

## SOP Penggunaan Tube Furnace (S-3)

### 1. Tujuan

Menetapkan prosedur operasional yang aman, efektif, dan terstandar dalam penggunaan Tube Furnace (S-3) untuk proses sintesis material di lingkungan BRIN.

---

### 2. Ruang Lingkup

SOP ini berlaku bagi seluruh pengguna internal BRIN yang menggunakan fasilitas Tube Furnace (S-3) di Laboratorium Metalurgi ORNM.

---

### 3. Persyaratan Pengguna

1. Pengguna merupakan sivitas internal BRIN.
  2. Telah memahami SOP penggunaan alat dan keselamatan kerja.
  3. Telah membaca persyaratan sampel pada Berkas Layanan.
  4. Telah memperoleh persetujuan penggunaan fasilitas.
  5. Bagi pengguna di luar Laboratorium Metalurgi ORNM, wajib mengisi:
    - Formulir **F-BRIN-02-05 (Penggunaan Laboratorium – Sivitas Internal)**
- 

### 4. Ketentuan Administratif

1. Layanan menggunakan sistem pembayaran melalui **Elsa Poin**.
  2. Penggunaan di luar jam kerja wajib mengisi:
    - Formulir **F-BRIN-02-02 (Izin Penggunaan di Luar Jam Kerja)**
  3. Formulir tersedia melalui:  
**Aksesibilitas Laboratorium – Download Formulir**
- 

### 5. Spesifikasi Alat

- Jenis: Tube Furnace
  - Sistem daya: 1-phase
  - Fungsi: Proses sintesis material
  - Tube: Quartz atau alumina
  - Atmosfer:
    - Udara
    - Gas inert (opsional, jika tersedia)
  - Kapasitas: Menyesuaikan dimensi tube
-

## 6. Peralatan dan APD

- Boat/crucible (alumina/quartz)
  - Tang penjepit tahan panas
  - APD wajib:
    - Sarung tangan tahan panas
    - Kacamata keselamatan / face shield
    - Jas laboratorium
- 

## 7. Prosedur Operasional

### 7.1 Persiapan

1. Pastikan jadwal penggunaan telah disetujui.
  2. Periksa kondisi furnace:
    - Tube bersih dan tidak retak
    - Sistem pemanas berfungsi
    - Panel kontrol normal
  3. Siapkan sampel sesuai persyaratan sintesis.
  4. Pastikan area kerja bersih.
  5. Gunakan APD lengkap sebelum memulai.
- 

### 7.2 Pengoperasian

1. Nyalakan furnace melalui panel kontrol.
2. Atur parameter proses:
  - Temperatur target
  - Laju pemanasan (heating rate)
  - Waktu penahanan (holding time)
3. Jika menggunakan gas (opsional):
  - Lakukan purge awal dengan gas inert
  - Atur aliran gas sesuai kebutuhan
4. Masukkan sampel ke dalam boat, kemudian ke dalam tube.
5. Tutup sistem dengan rapat.
6. Jalankan program pemanasan.
7. Monitor suhu dan kondisi alat secara berkala.
8. Hindari membuka furnace selama proses berlangsung.

---

### 7.3 Pendinginan

1. Setelah proses selesai:
  - Biarkan furnace mendingin secara alami (furnace cooling)
  - Gunakan gas inert selama pendinginan (jika diperlukan)
2. Jangan membuka tube sebelum suhu aman ( $<100^{\circ}\text{C}$ ).
3. Ambil sampel dengan alat bantu dan APD.

---

### 7.4 Setelah Penggunaan

1. Matikan furnace dan sumber listrik.
2. Bersihkan tube dan area kerja jika diperlukan.
3. Catat penggunaan dalam logbook:
  - Nama pengguna
  - Material
  - Parameter proses
4. Laporkan jika terjadi kerusakan atau anomali.

---

## 8. Keselamatan Kerja

1. Gunakan APD selama proses berlangsung.
2. Hindari kontak langsung dengan tube dan sampel panas.
3. Pastikan ventilasi ruangan memadai.
4. Jangan menggunakan material:
  - Mudah meledak
  - Menghasilkan gas berbahaya tanpa kontrol
5. Jangan meninggalkan alat tanpa pengawasan tanpa izin.

---

## 9. Penanganan Darurat

1. Matikan furnace jika terjadi gangguan.
2. Putuskan listrik jika terjadi kondisi berbahaya.
3. Gunakan APAR untuk kebakaran ringan.
4. Laporkan segera ke teknisi atau penanggung jawab laboratorium.

---

## 10. Lokasi

KST Serpong (B.J. Habibie)  
Gedung 225

---

### **11. Penanggung Jawab**

- Kepala Laboratorium Metalurgi ORNM
- Teknisi/Pengelola Fasilitas

## Persyaratan Sampel

### Tube Furnace (S-3)

#### 1. Ketentuan Umum

1. Sampel harus sesuai untuk proses **sintesis material skala laboratorium (1-phase)**.
  2. Pengguna wajib memberikan informasi:
    - Komposisi kimia
    - Bentuk (serbuk, pellet, bulk)
    - Massa dan dimensi
    - Parameter proses (temperatur, waktu, heating rate)
  3. Sampel harus aman diproses dalam furnace dengan atmosfer udara atau inert.
- 

#### 2. Spesifikasi Sampel

1. Massa sampel:
    - Disesuaikan dengan kapasitas boat dan tube
    - Disarankan  $\leq 70\%$  kapasitas wadah
  2. Dimensi:
    - Harus muat dalam tube tanpa menyentuh dinding
  3. Kondisi:
    - Kering (bebas air dan pelarut)
    - Homogen untuk memastikan pembentukan fase optimal
  4. Untuk serbuk:
    - Tidak terlalu halus agar tidak terbawa aliran gas (jika digunakan)
- 

#### 3. Material yang Diperbolehkan

1. Material anorganik:
    - Oksida, keramik, dan logam
  2. Prekursor sintesis:
    - Senyawa padat yang umum digunakan dalam reaksi solid-state
  3. Material yang:
    - Stabil pada suhu tinggi
    - Tidak merusak tube (quartz/alumina)
-

#### **4. Material yang Dilarang**

1. Material yang:
    - Mudah meledak atau sangat reaktif
    - Menghasilkan gas beracun/korosif ( $\text{Cl}_2$ , HF,  $\text{SO}_x$  tinggi, dll.)
  2. Senyawa volatil:
    - Hg, Cd, Zn (tanpa kontrol khusus)
  3. Material organik dalam jumlah besar
  4. Sampel:
    - Tertutup rapat (sealed)
    - Mengandung tekanan internal
  5. Material yang dapat:
    - Meleleh dan mencemari tube
    - Menguap dan merusak sistem furnace
- 

#### **5. Wadah Sampel (Boat/Crucible)**

1. Wajib menggunakan wadah tahan suhu tinggi:
    - Alumina (direkomendasikan)
    - Quartz (sesuai batas suhu)
  2. Wadah harus:
    - Bersih
    - Tidak retak
    - Kompatibel dengan material sampel
  3. Dilarang menempatkan sampel langsung di dalam tube
- 

#### **6. Persyaratan Atmosfer**

1. Atmosfer proses:
    - Udara (default)
    - Gas inert ( $\text{N}_2$ , Ar) jika diperlukan
  2. Untuk material sensitif oksidasi:
    - Disarankan menggunakan gas inert
  3. Penggunaan gas:
    - Harus sesuai dengan prosedur dan dikonsultasikan
-

## **7. Persyaratan Proses**

1. Parameter wajib jelas:
    - Temperatur
    - Waktu penahanan
    - Laju pemanasan (heating rate)
  2. Pengguna harus memahami:
    - Mekanisme sintesis
    - Transformasi fase yang terjadi
  3. Tidak diperbolehkan proses yang berpotensi merusak furnace
- 

## **8. Keselamatan dan Risiko**

1. Pengguna wajib melaporkan:
    - Potensi emisi gas
    - Reaksi eksotermis
  2. Untuk material tertentu:
    - Wajib menyertakan SDS/MSDS
  3. Operator berhak menolak sampel yang:
    - Berbahaya
    - Tidak sesuai spesifikasi alat
- 

## **9. Penanganan Sampel**

1. Sampel harus siap proses (tidak dilakukan preparasi di dalam furnace)
  2. Label wajib mencantumkan:
    - Nama pengguna
    - Nama material
    - Jenis proses (sintesis)
    - Tanggal penggunaan
  3. Sampel dibawa dalam wadah tertutup dan aman
- 

## **10. Tanggung Jawab Pengguna**

1. Menjamin keakuratan data sampel
2. Bertanggung jawab atas seluruh risiko proses sintesis
3. Mematuhi SOP dan ketentuan penggunaan furnace

