

ANALISIS PENGARUH FREKUENSI *ULTRASONIC ANTIFOULING SYSTEM* TERHADAP RESPONS GETARAN PELAT GFRP DALAM PENGENDALIAN *BIOFOULING*

David Christian Uzia Gultom

ABSTRAK

Biofouling pada lambung kapal dapat menyebabkan peningkatan hambatan hidrodinamis yang berujung pada penurunan efisiensi bahan bakar. Penggunaan Ultrasonic Antifouling(UAF) merupakan salah satu metode alternatif yang menjanjikan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi frekuensi sistem UAF (20 kHz, 40 kHz, 60 kHz, 80 kHz, dan 100 kHz) terhadap distribusi tekanan akustik dan karakteristik atenuasi gelombang pada pelat *Glass Fiber Reinforced Plastic* (GFRP) dalam kondisi permukaan basah (wet surface). Analisis dilakukan melalui simulasi elemen hingga (Finite Element Analysis) menggunakan perangkat lunak Abaqus dengan memperhitungkan interaksi struktur-akustik antara pelat dan medium air sepanjang 350 mm. Hasil simulasi menunjukkan bahwa tekanan akustik maksimum terjadi pada frekuensi 20 kHz (1.699,96 Pa) akibat fenomena resonansi sistem, kemudian menurun pada 40 kHz (122,9 Pa), namun kembali meningkat pada 60 kHz (604,1 Pa) karena munculnya modus getar harmonik orde tinggi, dan akhirnya mendekati nol pada 100 kHz ($6,81 \times 10^{-13}$ Pa) yang mengindikasikan terjadinya titik simpul (nodal point). Analisis atenuasi membuktikan bahwa gelombang berfrekuensi rendah (20-40 kHz) memiliki jangkauan rambat yang lebih jauh dengan tingkat pelemahan yang relatif landai, sedangkan frekuensi tinggi (80-100 kHz) mengalami disipasi energi yang sangat cepat dalam jarak pendek. Oleh karena itu, frekuensi 20-40 kHz direkomendasikan sebagai frekuensi paling efektif untuk menjangkau area pelat yang lebih luas dalam aplikasi pengendalian biofouling di kapal.

Kata Kunci: *Ultrasonic Antifouling*, GFRP, Tekanan Akustik, Atenuasi, *Abaqus*.

ANALYSIS THE EFFECT OF ULTRASONIC ANTIFOULING SYSTEM FREQUENCY ON THE VIBRATION RESPONSE OF GFRP PLATES IN BIOFOULING CONTROL

David Christian Uzia Gultom

ABSTRACT

Biofouling on ship hulls causes increased hydrodynamic drag, leading to reduced fuel efficiency. The use of Ultrasonic Antifouling (UAF) is a promising alternative method. This study aims to analyze the effect of UAF frequency variations (20 kHz, 40 kHz, 60 kHz, 80 kHz, and 100 kHz) on the acoustic pressure distribution and wave attenuation characteristics of a Glass Fiber Reinforced Plastic (GFRP) plate under wet surface conditions. The analysis was conducted through Finite Element Analysis (FEA) using Abaqus software, considering the structural-acoustic interaction between the plate and the water medium along a 350 mm path. The simulation results showed that the maximum acoustic pressure occurred at 20 kHz (1,699.96 Pa) due to the system resonance phenomenon. It decreased at 40 kHz (122.9 Pa), increased again at 60 kHz (604.1 Pa) due to the emergence of higher-order harmonic vibration modes, and finally approached zero at 100 kHz (6.81×10^{-13} Pa), indicating a nodal point. Attenuation analysis proved that low-frequency waves (20-40 kHz) have a longer propagation range with a relatively gentle attenuation rate, while high frequencies (80-100 kHz) experience very rapid energy dissipation within short distances. Therefore, 20-40 kHz is recommended as the most effective frequency range for broader plate area coverage in ship biofouling control applications.

Keyword: *Ultrasonic Antifouling, GFRP, Acoustic Pressure, Attenuation, Abaqus.*