

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisis yang telah dilakukan dengan menggunakan *software* PLAXIS 2D pada Maindam Bendungan Jragung, maka dapat diambil 3 (tiga) kesimpulan utama sesuai dengan rumusan masalah penelitian sebagai berikut:

1. Proses pengintegrasian parameter material hasil pengujian laboratorium dengan data pemantauan instrumen lapangan dilakukan melalui metode *semi back-Analysis* pada parameter kekakuan tanah (E_{oed} , E_{ur} , G_0 , $\gamma_{0.7}$, dan OCR) dengan skema penimbunan bertahap per *layer* 3 meter, serta kalibrasi *groundwater flow* terhadap data V-Notch (V2). Kalibrasi deformasi vertikal dilakukan secara bertahap terhadap instrumen plat magnet (*extensometer settlement gauge*) pada berbagai elevasi penimbunan. Hasil evaluasi kuantitatif menunjukkan bahwa model numerik memiliki akurasi yang valid dengan nilai *Root Mean Square Error* (RMSE) selalu berada di bawah ambang batas 0,1 meter, yaitu sebesar 0,0430 meter pada elevasi 73,25 meter, 0,0806 meter pada elevasi 80 meter, 0,0864 meter pada elevasi 82,25 meter, 0,0440 meter pada elevasi 88 meter, 0,0445 meter pada elevasi 96 meter, serta 0,0844 meter pada elevasi akhir timbunan 102 meter.
2. Berdasarkan hasil evaluasi model yang telah terkalibrasi pada kondisi eksisting (selesai konstruksi / elevasi 102 meter) tanpa beban gempa, Maindam Bendungan Jragung diperoleh nilai Faktor Keamanan (SF) sebesar 2,457 dengan bentuk bidang gelincir kritis berupa keruntuhan melingkar (*circular slip surface*) pada lereng hilir memotong hingga dasar pondasi. Adapun perilaku deformasi internal tubuh bendungan menunjukkan penurunan vertikal maksimum (u_y) sebesar 2,234 meter di area puncak/inti lempung (*clay core*) akibat proses konsolidasi tanah.

Deformasi horizontal (u_x) membentuk pola simetris yang menguncup/mendorong ke dalam menuju sumbu tengah bendungan, di mana sisi hulu bergerak ke kanan sebesar +1,822 meter dan sisi hilir bergerak ke kiri sebesar -1,722 meter akibat tertarik oleh penurunan vertikal di area tengah, serta menghasilkan akumulasi deformasi total ($|u|$) maksimum sebesar 2,329 meter di area puncak bendungan.

3. Stabilitas dan respons struktural Maendam Bendungan Jragung terhadap variasi kondisi hidrolis dan pembebanan gempa pseudostatis menunjukkan kinerja yang aman dan stabil di mana hasil analisis debit rembesan melintasi bendungan sepanjang 1350 meter menghasilkan debit sebesar 1,961 liter/detik pada selesai konstruksi, 5,777 liter/detik pada Muka Air Rendah (LWL), 17,234 liter/detik pada Muka Air Normal (MAN), dan 18,297 liter/detik pada Muka Air Banjir (MAB). Seluruh nilai rembesan ini dinyatakan aman karena berada jauh di bawah batas izin sebesar 36,149 liter/detik (1% dari rata-rata debit tahunan Sungai Jragung sebesar 114 juta m^3 /tahun) berdasarkan Pedoman *Grouting* Untuk Bendungan Tahun 2005. Nilai Faktor Keamanan (SF) stabilitas lereng kondisi statis (tanpa gempa) bernilai 2,457 (selesai konstruksi), 2,432 (LWL), 2,322 (MAN), 2,311 (MAB), dan 2,116 pada kondisi *rapid drawdown* 5 hari dari MAN ke LWL dengan lokasi gelincir kritis berpindah ke lereng hulu. Sementara itu, pada analisis gempa pseudostatis, nilai SF akibat gempa operasional OBE ($k_0 = 0,05$) berkisar antara 1,909 hingga 2,206 (memenuhi syarat $SF \geq 1,20$) dan akibat gempa maksimum MDE ($k_0 = 0,25$) berkisar antara 1,378 hingga 1,548 (memenuhi syarat $SF \geq 1,10$). Dengan demikian, mengacu pada SNI 8064:2016 dan Pedoman Perencanaan Gempa Untuk Bendungan Urugan, stabilitas dan respons struktural Maendam Bendungan Jragung dinyatakan aman pada seluruh variasi pembebanan.

5.2 Saran

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang dapat dilakukan, yaitu:

1. Perlu dilakukan analisis sebagai pembandingan dari hasil telah didapatkan, analisis dapat dilakukan dengan perhitungan secara manual ataupun dengan bantuan software lain, seperti GeoStudio.
2. Untuk penelitian selanjutnya dapat menggunakan bantuan *machine learning* untuk membantu dalam *back analysis*.
3. Untuk analisis surut cepat, sebaiknya menggunakan perhitungan hidrologi dan hidrolika agar penurunan muka air sesuai dengan oprasional bendungan.
4. Sebaiknya nilai dari properti batuan dasar menggunakan sumber data pada lokasi penelitian.
5. Sebaiknya analisa stabilitas maindam juga memperhitungkan stabilitas lereng sayap kanan dan kiri maindam bersandar.
6. Perlu dilakukan test *residual shear strenght* agar mengetahui kestabilan maindam saat terjadinya pelapukan.
7. Untuk penelitian selanjutnya dapat memperhitungkan jenis, kuantitas, dan perilaku material batuan yang menyusun zona *Random* agar pemodelan dapat lebih akurat.