



## INTISARI

*Mud pumping* merupakan masalah geoteknik yang sering ditemui pada timbunan jalur kereta api terutama saat muka air tanah naik dan terjadi hujan yang berkepanjangan. Tak jarang kejadian *mud pumping* menciptakan masalah lain pada timbunan jalur kereta api, salah satunya adalah longsor. Seringkali penanganan masalah *mud pumping* dilakukan tanpa memahami penyebab dan mekanisme terjadinya fenomena tersebut. Alhasil penanganan yang dilakukan acap kali tidak sesuai atau kurang tepat dilakukan untuk memitigasi kejadian serupa terjadi di masa mendatang. Untuk itu, diperlukan penjelasan terkait mekanisme *mud pumping* yang terjadi akibat naiknya muka air tanah dan perubahan karakteristik timbunan supaya keputusan perbaikan yang digunakan dapat dilakukan dengan tepat. Dalam penelitian ini akan dikupas bagaimana *mud pumping* dapat terjadi akibat penjuanan timbunan jalur kereta api karena hujan yang berujung pada longsornya timbunan pada jalur kereta api Petak Gilas–Sepancar STA. 206+240.

Pemodelan numeris dengan metode *back analysis* dilakukan untuk mengetahui perubahan perilaku dan posisi muka air tanah selama hujan ketika longsor belum terjadi. Hasil pemodelan menunjukkan bahwa kejadian hujan mengakibatkan angka aman timbunan turun, tetapi tidak menyebabkan longsor. Hal ini menandakan bahwa hujan bukanlah satu-satunya penyebab kelongsoran. Dari hasil simulasi diperoleh bahwa longsor terjadi akibat akumulasi hujan selama 17 hari sebelum dan hujan saat kejadian longsor terjadi sehingga timbunan mengalami penjuanan dan selama penjuanan terjadi fluidisasi pada tanah dasar yang mengakibatkan peristiwa *mud pumping* pada lapisan balas/subbalas. *Mud pumping* yang terjadi mengakibatkan kuat geser pada timbunan berkurang dan penjuanan mencapai lapisan balas/subbalas sehingga memicu terjadinya longsor. Pada hari kejadian angka aman kritis diperoleh sebesar 1,023 yang menandakan timbunan runtuh akibat akumulasi hujan 17 hari sebelum kejadian longsor dan hujan saat terjadi longsor, serta *mud pumping*.

Dapat disimpulkan bahwa longsor pada timbunan jalur kereta api Petak Gilas – Sepancar STA. 206+240 terjadi akibat kombinasi penjuanan dari infiltrasi hujan dan *mud pumping* yang ditunjukkan dengan angka aman sebesar 1,023 pada hari kejadian longsor (hari ke-17,06). Perbaikan yang digunakan untuk mitigasi kejadian serupa terjadi kembali adalah dengan menggunakan geokomposit sebagai separator sekaligus lapis kedap. Hasil perbaikan menunjukkan angka aman di atas 1,5 yang telah memenuhi standar angka aman yang ditetapkan berdasarkan PM Perhubungan No. 60 Tahun 2012.

**Kata kunci:** *Mud Pumping*, *Unsaturated Soil Mechanics*, Timbunan Jalur Kereta, Longsor, Infiltrasi Hujan



## **ABSTRACT**

*Mud pumping is a geotechnical problem commonly encountered in railway embankments, especially when the groundwater table rises and prolonged rainfall occurs. Often, mud pumping incidents lead to other issues in railway embankments, one of which is landslides. Frequently, the handling of mud pumping problems is done without understanding the causes and mechanisms behind the phenomenon. As a result, the measures taken are often inappropriate or insufficient to mitigate similar incidents in the future. Therefore, an explanation of the mud pumping mechanism caused by the rise in groundwater levels and changes in embankment characteristics is needed so that repair decisions can be made accurately. This study will examine how mud pumping can occur due to the saturation of railway embankments from rainfall, leading to the landslides of the embankment between Gilas Station–Sepancar Station STA. 206+240 railway section.*

*Numerical modeling using the back analysis method was conducted to determine changes in behavior and the groundwater table position during rainfall before a landslide occurred. The modeling results show that rainfall caused a decrease in the safety factor of the embankment but did not trigger a landslide. This indicates that rainfall is not the sole cause of the landslide. Simulation results reveal that the landslide occurred due to the accumulation of rainfall over 17 days prior to the event and rainfall during the landslide, causing the embankment to become saturated. During saturation, fluidization occurred in the foundation soil, leading to a mud pumping event in the base/sub-base layer. The mud pumping caused a reduction in shear strength in the embankment, and saturation reached the base/sub-base layer, triggering the landslide. On the day of the event, the critical safety factor was found to be 1.023, indicating that the embankment collapsed due to the 17-day accumulated rainfall before the landslide and rainfall during the event, as well as the mud pumping.*

*It can be concluded that the landslide on the Petak Gilas–Sepancar railway embankment at STA. 206+240 occurred due to a combination of saturation from rain infiltration and mud pumping. The mitigation measure used to prevent similar occurrences was the installation of geocomposites as both a separator and a waterproof layer. The improvement results showed a safety factor of 1.951, which meets the safety standards established according to Transportation Ministry Regulation No. 60 of 2012.*

**Keywords:** *Mud Pumping, Unsaturated Soil Mechanics, Railway Embankment, Landslide, Rainwater Infiltration*