

INTISARI

Kota Palu dan Kabupaten Sigi di Provinsi Sulawesi Tengah merupakan wilayah rawan likuifaksi yang berkembang pada endapan aluvial dengan muka air tanah dangkal dan berada pada zona aktif Sesar Palu-Koro, sehingga pengendalian muka air tanah menjadi salah satu strategi mitigasi yang relevan. Penelitian ini bertujuan mensimulasikan penurunan muka air tanah melalui sumur dangkal sebagai upaya mitigasi likuifaksi menggunakan pemodelan aliran air tanah numerik berbasis MODFLOW dengan mempertimbangkan kondisi hidrogeologi, parameter hidraulik akuifer, serta enam skenario pemompaan, yaitu debit 1-4 L/det pada sumur eksisting dan pengaturan jarak antar sumur 500 m dengan debit 4 dan 5 L/det. Hasil simulasi menunjukkan bahwa pemompaan pada sumur eksisting hanya menghasilkan penurunan muka air tanah lebih dari 7 m secara lokal, sedangkan mitigasi yang efektif pada skala kawasan dicapai pada skenario jarak antar sumur ≤ 500 m dengan debit optimum 5 L/det yang membentuk zona penurunan saling tumpang tindih dan mampu menurunkan muka air tanah hingga melampaui ambang kritis 7 m di sebagian besar zona rawan likuifaksi. Analisis kualitas air tanah berdasarkan 122 titik sampel fisikokimia dan 19 sampel hidrogeokimia-mikrobiologi tahun 2025 menunjukkan bahwa area non-likuifaksi didominasi fasies kalsium-bikarbonat (Ca-HCO_3) dengan total padatan terlarut (TDS) < 500 mg/L, pH 6,5-8,5, serta konsentrasi nitrat (NO_3^-) yang rendah dan relatif stabil, sehingga masih layak sebagai sumber air baku, sedangkan area terdampak likuifaksi menunjukkan peningkatan signifikan konsentrasi natrium (Na^+), klorida (Cl^-), sulfat (SO_4^{2-}), dan nitrat ($\text{NO}_3^- > 100$ mg/L), disertai kontaminasi mikrobiologi berupa *Escherichia coli* hingga 20-23 MPN/100 mL. Integrasi hasil pemodelan dan karakteristik kualitas air tanah menunjukkan bahwa penerapan sumur dangkal sebagai sarana mitigasi likuifaksi dapat diterapkan pada seluruh wilayah rawan, sementara pemanfaatan air hasil pemompaan memerlukan pengolahan yang disesuaikan dengan kondisi kimia dan mikrobiologi air serta pengaturan debit dan jarak antar sumur yang optimal agar tujuan mitigasi tercapai tanpa meningkatkan risiko degradasi akuifer dangkal.

Kata kunci: likuifaksi, mitigasi bencana, muka air tanah, pemodelan air tanah, sumur dangkal.

ABSTRACT

Palu City and Sigi Regency in Central Sulawesi Province are highly susceptible to liquefaction due to the presence of shallow groundwater within unconsolidated alluvial deposits and their location along the active Palu-Koro Fault zone, making groundwater level control a relevant mitigation strategy. This study aims to simulate groundwater level drawdown through shallow wells as a liquefaction mitigation measure using a numerical groundwater flow model based on MODFLOW, incorporating hydrogeological conditions, aquifer hydraulic parameters, and six pumping scenarios, including discharge rates of 1-4 L/s for existing wells and well spacing of 500 m with pumping rates of 4 and 5 L/s. Simulation results indicate that pumping from existing wells produces groundwater level drawdown exceeding 7 m only locally, whereas effective mitigation at the regional scale is achieved under scenarios with well spacing ≤ 500 m and an optimum pumping rate of 5 L/s, resulting in overlapping drawdown cones and groundwater level reduction beyond the critical threshold of 7 m across most liquefaction-prone zones. Groundwater quality analysis based on 122 physicochemical sampling points and 19 hydrogeochemical–microbiological samples collected in 2025 shows that non-liquefaction areas are dominated by a calcium-bicarbonate (Ca-HCO₃) facies, with total dissolved solids (TDS) < 500 mg/L, pH values ranging from 6.5 to 8.5, and low, relatively stable nitrate (NO₃⁻) concentrations, indicating suitability as a raw water source. In contrast, liquefaction-affected areas exhibit significant increases in sodium (Na⁺), chloride (Cl⁻), sulfate (SO₄²⁻), and nitrate (NO₃⁻ > 100 mg/L) concentrations, accompanied by microbiological contamination in the form of *Escherichia coli* reaching 20-23 MPN/100 mL. Integration of groundwater flow modeling and water quality characteristics indicates that shallow wells can be implemented as an effective liquefaction mitigation measure throughout all susceptible areas, while utilization of pumped groundwater requires appropriate treatment based on its chemical and microbiological properties, along with optimized pumping rates and well spacing, to ensure mitigation effectiveness without increasing the risk of shallow aquifer degradation.

Keywords: disaster mitigation, groundwater level, groundwater modeling, liquefaction, shallow well