

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.