

INTISARI

Dalam dunia industri, proses pemindahan fluida dalam suatu tangki merupakan bagian penting dalam pengelolaan fluida. Kestabilan aliran sangat menentukan efisiensi dan keamanan operasi. Salah satu permasalahan umum adalah terbentuknya *free surface vortex* yang dapat menyebabkan gangguan aliran, masuknya udara, kavitasi, hingga kerusakan mekanis pada pompa dan pipa. Selain menurunkan efisiensi, *vortex* juga dapat mencemari fluida akibat erosi. Oleh karena itu, dibutuhkan studi untuk memahami pengaruh viskositas fluida terhadap pembentukan *vortex*, serta mengevaluasi efektivitas penggunaan *vortex breaker* sebagai solusi pencegahannya.

Penelitian ini dilakukan secara numerik menggunakan pendekatan *Computational Fluid Dynamics* (CFD) untuk menyimulasikan pengosongan tangki pada kondisi tanpa *vortex breaker* dan dengan *vortex breaker* serta kondisi pengosongan hanya mengandalkan gaya gravitasi dan pengosongan dengan menjaga kecepatan *outlet* konstan sebesar 2 m/s. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah viskositas fluida, dengan lima jenis fluida yaitu air, gliserol 25%, 50%, 75%, dan 100%. Pada penelitian ini, mencakup 20 variasi simulasi yang dilakukan untuk menganalisis pengaruh viskositas fluida terhadap pembentukan *vortex*.

Hasil simulasi menunjukkan bahwa semakin tinggi viskositas, tinggi kritis *vortex* meningkat dari 0,0107 m (air) hingga 0,0269 m (gliserol 100%) pada gravitasi. Pada kecepatan konstan 2 m/s, tinggi kritis meningkat dari 0,0213 m (air) hingga 0,0548 m (gliserol). *Vortex breaker* efektif mencegah *vortex* di semua kondisi. Tanpa *vortex breaker*, tangki kosong dalam 30 detik, sedangkan dengan *breaker* menjadi 45 detik pada gaya gravitasi. Pada aliran konstan, waktu pengosongan cenderung seragam (8–9 detik) meski viskositas berbeda.

Kata kunci: viskositas, *vortex*, *vortex breaker*, pengosongan tangki, CFD, kecepatan aliran konstan, tinggi kritis

ABSTRACT

In industrial applications, fluid transfer within a tank is an essential aspect of fluid management. Flow stability plays a crucial role in ensuring operational efficiency and safety. One common issue is the formation of a free surface vortex, which can disrupt the flow, introduce air into the system, cause cavitation, and lead to mechanical damage in pumps and pipelines. In addition to reducing efficiency, vortex formation can contaminate the fluid due to erosion. Therefore, a study is needed to understand the effect of fluid viscosity on vortex formation and to evaluate the effectiveness of using a vortex breaker as a preventive solution.

This research was conducted numerically using the Computational Fluid Dynamics (CFD) approach to simulate the tank drainage process under two main conditions: with and without a vortex breaker. The simulations were also performed under two types of flow mechanisms: one driven purely by gravity and the other with a constant outlet velocity of 2 m/s. The independent variable in this study is the viscosity of the fluid, with five types of fluids used: water, 25% glycerol, 50% glycerol, 75% glycerol, and 100% glycerol. This study includes 20 simulation variations conducted to analyze the effect of fluid viscosity on vortex formation.

Simulation results show that as viscosity increases, the critical vortex height rises from 0.0107 m (air) to 0.0269 m (100% glycerol) under gravity. At a constant outlet velocity of 2 m/s, the critical height increases from 0.0213 m (air) to 0.0548 m (glycerol). The vortex breaker is effective in preventing vortex formation under all conditions. Without a vortex breaker, the tank empties in 30 seconds, while with a breaker it takes 45 seconds under gravity. At constant flow velocity, the emptying time remains consistent (8–9 seconds) despite differences in viscosity

Keyword: Viscosity, vortex, vortex breaker, tank drainage, CFD, constant flow velocity, critical height