

## **BAB 5**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil uji indeks kinerja NMSE (*Normalize Mean Square Error*) terhadap 32 Percobaan dengan 70 buah perhitungan kapasitas nominal gaya aksial ( $\phi P_n$ ) dan kapasitas nominal momen lentur ( $\phi M_n$ ) tiap percobaan, dari output program “BIAKSIAL” maupun perhitungan manual terhadap hasil hitung program SP-Column, didapat hasil :

1. Berdasarkan kedua hasil *validasi* tersebut, dapat disimpulkan bahwa *Metode Heron* yang *diimplementasikan* dalam *aplikasi BIAKSIAL* adalah *metode* yang *valid* dan *akurat*. *Metode* ini terbukti dapat diandalkan untuk menentukan kapasitas penampang kolom beton bertulang terhadap *kombinasi* beban *aksial* dan *momen biaksial* di berbagai kondisi perancangan.
2. *Validasi* perhitungan *manual* terhadap perangkat lunak SP Column menunjukkan tingkat kesesuaian yang sangat tinggi. Sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 4.6 dan Tabel 4.7, perbandingan ini menghasilkan nilai galat yang dapat diabaikan, dengan nilai *NMSE* untuk kuat *momen* terfaktor ( $M_n$ ) sebesar  $3.2 \times 10^{-5}$  dan untuk kuat *aksial* terfaktor ( $P_n$ ) sebesar  $1.6 \times 10^{-5}$ . Rendahnya nilai-nilai ini membuktikan secara *statistik* bahwa perhitungan *manual* yang dilakukan adalah *valid* dan *akurat*.
3. *Aplikasi BIAKSIAL* yang dikembangkan *terverifikasi* memiliki *akurasi* yang sangat baik setelah diuji secara *komprehensif* melalui 32 *variasi* percobaan. Hal ini dibuktikan oleh nilai *NMSE* Rata-Rata yang sangat rendah, yaitu 0,000142117 untuk kuat *aksial* terfaktor ( $P_n$ ) dan 0,000562841 untuk kuat *momen* terfaktor ( $M_n$ ). Nilai tersebut mengindikasikan bahwa selisih antara hasil *aplikasi BIAKSIAL* dengan perangkat lunak *standar* bersifat *minimal* dan dapat diabaikan secara rekayasa.

## 5.2 Saran – Saran

Berdasarkan kesimpulan dari penelitian ini, berikut adalah beberapa saran untuk pengembangan di masa mendatang:

1. Penelitian selanjutnya disarankan untuk memperdalam landasan teoretis dengan mengkaji dan membandingkan *Metode Heron* terhadap *metode-metode alternatif*. Kajian yang lebih *komprehensif* ini akan menyempurnakan penelitian dan menunjukkan pemahaman yang utuh mengenai posisi *Metode Heron* di antara berbagai pendekatan analisis *biaksial* yang ada.
2. Untuk tingkat *validasi* yang lebih tinggi, disarankan untuk melakukan uji *laboratorium* pada spesimen kolom nyata. Hasil pengujian fisik ini dapat digunakan untuk memverifikasi secara langsung *akurasi* perangkat lunak terhadap kondisi dunia nyata.
3. Disarankan untuk melakukan pengembangan lebih lanjut pada *aplikasi BIAKSIAL* dengan memodernisasi antarmuka pengguna (*UI/UX*) agar lebih *intuitif*. Pengembangan versi *mobile* juga akan meningkatkan *aksesibilitas* dan relevansi program bagi mahasiswa.