satu fitur keselamatan reaktor nuklir adalah sistem pendinginan teras dalam keadaan darurat. Hasil studi literatur pada penelitian terdahulu tentang fluida nano, sebagai pendingin dalam pendidihan kolam, menunjukkan meningkatnya CHF *(Critical Heat Flux)* atau fluk kalor maksimum dan konduktivitas thermal sebagai fungsi konsentrasi fluida nano. Peningkatan fluk kalor maksimum juga dialami pada eksperimen r*ewetting* batang panas menggunakan ZnO pada temperatur tinggi sebagai fungsi temperatur awal. Berbagai hasil studi perpindahan panas dalam berkas silinder vertikal telah dilakukan namun hanya sedikit yang mencakup kondisi aliran yang memiliki bilangan Reynolds kecil dan masih berkembang baik secara termal maupun hidrodinamik. Dengan beberapa hasil studi literatur tersebut memberikan ide inovasi fitur keselamatan reaktor nuklir melalui penggunaan teknologi fluida nano sebagai fluida pendingin. Pertimbangan yang diperlukan adalah CHF *(Critical Heat Flux)*, konduktivitas termal, pengembangan fluida nano berkelas nuklir, dan kriteria fluida nano yang diperlukan. Aplikasi fluida nano sangat potensial sebagai sebuah inovasi fitur keselamatan reaktor nuklir. Inovasi tersebut perlu dikaji lebih lanjut dalam sebuah penelitian untuk membuktikan bahwa perbaikan pertukaran kalor pada tipe CHF *(Critical Heat Flux)* menggunakan fluida nano akan lebih menjamin proses pendinginan yang lebih cepat.

Kata Kunci : *Critical Heat Flux*, Nano Fluida, Reaktor Nuklir, Konduktivitas Thermal

# DAFTAR ISI


Halaman Pengesahan ..... i
Abstrak ..... ii
Daftar Isi ..... iii
Daftar Tabel dan Gambar..... iv
Pendahuluan ..... 1
Latar Belakang Masalah ..... 1
Perumusan Masalah ..... 1
Tujuan penelitian..... 1
Luaran Yang Diharapkan ..... 2
Kegunaan..... 2
Tinjauan Pustaka ..... 2
Reaktor Nuklir ..... 2
*Small Modular Reactor* (SMR)..... 2
Nanofluida ..... 4
Landasan Teori ..... 4
Computational Fluid Dynamic (CFD) ..... 4
Koefisien perpindahan panas ..... 4
Metode Penelitian ..... 5
Bahan Penelitian ..... 5
Peralatan Penelitian ..... 6
Cara Kerja ..... 6
Biaya dan Jadwal Kegiatan ..... 7
Anggaran Biaya ..... 7
Jadwal Kegiatan ..... 7
Daftar Pustaka ..... 8
Lampiran ..... 9

# DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Technical Description dari SMR (CAREM)..... 3
Gambar 2. Hasil pemeriksaan nanopartikel ZnO dengan *Scanning Electron Microscope* (SEM) untuk (a) pada 100 nm dan (b) pada skala 200 nm…….. 4

# BAB 1. PENDAHULUAN

## 1.1. Latar Belakang Masalah

Saat ini mulai dilakukan pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir atau PLTN diseluruh dunia dengan tipe *Small Modular Reactor* (SMR) yaitu reaktor nuklir mini dengan daya dibawah 300 MW. Dimana kelebihan dari *Small Modular Reactor* (SMR) adalah lebih fleksibel dalam masalah desainnya, lebih murah harga pembangunannya dan juga harga perawatannya. Selama ini kita lebih mengenal fluida yang mengalir didalam alat penukar kalor yang menggunakan fasa cair adalah air atau $H_2O$ saja. Sehingga dalam penelitian ini akan dilakukan pergantian fluida cairnya yaitu nano fluida ZnO. Nano fluida yaitu larutan yang mengandung partikel-partikel nano (1-100 nm) dalam fluida dasar.

Didalam penelitian ini nano fluida ZnO dijadikan sebagai fluida pendingin reaktor nuklir dalam satu fasa (cair ke cair). Sehingga nantinya dapat diketahui karakteristik fenomena termofluida yang terjadi pada fluida nano ZnO dibandingkan dengan fluida cair biasanya. Untuk mengetahui besaran nilai pendinginan (distribusi suhu dan kecepatan aliran fluida) nano fluida ZnO terhadap reaktor nuklir dilakukan perhitungan numerik secara *finite volume method* dengan bantuan CFD Code.

## 1.2. Perumusan Masalah

Penelitian ini bermaksud untuk menjawab dua pertanyaan pokok yang ingin dipecahkan yaitu :

1. Seberapa besar pengaruh aspek termohidrolika reaktor yang dimiliki reaktor nuklir di sistem pendingin apabila menggunakan nano fluida ZnO sebagai fluida pendingin di reaktor nuklir berdaya di bawah 300 MW.
2. Kondisi optimum performasi fluida air yang digunakan sebagai fluida pendingin pada teras realtor nuklir berdasarkan kecepatan aliran fluida dan distribusi suhu bahan bakar ketika diberikan Fluida air(ZnO) sebagai fluida pendingin reactor nuklir berdaya di bawah 300 MW.

## 1.3. Tujuan Penelitian

Dari perumusan masalah di atas, maka tujuan penelitian ini adalah :

a. Mendesain model alat uji dengan memperhatikan aspek termofluida reaktor nuklir, termasuk distribusi kecepatan aliran fluida ketika di berikan nanofluida ZnO.
b. Untuk mengetahui distribusi suhu nanofluida ZnO pada reaktor nuklir berdaya di bawah 300 MW dengan menggunakan CFD Code.

### 1.4. Luaran Yang Diharapkan

Penelitian ini memiliki potensi luaran yang akan dituju yaitu:

a. Desain thermal fluida dengan pendingin nanofluida ZnO.
b. Publikasi artikel penelitian ilmiah untuk di tingkat nasional dan internasional.

### 1.5. Kegunaan

a. Sebagai bahan masukan bagi perkembangan aplikasi nanofluida di Industri tentang analisis pendinginan dengan perangkat CFD Code.
b. Menambah pengetahuan tentang analisis pendinginan nanofluida pada reaktor nuklir dengan menggunakan CFD Code.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

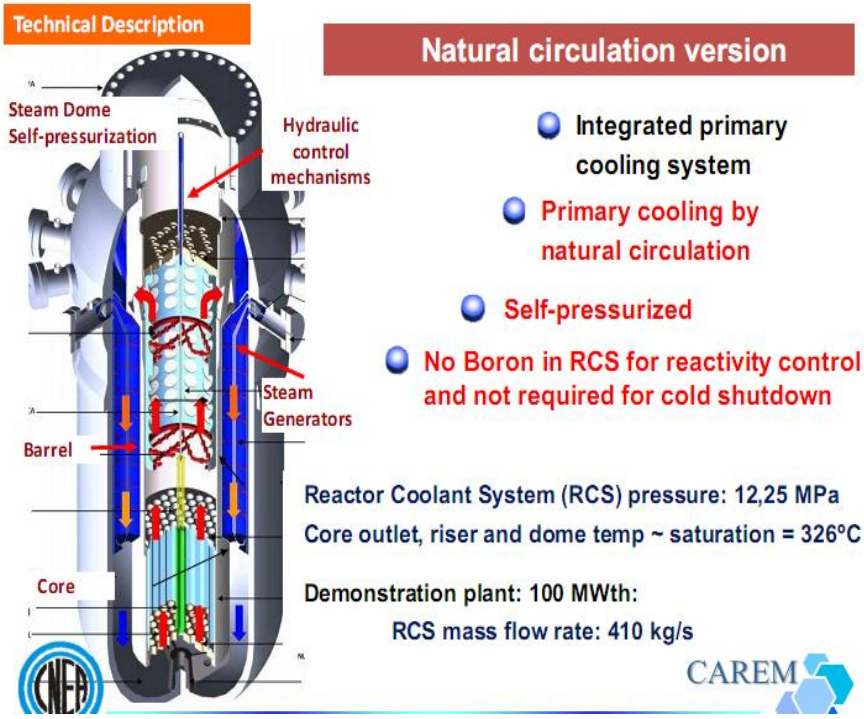
### 2.1. Reaktor Nuklir

Reaktor nuklir adalah suatu tempat atau perangkat yang digunakan untuk membuat, mengatur, dan menjaga kesinambungan reaksi nuklir berantai pada laju yang tetap. Saat ini, semua reaktor nuklir komersial berbasis pada reaksi fisi nuklir, dan sering dipertimbangkan masalah risiko keselamatannya. Sebaliknya, beberapa kalangan menyatakan bahwa pembangkit listrik tenaga nuklir merupakan cara yang aman dan bebas polusi untuk membangkitkan listrik.

#### 2.1.1. *SMALL MODULLAR REACTOR* (SMR)

Reaktor modular kecil (SMR) adalah bagian dari generasi baru desain pembangkit listrik tenaga nuklir yang dikembangkan di beberapa negara. Tujuan dari SMR ini adalah untuk memberikan energi alternatif hemat biaya. Saat ini SMR mulai dilirik dan dikembangkan oleh berbagai negara-negara berkembang, untuk menggunakan listrik dengan daya lebih rendah dari 1000 MW. Kisaran daya yang digunakan adalah dibawah 300 MW. Dalam Tipe SMR mulai

dikembangkan untuk *natural circulation* dengan kata lain, ketika terjadi kecelakaan dalam reaktor dapat terjadinya pendinginan secara pasif.

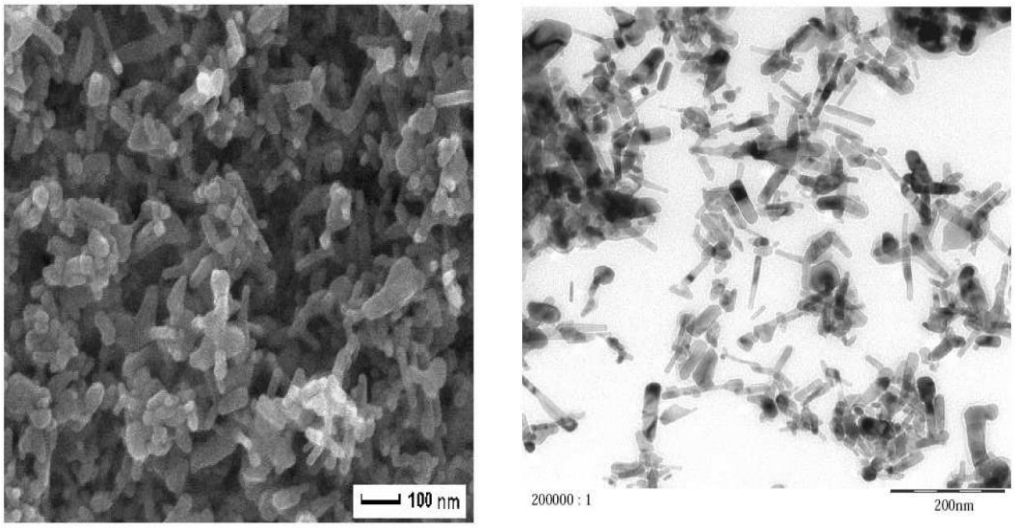



Gambar 1. Technical Description dari SMR (CAREM)

### 2.1.2. Nano Fluida

Peningkatan kompetisi global dalam bidang-bidang Industri memerlukan pengembangan terhadap fluida perpindahan panas yang terdepan. Karakteristik yang ingin didapatkan dari nanofluida tidak hanya peningkatan konduktivitas panas, tetapi juga kestabilan dari nanofluida itu sendiri, sehingga diperoleh karakteristik nanofluida yangg optimum dan tidak menggangu kinerja sistem pendingin. Nano partikel itu sendiri diantaranya adalah Fe3O4C, CuO, SiO3, Al2O3, ZrO2 dan ZnO.

Distribusi nanopartikel ZnO pada skala nano dapat diamati di bawah mikroskop elektron *Scanning* (SEM). SEM gambar nanopartikel ZnO pada 100 nm perbesaran ditampilkan dalam dan SEM citra ZnO nanopartikel pada skala 200 nm. Sebuah nanofluida stabil dengan partikel dispersi seragam diperlukan dan sama digunakan untuk mengukur sifat fisik thermo nanofluids.




(a) (b)

Gambar 2. Hasil pemeriksaan nanopartikel ZnO dengan *Scanning Electron Microscope* (SEM) untuk (a) pada 100 nm dan (b) pada skala 200 nm

## 2.2 Landasan Teori

### 2.2.1. *Computational Fluid Dynamic* (CFD)

Secara definisi, CFD adalah ilmu yang mempelajari cara memprediksi aliran fluida, perpindahan panas, reaksi kimia, dan fenomena lainnya dengan menyelesaikan persamaan-persamaan matematika (model matematika). Pada dasarnya, persamaan-persamaan pada fluida dibangun dan dianalisis berdasarkan persamaan-persamaan diferensial parsial (*Partial Differential Equation*) yang mempresentasikan hukum-hukum konservasi massa, momentum, dan energi.

CFD ini dapat melakukan analisis keseluruhan aspek termodinamika mencakup distribusi suhu dan kecepatan aliran fluida serta lainnya. Dengan menggunakan beberapa persamaan-persamaan tersebut dengan diubah menjadi metode volume hingga.

### 2.2.2. Koefisien Perpindahan Panas

Jika dalam suatu medium terdapat perubahan suhu, maka akan terjadi perpindahan energi dari suhu yang tinggi ke suhu rendah. Laju perpindahan panas tersebut sebanding dengan gradient perubahan temperatur;

$$\frac{q}{A} \approx \frac{\partial T}{\partial x} \qquad (1)$$

Dimana:

$q$ = Laju perpindahan kalor

$A$ = Luas penampang

$\partial T$ = gradient suhu

$\partial x$ = gradient jarak

Setiap material memiliki perbedaan dalam kemampuan menghantarkan panas yang berbeda-beda sehingga persamaan tersebut memiliki konstanta proporsionalitas yang berbeda (*propotionality constant*). Sehingga persamaan tersebut menjadi:

$$\frac{q}{A} = -k\frac{\partial T}{\partial x} \quad (2)$$

Dimana:

*k* = konduktivitas termal (*thermal conductivity*)

Tanda negatif menunjukkan bahwa kalor berpindah dari suhu yang tinggi ke suhu rendah.

Untuk menghitung Nu (*Nusselt Number*) digunakan korelasi Dittus-Boelter yaitu:

$$\boldsymbol{Nu = 0{,}023Re^{0{,}8}{,}Pr^{0{,}4}} \quad (3)$$

Dimana:

Pr adalah Prandtl Number

Re adalah Reynold Number

Nilai bilangan Reynold pada fluida shell dapat dicari dengan menggunakan rumus:

$$\boldsymbol{Re_s = \frac{G_s . D_e}{\mu}} \quad (4)$$

Dimana:

$G_s$ = kecepatan aliran massa dalam shell [kg/m$^2$s]

$D_e$ = Diameter ekivalen [m]

$\mu$ = Viskositas fluida dalam shell [Pa-s]

## BAB III METODE PENELITIAN

### 3.1. Bahan Penelitian

Data-data spesifikasi dari nanofluida ZnO sebagai fluida pendingin reaktor nuklir berdaya di bawah 300 MW.

### 3.2. Peralatan Penelitian

Perangkat lunak CFD dan seperangkat komputer

### 3.3. Cara Kerja

Tahap-tahap penelitian terdiri dari:

a. Studi literatur terhadap penelitian terdahulu.
b. Perancangan model peralatan eksperimen.
c. Analisis numerik tiga dimensi menggunakan paket program CFD CODE untuk memperoleh desain peralatan eksperimen yang optimal.
d. Pembuatan dan penyiapan peralatan eksperimen.
e. Preparasi fluida Air dan karakterisasinya.
f. Studi eksperimental untuk memperoleh data-data yang akan digunakan dalam desain thermal pada nanofluida ZnO sebagai fluida pendingin reaktor nuklir.
g. Analisis numerik tiga dimensi menggunakan paket program CFD CODE.
h. Analisis data hasil eksperimen dan hasil analisis numerik, melakukan perhitungan, dan mengembangkan korelasi perpindahan panas.

# BAB IV BIAYA DAN JADWAL KEGIATAN

## 4.1. Anggaran Biaya

| No. | Uraian | Jumlah | Volume | Biaya Satuan (Rp) | Biaya Total (Rp) | % |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **A** | **Bahan habis pakai dan peralatan** | | | | **5.000.000** | **40,00** |
| 1. | Sewa*Software* CFD | 1 | Paket | 4.000.000 | 4.000.000 | |
| 2. | Sewa Komputer | 5 | Bulan | 200.000 | 1.000.000 | |
| **B** | **Biaya Penunjang** | | | | **3.750.000** | **30,00** |
| 1. | Tinta printer Canon MG2270 | 3 | Buah | 500.000 | 1.500.000 | |
| 2. | Sewa Internet | 5 | Bulan | 300.000 | 1.500.000 | |
| 3. | Compact Disc | 1 | Paket | 150.000 | 150.000 | |
| 4. | Alat Tulis Kantor (ATK) | 1 | Lot | 240.000 | 240.000 | |
| 5. | Foto Copy | 1 | Lot | 200.000 | 200.000 | |
| 6. | Kertas HVS A4 | 4 | Rim | 40.000 | 160.000 | |
| **C** | **Biaya Perjalanan** | | | | **1.875.000** | **15,00** |
| 1. | Penelusuran pustaka ITB | 2 | Paket | 425.000 | 850.000 | |
| 2. | Penelusuran pustaka UI | 2 | Paket | 312.500 | 625.000 | |
| 3. | Transportasi + Akomodasi ke tempat seminar (3 orang) | 1 | Paket | 400.000 | 400.000 | |
| **D** | **Lain-lain** | | | | **1.875.000** | **15,00** |
| 1. | Seminar/publikasi jurnal | 1 | Paket | 1.000.000 | 1.000.000 | |
| 2. | Pembuatan Laporan | 1 | Paket | 250.000 | 250.000 | |
| 3. | Penggandaan laporan | 10 | Buah | 50.000 | 500.000 | |
| 4. | Pembuatan poster penelitian | 1 | Paket | 125.000 | 125.000 | |
| **Total Biaya** | | | | | **12.500.000** | **100,00** |

## 4.2 Jadwal Kegiatan

| No. | Kegiatan | Bulan ke-1 | | | | Bulan ke-2 | | | | Bulan ke-3 | | | | Bulan ke-4 | | | | Bulan ke-5 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Studi pustaka | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Pemodelan desain | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Pelaksanaan penelitian | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | Pengolahan dan analisis data | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | Pembuatan laporan akhir | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | Publikasi/seminar | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

**DAFTRA PUSTAKA**

Yuliasyari, F., 2007, *Perpindahan Kalor Nanofluida Pada Sistem Pendingin Komponen*
*Elektronik*, Tesis Program Magister, Universitas Indonesia, Jakarta

Das, S.K., et al, 2007, *Nanofluids Science and Technology*, Jhon Wiley and Sons, Inc., United
State of America

Fuzaetun, 2007, *Penentuan Distribusi Daya Reaktor PLTN dengan Bahan Bakar Dimuati*
*Thorium*, Skripsi Program Sarjana, Universitas Negeri Semarang, Semarang

Pandey, A.K., 2011, *A Computational Fluid Dynamics Study of Fluid Flow and Heat Transfer in*
*a Micro Channel*, Tesis Program Magister, National Institute of Technology Rourkela,
India

Kreith, Frank., 1994, Prinsip-Prinsip Perpindahan Panas, Jakarta, penerbit Erlangga.

Streeter L, Viktor., 1992, Mekanika Fluida, Jakarta, Penerbit Erlangga.

Reynolds, C., 1994 William. Thermodinamika Teknik, Jakarta, Penerbit Erlangga.

Anwir B, S., 1982 Kamus Teknik, Jakarta, Penerbit Pradnya Paramita.

Ramadhan, A.I, 2012, *Analisis Perpindahan Panas Fluida Pendingin Nanofluida Di Teras Reaktor (Pressurized Water Reactor) Dengan Computational Fluid Dynamics*, Tesis Program Magister, Universitas Pancasila, Jakarta

Umar, E., 2007, *Studi Termohidrolik Pada Reaktor Nuklir-Penelitian Berbahan bakar Silinder,* Disertasi Program Doktor, Institut Teknologi Bandung, Bandung

**LAMPIRAN - LAMPIRAN**

**BIODATA KETUA DAN ANGGOTA**

1. Ketua Pelaksana Kegiatan

| | | |
|---|---|---|
| a. Nama Lengkap | : | Pajar Tri Guntoro |
| b. NIM | : | 2011440018 |
| c. Tempat/Tanggal Lahir | : | Bekasi, 18 Desember 1992 |
| d. Alamat | : | Jl. Gandaria Utara No.71 Bekasi Utara |
| e. No. Telp/Hp | : | 085781114145 |
| f. Alamat Email | : | pajartriguntoro@rocketmail.com |

2. Anggota 1

| | | |
|---|---|---|
| a. Nama Lengkap | : | Wahyu Ibrahim |
| b. NIM | : | 2012420013 |
| c. Tempat/Tanggal Lahir | : | Jakarta, 13 Mei 1993 |
| d. Alamat | : | Jl. Komplek UKA Blok AP No.13 Jakarta Utara |
| e. No. Telp/Hp | : | 089653940125 |
| f. Alamat Email | : | wahyu.ibrahim46@yahoo.com |

3. Anggota 2

| | | |
|---|---|---|
| a. Nama | : | Sandy Adrian |
| b. NIM | : | 2012447033 |
| c. Tempat/Tanggal Lahir | : | Jakarta, 12 September 1987 |
| d. Alamat | : | Jl. Irigasi Taman V D8/7 Bekasi-Timur |
| e. No. Telp/Hp | : | 088808375252 |
| f. Alamat Email | : | sandy.a.umj@gmail.com |

4. Anggota 3

| | | |
|---|---|---|
| a. Nama | : | Sofyan Trihatmoko |
| b. NIM | : | 2012440026 |
| c. Tempat/Tanggal Lahir | : | Jakarta, 26 Januari 1995 |
| d. Alamat | : | Jl. Bahari IV A5 No. 58 Jakarta UUtara |

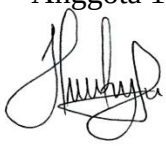
e. No. Telp/Hp : 089635633011

f. Alamat Email : sofyantrihatmoko@gmail.com

Ketua Pelaksana,

(Pajar Tri Guntoro)
NIM. 2011440018

Anggota 1,



(Wahyu Ibrahim)
NIM. 2012420013

Anggota 2,

(Sandy Adrian)
NIM. 2012447033

Anggota 3,

(Sofyan Trihatmoko)
NIM. 2012440026

**BIODATA DOSEN PENDAMPING**

1. Nama : Ery Diniardi, ST, MT
2. NIDN : 0319117301
3. Tempat/Tanggal Lahir : Cirebon, 19 November 1973
4. Alamat : Perum Tridaya Indah I Jl. Anyelir 6 D 4/7
   Jabatan Struktural : Dosen Tetap Jurusan Teknik Mesin

5. No. Telp/Hp : 021-4256024 / 08129921575
6. Alamat Email : erydiniardi@yahoo.co.id
7. Pendidikan : (1) S-1 Teknik Mesin FT-UMJ

   (2) S-2 Universitas Pancasila

8. Pengalaman Mengajar : 2000 s/d sekarang
   a. Menggambar Teknik
   b. Material Teknik
   c. Teknologi Bahan
   d. Pemilihan Bahan dan Proses

9. Bidang riset:
   a. Konversi Energi
   b. Manufaktur
   c. Nano Material

10. Karya Ilmiah / Penelitian :

    2012 Analisa Pengaruh Heat Treatment Terhadap Sifat Mekanik dan Struktur Micro Besi Cor Nodular (FCD 60)

    2011 Perencanaan Kompresor Torak Portabel Bertekanan Maksimum 3.5 Kg/$Cm^2$

    2010 Perancangan Spring Buffler Elevator Kapasitas 2 Ton Dengan Ketinggian Lima Lantai

    Dan lain-lain termasuk bimbingan TA mahasiswa hingga sekarang,

Jakarta, 16 Oktober 2013

(Ery Diniardi, ST, MT)

**Susunan Organisasi Tim Kegiatan dan Pembagian Tugas**

| No | Nama/NIM | Program Studi | Bidang Ilmu | Alokasi Waktu (jam/minggu) | Uraian Tugas |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Pajar Tri Guntoro | S1-Teknik Mesin | Teknologi dan Rekayasa | 15 | Konsep desain thermal fluida nano |
| 2 | Wahyu Ibrahim | S1-Teknik Elektro | Teknologi dan Rekayasa | 15 | Aplikasi dan data properties nanofluida |
| 3 | Sandy Adrian | S1-Teknik Mesin | Teknologi dan Rekayasa | 15 | Pemodelan dan simulasi reaktor nuklir triangle |
| 4 | Sofyan Trihatmoko | S1 – Teknik Mesin | Teknologi dan Rekayasa | 15 | Desain reaktor nuklir triangle |

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JAKARTA

**SURAT PERNYATAAN KETUA PENELITI/PELAKSANA**

Saya yang menandatangani Surat Pernyataan ini:

| | |
|---|---|
| Nama | : Pajar Tri Guntoro S |
| NIM | : 2010440018 |
| Program Studi | : Teknik Mesin |
| Fakultas | : Teknik |

Dengan ini menyatakan bahwa usulan (**Bidang Kegiatan *PKM-PENELITIAN***) saya dengan judul: **Desain Thermal Fluida Nano ZnO Sebagai Fluida Pendingin Reaktor Nuklir Berdaya Di Bawah 300 MW** yang diusulkan untuk tahun anggaran 2013 bersifat original dan belum pernah dibiayai oleh lembaga atau sumber dana lain.

Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini,maka saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku dan mengembalikan seluruh biaya penelitian yang sudah diterima ke kas negara.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan dengan sebenar-benarnya.

Jakarta, 16 Oktober 2013

Mengetahui/Menyetujui,
Wakil Rektor III
Bidang Kemahasiswaan,

Ir. Sudarno, MSi
NIP. 20.314

Yang Membuat Pernyataan,

Pajar Tri Guntoro
NIM. 2010440018