

SOP Penggunaan Tungku Rotary Tube Furnace Safterm

1. Tujuan

Menetapkan tata cara penggunaan Tungku Rotary Tube Furnace Safterm untuk proses termal/sintesis material secara aman, efektif, dan sesuai ketentuan di lingkungan BRIN.

2. Ruang Lingkup

SOP ini berlaku untuk seluruh pengguna internal BRIN di Laboratorium Metalurgi ORNM yang menggunakan fasilitas Rotary Tube Furnace Safterm.

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: Rotary Tube Furnace Safterm
- Tipe: Tube furnace dengan sistem rotasi
- Daya: 1 phase
- Suhu maksimum: 1200°C
- Fungsi: Proses kalsinasi, reduksi, dan sintesis dengan pencampuran dinamis (rotary)

5. Prosedur Penggunaan

5.1 Persiapan

1. Pastikan administrasi dan formulir telah lengkap.
2. Periksa kondisi alat:
 - Tabung (tube) bersih dan tidak retak
 - Sistem rotasi berfungsi normal
3. Siapkan sampel sesuai persyaratan.
4. Gunakan APD:
 - Jas laboratorium
 - Sarung tangan tahan panas
 - Kacamata keselamatan

5.2 Pengoperasian

1. Nyalakan furnace sesuai prosedur standar.
2. Atur parameter:

- Suhu pemanasan
 - Laju kenaikan suhu (heating rate)
 - Waktu tahan
 - Kecepatan rotasi tube
3. Masukkan sampel ke dalam tube dengan posisi aman.
 4. Tutup sistem dan pastikan sealing baik (jika menggunakan atmosfer tertentu).
 5. Jalankan furnace dan aktifkan sistem rotasi.
 6. Monitor suhu dan proses secara berkala.

5.3 Setelah Proses

1. Matikan furnace setelah proses selesai.
2. Biarkan suhu turun hingga $<100^{\circ}\text{C}$ sebelum membuka sistem.
3. Keluarkan sampel dengan alat bantu (tongs).
4. Bersihkan tube dan area kerja.
5. Pastikan alat dalam kondisi standby yang aman.

6. Keselamatan Kerja

- Dilarang menyentuh bagian furnace saat suhu tinggi.
- Pastikan ventilasi baik, terutama untuk proses yang menghasilkan gas.
- Gunakan sistem gas dengan hati-hati (jika digunakan).
- Waspada pada risiko:
 - Tekanan gas
 - Reaksi reduksi tidak terkendali
- Segera laporkan jika terjadi kerusakan atau insiden.

7. Larangan

- Mengoperasikan alat tanpa pelatihan/izin.
- Melebihi suhu maksimum (1200°C).
- Menggunakan sampel yang reaktif berbahaya tanpa persetujuan.
- Menjalankan furnace tanpa pengawasan.

8. Dokumentasi

- Catat penggunaan pada logbook digital

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**:
 - Suhu
 - Waktu tahan
 - Kecepatan rotasi (jika relevan)
 - Atmosfer (udara, inert, atau reduktor)
- Tidak mengandung bahan **berbahaya tinggi** tanpa izin khusus (toksik, eksplosif, atau sangat volatil).

2. Bentuk dan Karakteristik Sampel

- Direkomendasikan dalam bentuk:
 - Serbuk
 - Granular
 - Pelet kecil
- Harus memungkinkan **pergerakan dan pencampuran saat rotasi**.
- Tidak menggumpal secara berlebihan (caking) selama pemanasan.

3. Ukuran dan Distribusi

- Ukuran partikel sebaiknya:
 - Relatif seragam
 - Tidak terlalu halus (untuk menghindari terbawa aliran gas)
- Jumlah sampel:
 - Tidak melebihi kapasitas tube
 - Maksimal $\pm 20\text{--}30\%$ volume tube agar rotasi efektif

4. Wadah dan Media

- Dapat menggunakan:
 - Tanpa wadah (langsung dalam tube, jika diperbolehkan)
 - Boat/crucible tahan suhu tinggi (quartz, alumina, atau logam tahan panas sesuai proses)
- Material wadah harus:
 - Tidak bereaksi dengan sampel
 - Tidak terdegradasi pada suhu tinggi

5. Kompatibilitas Material

- Sampel tidak boleh:

- Merusak tube furnace (quartz/ceramic tube)
- Menghasilkan deposit yang sulit dibersihkan
- Hindari reaksi yang menghasilkan:
 - Gas korosif (Cl₂, HCl, SO₂) tanpa sistem kontrol
 - Jelaga berlebih yang mengotori tube

6. Atmosfer dan Reaksi

- Untuk proses reduksi atau atmosfer khusus:
 - Harus diinformasikan jenis gas (H₂, N₂, Ar, dll.)
 - Tidak menyebabkan tekanan berlebih dalam tube
- Reaksi harus:
 - Stabil
 - Tidak bersifat eksplosif atau runaway reaction

7. Kondisi Sampel

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

8. Batasan Keselamatan

- Dilarang menggunakan sampel yang:
 - Mudah meledak pada suhu tinggi
 - Mengandung bahan radioaktif tanpa izin
 - Menghasilkan gas beracun tanpa sistem ventilasi memadai
- Untuk bahan reaktif:
 - Wajib dikonsultasikan dengan operator

9. Pelabelan dan Dokumentasi

- Sampel harus:
 - Diberi label jelas
 - Dicatat dalam logbook digital
 - Disertai lembar data (komposisi & parameter proses)