

## SOP Pengoperasian Tungku Muffle 3-Phase (1100 °C)

### 1. Tujuan

Menetapkan prosedur operasional yang aman dan terstandarisasi dalam penggunaan tungku muffle untuk proses pemanasan material.

### 2. Ruang Lingkup

SOP ini berlaku untuk seluruh pengguna internal BRIN yang menggunakan fasilitas Tungku Muffle di Laboratorium Metalurgi ORNM, KST Serpong.

### 3. Peralatan dan Spesifikasi

- Tungku Muffle 3-phase
- Elemen pemanas: Nikelin
- Suhu maksimum: 1100 °C
- Sistem kontrol suhu: Digital programmable controller

### 4. Persyaratan Pengguna

- Pengguna adalah sivitas internal BRIN
- Telah membaca SOP dan persyaratan sampel
- Mengisi formulir:
  - F-BRIN-02-02 (jika di luar jam kerja)
  - F-BRIN-02-05 (untuk pengguna di luar ORNM)

### 5. Persyaratan Sampel

- Sampel bersih dari kontaminan (minyak, grease, air)
- Tidak mengandung bahan eksplosif atau sangat reaktif
- Tidak menghasilkan gas berbahaya (toxic/korosif) tanpa sistem khusus
- Ukuran sesuai kapasitas tungku
- Menggunakan wadah tahan suhu tinggi (crucible/boat jika diperlukan)

### 6. Prosedur Operasi

#### 6.1 Persiapan

1. Periksa kondisi tungku (kabel, panel, ruang pemanas)
2. Pastikan area kerja bersih dan aman
3. Siapkan sampel sesuai persyaratan
4. Gunakan APD:
  - Sarung tangan tahan panas
  - Kacamata pelindung
  - Jas laboratorium

#### 6.2 Pengoperasian

1. Nyalakan tungku melalui panel kontrol
2. Set program pemanasan:
  - Temperatur target
  - Laju pemanasan (heating rate)
  - Waktu tahan (holding time)
3. Masukkan sampel ke dalam furnace (gunakan penjepit/tong)
4. Tutup pintu furnace dengan rapat
5. Jalankan program pemanasan

### **6.3 Monitoring**

- Pantau suhu secara berkala pada display controller
- Jangan membuka pintu tungku saat suhu tinggi ( $>200\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) kecuali darurat
- Catat parameter proses dalam logbook

### **6.4 Pendinginan**

1. Setelah program selesai, biarkan furnace mendingin secara alami
2. Jangan membuka furnace sebelum suhu  $<100\text{ }^{\circ}\text{C}$  (atau sesuai kebutuhan material)
3. Keluarkan sampel dengan alat pelindung

### **7. Keselamatan Kerja**

- Dilarang:
  - Memasukkan bahan mudah terbakar/eksplosif
  - Mengoperasikan tanpa pengawasan
- Waspada risiko:
  - Luka bakar
  - Kebakaran
  - Inhalasi gas berbahaya
- Pastikan ventilasi ruangan memadai

### **8. Tindakan Darurat**

- Matikan listrik jika terjadi:
  - Overheating
  - Kerusakan alat
- Gunakan APAR jika terjadi kebakaran
- Laporkan kejadian ke penanggung jawab laboratorium

### **9. Pencatatan dan Dokumentasi**

- Catat setiap penggunaan pada logbook:

- Nama pengguna
  - Tanggal
  - Jenis sampel
  - Parameter proses
- Simpan data sebagai arsip laboratorium

## **10. Lokasi**

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

## Persyaratan Sampel – Tungku Muffle 3-Phase

### 1. Persyaratan Umum

- Sampel harus jelas identitasnya (kode, jenis material, dan tujuan pengujian).
- Sampel dalam kondisi **aman, stabil, dan tidak berbahaya** selama pemanasan.
- Pengguna wajib mengetahui karakteristik dasar material (titik lebur, reaktivitas, dll.).

### 2. Kebersihan Sampel

- Sampel **bebas dari**:
  - Minyak, grease, dan kontaminan organik
  - Air atau kelembaban berlebih
- Disarankan dilakukan pembersihan (solvent/alkohol) sebelum proses.

### 3. Batasan Material

- Tidak diperbolehkan:
  - Bahan eksplosif atau mudah terbakar
  - Material yang menghasilkan gas beracun/korosif (misalnya Cl<sub>2</sub>, SO<sub>x</sub>) tanpa sistem pengendalian khusus
  - Material radioaktif atau biologis
- Material dengan volatilitas tinggi harus dikonsultasikan terlebih dahulu.

### 4. Ukuran dan Massa

- Ukuran sampel harus **sesuai dengan dimensi ruang furnace**
- Disarankan:
  - Tidak melebihi  $\pm 50\%$  kapasitas ruang pemanasan
- Hindari penumpukan sampel yang menghambat sirkulasi panas.

### 5. Wadah Sampel

- Gunakan wadah tahan suhu tinggi sesuai kebutuhan:
  - **Alumina crucible**
  - **Quartz boat**
  - **Keramik tahan api**
- Sampel tidak boleh kontak langsung dengan elemen pemanas furnace.

### 6. Perilaku Termal

- Pengguna wajib memastikan:
  - Tidak terjadi ekspansi/pelelehan berlebih yang berpotensi merusak furnace
- Untuk material sensitif, gunakan:
  - Laju pemanasan bertahap (controlled heating rate)

## **7. Interaksi dengan Furnace**

- Sampel tidak boleh:
  - Menetes atau mencemari ruang furnace
  - Bereaksi dengan lining/isolasi furnace
- Untuk material reaktif, wajib menggunakan pelindung (crucible tertutup).

## **8. Jumlah Sampel**

- Disesuaikan dengan:
  - Kapasitas furnace
  - Uniformitas temperatur
- Hindari overloading yang dapat menyebabkan ketidakteraturan pemanasan.

## **9. Keselamatan**

- Sampel harus:
  - Tidak menimbulkan tekanan atau gas berlebih
  - Tidak menyebabkan risiko kebakaran/ledakan
- Jika ragu, wajib konsultasi dengan teknisi/operator sebelum proses.

## **10. Administrasi**

- Setiap sampel wajib dilengkapi:
  - Form pengajuan penggunaan
  - Informasi material dan parameter proses
- Pengguna wajib membaca SOP sebelum penggunaan.