

SOP Penggunaan Tube Furnace (S-1)

1. Tujuan

Menetapkan prosedur operasional yang aman, efektif, dan terstandar dalam penggunaan Tube Furnace (S-1) untuk proses sintesis material pada suhu tinggi (hingga 1200°C) di lingkungan BRIN.

2. Ruang Lingkup

SOP ini berlaku bagi seluruh pengguna internal BRIN yang menggunakan fasilitas Tube Furnace (S-1) di Laboratorium Metalurgi ORNM.

3. Persyaratan Pengguna

1. Pengguna merupakan sivitas internal BRIN.
 2. Telah memahami SOP penggunaan alat, termasuk sistem listrik 3-phase dan furnace suhu tinggi.
 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: 3-phase
- Daya: 3600 watt
- Elemen pemanas: Silicon Carbide (SiC)
- Temperatur maksimum: 1200°C
- Fungsi: Sintesis material
- Tube: Quartz/Alumina
- Atmosfer:

- Udara
 - Gas inert (N₂, Ar)
 - Kapasitas: Menyesuaikan dimensi tube furnace
-

6. Peralatan dan APD

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

7. Prosedur Operasional

7.1 Persiapan

1. Pastikan jadwal penggunaan telah disetujui.
 2. Periksa kondisi furnace:
 - Tube bersih dan tidak retak
 - Elemen pemanas SiC dalam kondisi baik
 - Sistem listrik 3-phase normal
 3. Periksa sistem gas (jika digunakan):
 - Tidak ada kebocoran
 - Regulator dan flowmeter berfungsi
 4. Siapkan sampel sesuai persyaratan sintesis.
 5. Gunakan APD lengkap sebelum memulai.
-

7.2 Pengoperasian

1. Nyalakan furnace melalui panel kontrol.
2. Atur parameter proses:
 - Temperatur target ($\leq 1200^{\circ}\text{C}$)
 - Laju pemanasan (heating rate)
 - Waktu penahanan (holding time)

3. Jika menggunakan gas:
 - Lakukan purge awal dengan gas inert
 - Atur flow rate sesuai kebutuhan
 4. Masukkan sampel ke dalam boat, lalu ke dalam tube furnace.
 5. Tutup sistem dan pastikan sealing baik.
 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:
 - Turunkan suhu secara bertahap
 - Pertahankan aliran gas inert (jika diperlukan)
 2. Jangan membuka tube sebelum suhu aman ($<100^{\circ}\text{C}$).
 3. Ambil sampel menggunakan alat bantu dan APD.
-

7.4 Setelah Penggunaan

1. Matikan furnace dan sumber listrik 3-phase.
 2. Matikan suplai gas dengan aman (jika digunakan).
 3. Bersihkan tube dan area kerja jika diperlukan.
 4. Catat penggunaan dalam logbook:
 - Nama pengguna
 - Material
 - Parameter proses
 - Atmosfer gas
 5. Laporkan jika terjadi kerusakan atau anomali.
-

8. Keselamatan Kerja

1. Suhu tinggi → wajib menggunakan APD lengkap.
2. Hindari kontak langsung dengan tube dan sampel panas.
3. Pastikan sistem listrik 3-phase aman dan stabil.
4. Pastikan sistem gas tidak bocor.
5. Gunakan gas inert sesuai prosedur; penggunaan gas reaktif harus dengan izin.

6. Jauhkan bahan mudah terbakar dari area alat.
 7. Jangan meninggalkan alat tanpa pengawasan tanpa izin.
-

9. Penanganan Darurat

1. Matikan furnace jika terjadi gangguan sistem.
 2. Tutup suplai gas jika terjadi kebocoran.
 3. Gunakan APAR jika terjadi kebakaran.
 4. Evakuasi area jika terjadi kondisi berbahaya.
 5. Segera laporkan 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-1)

1. Ketentuan Umum

1. Sampel harus sesuai untuk proses **sintesis material suhu tinggi** seperti:
 - Pembentukan fase baru (1-phase/multi-phase)
 - Reaksi solid-state
 - Sintering atau kalsinasi
 2. Pengguna wajib memberikan informasi lengkap:
 - Komposisi kimia
 - Bentuk (serbuk, pellet, bulk)
 - Massa dan dimensi
 - Parameter proses (temperatur, waktu, heating rate)
 - Kondisi atmosfer (udara/gas inert)
 3. Sampel harus aman diproses pada suhu tinggi hingga 1200°C.
-

2. Spesifikasi Sampel

1. Massa:
 - Disesuaikan dengan kapasitas boat dan tube
 - Disarankan $\leq 70\%$ kapasitas wadah
 2. Dimensi:
 - Harus sesuai diameter tube
 - Tidak menyentuh dinding tube
 3. Kondisi:
 - Kering (bebas air, pelarut, dan kontaminan volatil)
 - Homogen untuk memastikan sintesis optimal
 4. Untuk serbuk:
 - Tidak terlalu halus agar tidak terbawa aliran gas
-

3. Material yang Diperbolehkan

1. Material anorganik:
 - Oksida, logam, keramik
2. Prekursor sintesis:
 - Senyawa padat yang stabil pada suhu tinggi

3. Material yang:
 - Tidak merusak tube (quartz/alumina)
 - Tidak bereaksi dengan elemen pemanas SiC
-

4. Material yang Dilarang

1. Material yang:
 - Mudah meledak atau sangat reaktif pada suhu tinggi
 - Menghasilkan gas beracun/korosif (Cl₂, HF, 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 berlebihan dan mencemari tube
 - Menguap dan merusak elemen SiC
-

5. Wadah Sampel (Boat/Crucible)

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

6. Persyaratan Atmosfer

1. Atmosfer proses harus ditentukan:
 - Udara
 - Gas inert (N₂, Ar)
2. Untuk material sensitif oksidasi:

- Disarankan menggunakan gas inert
 - 3. Sistem purge wajib dilakukan sebelum pemanasan (jika menggunakan gas)
 - 4. Penggunaan gas reaktif:
 - Harus melalui persetujuan teknisi
-

7. Persyaratan Proses

1. Parameter proses wajib jelas:
 - Temperatur ($\leq 1200^{\circ}\text{C}$)
 - Waktu penahanan
 - Heating rate
 - Flow rate gas (jika digunakan)
 2. Pengguna harus memahami:
 - Transformasi fase
 - Reaksi antar komponen
 3. Tidak diperbolehkan proses yang berpotensi merusak tube atau furnace
-

8. Keselamatan dan Risiko

1. Pengguna wajib melaporkan:
 - Potensi gas hasil reaksi
 - Reaksi eksotermis
 2. Sampel berisiko wajib menyertakan:
 - SDS/MSDS
 3. Operator berhak menolak sampel yang:
 - Tidak aman
 - Berpotensi merusak alat
-

9. Penanganan Sampel

1. Sampel harus sudah siap proses (tidak dilakukan preparasi di furnace)
2. Label wajib mencantumkan:
 - Nama pengguna
 - Nama material
 - Jenis proses (sintesis)
 - Parameter proses

- 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 suhu tinggi
3. Mematuhi SOP dan ketentuan penggunaan furnace