

# ABSTRAK

## STUDI EKSPERIMENTAL GAYA HIDRODINAMIK PADA TWIN SUBMERGED FLOATING TUBES

Patricius Priya Darmanto, Jamiatul Akmal, Asnawi Lubis

*Submerged Floating Tunnel (SFT)* merupakan sebuah inovasi yang masih berupa konsep karena sampai saat ini belum ada proyek aktual yang diwujudkan. Meskipun demikian SFT ini menawarkan sebuah peluang baru dalam bidang transportasi yang melewati perairan yang dalam dan lebar, misalnya transportasi antar pulau yang tidak dimungkinkan untuk menggunakan jembatan. *Submerged Floating Tunnel (SFT)* ini juga dapat mengurangi kesibukan dan padatannya jalur pelayaran yang membutuhkan waktu lama dan biaya yang cukup mahal. Terowongan apung terendam adalah inovasi yang memanfaatkan hukum gaya apung untuk menopang struktur pada kedalaman yang moderat dan nyaman. Terowongan ini terbuat dari baja dan beton, dan dapat diikat pada dasar laut atau diapungkan di permukaan air dengan bantuan ponton. SFT harus dirancang untuk menahan semua gerakan, beban operasi, dan beban tidak disengaja, dengan kekuatan dan kekakuan yang cukup. Gelombang air laut atau ombak adalah gangguan yang sangat mempengaruhi keamanan struktur SFT. Salah satu struktur SFT yang ditawarkan adalah terowongan model kembar atau model tandem. Penelitian ini dimaksudkan untuk menambah referensi pengembangan penelitian lanjutan yang diperlukan untuk mewujudkan *Submerged Floating Tunnel (SFT)* yang aman. Penelitian ini menyajikan hasil dari studi eksperimen yang mencari pengaruh jarak antar sumbu tabung kembar atau *twin tubes* yang diperbandingkan dengan panjang gelombang ombak terhadap besarnya gaya hidrodinamik arah horizontal yang direpresentasikan sebagai gaya Morison (gaya *drag* dan inersia) yang diterima oleh kedua tabung kembar tersebut. Studi eksperimen ini mengasumsikan bahwa tidak ada gangguan lain yang mengenai kedua tabung selain semata-mata hanya gelombang air (ombak). Jarak antar tabung ( $x$ ) yang ditinjau adalah sebesar  $1\lambda$  atau satu panjang gelombang,  $\frac{3}{4}\lambda$ ,  $\frac{1}{2}\lambda$  dan  $\frac{1}{4}\lambda$ . Sedangkan variasi diameter tabung eksperimen adalah 3", 2.5" dan 2". Untuk melengkapi penelitian maka ditinjau pula gaya pada variasi kedalaman -10 cm, -20 cm, dan -30 cm dari *surface water level*. Penelitian ini menggunakan *load cell* yang dipasang pada tabung 1 (tabung depan yang berhadapan langsung dengan arah gelombang) dan pada tabung 2 (tabung yang berada di belakang tabung 1 ditinjau dari arah gelombang) yang dihubungkan dengan perangkat elektronik berbasis Arduino. Dari penelitian dapat disimpulkan bahwa gaya yang diterima oleh tabung 2 selalu lebih kecil daripada gaya yang diterima tabung 1, hal ini normal karena gaya gelombang tidak secara langsung diterima oleh tabung 2 namun sudah berkurang akibat terganggu tabung 1. Perubahan jarak antar tabung dari  $1\lambda$  menjadi  $\frac{1}{2}\lambda$  mempengaruhi besarnya gaya yang diterima oleh tabung menjadi lebih kecil, namun tidak ditemukan kecenderungan yang pasti bahwa semakin kecil jarak antar tabung selalu akan semakin kecil pula gaya yang diterima tabung. Ditinjau dari variasi kedalaman penempatan tabung, maka terdapat kecenderungan bahwa semakin dalam penempatan tabung akan memperkecil gaya yang diterima tabung akibat gelombang / ombak.

**Kata kunci:** *Submerged Floating Tunnel (SFT), Twin Tubes, drag force, inertia force*

## **ABSTRACT**

### **Experimental Study of Hydrodynamic Force of Twin Submerged Floating Tubes (SFT)**

Patricius Priya Darmanto, Jamiatul Akmal, Asnawi Lubis

*Submerged Floating Tunnel (SFT) is an innovation that is still in the concept stage because there is no actual project that has been realized so far. However, SFT offers a new opportunity in the field of transportation that passes through deep and wide waters, for example, inter-island transportation that is not possible to use a bridge. SFT can also reduce the busyness and density of shipping lanes that require a long time and quite expensive. A submerged floating tunnel is an innovation that utilizes the law of buoyancy to support the structure at a moderate and comfortable depth. The tunnel is made of steel and concrete, and can be anchored to the seabed or floated on the water surface with the help of pontoons. SFT must be designed to withstand all movements, operational loads, and accidental loads, with sufficient strength and rigidity. One of the SFT structures offered is the twin-tube or tandem model tunnel. This research is intended to add references for further research development needed to realize a safe Submerged Floating Tunnel (SFT). The study presents the results of an experimental study that seeks the influence of the distance between twin tube axes or twin tubes compared to the wave length on the magnitude of the horizontal hydrodynamic force represented as the Morison force (drag and inertia force) received by the two twin tubes. The experimental study assumes that there is no other disturbance affecting the two tubes other than just water waves (swells). The distance between the tubes ( $x$ ) reviewed is  $1\lambda$  or one wavelength,  $\frac{3}{4}\lambda$ ,  $\frac{1}{2}\lambda$ , and  $\frac{1}{4}\lambda$ . Meanwhile, the variation in the diameter of the experimental tube is 3", 2.5", and 2". To complete the study, the force is also reviewed at variations in depth of -10 cm, -20 cm, and -30 cm from the surface water level. This study uses a load cell mounted on tube 1 (the front tube facing the direction of the wave) and on tube 2 (the tube behind tube 1 viewed from the direction of the wave) connected to an Arduino-based electronic device. From the study, it can be concluded that the force received by tube 2 is always smaller than the force received by tube 1, which is normal because the wave force is not directly received by tube 2 but has been reduced due to the disturbance of tube 1. The change in the distance between the tubes from  $1\lambda$  to  $\frac{1}{2}\lambda$  affects the magnitude of the force received by the tube to be smaller, but there is no tendency that the smaller the distance between the tubes, the smaller the force received by the tube. Reviewed from the variation in the depth of tube placement, there is a tendency that the deeper the tube placement, the smaller the force received by the tube due to waves/swells.*

**Keywords:** *Submerged Floating Tunnel (SFT), Twin Tubes, drag force, inertia force*