

SOP Penggunaan Vacuum Arc Melting (VAM)

1. Tujuan

Menetapkan prosedur operasional yang aman, efektif, dan terstandar dalam penggunaan Vacuum Arc Melting (VAM) untuk proses peleburan logam dan paduan dalam kondisi vakum atau atmosfer inert di lingkungan BRIN.

2. Ruang Lingkup

SOP ini berlaku bagi seluruh pengguna internal BRIN yang menggunakan fasilitas Vacuum Arc Melting di Laboratorium Metalurgi ORNM.

3. Persyaratan Pengguna

1. Pengguna merupakan sivitas internal BRIN.
 2. Telah memahami prinsip peleburan logam dan keselamatan kerja suhu tinggi serta listrik arus besar.
 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: Vacuum Arc Melting (VAM)
- Prinsip kerja: Busur listrik (arc) pada kondisi vakum/inert
- Fungsi:
 - Peleburan logam
 - Pembuatan paduan (alloying)
 - Remelting untuk homogenisasi
- Atmosfer:
 - Vakum tinggi atau gas inert (Ar)

- Parameter utama:
 - Arus listrik (current)
 - Tegangan
 - Tekanan vakum/gas
-

6. Peralatan dan APD

- Elektroda (non-consumable, biasanya tungsten)
 - Mould/copper hearth
 - Material logam/paduan
 - Sistem vakum dan gas inert
 - APD wajib:
 - Face shield
 - Sarung tangan tahan panas
 - Jas laboratorium / 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
 - Elektroda dalam kondisi baik
 - Cooling system (air/water cooling) aktif
 3. Siapkan sampel:
 - Bersih dari oksida berat dan kontaminan
 - Ditimbang sesuai komposisi paduan
 4. Letakkan material pada hearth (biasanya copper).
 5. Pastikan chamber tertutup rapat.
 6. Gunakan APD lengkap.
-

7.2 Pengoperasian

1. Lakukan proses vakum hingga tekanan yang ditentukan.
2. Isi chamber dengan gas inert (Ar) jika diperlukan.

3. Ulangi siklus vacuum–purge untuk mengurangi kontaminasi (≥ 3 kali).
 4. Atur parameter:
 - Arus listrik (current)
 - Tegangan
 5. Nyalakan busur listrik (arc) menggunakan elektroda.
 6. Lelehkan sampel secara bertahap:
 - Fokuskan arc pada material
 - Hindari overheating lokal berlebihan
 7. Lakukan remelting beberapa kali:
 - Balik ingot untuk homogenitas
 8. Monitor:
 - Stabilitas arc
 - Kondisi permukaan melt
 - Tekanan chamber
-

7.3 Pendinginan

1. Setelah proses selesai, matikan arc.
 2. Biarkan sampel mendingin di dalam chamber (controlled cooling).
 3. Lepas vakum secara bertahap hingga tekanan normal.
 4. Buka chamber setelah suhu aman.
-

7.4 Pengambilan Sampel

1. Ambil ingot dengan alat bantu.
 2. Periksa hasil:
 - Bentuk
 - Homogenitas permukaan
 3. Lakukan pembersihan ringan jika diperlukan.
-

7.5 Setelah Penggunaan

1. Bersihkan hearth dan elektroda dari residu.
2. Pastikan sistem dalam kondisi standby.
3. Catat penggunaan dalam logbook:
 - Nama pengguna

- Komposisi material
 - Parameter proses
4. Laporkan jika terdapat kerusakan atau anomali.
-

8. Keselamatan Kerja

1. Waspada:
 - Tegangan dan arus tinggi
 - Suhu sangat tinggi (arc plasma)
 2. Gunakan APD lengkap setiap saat.
 3. Jangan membuka chamber saat masih vakum atau panas.
 4. Pastikan sistem pendingin aktif selama operasi.
 5. Hindari material:
 - Mudah menguap berbahaya
 - Mengandung gas terjebak
 6. Pastikan ventilasi area kerja baik.
-

9. Penanganan Darurat

1. Matikan alat jika terjadi:
 - Arc tidak stabil
 - Kebocoran vakum
 - Overheating
 2. Putuskan sumber listrik jika terjadi gangguan besar.
 3. Laporkan segera ke teknisi jika sistem tidak normal.
-

10. Lokasi

KST Serpong (B.J. Habibie)
Gedung 225

11. Penanggung Jawab

- Kepala Laboratorium Metalurgi ORNM
- Teknisi/Pengelola Fasilitas

Persyaratan Sampel Vacuum Arc Melting (VAM)

1. Ketentuan Umum

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

2. Spesifikasi Sampel

1. Bentuk:
 - Potongan logam (chunk)
 - Pellet atau compact kecil
 2. Ukuran:
 - Disarankan kecil dan seragam ($\leq 10\text{--}20$ mm)
 3. Massa:
 - Disesuaikan dengan kapasitas hearth
 4. Kondisi:
 - Bersih dari oksida berat, minyak, grease, dan kotoran
 - Kering (bebas kelembaban)
 5. Distribusi:
 - Komposisi elemen harus ditimbang dengan akurat
-

3. Material yang Diperbolehkan

1. Logam dan paduan:
 - Fe, Ni, Co, Ti, Al, Cu, dll.
2. Elemen paduan:

- Dalam bentuk padat dan stabil
 - 3. Material untuk:
 - Paduan logam (alloy design)
 - Studi homogenitas
 - 4. Material yang:
 - Stabil pada suhu tinggi
 - Tidak bereaksi agresif dengan lingkungan inert
-

4. Material yang Dilarang

1. Material yang:
 - Mudah menguap (volatile) pada suhu tinggi tanpa kontrol khusus (misalnya Zn, Mg dalam kondisi tertentu)
 - Menghasilkan gas berbahaya saat dipanaskan
 2. Material:
 - Mengandung kelembaban tinggi atau air
 3. Sampel:
 - Terkontaminasi minyak/grease
 4. Material reaktif ekstrem:
 - Dapat menimbulkan percikan atau ledakan kecil saat arc
 5. Material yang dapat:
 - Merusak copper hearth atau elektroda
-

5. Persiapan Sampel

1. Sampel harus:
 - Dibersihkan (mechanical cleaning atau solvent cleaning jika diperlukan)
 2. Untuk logam:
 - Dipotong menjadi ukuran kecil
 3. Komposisi:
 - Ditimbang secara presisi (analytical balance)
 4. Untuk alloying:
 - Susunan elemen harus diatur untuk meminimalkan kehilangan unsur volatil
-

6. Persyaratan Proses

1. Proses dilakukan dalam:
 - Vakum atau atmosfer inert (Ar)
 2. Siklus vacuum–purge:
 - Wajib dilakukan untuk mengurangi kontaminasi
 3. Peleburan:
 - Dilakukan bertahap dan merata
 4. Disarankan:
 - Remelting ≥ 3 kali untuk homogenitas
 5. Pengguna harus memahami:
 - Segregasi paduan
 - Kehilangan elemen volatil
-

7. Keselamatan dan Risiko

1. Pengguna wajib melaporkan:
 - Unsur volatil dalam campuran
 - Risiko reaksi selama melting
 2. Untuk material tertentu:
 - Wajib menyertakan SDS/MSDS
 3. Operator berhak menolak sampel yang:
 - Tidak aman
 - Berpotensi merusak alat
-

8. 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 wadah kering dan bersih
-

9. Tanggung Jawab Pengguna

1. Menjamin keakuratan komposisi material

2. Bertanggung jawab atas risiko selama proses melting
3. Mematuhi SOP dan ketentuan laboratorium