

SOP Penggunaan Tube Furnace (L-7)

1. Tujuan

Menetapkan prosedur operasional yang aman, efektif, dan terstandar dalam penggunaan Tube Furnace (L-7) untuk pemrosesan logam di lingkungan BRIN.

2. Ruang Lingkup

SOP ini berlaku bagi seluruh pengguna internal BRIN yang menggunakan fasilitas Tube Furnace (L-7) di Laboratorium Metalurgi ORNM.

3. Persyaratan Pengguna

1. Pengguna merupakan sivitas internal BRIN.
 2. Telah memahami SOP alat, termasuk sistem pemanas 3-phase dan penggunaan gas (jika ada).
 3. Telah membaca persyaratan sampel pada Berkas Layanan.
 4. Telah mendapatkan 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
- Elemen pemanas: Nikelin (nichrome)
- Fungsi: Pemrosesan logam (heat treatment/sintesis/logam)
- Tube: Quartz atau alumina
- Atmosfer:
 - Udara
 - Gas inert (N₂, Ar)
 - Gas proses lain sesuai izin

- Kapasitas: Menyesuaikan dimensi tube
-

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 alat:
 - Tube tidak retak atau kotor
 - Elemen pemanas berfungsi
 - Sistem listrik 3-phase normal
 3. Periksa sistem gas (jika digunakan):
 - Tidak ada kebocoran
 - Regulator dan flowmeter berfungsi
 4. Bersihkan area kerja dari benda mudah terbakar.
 5. Siapkan sampel logam sesuai persyaratan.
 6. Gunakan APD lengkap.
-

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:

- Lakukan purge dengan gas inert sebelum pemanasan
 - Atur flow rate sesuai kebutuhan
4. Masukkan sampel ke dalam boat, lalu ke dalam tube furnace.
 5. Tutup sistem dan pastikan sealing rapat.
 6. Jalankan program pemanasan.
 7. Monitor suhu, arus listrik, dan kondisi alat secara berkala.
 8. Hindari membuka sistem selama proses berlangsung.
-

7.3 Pendinginan

1. Setelah proses selesai:
 - Turunkan suhu secara bertahap
 - Pertahankan aliran gas inert (jika diperlukan) untuk mencegah oksidasi
 2. Jangan membuka tube sebelum suhu aman ($<100^{\circ}\text{C}$).
 3. Ambil sampel menggunakan alat bantu.
-

7.4 Setelah Penggunaan

1. Matikan furnace dan sistem listrik 3-phase.
 2. Matikan dan lepaskan sistem gas dengan aman.
 3. Bersihkan tube dan area kerja jika diperlukan.
 4. Catat penggunaan dalam logbook:
 - Nama pengguna
 - Jenis material
 - Parameter proses
 - Gas yang digunakan
 5. Laporkan jika terjadi kerusakan atau ketidaksesuaian.
-

8. Keselamatan Kerja

1. Gunakan APD selama proses berlangsung.
2. Waspadaai suhu tinggi dan radiasi panas.
3. Pastikan sistem listrik 3-phase aman (tidak overcurrent/korsleting).
4. Pastikan sistem gas tidak bocor.
5. Gunakan gas proses (terutama gas reaktif) hanya dengan izin teknisi.
6. Jangan menyentuh tube atau sampel saat panas.

7. Jangan meninggalkan alat tanpa pengawasan tanpa izin.

9. Penanganan Darurat

1. Matikan sumber listrik jika terjadi gangguan.
 2. Tutup suplai gas jika terjadi kebocoran.
 3. Gunakan APAR jika terjadi kebakaran.
 4. Evakuasi area jika terjadi pelepasan gas 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 (L-7)

1. Ketentuan Umum

1. Sampel harus berupa material yang sesuai untuk **pemrosesan logam (heat treatment, sintering, atau proses termal lainnya)**.
 2. Pengguna wajib memberikan informasi:
 - Jenis logam/paduan
 - Komposisi atau grade material
 - Dimensi dan massa
 - Tujuan proses (annealing, sintering, oksidasi, dll.)
 - Kondisi atmosfer (udara atau gas)
 3. Sampel harus aman diproses pada sistem furnace 3-phase dengan temperatur tinggi.
-

2. Spesifikasi Sampel

1. Massa sampel:
 - Disesuaikan dengan kapasitas boat dan dimensi tube
 - Tidak berlebihan ($\leq 70\%$ kapasitas wadah)
 2. Dimensi:
 - Harus sesuai dengan diameter tube dan tidak menyentuh dinding
 3. Bentuk:
 - Bulk, lembaran, batang, atau pellet
 4. Kondisi:
 - Kering dan bersih dari minyak, grease, atau kontaminan lain
 - Permukaan bebas dari bahan yang mudah terbakar
-

3. Material yang Diperbolehkan

1. Logam dan paduan:
 - Baja karbon
 - Baja paduan
 - Logam non-ferrous (Al, Cu, Ni, dll.) dengan konsultasi
 2. Material yang stabil pada suhu tinggi dan tidak merusak tube furnace
 3. Sampel yang kompatibel dengan material tube (quartz atau alumina)
-

4. Material yang Dilarang

1. Material non-logam yang tidak relevan dengan proses logam:
 - Polimer
 - Material organik berlebih
 2. Material yang:
 - Mudah meledak atau sangat reaktif
 - Menghasilkan gas beracun/korosif (Cl_2 , HF, SO_x tinggi, dll.)
 3. Logam atau senyawa yang:
 - Bersifat sangat volatil pada suhu tinggi tanpa kontrol
 4. Sampel:
 - Tertutup rapat (sealed)
 - Mengandung tekanan internal
 5. Material yang dapat:
 - Meleleh berlebihan dan menetes ke dalam tube
 - Mencemari atau merusak tube (quartz/alumina)
-

5. Wadah Sampel (Boat/Crucible)

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

6. Persyaratan Atmosfer

1. Atmosfer proses harus ditentukan:
 - Udara
 - Gas inert (N_2 , Ar)
2. Untuk logam sensitif oksidasi:
 - Disarankan menggunakan gas inert
3. Penggunaan gas khusus (misalnya reduktif):

- Harus melalui persetujuan dan pengawasan teknisi
4. Sistem purge wajib dilakukan sebelum pemanasan jika menggunakan gas
-

7. Persyaratan Proses

1. Parameter proses wajib jelas:
 - Temperatur
 - Waktu
 - Heating rate
 - Flow rate gas (jika digunakan)
 2. Pengguna harus memahami:
 - Potensi deformasi, oksidasi, atau perubahan fase logam
 3. Tidak diperbolehkan proses yang berpotensi merusak tube atau elemen pemanas
-

8. Keselamatan dan Risiko

1. Pengguna wajib melaporkan:
 - Potensi oksidasi berat
 - Pelelehan atau deformasi
 2. Untuk material tertentu:
 - Wajib menyertakan SDS/MSDS
 3. Operator berhak menolak sampel yang:
 - Tidak kompatibel dengan tube furnace
 - Berpotensi merusak alat atau membahayakan pengguna
-

9. Penanganan Sampel

1. Sampel harus sudah siap proses (tidak ada machining besar di lokasi alat)
 2. Label wajib mencantumkan:
 - Nama pengguna
 - Jenis material
 - Jenis proses
 - Kondisi atmosfer
 - Tanggal penggunaan
 3. Sampel dibawa dalam kondisi aman dan terpisah dari bahan mudah terbakar
-

10. Tanggung Jawab Pengguna

1. Menjamin keakuratan data material
2. Bertanggung jawab atas seluruh risiko proses
3. Mematuhi SOP dan aturan penggunaan alat 3-phase dan sistem gas