

SOP Penggunaan Vacuum Induction Melting (VIM)

1. Tujuan

Menetapkan prosedur operasional yang aman, efektif, dan terstandar dalam penggunaan Vacuum Induction Melting (VIM) untuk proses peleburan logam dan paduan dengan kontrol komposisi presisi dan homogenitas tinggi di lingkungan BRIN.

2. Ruang Lingkup

SOP ini berlaku bagi seluruh pengguna internal BRIN yang menggunakan fasilitas Vacuum Induction Melting (VIM) di Laboratorium Metalurgi ORNM.

3. Persyaratan Pengguna

1. Pengguna merupakan sivitas internal BRIN.
 2. Telah memahami prinsip peleburan logam berbasis induksi elektromagnetik.
 3. Memahami risiko operasi vakum, suhu tinggi, dan medan elektromagnetik.
 4. Telah membaca persyaratan sampel pada Berkas Layanan.
 5. Telah memperoleh persetujuan penggunaan fasilitas.
 6. 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: Vacuum Induction Melting (VIM)
- Prinsip kerja: Pemanasan induksi elektromagnetik
- Atmosfer:
 - Vakum tinggi atau gas inert (Ar)
- Komponen utama:
 - Induction coil
 - Crucible (keramik/grafit)

- Vacuum chamber
 - Fungsi:
 - Peleburan logam
 - Pembuatan paduan presisi
 - Refined melting (minim kontaminasi)
-

6. Peralatan dan APD

- Crucible sesuai material
 - Charge material (logam/paduan)
 - Sistem gas inert (argon)
 - Sistem vakum
 - APD wajib:
 - Face shield
 - Sarung tangan tahan panas
 - Apron tahan panas
 - Sepatu keselamatan
-

7. Prosedur Operasional

7.1 Persiapan

1. Pastikan jadwal penggunaan telah disetujui.
 2. Periksa kondisi alat:
 - Sistem vakum tidak bocor
 - Induction coil dalam kondisi baik
 - Sistem pendingin aktif
 3. Pilih crucible yang sesuai dengan material.
 4. Siapkan sampel:
 - Bersih dari oksida, minyak, dan kontaminan
 - Ditimbang sesuai komposisi target
 5. Masukkan charge ke dalam crucible.
 6. Pastikan chamber tertutup rapat.
 7. Gunakan APD lengkap.
-

7.2 Pengoperasian

1. Aktifkan sistem vakum hingga mencapai tekanan target.
 2. Lakukan **vacuum–purge cycle** (≥ 3 kali) dengan gas inert jika diperlukan.
 3. Atur parameter:
 - Daya induksi (power)
 - Frekuensi
 4. Nyalakan sistem induksi untuk mulai pemanasan.
 5. Lelehkan material secara bertahap hingga seluruh charge mencair.
 6. Lakukan homogenisasi:
 - Dengan menjaga melt dalam kondisi cair beberapa waktu
 7. Monitor:
 - Temperatur melt
 - Stabilitas sistem
 - Tekanan chamber
 8. Tambahkan elemen paduan (jika diperlukan) secara hati-hati.
-

7.3 Penuangan (Casting)

1. Setelah melt homogen:
 - Siapkan cetakan (mold)
 2. Lakukan pouring secara terkendali (jika sistem mendukung casting).
 3. Pastikan aliran logam stabil dan tidak terkontaminasi.
-

7.4 Pendinginan

1. Matikan sistem induksi setelah proses selesai.
 2. Biarkan material mendingin secara terkendali.
 3. Lepas vakum secara bertahap hingga tekanan normal.
 4. Buka chamber setelah suhu aman.
-

7.5 Setelah Penggunaan

1. Bersihkan crucible dari residu.
2. Periksa kondisi coil dan chamber.
3. Bersihkan area kerja.
4. Catat penggunaan dalam logbook:
 - Nama pengguna

- Material dan komposisi
 - Parameter proses
5. Laporkan jika terdapat kerusakan atau anomali.
-

8. Keselamatan Kerja

1. Waspadai:
 - Suhu sangat tinggi
 - Medan elektromagnetik
 - Sistem vakum
 2. Gunakan APD lengkap setiap saat.
 3. Jangan membuka chamber saat masih panas atau vakum.
 4. Pastikan sistem pendingin aktif selama operasi.
 5. Hindari:
 - Material reaktif atau volatile tanpa kontrol
 6. Pastikan ventilasi ruangan memadai.
-

9. Penanganan Darurat

1. Matikan alat jika terjadi:
 - Kegagalan vakum
 - Overheating
 - Gangguan sistem induksi
 2. Putuskan sumber listrik jika terjadi keadaan darurat.
 3. Laporkan segera ke teknisi jika terdapat kerusakan.
-

10. Lokasi

KST Serpong (B.J. Habibie)
Gedung 225

11. Penanggung Jawab

- Kepala Laboratorium Metalurgi ORNM
- Teknisi/Pengelola Fasilitas

Persyaratan Sampel

Vacuum Induction Melting (VIM)

1. Ketentuan Umum

1. Sampel harus sesuai untuk proses:
 - Peleburan logam
 - Pembuatan paduan (alloying)
 - Refining dan homogenisasi
 2. Pengguna wajib memberikan informasi:
 - Jenis material
 - Komposisi target (wt.% atau at.%)
 - Massa total charge
 - Tujuan proses (alloy development, remelting, refining)
 3. Sampel harus aman diproses dalam kondisi **vakum atau atmosfer inert dengan pemanasan induksi**.
-

2. Spesifikasi Sampel

1. Bentuk:
 - Potongan logam (ingot kecil, scrap bersih)
 - Pellet atau compact
 2. Ukuran:
 - Disarankan seragam dan tidak terlalu besar ($\leq 10-30$ mm, tergantung crucible)
 3. Massa:
 - Disesuaikan dengan kapasitas crucible
 4. Kondisi:
 - Bersih dari oksida tebal, minyak, grease, dan kontaminan lain
 - Kering (bebas kelembaban)
 5. Distribusi:
 - Komposisi elemen harus ditimbang secara presisi
-

3. Material yang Diperbolehkan

1. Logam dan paduan:
 - Stainless steel
 - Paduan berbasis nikel (Ni-based alloys)

- Paduan berbasis kobalt (Co-based alloys)
 - 2. Elemen paduan:
 - Dalam bentuk padat dan stabil
 - 3. Material untuk:
 - Alloy design
 - Produksi ingot homogen
 - 4. Material yang:
 - Stabil pada suhu tinggi
 - Kompatibel dengan crucible
-

4. Material yang Dilarang

1. Material yang:
 - Sangat volatil pada suhu tinggi (misalnya Zn, Mg tanpa strategi khusus)
 - Menghasilkan gas berbahaya saat pemanasan
 2. Material:
 - Mengandung kelembaban tinggi
 - Terkontaminasi berat oleh minyak/grease
 3. Material sangat reaktif:
 - Dapat bereaksi dengan crucible atau atmosfer
 4. Material yang dapat:
 - Merusak crucible (reaksi kimia atau erosi ekstrem)
-

5. Persyaratan Crucible

1. Material crucible harus sesuai dengan sampel:
 - Alumina, zirconia, atau grafit (sesuai aplikasi)
 2. Harus mempertimbangkan:
 - Reaktivitas logam terhadap crucible
 - Potensi kontaminasi
 3. Crucible harus:
 - Bersih
 - Tidak retak
 - Siap untuk suhu tinggi
-

6. Persiapan Sampel

1. Sampel harus:
 - Dibersihkan secara mekanis atau kimia (degreasing)
 2. Untuk logam:
 - Dipotong menjadi ukuran kecil
 3. Komposisi:
 - Ditimbang menggunakan timbangan presisi
 4. Strategi charge:
 - Elemen volatil ditempatkan dengan teknik khusus (misalnya dimasukkan terakhir)
-

7. Persyaratan Proses

1. Proses dilakukan dalam:
 - Vakum tinggi atau atmosfer inert (Ar)
 2. Siklus vacuum–purge:
 - Wajib dilakukan untuk mengurangi kontaminasi
 3. Peleburan:
 - Dilakukan bertahap untuk menghindari overheating lokal
 4. Homogenisasi:
 - Waktu tahan melt harus cukup
 5. Pengguna harus memahami:
 - Kehilangan elemen volatil (evaporation loss)
 - Reaksi dengan crucible
-

8. Keselamatan dan Risiko

1. Pengguna wajib melaporkan:
 - Kandungan unsur reaktif atau volatil
2. Untuk material tertentu:
 - Wajib menyertakan SDS/MSDS
3. Operator berhak menolak sampel yang:
 - Tidak kompatibel dengan crucible
 - Berpotensi merusak alat
4. Risiko utama:
 - Kontaminasi material

- Reaksi dengan crucible
 - Loss komposisi akibat volatilisasi
-

9. Penanganan Sampel

1. Sampel harus siap proses (cutting dan cleaning dilakukan sebelumnya)
 2. Label wajib mencantumkan:
 - Nama pengguna
 - Komposisi material
 - Massa total
 - Tujuan proses
 3. Sampel dibawa dalam kondisi bersih, kering, dan tertutup
-

10. Tanggung Jawab Pengguna

1. Menjamin keakuratan komposisi dan preparasi sampel
2. Bertanggung jawab atas risiko selama proses peleburan
3. Mematuhi SOP dan ketentuan laboratorium