

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sistem pengendalian dan monitoring kesehatan struktur telah menjadi topik yang sering dibahas dalam dunia ketekniksipilan. Tujuan dari monitoring kesehatan struktur (SHM) adalah mendeteksi kerusakan yang ditimbulkan dengan mengevaluasi perubahan karakteristik dinamik pada sistem struktur. Pada masa lalu, metode analisis getaran (*vibration based*) dikembangkan hanya untuk memonitor keamanan struktur, sekarang ini digunakan dalam teknik sistem identifikasi untuk mengidentifikasi *natural frequency*, *damping ratio*, dan *mode shape* suatu struktur. Kerusakan bisa dideteksi dengan perubahan frekuensi natural struktur dan lokasi kerusakan dapat dideteksi dari data *mode shape*.

Terdapat beberapa teknik aplikasi dari sistem identifikasi yang dikenal yaitu “*Experimental Modal Analysis (EMA)*”, dan yang paling mutakhir adalah “*Operation Modal Analysis (OMA)*”. Menurut Brincker (2014), keuntungan OMA dibanding EMA adalah dapat menghasilkan parameter-parameter modal struktur tanpa mengetahui gaya-gaya eksitasi karena hanya memanfaatkan *output* pengukuran. Identifikasi parameter modal menggunakan *ambient excitation data*. Itulah mengapa teknik OMA paling efisien dan sering digunakan dalam identifikasi parameter modal struktur teknik sipil yang kebanyakan berukuran besar dan rumit.

Teknik OMA didasarkan pada analisis respon riwayat waktu (*time domain*) dan frekuensi (*frequency domain*). Analisis *Time Domain* dalam OMA lebih populer karena lebih cocok untuk menangani data tercemar (*noise*), dan

dapat menghindari beberapa kesalahan pemrosesan sinyal, seperti kebocoran (Ghalishooyan dan Shooshtari, 2015). Ada beberapa metode domain waktu diantaranya; *Natural Excitation Techniques* (NExT), *Auto-Regressive Moving Average* (ARMA), *Second Order Blind Identification* (SOBI), *Stochastic Subspace Identification* (SSI).

Metode *Stochastic Subspace Identification* (SSI) adalah teknik identifikasi dengan melakukan analisis *multivariate* selama proses analisis modal yang menggunakan *output-only* data pengukuran. Teknik identifikasi analisis *multivariate* terbukti stabil berdasarkan hitungan, terhindari dari *noise* dan cocok untuk *ambient excitation*. Metode SSI diklasifikasikan menjadi *Covariance-Driven Stochastic Subspace Identification* (Cov-SSI) dan *Data-Driven Stochastic Subspace Identification* (DD-SSI). Algoritma DD-SSI bertentangan dengan SSI-Cov. DD-SSI menghindari perhitungan kovarians antara output. Perhitungan Cov-SSI adalah perhitungan yang lebih panjang dari DD-SSI, karena metode SSI-Cov menghitung kovarians oleh *Fast Fourier Transform* (FFT) sedangkan pendekatan DD-SSI lebih cepat karena memanfaatkan faktorisasi QR (Ghalishooyan dan Shooshtari, 2015).

Penggunaan metode DD-SSI pada struktur teknik sipil telah banyak dilakukan oleh peneliti-peneliti terdahulu salah satunya adalah Schanke (2015). Schanke membandingkan hasil analisis dari beberapa metode OMA baik dalam domain waktu maupun domain frekuensi. Hasil penelitiannya menyimpulkan bahwa metode DD-SSI sangat baik menghasilkan frekuensi natural baik dengan redaman rendah maupun tinggi, sedangkan hasil rasio redaman sangat bagus untuk redaman tinggi tetapi tidak terlalu bagus untuk redaman rendah.

Peeters, dkk (1998a) dalam penelitiannya menyimpulkan bahwa DD-SSI menyelesaikan masalah waktu proses dan kebutuhan memori dengan mengurangi jumlah data yang digunakan dalam analisis. Kurniawan A.H (2018), meninjau dua model struktur yaitu rangka geser dan balok, menyatakan bahwa frekuensi alami hasil analisis eksak dan DD-SSI menunjukkan akurasi yang sangat baik dengan rasio perbedaan terbesar 1.613%. Beskhyroun dan Ma (2012), berhasil menggunakan sensor accelerometer X6-1A USB produksi Gulf Coast Data Concept (GCDC) untuk merekam beberapa respons dari tiga bangunan tinggi beton bertulang akibat gempa susulan di kota Christchurch-Selandia Baru setelah kota itu dilanda dua gempa bumi besar. Data respons yang terekam menghasilkan perkiraan parameter modal yang sangat akurat dari bangunan.

Berdasarkan uraian di atas penulis tertarik untuk melanjutkan penelitian, menggunakan metode DD-SSI. Berbeda dengan beberapa penelitian sebelumnya, dalam penelitian ini penulis menggunakan konfigurasi model struktur yang berbeda serta melakukan eksperimen laboratorium menggunakan sensor *Accelerometer Micro-Electro Mechanical System* (MEMS) dan *shaking table* sebagai alat eksitasi untuk memperoleh data pengukuran pada struktur.

Dalam analisis ini penulis tetap menerapkan metode DD-SSI yang dikembangkan Schanke (2015) untuk memprediksi parameter modal berupa frekuensi alami dan rasio redaman struktur. Idealisasi model simulasi numerik digunakan sebagai pemanding analisis metode DD-SSI sehingga diharapkan dapat ditemukan suatu kesimpulan perbandingan input data dari analisis tersebut.

1.2. Rumusan Masalah

Dari latar belakang yang telah diuraikan di atas dapat dirumuskan masalah dalam tesis ini adalah:

1. Bagaimana parameter modal struktur hasil analisis simulasi numerik?
2. Bagaimana parameter modal struktur model simulasi berdasarkan analisis metode DD-SSI?
3. Bagaimana parameter modal struktur model eksperimen berdasarkan analisis metode DD-SSI?
4. Bagaimana perbandingan parameter modal struktur hasil analisis pada model simulasi dan model eksperimen ?

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini meliputi:

1. Struktur yang ditinjau berupa struktur model *frame* dua lantai dan *tower*, menggunakan bahan plat baja strip dimensi 3 mm x 5.4 mm dan baja tulangan diameter 6 mm
2. Output-only modal analysis dengan eksitasi buatan berupa *ambient vibration* menggunakan *shaking table*.
3. Analisis modal struktur menggunakan algoritma simulasi numerik, sedangkan untuk mengekstrak parameter modal dari hasil pengukuran menggunakan algoritma metode DD-SSI menggunakan *software* MATLAB 2016a

4. Penelitian ini hanya terbatas pada identifikasi parameter modal berupa (frekuensi alami dan rasio redaman) tanpa mendeteksi atau memonitoring kesehatan struktur.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini sebagai berikut :

1. Menambah wawasan tentang sistem identifikasi struktur lebih khusus berdasarkan metode *Stochastic Subspace Identification* (SSI)
2. Hasil penelitian ini dapat dijadikan dasar untuk penelitian selanjutnya.
3. Bagi penulis, penelitian ini bermanfaat sebagai terapan ilmu yang diperoleh selama menempuh pendidikan di Jurusan Struktur, Magister Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

1.6. Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini yaitu:

1. Mengetahui perbandingan parameter modal struktur berdasarkan data analisis model simulasi numerik dengan data struktur eksperimen.
2. Mengetahui akurasi dan efektifitas metode *Stochastic Subspace Identification* (SSI)

1.7. Sistematika Penulisan

Penulisan tugas akhir ini dilakukan dalam lima bab sebagai berikut:

Bab 1 Pendahuluan

Berisi mengenai latar belakang masalah, perumusan masalah, batasan masalah, keaslian tugas akhir, manfaat penelitian, tujuan penelitian, dan sistematika penulisan.

Bab 2 Tinjauan Pustaka dan Landasan Teori

Tinjauan pustaka berisi mengenai uraian teori yang mendasari penelitian ini dari peneliti terdahulu tentang *operational modal analysis*, *stochastic subspace identification*, pengujian getaran *ambient*. Landasan teori, berisi uraian dasar-dasar dinamika struktur, model matematis dan persamaan-persamaan yang langsung berkaitan dengan metode DD-SSI.

Bab III Metodologi Penelitian

Berisi metode penelitian, alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian, diagram alir penelitian dan langkah-langkah penelitian.

Bab IV Hasil Penelitian dan Pembahasan

Berisi deskripsi eksperimen penelitian, hasil identifikasi parameter dinamik struktur baik dengan analisis algoritma numeric maupun dengan metode DD-SSI pada model simulasi dan eksperimen; serta komparasi parameter dinamik masing masing analisis dan modelnya.

Bab VI Kesimpulan dan Saran

Berisi kesimpulan dan saran berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan.