



**DIREKTORAT GEMPABUMI DAN TSUNAMI
BADAN METEOROLOGI KLIMATOLOGI DAN GEOFISIKA**
**DRAFT STANDARD OPERATING PROCEDURE (SOP) PENGUKURAN
KEBISINGAN SEISMIK (PSD & HVSR)**

BAB I
PENDAHULUAN

1. Umum

SOP ini mengatur prosedur standar untuk akuisisi data kebisingan (ambient noise/microtremor) di lapangan menggunakan seismometer. Data yang dihasilkan akan digunakan untuk menganalisis Power Spectral Density (PSD) dan Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio (HVSR) yang bertujuan untuk karakterisasi lapangan (site effect) dan penentuan frekuensi alami tanah sebagai kajian awal dalam menentukan dan/atau mengevaluasi lokasi shelter seismik.

2. Tujuan dan Ruang Lingkup

2.1.Tujuan

1. Memastikan pengambilan data kebisingan yang berkualitas tinggi dan konsisten.
2. Memperoleh data seismik yang memenuhi persyaratan minimum untuk analisis PSD dan HVSR (misalnya, durasi minimum, tingkat kebisingan rendah).
3. Memastikan keselamatan tim survei dan perawatan peralatan survei.

2.2.Ruang Lingkup

Prosedur ini berlaku untuk seluruh tahapan survei, mulai dari persiapan peralatan, penentuan titik, akuisisi data di lapangan, hingga pengolahan data awal (konversi format dan *check* kualitas data).

3. Dasar

- Undang-undang nomor 31 tahun 2009 tentang Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika
- Peraturan Kepala Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Nomor 1 Tahun 2024
- Hasil evaluasi dan pengalaman lapangan kegiatan survei kebisingan seismik oleh Direktorat Gempabumi dan Tsunami



**DIREKTORAT GEMPABUMI DAN TSUNAMI
BADAN METEOROLOGI KLIMATOLOGI DAN GEOFISIKA
DRAFT STANDARD OPERATING PROCEDURE (SOP) PENGUKURAN
KEBISINGAN SEISMIK (PSD & HVSR)**

4. Definisi

- Kebisingan Seismik (*Ambient Noise / Microtremor*): getaran tanah alami maupun buatan yang beramplitudo rendah dan bersifat kontinu.
- PSD (Power Spectral Density): fungsi spektrum daya dari sinyal seismik yang menggambarkan distribusi energi terhadap frekuensi.
- HVSR (Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio): rasio antara spektrum horizontal dan vertikal dari sinyal kebisingan seismik yang digunakan untuk mengidentifikasi frekuensi dominan lapisan tanah.
- Seismometer: sensor tiga komponen (Z, N-S, E-W) yang digunakan untuk merekam getaran tanah.
- Digitizer/Data Logger: perangkat yang mengubah sinyal analog dari seismometer menjadi data digital yang tersimpan dalam media penyimpanan.
- GPS (Global Positioning System): digunakan untuk pencatatan koordinat dan sinkronisasi waktu perekaman.

BAB II
PROSEDUR

1. Peralatan dan Perlengkapan

Sebelum melakukan pengukuran, perhatikan hal-hal berikut:

- Pastikan pemasangan kabel konektor terutama ntuk seismometer terhubung dengan baik.
- Jangan menyalakan Digitizer sebelum setup selesai.
- Jangan melepaskan konektor selama Digitizer dalam kondisi ON.
- Jangan memindahkan seismometer ketika semua sistem sudah ON.

No.	Peralatan / Perlengkapan	Spesifikasi Keterangan	Fungsi Utama
1.	Seismometer/Sensor	3-Komponen (Z, N-S, E-W); Frekuensi respons luas (0.01 Hz hingga 50 Hz)	Merekam getaran tanah (noise)
2.	Digitizer / Data Logger	Resolusi tinggi (min. 24-bit); Dukungan GPS timing	Mengkonversi sinyal analog ke digital dan menyimpan data
3.	Baterai dan Power Supply	Baterai <i>deep cycle</i> atau aki yang terisi penuh	Sumber daya untuk digitizer dan sensor
4.	Global Positioning System (GPS)	Akurasi tinggi (sub-meter)	Pencatatan koordinat titik survei dan sinkronisasi waktu
5.	Kompas dan <i>Bulls eye</i>	Untuk orientasi (North) dan perataan sensor	Memastikan sensor terpasang datar dan terorientasi dengan benar
6.	Perlengkapan Lapangan	Kabel, <i>tripod</i> sensor (jika ada), cangkul/sekop kecil, penutup sensor (ember/styrofoam)	Pemasangan dan perlindungan sensor
7.	Dokumentasi	Formulir <i>logsheet</i> , alat tulis, kamera, Peta Rencana Survei	Pencatatan dan dokumentasi lapangan
8.	K3	Helm, rompi reflektif, P3K	Keselamatan tim

2. Prosedur Persiapan Peralatan

1. **Pengujian Fungsi:** Periksa semua kabel, konektor, dan port pada digitizer dan sensor. Pastikan tidak ada kerusakan fisik.
2. **Daya:** Isi penuh daya (charge) semua baterai atau aki yang akan digunakan.
3. **Memori:** Pastikan media penyimpanan (SD Card/Hard Drive) pada digitizer memiliki kapasitas yang cukup dan telah dibersihkan (diformat).
4. **Konfigurasi Digitizer:**
 - Setel laju *sampling (sampling rate)* data (Rekomendasi: Min. 100 Hz atau 200 Hz).
 - Pastikan mode perekaman adalah *continuous* atau sesuai kebutuhan HVSR/PSD.
5. **Sinkronisasi Waktu:** Lakukan sinkronisasi waktu GPS pada digitizer untuk memastikan akurasi waktu perekaman.
6. **Penyusunan Logistik:** Susun semua peralatan dalam kotak yang rapi dan aman untuk transportasi.

3. Prosedur Pengambilan Data Lapangan

3.1. Penentuan Titik Survei

1. **Lokasi Optimal:** Pilih lokasi yang representatif dengan kondisi geologi lokal.
2. **Jarak Aman:** Hindari sumber kebisingan buatan (cultural noise) yang bersifat sporadis/transien, seperti jalan raya, mesin pabrik, atau aktivitas konstruksi, dengan **jarak minimum 50 hingga 100 m jika memungkinkan**.
3. **Kondisi Tapak:** Pilih permukaan tanah yang datar, padat, dan stabil (bukan area berlumpur atau berpasir lepas). **Gali tanah sekitar kurang lebih 30 cm untuk peletakan alat**, dan gunakan paving atau konblok, atau alas lainnya yang memungkinkan sebagai alas seismometer agar mudah dalam melakukan instalasi dan levelling.
4. **Persiapan untuk antisipasi perubahan cuaca:** bisa menggunakan selongsong untuk battery dan digitizer untuk mengurangi risiko perubahan cuaca.

3.2. Pemasangan Peralatan (Alokasi Waktu: 10 - 15 menit per titik)

1. **Pencatatan Koordinat:** Catat koordinat geografis (Lintang, Bujur) dan elevasi menggunakan GPS pada *logsheet*. Dokumentasikan (catat) kondisi lingkungan sekitar (jenis tanah, bangunan terdekat, sumber noise).
2. **Peletakan Sensor:**
 - Letakkan sensor pada permukaan tanah yang telah diratakan dan sedikit digali untuk meningkatkan kopling (coupling) antara sensor dan tanah.
 - Lakukan **Leveling**: Gunakan level gelembung untuk memastikan sensor benar-benar datar.
 - Lakukan **Orientasi**: Sesuaikan orientasi sensor, pastikan komponen Utara-Selatan (N-S) mengarah ke Utara Sejati (True North) menggunakan kompas.
3. **Koneksi:** Hubungkan sensor ke digitizer, dan hubungkan GPS serta sumber daya (baterai). **Letakkan GPS di lokasi yang cukup terbuka dan membentuk sudut 90°.**
4. **Isolasi Kebisingan Lokal:** Tutup sensor dengan penutup (misalnya ember atau kotak styrofoam) dan timbun bagian bawahnya dengan sedikit tanah atau pasir. Hal ini bertujuan untuk mengurangi kebisingan akibat angin dan variasi suhu.

3.3. Pengambilan Data (Alokasi Waktu: kurang lebih 3 jam per titik)

Tahapan	Durasi Standar	Keterangan
Pengecekan Pra-Rekam	5 menit	Pengecekan lampu indikator daya, GPS, dan status rekaman pada digitizer.
Durasi Rekaman	3 jam (kurang lebih)	Durasi yang direkomendasikan untuk analisis HVSR yang andal, terutama untuk data frekuensi rendah.
Total Waktu	5 menit	Pastikan tidak ada pergerakan atau suara di sekitar

Tunggu		sensor selama 5 menit sebelum dan sesudah rekaman.
Pengecekan Pasca-Rekam	5 - 10 menit	Pengecekan kualitas sinyal secara visual (<i>on-site QC</i>) jika digitizer memiliki fitur tampilan gelombang.
Pembongkaran Alat	5 - 10 menit	Lepaskan kabel, matikan digitizer, angkut peralatan.
Total Estimasi	3 jam 30 menit	Total waktu yang dibutuhkan per titik survei.

Prosedur Kritis selama Akuisisi:

- Pastikan semua anggota tim menjauh dari sensor dan menjaga keheningan mutlak selama periode perekaman untuk menghindari kebisingan lokal.
- Catat waktu mulai dan waktu selesai rekaman pada *logsheet*.

4. Prosedur Pengolahan Data Awal

1. **Transfer Data:** Pindahkan data dari digitizer ke komputer dan lakukan *backup*.
2. **Konversi Format:** Konversi data mentah (misalnya format *proprietary* digitizer) ke format standar seismik (misalnya, SAC atau MiniSEED).
Disesuaikan dengan alat yang dipakai.

3. Kontrol Kualitas (QC):

- Lakukan *visual inspection* pada seismogram 3-komponen untuk mengidentifikasi lonjakan sinyal (*spikes*), *dead channel*, atau segmen waktu dengan kebisingan transien tinggi (misalnya, gempa lokal atau *cultural noise* yang terekam).
- Lakukan seleksi segmen data (*time window selection*) yang bersih dan representatif untuk analisis PSD dan HVSR.
- Lakukan pengecekan data awal untuk PSD dan HVSR

5. Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3)

1. **Peralatan Pelindung Diri (APD):** Gunakan APD (helm, rompi, sepatu lapangan) sesuai standar.



**DIREKTORAT GEMPABUMI DAN TSUNAMI
BADAN METEOROLOGI KLIMATOLOGI DAN GEOFISIKA
DRAFT STANDARD OPERATING PROCEDURE (SOP) PENGUKURAN
KEBISINGAN SEISMIK (PSD & HVSR)**

2. **Keselamatan Listrik:** Berhati-hati saat menangani baterai dan kabel. Pastikan tidak ada air yang kontak dengan peralatan listrik.
3. **Kondisi Lapangan:** Waspadai kondisi cuaca ekstrem, medan berbahaya, atau keberadaan hewan liar/serangga.