

ABSTRACT

Swimming pool is a building facility in hotels, apartments and others. The swimming pool is often placed on the top floor of a multi-storey building considering its function as a recreation zone with views from the top of the building. The existence of a water reservoir on the top of the building on one side can provide a dynamic load cycle that can cause fatigue, damage and partial or complete failure of structural elements. So it is necessary to design a water reservoir as a function of the various water depths, reservoir dimensions and dynamic load excitation which affect the response of the structure.

Analysis of the behavior of water in the tub when receiving a dynamic load is simulated using the DualSPHsys application to obtain the resultant force on the walls of the tub. Linear wave theory is used in determining the shape and dimensions of a water tank, because the frequency of water waves is a function of the depth of water. The natural frequency of the structure was numerically analyzed using the SAP 2000 application for prototype structures and laboratory models. Meanwhile, the frequency of water waves is designed to be close to the natural frequency of the structure. When the lateral load acts on the structure, the law of action and reaction occurs in the form of the interaction of water movement and the movement of the structure beneath it. The movement of water will be opposite to the movement of the structure at the beginning step of loading. The free vibration testing of structure model with the static and dynamic loads which is excited with structure model above the shaking table with the addition of water in the water reservoir on the top floor is one of the Tuned Liquid Damping (TLD) system models.

The results of numerical analysis with SPH (Smooth Particle Hydrodynamics) state that the higher the excitation frequency, the resultant average compressive and tensile forces on the walls of the reservoir tend to increase and reach an optimum at an excitation frequency of 0.8-1.0 Hz. At the same amount of water mass the maximum resultant force at the reservoir wall still increases until the ratio of water depth to the length of the water reservoir (d/L) = 0.072-0.144. The results of free vibration testing on steel portal structures with static loads explain that the damping ratio (ξ) which is added congested mass is smaller than water mass. The damping ratio tends to increase and reaches the optimum when adding water with a d/L ratio of 0.2-0.4. The displacement amplitude tends to decrease and reaches an optimum at a d/L ratio of 0.2-0.4 for each addition of water mass. The results of the shaking table testing on the steel portal structure explain that the optimum displacement is achieved at a sinusoidal sweep loading of 0.015g with a percentage addition of the amount of water mass in the range of 4-8% of the structure mass and the optimum displacement of the structure is achieved at the addition of water with a d/L ratio 0.2-0.6.

Keywords: pool, frequency, water, force, displacement, damping

INTISARI

Kolam renang merupakan fasilitas gedung pada bangunan hotel, apartemen dan sejenisnya. Kolam renang seringkali ditempatkan pada bagian lantai teratas pada suatu gedung bertingkat mengingat fungsinya sebagai zona rekreasi dengan pemandangan dari atas gedung. Keberadaan tampungan air di atas gedung di satu sisi dapat memberikan siklus beban dinamik yang dapat menyebabkan kelelahan, kerusakan dan kegagalan elemen struktur sebagian atau seluruhnya. Sehingga perlu dirancang tampungan air sebagai fungsi ragam ketinggian air, dimensi tampungan dan eksitasi beban dinamik yang berpengaruh terhadap respon strukturnya.

Analisis perilaku air dalam bak ketika menerima beban dinamik disimulasikan menggunakan aplikasi DualSPHsys untuk memperoleh resultan gaya pada dinding bak. Teori gelombang linear digunakan dalam penentuan bentuk dan dimensi bak air, dikarenakan frekuensi gelombang air adalah fungsi kedalaman air. Adapun frekuensi alami struktur secara numerik dianalisis menggunakan aplikasi SAP 2000 untuk struktur prototip dan model laboratorium sedangkan frekuensi gelombang air didesain mendekati frekuensi alami strukturnya. Pada saat beban lateral bekerja pada struktur terjadi hukum aksi dan reaksi berupa interaksi gerakan air dan gerakan struktur yang berada di bawahnya. Gerakan air akan berlawanan dengan gerakan struktur pada tahap awal pembebanan. Pengujian model *free vibration* struktur dengan beban statik dan model struktur yang dieksitasi beban dinamik di atas *shaking table* dengan penambahan air pada bak air di lantai teratas merupakan salah satu model sistem *Tuned Liquid Damping* (TLD).

Hasil analisis numerik dengan SPH (*Smooth Particle Hydrodynamics*) menyatakan bahwa semakin tinggi frekuensi eksitasi menyebabkan resultan gaya tekan dan tarik rata-rata pada dinding tampungan cenderung meningkat dan mencapai optimum pada frekuensi eksitasi 0,8-1,0 Hz. Pada jumlah massa air yang sama gaya resultan maksimum pada dinding tampungan masih meningkat untuk rasio kedalaman air terhadap panjang tampungan air (d/L) = 0,072-0,144. Hasil pengujian *free vibration* pada struktur portal baja dengan simpangan statik menjelaskan bahwa rasio redaman (ξ) yang ditambah massa padat lebih kecil dibandingkan yang ditambah massa air. Rasio redaman cenderung meningkat dan mencapai optimum pada penambahan air dengan rasio d/L 0,2-0,4. Amplitudo simpangan cenderung menurun dan mencapai optimum pada rasio d/L 0,2-0,4 pada setiap penambahan massa air. Hasil pengujian *shaking table* pada struktur portal baja menjelaskan bahwa nilai simpangan optimum tercapai pada pembebanan *sinusoidal sweep* 0,015g dengan persentase penambahan jumlah massa air dalam rentang 4-8% dari massa strukturnya dan nilai simpangan optimum struktur tercapai pada penambahan air dengan rasio d/L 0,2-0,6.

Kata kunci: kolam, frekuensi, air, gaya, simpangan, redaman