

## **SOP Penggunaan Tube Furnace GSL-1500X**

### **1. Tujuan**

Menetapkan tata cara penggunaan Tube Furnace GSL-1500X untuk proses pemanasan, sintesis, dan perlakuan termal material secara aman, efektif, dan sesuai ketentuan di lingkungan BRIN.

### **2. Ruang Lingkup**

SOP ini berlaku untuk seluruh pengguna internal BRIN yang menggunakan fasilitas Tube Furnace GSL-1500X di Laboratorium Metalurgi ORNM.

### **3. Persyaratan Pengguna**

- Merupakan sivitas internal BRIN.
- Telah memahami SOP dan persyaratan sampel.
- Telah melakukan reservasi dan pembayaran melalui Elsa Poin.
- Ketentuan tambahan:
  - Penggunaan di luar jam kerja wajib mengisi Form F-BRIN-02-02.
  - Pengguna di luar Lab Metalurgi ORNM wajib mengisi Form F-BRIN-02-05.

### **4. Spesifikasi Alat**

- Nama alat: Tube Furnace GSL-1500X
- Daya: 1 phase
- Suhu maksimum: 1500°C
- Tipe: Tube furnace (horizontal)
- Fungsi: Pemanasan suhu tinggi, kalsinasi, sintering, dan sintesis material

### **5. Prosedur Penggunaan**

#### **5.1 Persiapan**

1. Pastikan seluruh administrasi dan formulir telah lengkap.
2. Periksa kondisi alat:
  - Tube (quartz/alumina) bersih dan tidak retak
  - Elemen pemanas berfungsi normal
3. Siapkan sampel sesuai persyaratan.
4. Siapkan wadah (boat/crucible) yang sesuai.
5. Gunakan APD:
  - Jas laboratorium
  - Sarung tangan tahan panas
  - Kacamata keselamatan

#### **5.2 Pengoperasian**

1. Nyalakan furnace sesuai prosedur standar.

2. Atur parameter proses:
  - Suhu target
  - Heating rate
  - Waktu tahan
3. Jika menggunakan atmosfer tertentu:
  - Pastikan aliran gas (Ar, N<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, dll.) terpasang dengan baik
4. Masukkan sampel ke dalam tube menggunakan holder.
5. Tutup sistem dan pastikan tidak ada kebocoran (untuk atmosfer tertutup).
6. Jalankan furnace hingga mencapai suhu yang ditentukan.
7. Monitor suhu dan proses secara berkala selama operasi.

### **5.3 Setelah Proses**

1. Matikan furnace setelah proses selesai.
2. Biarkan suhu turun hingga <100°C sebelum membuka tube.
3. Keluarkan sampel menggunakan alat bantu (tongs).
4. Bersihkan tube dan area kerja.
5. Kembalikan alat ke kondisi standby.

### **6. Keselamatan Kerja**

- Dilarang menyentuh furnace saat suhu tinggi tanpa pelindung.
- Gunakan APD lengkap selama proses.
- Pastikan ventilasi baik, terutama jika menggunakan gas.
- Waspada risiko:
  - Suhu tinggi
  - Gas bertekanan
  - Reaksi kimia berbahaya
- Segera laporkan jika terjadi kerusakan atau insiden.

### **7. Larangan**

- Mengoperasikan alat tanpa izin atau pelatihan.
- Melebihi suhu maksimum (1500°C).
- Menggunakan sampel berbahaya tanpa persetujuan.
- Menjalankan furnace tanpa pengawasan.

### **8. Dokumentasi**

- Catat setiap penggunaan dalam logbook digital:
  - Nama pengguna

- Tanggal penggunaan
- Parameter proses (suhu, waktu, atmosfer)
- Jenis sampel
- Simpan data proses jika tersedia.

## **9. Lokasi**

KST Serpong (B.J. Habibie), Gedung 225

## Persyaratan Sampel

### 1. Persyaratan Umum

- Sampel harus memiliki **identitas jelas** (nama material, komposisi, dan tujuan proses).
- Disertai **parameter proses lengkap**:
  - Suhu target
  - Laju pemanasan (heating rate)
  - Waktu tahan
  - Jenis atmosfer (udara, inert, reduksi, vakum)
- Tidak mengandung bahan **berbahaya tinggi** tanpa persetujuan operator (eksplosif, sangat toksik, reaktif ekstrem).

### 2. Ketahanan terhadap Suhu Tinggi

- Sampel harus:
  - Stabil atau terkontrol hingga **1500°C**
  - Tidak menghasilkan reaksi mendadak (runaway reaction)
- Harus diinformasikan jika terjadi:
  - Fasa cair
  - Sublimasi
  - Degradasi signifikan

### 3. Bentuk dan Ukuran

- Sampel dapat berupa:
  - Serbuk
  - Pelet
  - Bulk/padatan kecil
- Ukuran:
  - Disesuaikan dengan diameter tube
  - Tidak menghambat aliran gas atau distribusi panas
- Untuk serbuk:
  - Disarankan homogen dan tidak terlalu halus (menghindari terbawa gas flow)

### 4. Wadah (Boat/Crucible)

- Wajib menggunakan material tahan suhu tinggi, seperti:
  - Alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )
  - Zirconia ( $\text{ZrO}_2$ )
  - Quartz (untuk suhu tertentu, tergantung batas material)

- Wadah harus:
  - Bersih
  - Tidak retak/terdegradasi
  - Tidak bereaksi dengan sampel

## **5. Kompatibilitas dengan Tube Furnace**

- Sampel tidak boleh:
  - Bereaksi dengan tube (quartz/alumina)
  - Menghasilkan residu yang menempel kuat pada tube
- Hindari material yang:
  - Mengandung unsur korosif (Cl, S tinggi) tanpa kontrol
  - Menghasilkan uap logam yang mengkontaminasi furnace

## **6. Atmosfer dan Gas**

- Jika menggunakan gas:
  - Jenis gas harus diinformasikan (Ar, N<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, dll.)
  - Aliran gas harus stabil dan aman
- Untuk proses reduksi:
  - Harus dipastikan tidak menimbulkan tekanan berlebih
  - Tidak menimbulkan reaksi eksplosif

## **7. Kondisi Sampel**

- Sampel harus:
  - Kering (bebas air bebas)
  - Tidak mengandung pelarut volatil berbahaya
- Jika mengandung bahan organik:
  - Wajib diinformasikan potensi gas hasil dekomposisi

## **8. Batasan Keselamatan**

- Dilarang menggunakan sampel yang:
  - Mudah meledak pada suhu tinggi
  - Mengandung bahan radioaktif tanpa izin resmi
  - Menghasilkan gas beracun tanpa sistem ventilasi memadai
- Untuk material khusus:
  - Wajib konsultasi dengan operator terlebih dahulu

## **9. Jumlah Sampel**

- Disesuaikan dengan kapasitas tube dan boat

- Disarankan:
  - Tidak melebihi  $\pm 70\%$  volume wadah
  - Penempatan merata untuk distribusi panas optimal

## **10. Pelabelan dan Dokumentasi**

- Sampel wajib:
  - Diberi label jelas
  - Dicatat dalam logbook
  - Disertai data komposisi dan parameter proses