

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Metode *Stochastic Subspace Identification* (SSI)

Sistem identifikasi adalah suatu proses untuk menemukan sebuah modal eksperimental struktur dari data pengukuran vibrasi, sedangkan EMA dan OMA merupakan teknik aplikasi dari sistem identifikasi (Peeters, 2000). Menurut Brincker (2014) keuntungan OMA dibanding EMA adalah dapat menghasilkan parameter-parameter modal struktur tanpa mengetahui gaya-gaya eksitasi karena hanya memanfaatkan output pengukuran. Itulah mengapa teknik OMA paling efisien dan sering digunakan dalam identifikasi parameter modal struktur teknik sipil yang kebanyakan berukuran besar dan rumit. Peeters dan De Roeck (1999c) mengklasifikasikan OMA dalam domain waktu dan domain frekuensi. Dalam domain waktu metode SSI merupakan metode yang sangat *powerful* dan paling *applicable* dalam *output-only* OMA sejak diperkenalkan oleh Van Overschee dan De Moor pada tahun 1993 (Peeters dan De Roeck, 2001).

Metode SSI diklasifikasikan sebagai *Covarians Stochastic Subspace identification* (Cov-SSI) dan *Data-Driven Stochastic Subspace Identification* (DD-SSI) (Peeters dan De Roeck, 1999c). Perbedaan algoritma Cov-SSI dan DD-SSI adalah pada perhitungan matriks data Hankel dimana Cov-SSI memperhitungkan kovarians semua output baik output masa depan dan output masa lalu, sedangkan DD-SSI memproyeksikan ruang baris output masa depan ke dalam ruang baris output masa lalu. Hal ini mengurangi dimensi matriks data

Hankel sehingga mempercepat proses perhitungan (Peeters dan De roeck, 1999). Salah satu penelitian yang mengulas secara cukup lengkap tentang metode SSI dapat dilihat pada “*System Identification and Damage Detection in Civil Engineering*” oleh Peeters (2000).

Penerapan metode SSI juga telah banyak dilakukan para peneliti pada simulasi struktur, tes laboratorium, dan struktur sipil yang sebenarnya. Peeters dkk (1995) melakukan penelitian terhadap model jembatan box girder baik simulasi numerik dan tes laboratorium, metode SSI sangat baik dalam mengidentifikasi struktur bergetar dengan eksitasi beban *ambient*. Hasilnya simulasi numerik dan tes laboratorium memberikan hasil parameter dinamik yang akurat. Peeters dkk (1996) melakukan penelitian pada balok beton bertulang untuk mengidentifikasi perubahan parameter dinamik yang disebabkan oleh *crack* pada beton bertulang yang disebabkan peningkatan beban statik. Hasilnya sesuai dengan yang diharapkan dan sesuai dengan hasil simulasi model numerik, eigenfrekuensi berkurang 7-18%, rasio redaman yang didapatkan cukup akurat, dan bentuk ragam struktur berubah.

Peeters dan De Roeck (1998b;1999b;1999c) meneliti pengujian getaran pada model struktur baja menara pemancar yang terdiri dari 5 segmen berbentuk segitiga dengan profil *circular hollow section* dengan total tinggi 30 meter untuk mengestimasi parameter modal. Parameter modal berhasil diekstrak dari data percepatan menggunakan metode SSI. Eksperimen ini menghasilkan parameter modal yang sesuai dengan hasil analisis *Finite Element* (FE).

Schanke (2015) dalam penelitiannya "*Operational Modal Analysis of Large Bridge*" melakukan penelitian untuk membandingkan beberapa metode OMA baik dalam domain waktu maupun dalam domain frekuensi untuk mengidentifikasi parameter dinamik dari model simulasi bangunan rangka geser dan model struktur jembatan Hardanger. Hasil penelitiannya untuk model simulasi bangunan geser yang dimodelkan dengan redaman yang rendah dan tinggi, metode DD-SSI menghasilkan frekuensi alami yang akurat untuk model dengan redaman rendah sedangkan untuk redaman tinggi sedikit kurang akurat. Rasio redaman yang dihasilkan kurang akurat untuk model redaman rendah sedangkan untuk redaman tinggi sangat akurat.

## **2.2. Pengujian Getaran *Ambient***

Menurut Rainieri (2008), pengujian getaran *ambient* dianggap sebagai suatu cara non-destruktif yang efektif untuk menghasilkan data pengujian yang digunakan untuk menilai perilaku dinamik suatu struktur. Jika dibandingkan dengan teknik EMA yang menggunakan *Shacker* atau *Drop Weight* untuk menggetarkan struktur yang diteliti pengujian getaran *Ambient* mempunyai keuntungan sebagai berikut:

1. Lebih cepat dan lebih murah dibanding teknik EMA
2. Tidak membutuhkan peralatan eksitasi
3. Tidak mengganggu aktifitas normal yang dilakukan pada struktur yang diteliti

4. Memungkinkan identifikasi parameter modal yang mewakili seluruh sistem dibawah pengaruh kondisi sebenarnya.
5. Dapat juga digunakan untuk monitoring kesehatan struktur dan deteksi kerusakan berdasarkan getaran.

