

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis, pengolahan data, dan perencanaan ulang struktur yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan yang menjawab tujuan perencanaan sebagai berikut:

1. Redesain struktur atas (pelat lantai, balok, dan kolom) serta struktur bawah (pondasi) telah berhasil diselesaikan. Perencanaan ulang menghasilkan perubahan dimensi pada kolom K1 dan K2 di lantai 3 dan 4 dari yang semula K1 500 x 750 mm menjadi K1' 400 x 600 mm dan K2 400 x 400 mm menjadi K2' 300 x 300. Perubahan juga terdapat pada pelat di lantai 2 hingga atap yang semula pelat konvensional menjadi pelat bondek. Dimensi penampang dan detail penulangan yang dihasilkan telah dievaluasi dan dipastikan mampu menahan gaya lateral yang diakibatkan oleh beban gempa dan kombinasi beban yang bekerja, sehingga memenuhi seluruh persyaratan kekuatan, kekakuan, dan kinerja struktur beton bertulang sesuai dengan standar SNI 2847:2019 dan SNI 1726:2019.
2. Analisis gaya dalam dan evaluasi struktur menggunakan Autodesk Robot Structural Analysis Professional (RSAP) berjalan efektif, yang selanjutnya divisualisasikan secara detail dalam 3D menggunakan Autodesk Revit. Pendekatan *Building Information Modeling* (BIM) ini terbukti sangat presisi dalam penarikan *Quantity Take-Off* (QTO) otomatis. Berdasarkan data QTO, diperoleh total volume beton sebesar 2.213,36 m<sup>3</sup> dan berat tulangan 321.305,89 kg. Dari perhitungan tersebut, rasio penulangan rata-rata struktur adalah 145,17 kg/m<sup>3</sup>. Angka ini menunjukkan bahwa struktur hasil redesain memenuhi kriteria keamanan, karena masih berada dalam rentang rasio penulangan ideal untuk bangunan gedung, yakni antara 100 hingga 200 kg/m<sup>3</sup>.
3. Rencana Anggaran Biaya (RAB) proyek telah berhasil disusun berdasarkan data *Bill of Quantity* (BoQ) yang diekstrak langsung dari pemodelan BIM.

Melalui pengolahan data menggunakan Microsoft Excel yang diintegrasikan dengan Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP), dihasilkan estimasi biaya struktur redesain yang lebih akurat, transparan, serta minim risiko kesalahan perhitungan (*human error*). Berdasarkan hasil evaluasi, RAB struktur hasil perencanaan ulang mencapai Rp 23.314.801.318,48. Dibandingkan dengan data eksisting, perencanaan ulang ini menghasilkan efisiensi volume material rata-rata sebesar 13,48%. Optimalisasi volume ini akan berdampak langsung pada efisiensi biaya proyek apabila dikalkulasikan menggunakan acuan AHSP yang seragam antara desain eksisting dan redesain.

4. Alokasi waktu dan *sequence* pekerjaan konstruksi berdasarkan hasil redesain struktur telah berhasil dijadwalkan menggunakan perangkat lunak Microsoft Project. Penyusunan *Gantt Chart* beserta identifikasi lintasan kritis (*critical path*) pekerjaan menghasilkan perencanaan durasi proyek yang sistematis, komprehensif, dan terukur. Berdasarkan analisis penjadwalan tersebut, estimasi total durasi pelaksanaan konstruksi struktur dapat diselesaikan dalam waktu 111 hari kalender atau setara dengan 16 minggu.
5. Seluruh parameter perencanaan berhasil diintegrasikan secara komprehensif menggunakan Autodesk *Navisworks*. Penggabungan model struktural 3D (Revit), jadwal pelaksanaan 4D (*Microsoft Project*), dan data estimasi biaya 5D (*Microsoft Excel*) menghasilkan simulasi visual pengerjaan konstruksi secara virtual. Simulasi ini sangat mempermudah evaluasi tahapan pekerjaan, pemantauan arus kas (akumulasi biaya), serta memitigasi potensi masalah sebelum pelaksanaan di lapangan.

## 5.2 Saran

1. Pengembangan Analisis Struktur Bawah. Disarankan untuk penelitian selanjutnya agar melakukan analisis struktur bawah (pondasi dan interaksi tanah) yang lebih mendalam menggunakan Autodesk Robot Structural Analysis Professional (RSAP) secara lebih spesifik, atau menggunakan perangkat lunak analisis geoteknik dan mekanika tanah lainnya agar pemodelan daya dukung menjadi lebih komprehensif dan riil.

2. Dapat dilakukan studi komparasi dengan menggunakan alternatif material atau sistem struktur lain (misalnya struktur baja) untuk melihat perbandingan efisiensi biaya.
3. Perhitungan analisis biaya dapat dimaksimalkan akurasi dengan menggunakan Microsoft Project dengan menggunakan fitur sumber daya untuk perhitungan analisis harga satuannya.
4. Penerapan *Building Information Modeling* (BIM) pada perencanaan ini dapat dikembangkan lebih luas sehingga tidak hanya terbatas pada dimensi 5D. Sangat disarankan untuk mengeksplorasi pemodelan yang terintegrasi dengan disiplin ilmu lain, yaitu elemen Arsitektur dan Mechanical, Electrical, & Plumbing (MEP). Integrasi ini bertujuan untuk memaksimalkan penggunaan fitur Clash Detection di Autodesk Navisworks, sehingga potensi benturan antar elemen struktur dan utilitas dapat dideteksi dan dimitigasi sebelum pelaksanaan konstruksi di lapangan.