

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada era ini, perkembangan teknologi pada bidang konstruksi berlangsung begitu pesat seiring dengan kemajuan zaman dan maraknya pembangunan infrastruktur di Indonesia. Para profesional teknik sipil juga semakin inovatif dengan harapan dapat membawa industri konstruksi menjadi lebih baik dengan meningkatkan kualitas produksi dan jasa yang ditawarkan.

Elemen struktur secara perlahan dari tahun ke tahun akan mengalami degradasi yang dapat disebabkan oleh berbagai faktor seperti cuaca (temperatur dan kelembaban), beban berlebih (*excessive loads*), dan penuaan natural (Rucka, 2020). Degradasi material ini dapat menyebabkan penurunan kualitas material dan kerusakan-kerusakan pada elemen struktur yang dapat mengakibatkan penurunan kekuatan material sehingga struktur tidak mampu beroperasi sesuai dengan desain awal. Maka dari itu, kesehatan struktur (*structural health*) harus senantiasa diinvestigasi agar dapat diketahui *reliability* dari struktur sehingga apabila struktur terjadi kerusakan dapat segera dilakukan perbaikan dan perawatan.

Ada dua kategori pengetesan yang umum dilakukan pada struktur yakni *destructive test* dan *non-destructive test*. *Destructive test* bersifat merusak struktur dan mempengaruhi fungsi dan durabilitas struktur. Disamping itu, terdapat alternatif pengetesan lain yakni metode pengetesan elemen struktur dengan *non-destructive*

test (NDT) dimana NDT merupakan suatu metode pengetesan dan analisis yang ditujukan untuk mengetahui kondisi dari suatu material tanpa mengganggu fungsi dan *serviceability* ataupun mengubah komposisi serta bentuk material dalam mendeteksi, mengevaluasi, dan mengukur karakteristik dari material (International Atomic Energy Agency, 1999).

Dari beberapa jenis NDT, umumnya yang digunakan pada evaluasi elemen struktur adalah NDT berbasis vibrasi/getaran (*vibration-based NDT*). Metode berbasis vibrasi ini cocok digunakan terhadap elemen struktur karena kapabilitas untuk mendeteksi kecacatan (*flaws*) bukan hanya pada permukaan, tetapi sampai pada lapisan-lapisan dibawahnya (*subsurface*). Selain itu, pengetesan NDT berbasis vibrasi ini juga memiliki kelebihan dimana dalam mendeteksi suatu kerusakan pada struktur didapat bukan hanya respon global dari struktur tetapi juga respon lokal di area yang mengalami kerusakan. Sehingga apabila pada dalam elemen struktur terjadi *micro cracks* atau kecacatan lainnya, dapat terdeteksi dengan optimal.

Pada kasus ini, dilakukan peninjauan terkait dengan hasil NDT pada baling-baling *wind turbine*. Struktur baling-baling tersebut dilakukan pengetesan untuk mencari tahu terkait dengan kemampuan baling-baling tersebut dalam menahan beban angin di lapangan karena baling-baling akan menerima beban berupa angin tanpa henti. Maka dari itu, dilakukan pemodelan baling-baling tersebut sebagai balok kantilever untuk mempelajari perilaku vibrasi balok kantilever. Kemudian sampel balok yang dipakai ada tiga jenis yakni balok dengan keadaan baik, diberikan *treatment*, dan terdegradasi. Balok keadaan baik sebagai representasi baling-baling normal, balok yang diberikan *treatment* dengan dipanaskan dengan perlakuan tertentu sampai

memerah (membara) kemudian direndam air sebagai contoh kasus ekstrim (*extreme cases*), dan balok yang terdegradasi untuk melihat perbandingannya dengan balok dengan keadaan baik.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, berikut ini merupakan rumusan masalah yang diteliti secara lebih lanjut:

- 1) Bagaimana pengaruh penurunan modulus elastisitas (E) terhadap *eigenvalue* serta respon lendutan dari model struktur balok?
- 2) Bagaimana identifikasi kesehatan struktur (*structural health*) berdasarkan data NDT dapat menilai kelayakan struktur?
- 3) Apakah kombinasi tumpuan menyebabkan perbedaan efektivitas sistem ketika mengalami penurunan modulus elastis pada model struktur balok?
- 4) Bagaimana perbedaan frekuensi pada data eksperimen model *beam* (balok) berupa baling-baling struktur *wind turbine* dalam keadaan baik, diberikan *treatment*, dan terdegradasi ketika dilakukan *non-destructive test*?
- 5) Bagaimana identifikasi ketiga kondisi kelayakan baling-baling *wind turbine* tersebut dengan menggunakan data NDT berbasis vibrasi?

1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengidentifikasi pengaruh modulus elastisitas terhadap suatu sistem struktur melalui pengolahan data *non-destructive test* berupa model balok SDOF dan simulasi sederhana berbasis eksperimen dengan

bantuan beberapa program. Setelah melakukan identifikasi, penelitian ini bermaksud agar dapat diketahui dan dibuktikan korelasi perubahan modulus elastisitas dan kombinasi tumpuan dapat memengaruhi parameter dinamis dan respon amplitudo getar daripada elemen struktur balok serta dapat mencari parameter frekuensi natural kritis dari struktur yang dites.

1.4 Batasan Penelitian

Berikut ini merupakan batasan-batasan masalah yang telah ditetapkan dalam penelitian ini.

- 1) Elemen struktur yang dilakukan analisa dinamis berfokus pada balok (*beam*).
- 2) Data spesifikasi material, penampang, dan model yang digunakan untuk menjawab rumusan masalah pertama hingga ketiga adalah merupakan data asumsi yang bertujuan hanya untuk keperluan akademik.
- 3) Data lendutan balok terbagi menjadi tiga kondisi yakni keadaan baik, diberikan *treatment* (dipanaskan dengan perlakuan tertentu sampai memerah kemudian direndam air sebagai contoh kasus ekstrim), dan terdegradasi.
- 4) Hasil penelitian berupa rekaman lendutan baling-baling kincir angin diperoleh dari hasil penelitian yang dilakukan oleh Universitas Oldenburg.
- 5) Penelitian tidak mengkaji mengenai pertimbangan desain prototipe baling-baling, tetapi berfokus pada pengolahan data NDT. Kemudian, sistem dianggap sebagai *free vibration* dengan gaya angin dianggap sebagai massa sistem.

- 6) *Software* yang digunakan untuk membantu pengolahan data penelitian adalah SAP2000 *student edition* yang bertujuan untuk keperluan simulasi, Microsoft Excel dan MATLAB R2020b untuk keperluan analisa numerik.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini dilangsungkan dengan harapan dapat mengidentifikasi secara umum bagaimana karakteristik balok yang mengalami kerusakan melalui data vibrasi, respon getar, dan frekuensi natural dari suatu sistem struktur ketika diasumsikan terjadi perubahan nilai modulus elastisitas (E) serta parameter-parameter lainnya yang ikut terpengaruh dari transformasi tersebut. Kemudian diharapkan dengan adanya penelitian ini, dapat bermanfaat dalam menentukan kelayakan struktur dengan pengolahan data NDT berbasis vibrasi.

1.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1) BAB I: PENDAHULUAN

Bab ini memaparkan tentang latar belakang topik/pembahasan penelitian, rumusan masalah, maksud dan tujuan penelitian, batasan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan yang diterapkan.

2) BAB II: LANDASAN TEORI

Bab ini berisi mengenai bahasan berbasis studi literatur dan teori-teori yang ditujukan sebagai dasar dan pendukung dari penelitian yang diberlangsungkan.

3) BAB III: METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan mengenai metodologi dan teknik pengolahan data secara sistematis yang meliputi proses studi literatur, simulasi dan eksperimen, dan pengolahan data vibrasi model balok dengan bantuan program SAP2000, MATLAB R2020b, dan Microsoft Excel.

4) BAB IV: ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab ini akan memaparkan hasil pengolahan simulasi dengan bantuan program SAP2000 dan Microsoft Excel, serta data NDT berbasis vibrasi pada model balok dalam keadaan tanpa kerusakan, dengan kerusakan, dan dilakukan pemanasan yang diolah dengan bantuan program MATLAB R2020b.

5) BAB V: KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini akan menjelaskan terkait kesimpulan dari simulasi dan pengolahan data yang telah dilakukan. Pada bagian ini juga berisi mengenai saran bagi pihak yang ingin menganalisis lebih lanjut terkait dengan pengembangan materi skripsi ini.