

## **BAB 5**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian serta pembahasan yang telah dilakukan, peneliti menarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- a) Penelitian ini telah berhasil mengembangkan sistem integrasi VBA Excel dengan ETABS yang terdiri dari 11 modul terintegrasi (modul pemodelan, pembebanan, respons spektrum, analisis, dan ekstraksi hasil) dengan *interface UserForm* yang *user-friendly*. Sistem ini mampu mengotomatisasi proses desain struktur beton bertulang dari tahap *input* parameter hingga ekstraksi hasil analisis sesuai dengan SNI 1726:2019, 1727:2020, dan 2847:2019.
- b) Algoritma yang dikembangkan mampu membuat model struktur secara otomatis berdasarkan parameter *grid*, *story*, dimensi elemen, dan properti material. Sistem berhasil mengaplikasikan pembebanan (*dead load*, *live load*, SIDL, beban gempa) serta menjalankan analisis respons spektrum dengan konfigurasi yang sesuai standar. Proses ekstraksi hasil mencakup *base shear*, *joint reaction*, *frame forces*, dan *displacement* dengan format tabel Excel yang terstruktur dengan akurasi 99,943%.
- c) Sistem berhasil mengurangi jumlah langkah kerja sebesar 88% (dari 100 langkah menjadi 12 langkah) dibandingkan metode konvensional. Pengujian konsistensi nilai *output* menunjukkan nilai 0,057% untuk semua parameter kunci (*base shear*, periode, gaya dalam, *drift*), mengindikasikan sistem menghasilkan *output* yang identik dan konsisten untuk *input* yang sama.
- d) Sistem berhasil mengeliminasi kesalahan-kesalahan umum seperti salah *input* koordinat, lupa *assign* diafragma, lupa beban dinding, dan kesalahan *copy-paste* data yang sering terjadi pada metode manual.

#### **5.2 Saran**

Berdasarkan hasil penelitian dan keterbatasan sistem yang telah diidentifikasi, peneliti memberikan beberapa saran untuk pemanfaatan hasil penelitian dan pengembangan sistem lebih lanjut.

### 5.2.1 Saran Pemanfaatan dan Penelitian Lanjutan

Sistem yang telah dikembangkan dapat dimanfaatkan sebagai alat bantu desain awal struktur beton bertulang pada ranah konsultan perencana atau instansi pendidikan. Untuk penelitian lanjutan disarankan:

- a) Menguji penerapan sistem pada berbagai konfigurasi gedung dengan ketidakberaturan geometri atau massa sesuai SNI 1726:2019 untuk mengevaluasi kemampuan sistem pada struktur non-tipikal.
- b) Memperluas cakupan analisis dengan implementasi metode *pushover* dan *time-history analysis* untuk evaluasi kinerja berbasis *performance-based design*.
- c) Melakukan kalibrasi sistem pada studi kasus dengan kelas situs dan parameter seismik berbeda untuk menguji keakuratan sistem di berbagai kondisi seismik.

### 5.2.2 Saran Pengembangan Sistem

Untuk mengatasi sistem yang hanya dapat menangani struktur tipikal simetris dengan analisis linier, pengembangan lebih lanjut dapat dilakukan melalui:

- a) Pengembangan algoritma VBA Excel untuk memodelkan struktur denah tidak beraturan dan variasi dimensi elemen antar lantai.
- b) Penambahan fitur optimasi otomatis yang dapat menyesuaikan dimensi elemen berdasarkan hasil *design check* ETABS secara iteratif untuk mencapai konfigurasi paling efisien.
- c) Pengembangan modul VBA Excel untuk pendetailan tulangan dan sambungan untuk melengkapi *output* sistem.
- d) Integrasi sistem dengan *Building Information Modeling* (BIM) seperti Autodesk Revit untuk menghasilkan model 3D dan *bill of quantity* (BOQ) secara otomatis.
- e) Pengembangan *standalone application* berbasis *Graphical User Interface* (GUI) menggunakan Python atau Visual Basic agar independen dari platform Excel, dilengkapi fitur *database* untuk menyimpan riwayat proyek.