Pemodelan Refraksi Gelombang dan Analisis Karakteristik Gelombang Laut Di Perairan Teluk Palu

Nova Arianty[*)], Yutdam Mudin[*)], Abd. Rahman[*)].
[*)]Jurusan Fisika,Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Tadulako

ABSTRAK

Telah dilaksanakan penelitian tentang Pemodelan Gelombang Refraksi dan Karakteristik Gelombang Laut di Teluk Palu. Tujuan penelitian adalah memodelkan refraksi dan menganalisa karakteristik gelombang laut yang dibangkitakan oleh angin dengan menggunakan model numerik 2D. Lokasi penelitian ini dilakukan di pantai Kelurahan Baiya. Tahapan penelitian ini menggunakan data-data primer berupa data gelombang dan data batimetri. Sedangkan data sekunder terdiri dari data angin yang terjadi pada Tahun 2016. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pola penjalaran gelombang laut di daerah pesisir dominan berasal dari barat laut, utara dan utara barat laut. Tinggi gelombang signifikan terjadi di bulan Juli yaitu 0.21 m hingga 1,47 m dikedalaman 10 m sampai mendekati pantai dan periode puncak signifikan gelombang cenderung konstan sebesar 5.68 s. Hasil Penelitian mengenai gelombang refraksi telah menunjukkan bahwa gelombang yang berasal dari utara dan utara barat laut berubah arah penjalarannya. Proses perubahan arah penjalaran gelombang dimulai pada kedalaman air laut sekitar 2 m sampai gelombang tiba di garis pantai. Umumnya arah penjalaran gelombang laut yang berasal dari arah utara dan utara barat laut dibelokkan kearah timur sampai mendekati garis pantai.

Kata kunci: *Arah Rambat Gelombang, Tinggi Gelombang, Periode Gelombang.*

ABSTRACT

A research on of refraction wave modeling and sea waves characteristics has been conducted in Palu bay. The aim of this research is to model the refraction waves and to analyze the characteristics of ocean waves by using the 2D numerical model generated by the wind. This research is conducted on the coast of Baiya Village. Stages of this research has used primary data consisting of the data wave and bathymetry. While the secondary data consisted of wind data that occurred in 2016. The results showed that the pattern of sea wave propogation in dominant coastal areas originated from northwest, north and north northwest. Significant wave heights occurred in July of 0,21 m to 1,47 m at sea depth of 10 m to near shore and the peak period of significant waves almost equal about 5.68 s. Results of research on refraction waves have shown that waves from the north and north nortwest have changed direction. The process of changing the direction of propagation begins to occur at the depth of sea water about 2 m until the wave arrives at coastline. Generally the direction of propagation of ocean waves comes from the north and northwest direction is turned eastward to coastline.

Keywords: *Wave Propagation Direction, Wave Height, Wave Period.*.

Email: nova.nolifarianty17@gmail.com

I. PENDAHULUAN

Luas wilayah perairan Teluk Palu menyebabkan banyak kegiatan yang potensial dapat dilakukan antara lain kegiatan budidaya dan alur transportasi laut. Selain itu, perairan Teluk Palu memiliki dinamika pergerakkan arus dan gelombang yang bervariasi. Dinamika gelombang pasang surut dan angin dipermukaan perairan Teluk Palu memberikan konstribusi terhadap pola arus laut. Selain gelombang pasang surut, terdapat gelombang laut lainnya yang dibangkitkan oleh laju angin permukaan laut yang umumnya berasal dari arah utara (dari arah selat Makassar).

Salah satu dampak negatif yang diakibatkan oleh dinamika arus dan gelombang di Teluk Palu adalah terjadinya proses abrasi yang cukup kuat di sepanjang pantai. Pantai adalah daerah ditepi perairan sebagai daerah pertemuan darat, laut dan udara, kemudian terjadi interaksi yang dinamis antara air, angin dan material penyusunnya. Kerusakan yang terjadi pada kawasan pantai sering dipengaruhi oleh faktor-faktor alamiah seperti arus pantai, angkutan sedimen pantai, perubahan kenaikan muka air laut dan gelombang laut (Triatmodjo, 1999). Jenis kerusakan daerah pesisir Kota Palu saat ini antara lain pengikisan badan pantai (abrasi) dan perubahan garis pantai akibat dari perubahan bentuk gelombang laut yang selalu mengancam sejumlah titik di Teluk Palu (Mudin, 2006). Fenomena tersebut dapat mengancam infrastruktur bangunan pantai, mengganggu aktivitas budidaya dan merusak ekosistem pantai.

Penelitian ini mengkaji parameter-perameter gelombang laut yaitu tinggi gelombang, periode gelombang, arah perambatan gelombang. Selain itu akan ditentukan juga model refraksi, pendangkalan (*shoaling*) dan gelombang pecah yang merambat dari perairan laut dalam menuju perairan laut dangkal. Tentunya perambatan gelombang laut menuju pantai akan dipengaruhi oleh berbagai faktor antara lain, arah dan kecepatan angin, batimetri, bentuk garis pantai dan pengaruh aliran sungai. Kajian penjalaran gelombang dalam peneltian ini akan menggunakan pendekatan secara numerik berdasarkan simulasi *Software Surface Water Modelling System* Model *STWAVE* (*Steady-State Spectral Wave*) yang dibuat oleh *Army Corps of Engineers* tahun 2001. Model *STWAVE*ini adalah aplikasi khusus untuk menentukan pola penjalaran dan karakteristik gelombang laut dilokasi penelitian.

Karakteristik gelombang laut adalah faktor yang sangat menentukan pada dinamika yang terjadi di pantai. Dinamika pantai meliputi karakteristik gelombang pantai, proses abrasi dan dinamika arus pantai. Karakteristik gelombang umumnya dapat digunakan dalam perencanaan bangunan-bangunan pantai dan pelabuhan pelayaran guna untuk pengembangan pembangunan daerah pesisir. Tujuan penelitian ini hanya mengetahui pola refraksi dan menganalisis karakteristik gelombang yaitu tinggi gelombang, periode gelombang, arah perambatan gelombang, refraksi, pendangkalan (*shoaling*) dan gelombang pecah berdasarkan pemodelan numerik. Teori yang digunakan pada penelitian ini adalah teori gelombang amplitudo kecil (*Airy*), sedangkan pembangkit gelombang hanya dibangkitkan oleh angin, mengabaikan faktor gelombang yang diakibatkan gelombang diluar lokasi

penelitian (gelombang *swell*) dan gelombang yang diakibatkan bencana alam.

II. METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian yaitu pantai Kelurahan Baiya Kecamatan Palu Utara Kota Palu sebagai bagian dari perairan Teluk Palu. Penelitian ini dimulai dengan melakukan survey pendahuluan untuk memperolah gambaran lokasi penelitian dan menentukan titik lokasi pengukuran data gelombang laut.

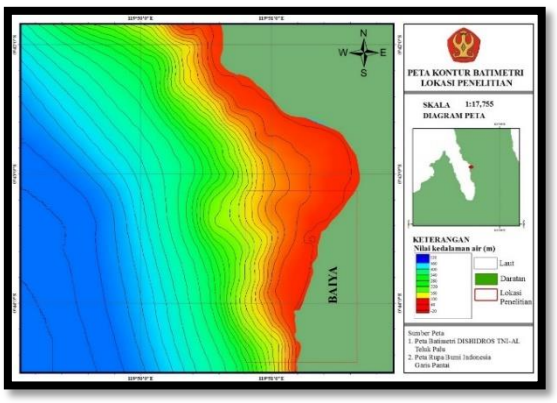
Data gelombang diperoleh melalui pengukuran langsung dilokasi penelitian. Selain itu, data ini juga diperoleh dari peramalan gelombang dengan mengolah data angin satu tahun mengikuti metode *Shore Protection Manual* (*Coastal Engineering Research Center US Army Corp of Engineer*). Data peramalan gelombang berdasarkan data angin yang dimana data ini diperoleh dari Stasiun Badan Meteorologi kelas II Mutiara Palu. Data gelombang dari hasil peramalan ini dikoreksi dengan menggunakan data gelombang hasil pengukuran langsung dan selanjutnya menjadi data masukkan didalam pemodelan *STWAVE*.

Selain data-data diatas, data batimetri Teluk Palu dibutuhkan pada penelitian ini dan data sekunder tersebut diperoleh dari DISHIDROS TNI AL Kota Palu

Proses awal sebelum melakukan pemodelan adalah menginput data batimetri dan garis pantai, kemudian mengatur batasan wilayah model numerik. Batasan wilayah yang menjadi model simulasi mencakup salah satu kawasan perairan Teluk Palu yang dikhususkan pada daerah pesisir Kelurahan Baiya. Langkah selanjutnya mendiskritisasi daerah pemodelan kedalam bentuk kotak persegi batimetri dan garis pantai (*grid Cartesian*), kemudian menginput parameter gelombang, arah angin dan parameter spektrum. Daerah yang dimodelkan sebesar 4637 m Arah x dan 3027 m Arah y dengan jumlah grid 310 Arah x dan 202 Arah y dalam bentuk *grid Cartesian*. Sehingga terlihat kontur tinggi dan periode serta arah rambat gelombang berupa vektor pergridnya, dimana setiap grid domain model terdapat persamaan yang mengatur interaksi gelombang dalam modul *STWAVE*.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

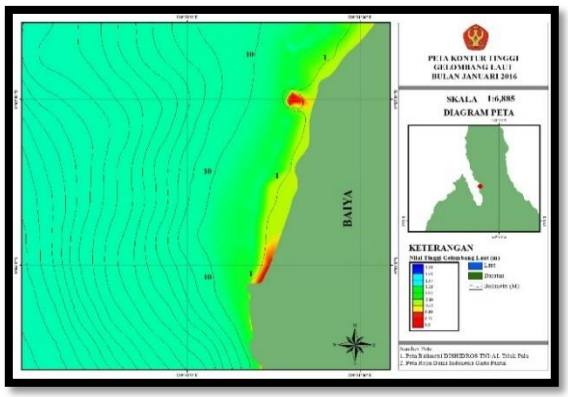
Gelombang permukaan merupakan salah satu bentuk penjalaran energi yang biasanya diakibatkan oleh angin yang berhembus di atas permukaan laut. Sifat gelombang yang datang menuju pantai sangat dipengaruhi oleh kedalaman air dan bentuk profil pantainya, selain tentunya parameter dan karakteristik gelombang itu sendiri. Daerah pemodelan parameter gelombang yang dalam bentuk kotak persegi memiliki besar 4637 m dengan jumlah grid 310 arah x dan arah y 3027 m jumlah grid 202. Berdasarkan bentuk garis pantai dilokasi penelitian yang terletak dibawah lekukan berbentuk seperti teluk, serta arah angin yang dapat membangkitkan gelombang pada lokasi penelitian. Angin dominan berhembus setiap bulan Tahun 2016 dari arah utara barat laut, dimana arah tersebut merupakan mulut Teluk Palu yang berbatasan langsung dengan Selat Makassar sebagaimana Gambar 1.



Gambar 1. Peta Batimetri Lokasi Penelitian

Variasi arah angin yang berhembus di permukaan laut berasal dari arah barat laut, utara dan utara barat laut, dimana ketiga arah angin ini terjadi di tahun 2016 yang dikelompokkan perbulan. Bulan Januari hingga Juli, serta Oktober dan Desember berhembus dari arah utara barat laut. Sedangkan bulan Agustus dan September angin berhembus arah barat laut, dan arah utara terjadi di bulan November. Selain arah, kecepatan angin salah satu komponen yang penting di permukaan laut. Kecepatan angin maksimum terjadi pada Juli sebesar 14,42 m/s yang dominan berhembus dari arah utara barat laut dan kecepatan angin minimum sebesar 9,27 m/s terjadi pada bulan April dominan anginnya berhembus dari arah utara barat laut. Data angin berupa arah dan kecepatan dibuat dalam bentuk diagram angin atau mawar angin perbulan, serta angin dominan berhembus dari arah utara barat laut. Arah ini berasal dari mulut teluk yang berbatasan langsung dengan Selat Makassar, dimana angin dominan berhembus di perairan Teluk Palu.

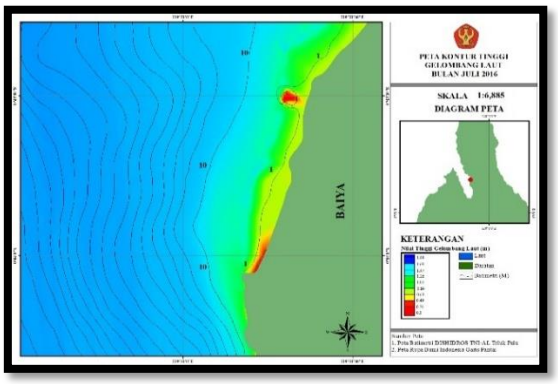
Karakteristik gelombang laut berupa tinggi dan periode signifikan gelombang dengan menganalisa data angin sehingga diperoleh nilai peramalan gelombang laut Tahun 2016. Selanjutnya peramalan gelombang laut menjadi input simulasi model yang dikombinasikan dengan batimetri dan garis pantai di lokasi penelitian. Parameter berupa tinggi gelombang bulan Januari input tinggi signifikan gelombang sebesar 1.48 m dan periode puncak sebesar 5,12s dari peramalan gelombang. Berdasarkan Gambar 2 variasi perubahan parameter tinggi gelombang berdasarkan kontur batimetri terjadi di kedalaman 10 m, 5 m, dan 1 m kisaran perubahan sebesar 1,26 m hingga menuju pantai sebesar 0.21m. Periode puncak cenderung konstan kisaran 5.12 s, hal ini juga terjadi di bulan Februari hingga April. Input tinggi gelombang signifikan di kisaran 1,40 m hingga 1,51 m dan arah dominan angin berhembus berasal dari utara barat laut, serta arah barat laut yang terjadi di bulan Agustus dan September.



Gambar 2. Peta Kontur Tinggi Signifikan Gelombang Bulan Januari 2016

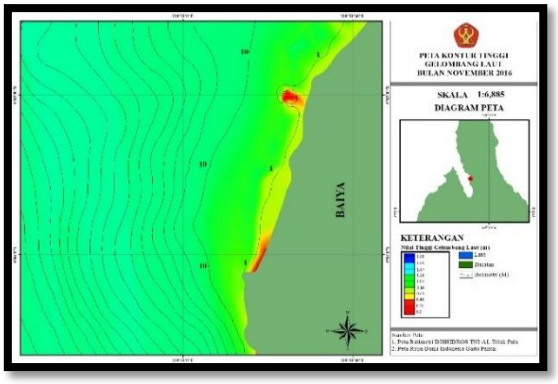
Gambar 3 menunjukkan variasi perubahan parameter tinggi gelombang di bulan Juli di kedalaman 10 m tinggi gelombang 1.47 m, kedalaman 5 m tinggi 1,26 m dan dikedalaman 2 m tinggi gelombang mengalami perubahan sebesar 1,36 m. Namun di kedalaman 1 m sebesar 1,05 m hingga 0,21 m menuju pantai. Arah angin dominan berhembus berasal dari utara barat laut dan periode yang cenderung

konstan sebesar 5,68 s. Bulan Juli input tinggi gelombang cukup signifikan sebesar 2,01 m dibandingkan di bulan lain tahun 2016. Selain di bulan Juli, hal ini terjadi pula di bulan Juni, Oktober dan Desember dimana perbedaan parameter input model hanya kisaran 0,2 m.



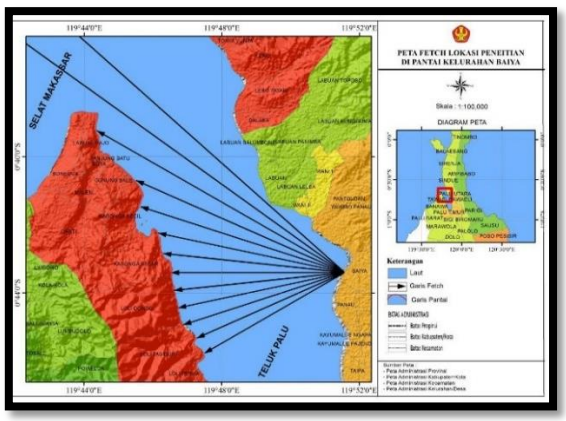
Gambar 3. Peta Kontur Tinggi Signifikan Gelombang Bulan Juli 2016

Berdasarkan Gambar 4 pada bulan November perubahan parameter gelombang di kedalaman 10 m, 5 m, dan 1 m tinggi gelombang sebesar 1,26 m hingga 0,21 m dekat pantai, serta periode puncak yang konstan. Arah angin dominan utara perubahan tinggi gelombang merupakan yang tidak signifikan dibanding bulan lain Tahun 2016.



Gambar 4. Peta Kontur Tinggi Gelombang Laut Bulan November 2016

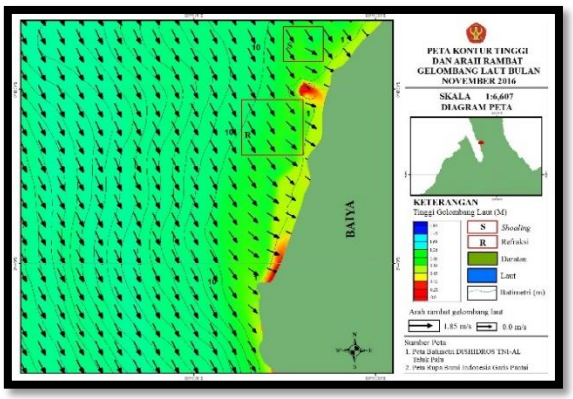
Variasi arah angin dominan berhembus di peraiaran Teluk Palu yang memiliki perbedaan yang cukup kecil setiap bulannya. Dapat dilihat dari hasil simulasi model selain arah, variasi ketinggian gelombang dalam satu tahun mengalami penurunan sesuai dengan kedalaman air. Perbedaan tinggi gelombang signifikan karena adanya perbedaan faktor yang mempengaruhi pertumbuhan gelombang berupa kecepatan angin, arah angin dan *fetch*. Kecepatan dan arah angin memiliki perbedaan yang cukup kecil dari setiap pengukurannya, akan tetapi perbedaan panjang *fetch* sangat mempengaruhi terbentuknya gelombang akibat energi yang ditransfer angin. Jarak maksimum *fecth* sejauh 280 km arah utara barat laut yang berhadapan langsung dengan laut bebas yakni Selat Makassar sebagaimana Gambar 5. Tinggi dan periode gelombang signifikan dominan dari arah utara barat Laut lebih tinggi dibandingkan dengan kedua arah. Selain komponen parameter peramalan gelombang, kontur batimetri yang rapat juga salah satu yang mempengaruhi parameter tinggi gelombang yang divisualisasikan model dalam bentuk kontur.



Gambar 5. Peta garis-garis *Fecth* di Lokasi Penelitian

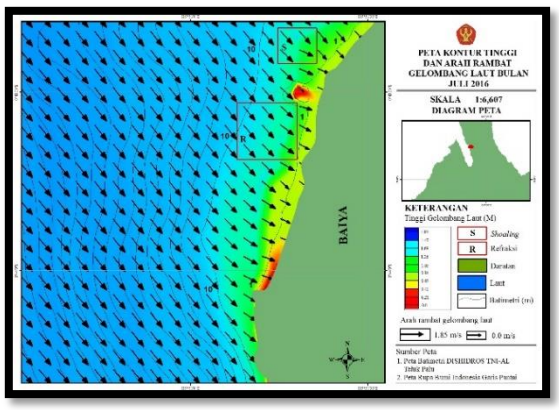
Berdasarkan hasil simulasi model pola transformasi gelombang didekat pantai lokasi penelitian berupa refraksi dan *shoaling* yang dikombinasikan dengan

batimetri, garis pantai, parameter gelombang dan arah rambat. Berdasarkan Gambar 6 dan Gambar 7 terlihat untuk arah gelombang yang merambat dari arah utara menuju pantai mengalami pembelokkan arah yang sejajar terhadap garis pantai. Namun tidak sejajar kontur batimetri sehingga membentuk sudut gelombang. Proses pendangkalan terlihat pada gambar gelombang mengalami perubahan tinggi yang tadinya 1,05 m kedalaman 5 m, dikedalaman 2 m tinggi gelombang 1,26 m akan tetapi kecepatan gelombang berkurang.



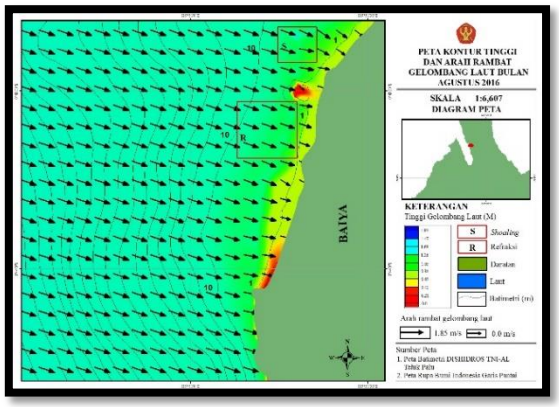
Gambar 6. Peta Kontur Tinggi Dan Arah Rambat Gelombang Laut Bulan November 2016

Berdasarkan Gambar 4.18 Gelombang yang merambat dari arah utara barat laut terjadi di bulan Juli, terlihat pembelokkan arah rambat gelombang yang sama halnya dengan arah utara. Dari kedua arah ini pola refraksi mengalami divergensi atau penyebaran pada garis pantai dan cepat rambat gelombang berkurang sesuai kedalaman kontur batimetri.



Gambar 7. Peta Kontur Tinggi Dan Arah Rambat Gelombang Laut Bulan Juli 2016

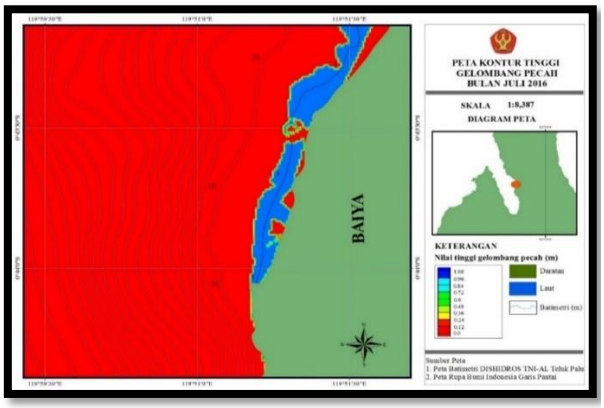
Dan untuk arah barat laut gelombang merambat hampir sejajar garis pantai, sehingga hampir tidak terlihat mengalami refraksi yang signifikan sebagaimana Gambar 8.



Gambar 8 Peta Kontur Tinggi Dan Arah Rambat Gelombang Laut Bulan Agustus 2016

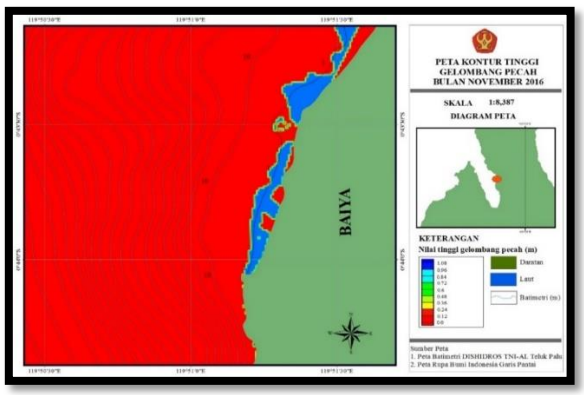
Selain itu proses refraksi ini terjadi dikedalaman 10 m, 5 m dan 1 m dari masing-masing arah rambat gelombang terjadi diperairan transisi dan dangkal. Pada kedalaman air dangkal yang terlihat pada kontur batimetri terlihat jelas pembelokkan arah. Efek refraksi juga mempengaruhi perubahan tinggi gelombang yang signifikan di kedalaman yang mengalami pembelokkan arah.

Gelombang pecah merupakan salah satu pola transformasi gelombang diperairan dangkal akibat perubahan batimetri dan parameter gelombang berupa tinggi dan periode gelombang laut. Parameter tinggi gelombang yang maksimum terjadi dibulan Juli dan tinggi gelombang minimum di November selama Tahun 2016. Hasil simulasi tinggi gelombang pecah dapat dilihat melalui peta kontur berdasarkan tinggi gelombang maksimum di bulan Juli. Gambar 9 terlihat pecahnya gelombang terjadi di kedalaman 2 m hingga gelombang mendekati pantai sebesar 0,96 m.



Gambar 9. Peta Kontur Tinggi Gelombang Pecah Bulan Juli 2016

Gambar 10 menunjukkan tinggi gelombang pecah di bulan November terjadi dikedalaman 1 m tinggi gelombang sebesar 0,96 m hingga mendekati pantai.



Gambar 10. Peta Kontur Tinggi dan Arah Rambat Gelombang Laut Bulan November 2016

Pecahnya gelombang biasanya terjadi pada saat gelombang mendekati pantai, dimana puncak gelombang menjadi tajam dan kedalamannyamencapai seperempat dari tinggi gelombang dan akhirnya terjadi gelombang pecah. Selain tinggi gelombang dan batimetri, pecahnya gelombang juga diakibatkan tingkat kemiringan pantai dilokasi penelitian. Titik kontur batimetri yang rapat daerah perairan dangkal sangat sempit yang berarti daerah terjadinya gelombang pecah sangat sempit atau bahkan tidak terlihat gelombang pecah.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa:

1. Karakteristik gelombang di Pantai Kelurahan Baiya Kecamatan Palu Utara Kota Palu hasil simulasi model. Tinggi dan periode maksimum terjadi dibulan Juli, dimana variasi perubahannya dikedalaman 10 m, 5 m, dan 1 m dengan tinggi gelombang 1,47 m hingga 0,21 m. Periode yang cenderung konstan sebesar 5,12 s dan arah angin dari utara barat laut. Tinggi dan periode gelombang minimum di bulan November menunjukkan

perubahan tinggi gelombang dikedalaman 10 m, 5 m, dan 1 m dengan tinggi gelombang 1,26 m hingga 0,21 m. Dan arah angin berasal dari utara dengan periode sebesar 5,02 s. Perbedaan tinggi gelombang signifikan karena adanya perbedaan factor yang mempengaruhi pertumbuhan gelombang berupa kecepatan angin, arah angin dan *fetch*. Selain komponen parameter peramalan gelombang, kontur batimetri yang rapat juga salah satu yang mempengaruhi parameter tinggi gelombang yang divisualisasikan model dalam bentuk kontur.

2. Berdasarkan hasil simulasi model berupa refraksi dari ketiga arah rambat gelombang berbeda. Pola refraksi dari arah utara gelombang mengalami pembelokkan arah yang sejajar terhadap garis pantai, begitupula gelombang yang merambat dari arah utara barat laut. Kedua arah ini pola refraksi mengalami divergensi atau penyebaran pada garis pantai dan cepat rambat gelombang berkurang sesuai kedalaman kontur batimetri. Dan untuk arah barat laut gelombang merambat hampir sejajar garis pantai tidak mengalami refraksi yang signifikan.
3. Gelombang pecah merupakan salah satu pola transformasi gelombang diperairan dangkal yang di visualisasikan melalui peta kontur tinggi gelombang pecah. Tinggi gelombang pecah maksimum terjadi di bulan Juli dikedalaman 2 m dengan tinggi gelombang 0,96 m. Tinggi gelombang pecah minimum di bulan November dikedalaman 1 m dengan tinggi gelombang 0,96 m. Pecahnya gelombang biasanya terjadi pada saat gelombang mendekati pantai, dimana puncak gelombang menjadi tajam dan kedalamannyamencapai seperempat dari tinggi gelombang dan akhirnya terjadi gelombang pecah. Selain tinggi gelombang dan batimetri, pecahnya gelombang juga diakibatkan tingkat kemiringan pantai dilokasi penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

Agustino, Oskar, dkk, (2014), *Kajian Penjalaran dan Transformasi Gelombang Di Perairan Tanjung Kelian Kabupaten Bangka Barat*, Jurnal Oseonografi, Universitas Diponegoro, 3(2):236-245.

CERC, (1984). *Shore Protection Manual*, US Army Coastal Engineering, Research Center, Washington.

Mudin, Y., (2006). *Potensi Transpor Sedimen Dasar (Bedload Transport) Terhadap Laju Perubahan Garis Pantai Di Perairan Kota Palu,* Jurnal Gravitasi, Universitas Tadulako,13(1):1-6.

Sabhan, dan Rahman, A., (2014) *Buku Penuntun Kuliah Lapang Fisika Kelautan*, Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, UNTAD, Palu.

Smith, J.McKee., Ann, R.S., dkk, (2001). *STWAVE: Steady-State Spectral Wave Model User's Manual for STWAVE Version 3.0,* US Army Corps of Engineers, Wagshington DC.

Triatmodjo, B., (1999). *Teknik Pantai*, Beta Offset, Yogyakarta.