

MODEL MATEMATIK REFRAKSI DIFRAKSI GELOMBANG DENGAN METODE ELEMEN HINGGA

Didik Purwantoro

Indonesia sebagai Negara kepulauan mempunyai lebih dari 3700 pulau dan wilayah pantai sepanjang 80.000 km. Wilayah pantai ini merupakan daerah yang sangat intensif dimanfaatkan untuk kegiatan manusia, seperti kawasan pusat pemerintahan, pemukiman, industri, pelabuhan, pertambangan, pertanian/perikanan, pariwisata, dan sebagainya. Untuk mengembangkan kawasan pantai diperlukan perencanaan yang cukup matang baik dari aspek ekonomi, aspek teknis maupun keamanan. Di dalam tinjauan secara teknis dibutuhkan sebuah pemodelan yang mampu menangkap proses transformasi gelombang laut secara murah, cepat dan praktis. Proses transformasi gelombang yang cukup dominan di daerah pantai adalah proses refraksi dan difraksi. Refraksi adalah proses berbeloknya arah gerak puncak gelombang. Hal ini disebabkan gelombang di tempat yang dalam bergerak lebih cepat daripada gelombang yang berada di tempat yang dangkal. Keadaan ini menyebabkan puncak gelombang bergerak membelok ke arah daerah yang dangkal. Difraksi adalah proses penyebaran gelombang akibat benturan dengan penghalang misalnya bangunan pemecah gelombang. Gelombang yang menyebar setelah benturan ini disebut gelombang difraksi. Pembuatan model dapat dilakukan dengan menggunakan model fisik, model matematik, model analog maupun model hibrid. Salah satu kelemahan model fisik adalah kemampuannya yang hanya sekali sesuai dengan bentuk bangunan pelabuhan, artinya satu model hanya untuk satu perencanaan. Untuk perencanaan pelabuhan yang berbeda maka harus dibuat model yang berbeda. Di samping itu, model fisik juga memerlukan tempat yang cukup luas dan mahal. Berbeda dengan model fisik, model matematik dengan elemen hingga mempunyai kelebihan di antaranya murah, pembuatan relatif singkat, mudah dikontrol dan diamati serta mampu menyesuaikan dengan bentuk bangunan yang tidak sederhana. Berbagai upaya untuk membuat model matematik refraksi difraksi gelombang dengan metode elemen hingga telah dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya. Namun dari penelitian tersebut masih ditemukan beberapa kelemahan, baik untuk arah datangnya gelombang, penanganan kondisi batas maupun dalam hal kerapatan jaringan. Dalam penelitian ini akan dikaji unjuk kerja program tersebut untuk mengetahui sejauh mana tingkat kehandalan program dengan berbagai panjang gelombang dan kerapatan jaringan elemen hingganya.

Di dalam penelitian ini metode yang digunakan untuk menganalisis hasil penelitian adalah dengan metode eksperimen. Metode eksperimen yang dipilih adalah dengan menyelesaikan bentuk persamaan diferensial untuk gelombang dua dimensi. Persamaan refraksi-difraksi gelombang di pelabuhan dapat dianggap sesuai dengan *mild slope equation* berbentuk eliptik dua dimensi. Dalam penyelesaiannya rapat massa air laut dianggap seragam atau memiliki koefisien yang sama baik searah horisontal maupun ke arah muka air dan kekasaran dasar diabaikan. Penyelesaian model matematikanya dilakukan dengan metode elemen hingga model Galerkin untuk dua dimensi dengan bentuk elemen adalah segitiga linier. Metode elemen hingga dipilih karena kemampuannya dalam memodelkan area yang tidak sederhana (berkelok-kelok). Penyelesaian persamaan digunakan dengan metode iterasi Jacobi. Hasil perhitungan dengan model matematik selanjutnya dibandingkan dengan penelitian yang sudah ada yaitu penyelesaian secara analitik untuk refraksi gelombang dengan penyelesaian Persamaan Snell dan penyelesaian secara analitik untuk difraksi gelombang adalah integral Fresnel oleh Penney dan Price yang telah ditabelkan oleh Wegel.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa apabila dibandingkan dengan penelitian yang sudah ada (penyelesaian secara analitis) model matematik dengan metode elemen hingga menunjukkan hasil yang cukup baik. Untuk refraksi gelombang perbedaan yang terjadi antara

model matematik dengan penyelesaian analitik dengan persamaan Snell adalah sebesar 0,012 m atau 10,85%. Untuk proses difraksi gelombang perbedaan yang terjadi antara penyelesaian analitik oleh Penney dan Price dalam bentuk tabel Wegel dengan penyelesaian model matematik adalah sebesar 0,05 m. Perbedaan ini salah satunya disebabkan oleh keterbatasan persamaan *Mild Slope* dalam memodelkan proses shoaling pada gelombang. Namun demikian kedua transformasi gelombang yaitu proses refraksi maupun difraksi memiliki kecenderungan yang sama antara penyelesaian analitik dengan model matematik yang dipilih. Dengan demikian model matematik dapat dikatakan telah cukup baik dalam memodelkan proses refraksi dan difraksi gelombang laut di daerah pantai untuk bentuk-bentuk model seperti yang telah diujikan dalam penelitian ini.

Kata kunci: Model matematik, refraksi-difraksi, metodel elemen hingga

FT, 2008 (PEND. TEK. SIPIL & PERENCANAAN)