

RINGKASAN EKSEKUTIF

The development of a wave-tide-circulation coupled model and its upwelling simulation application in the Indonesian Seas



Sebagai negara penghasil ikan yang cukup besar, Indonesia masih menghadapi tantangan dalam pengelolaan sumberdaya ikan (SDI). Salah satu tantangan pengelolaan SDI adalah fenomena alam yang tidak terdeteksi. Upwelling sebagai salah satu fenomena oseanografi sering digunakan sebagai indikator adanya konsentrasi ikan di suatu perairan. Prediksi upwelling yang akurat dapat digunakan sebagai alat bantu untuk melihat keterkaitan dengan produksi perikanan dan merupakan suatu kebutuhan yang mendesak.

Suatu indeks upwelling berbasis model numerik tiga dimensi dibuat untuk memberikan gambaran yang lebih akurat mengenai proses yang terjadi di suatu perairan. Indeks upwelling didefinisikan dari luaran model berupa kecepatan vertikal, yang kemudian diformulasikan sebagai transport upwelling. Metoda ini digunakan sebagai salah satu cara alternatif untuk mendeteksi adanya upwelling, selain dari suhu permukaan laut yang biasa digunakan.

Indeks upwelling yang dibuat kemudian dibandingkan dengan data klorofil-a dan hasil tangkapan ikan pelagis di perairan selatan Jawa. Hasil perbandingan menunjukkan adanya relasi yang positif antara indeks upwelling dengan data hasil tangkapan ikan.

Kata kunci : pengelolaan sumberdaya ikan, upwelling, model numerik, kecepatan vertikal, indeks upwelling

Indonesia dikenal sebagai negara dengan biodiversitas yang tinggi dan memiliki sumberdaya perikanan yang sangat potensial. Produksi ikan tahunan di Indonesia sebesar 6.5 juta ton/tahun dan 75% dari total stok adalah ikan pelagis (SK MenKP, No. KEP 45/MEN/2011). Pengelolaan perikanan merupakan suatu kebutuhan yang mutlak dan sangat mendasar, meskipun masih terdapat tantangan dalam pelaksanaannya. Menurut Atmaja dkk (2011), prospek dan tantangan pengelolaan perikanan adalah : fenomena alam yang tidak terdeteksi, data yang tercatat tidak cukup, fenomena alam terdeteksi tetapi kemampuan tidak memungkinkan.

Upwelling sebagai salah satu fenomena oseanografi sering digunakan sebagai indikator adanya konsentrasi ikan di suatu perairan. Pada umumnya, suhu digunakan sebagai indikator terjadinya fenomena upwelling, tetapi sampai sekarang belum diketahui atau didefinisikan secara pasti suhu yang tepat untuk diidentifikasi sebagai fenomena upwelling. Di sisi lain, mekanisme upwelling selalu dikaitkan dengan kecepatan vertikal ke arah atas. Tingkat kestabilan upwelling yang cukup tinggi dapat diduga membawa nutrient yang cukup tinggi yang dibawa oleh kecepatan vertikal dari lapisan bawah.

Prediksi upwelling yang akurat dapat digunakan sebagai alat bantu untuk melihat keterkaitan dengan produksi perikanan dan merupakan suatu kebutuhan yang mendesak. Indeks upwelling sebagai alat bantu untuk memberikan informasi tentang prediksi upwelling yang cukup akurat sudah banyak ditentukan dengan berbagai metoda, diantaranya yang dilakukan oleh NOAA (Bakun, 1973) dengan menggunakan angin geostropik dan beberapa penelitian lain mendefinisikan indeks upwelling berdasarkan kecepatan vertikal (Myrberg, 2003; Skogen, 2004). Dimana, indeks upwelling harian dan bulanan dengan data yang panjang (time series) tersedia secara regular untuk digunakan oleh para ilmuwan dan manajer perikanan.

Penentuan indeks upwelling dibuat dengan menggunakan hasil luaran dari model numerik gabungan gelombang-pasut-sirkulasi yang dikembangkan oleh Marine Science and Numerical Modeling (MASNUM) Laboratory, State Oceanic Administration, China. Model gabungan (*coupled*) gelombang-pasang-sirkulasi sekarang diatur untuk mensimulasikan upwelling di laut Indonesia dan diimplementasikan di pantai selatan

Jawa. Wilayah ini dikenal sebagai daerah upwelling yang kuat, dan beberapa studi sebelumnya telah dilakukan untuk mengadopsi mekanisme upwelling. Model numerik ini bisa menggambarkan fenomena alam yang tidak terdeteksi, dapat memprediksi data yang cukup panjang (time series) dan diharapkan dapat memprediksi upwelling yang cukup akurat.

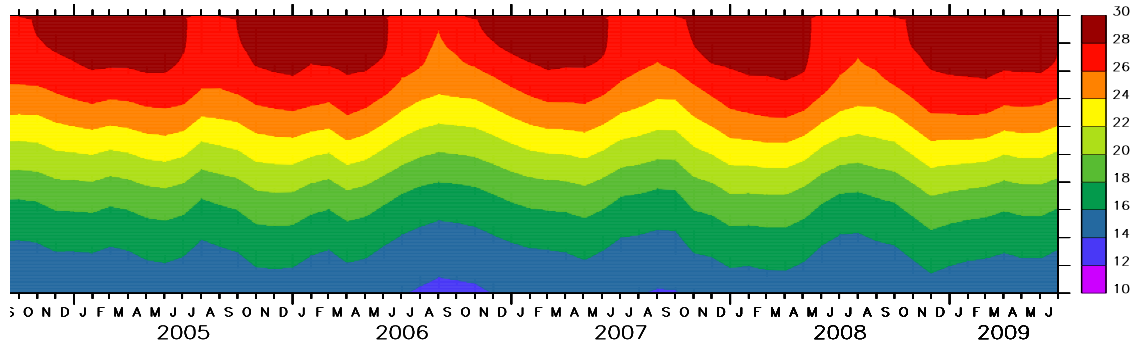
Pembahasan Hasil Penelitian

Kestabilan kecepatan vertikal digunakan sebagai dasar perhitungan indeks upwelling, bukan dengan menghitung frekuensi upwelling berdasarkan perubahan suhu permukaan laut dan transportasi Ekman yang sering digunakan sebagai penentuan indeks upwelling. Indeks ini digunakan untuk mewakili variasi upwelling dan juga dibandingkan dengan klorofil-a variasi dan produksi perikanan. Simulasi yang digunakan dalam penelitian ini digunakan metode komputasi paralelisasi untuk menangani masalah komputasi.

Saji dkk (1999) mendefinisikan suatu nilai indeks untuk fenomena atmosfer yang terjadi di South East Tropical Indian Ocean (SETIO). Indeks SETIO hasil simulasi mendekati nilai indeks yang didefinisikan oleh Saji. Hasil model menunjukkan bahwa upwelling di perairan selatan Jawa bagian barat dan bagian memiliki variasi musiman yang jelas, sedangkan di bagian timur upwelling cenderung stabil. Model ini juga menunjukkan bahwa upwelling di perairan selatan Jawa bagian timur lebih kuat dibandingkan dengan dua daerah lainnya. Sebelumnya penyidikan terhadap rata-rata angin zonal dan menunjukkan bahwa pemompaan Ekman (*Ekman pumping*) yaitu gerakan vertikal massa air yang disebabkan oleh angin bukan penyebab utama atas terjadinya upwelling yang stabil di selatan timur Jawa. Untuk menguji kemungkinan, dua skenario simulasi dengan menutup aliran keluar dari Arus Lintas Indonesia (Arlindo) diimplementasikan. Hasil uji tersebut menunjukkan bahwa Arlindo memainkan peran kunci dalam pembentukan upwelling di sebelah timur perairan selatan Jawa. Pengaruh Arlindo dapat mengontrol sistem upwelling sekitar 55 - 65%. Perbedaan Arus Khatulistiwa Selatan (South Equatorial Current) dan Arlindo mempengaruhi sistem upwelling di perairan tersebut.

to 118E (XY ave)
7S (XY ave)

FERRI No. 581
NOAA/PMEL TMAP
Feb 21 2012 13:16:52



.ACE(TEMP[D=tmonth_small_bv_tide],H3[D=h3_small],Z[GZ=ZDEPTH])

Gambar 1. Profil temperature di selatan Jawa secara vertikal

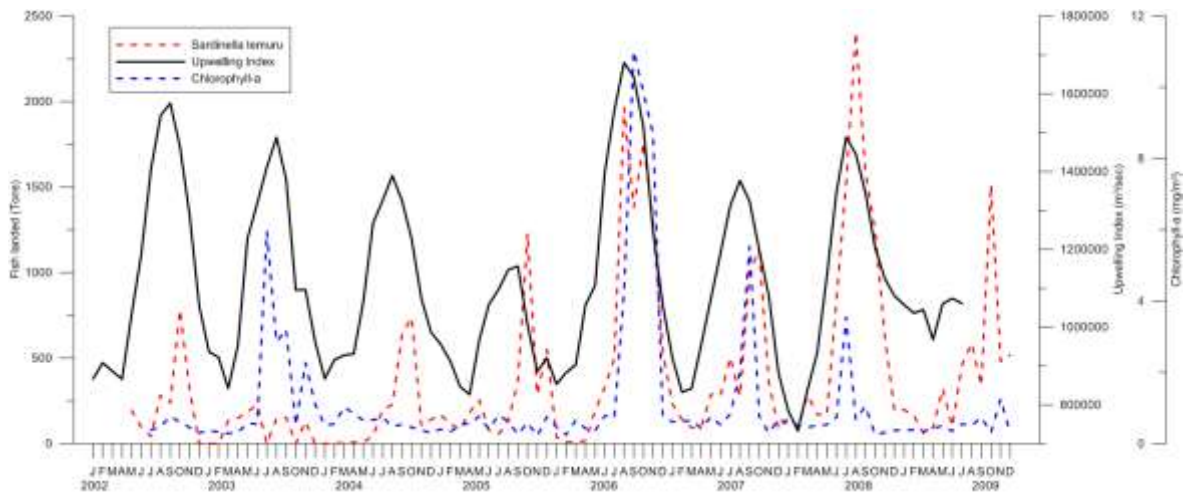
Kedalaman perairan dimana kecepatan vertikal yang paling kuat dijadikan dasar untuk mendefinisikan suatu indeks upwelling. Kecepatan vertikal Simulated menunjukkan kecepatan vertikal terkuat di 80 m, sehingga indeks upwelling didefinisikan pada kedalaman ini. Upwelling intensitas dimodulasi oleh acara Dipole Mode di Samudera Hindia (dikenal sebagai Indian Ocean Dipole Mode).

Indeks upwelling ditentukan berdasarkan kecepatan vertikal dan kemudian dihitung sebagai transport dari upwelling. Penentuan indeks upwelling dihitung berdasarkan formulasi sebagai berikut :

$$U_{ij} = \frac{M}{N} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N W_{ij} \quad (1)$$

W_{ij} adalah kecepatan vertikal, (i,j) is jumlah grid untuk arah x dan y , M dan N adalah jumlah maksimum grid untuk arah i and j, Δx dan Δy adalah interval grid dalam arah x dan y dalam satuan meter. Indeks upwelling hanya merefleksikan kecepatan vertikal arah positif (ke atas), dimana kecepatan vertikal arah negatif (ke bawah) diabaikan.

Indeks upwelling menunjukkan pola yang konsisten dengan Dipole Mode Event di Samudera Hindia dan terdapat hubungan positif antara tangkapan ikan dan indeks upwelling.



Gambar 2. Hubungan antara hasil tangkapan ikan *Sardinella lemuru*, klorofil-a dan indeks upwelling di perairan Perigi, Jawa Timur.

Rekomendasi

Studi ini dapat dikembangkan di beberapa lokasi yang diduga sebagai area terjadinya upwelling atau lokasi-lokasi Wilayah Pengelolaan Perikanan (WPP). Simulasi model numerik dapat membantu kita untuk menentukan apakah model tersebut dapat digunakan untuk lokasi lain. Hasil simulasi ini diharapkan dapat membantu untuk mendukung pengelolaan perikanan dan pemerintah daerah untuk mengembangkan sumber daya ekonomi lokal.

Untuk menjelaskan hubungan antara data hasil tangkapan ikan dan indeks upwelling, beberapa mekanisme oseanografi dan ekologi seperti pengaruh arus sungai harus dipertimbangkan.

Upwelling yang stabil di bagian timur selatan perairan Jawa menunjukkan suatu peristiwa yang menarik. Observasi lapangan sangat diperlukan untuk mengungkapkan terjadinya upwelling dan mengkonfirmasi hubungan antara laut dinamis dan upwelling.

Nama	Anastasia Rita Tisiana Dwi Kuswardani (Bachelor : Institut Teknologi Bandung (ITB), Master : Institut Teknologi Bandung (ITB), Doktor : Ocean University of China)
Tempat dan Tanggal lahir	Bandung, 10 April 1972
Alamat Kantor	Gedung Balitbang KP Jalan Pasir Putih I, Ancol Timur Jakarta 14430
Kontak HP / email	HP : 0811232994 email : anastasia.tisana@gmail.com
Peneliti dengan kepakaran	Calon Peneliti bidang Oseanografi Fisika
Pengalaman Penelitian	Agustus 2009 – July 2012 di First Institute of Oceanography 1. Mengembangkan model numerik 3 dimensi di perairan Indonesia dengan skala 1/6 x 1/6 derajat dan 51 layer. 2. Simulasi upwelling di perairan selatan Jawa dan dikomparasi dengan data hasil perikanan tangkap di Pelabuhan Ratu, Jawa Barat; Cilacap, Jawa Tengah dan Perigi, Jawa Timur
Publikasi	1. <i>The Effects of Surface Waves on the Upper Ocean and Climate System and its Application to the Development of an Ocean Forecast System in Indonesian Seas</i> , The Third International Workshop on Prevention and Mitigation of Meteorological Disasters in Southeast Asia, 2010, Beppu, Japan. 2. <i>The development of a wave-tide-circulation coupled model and its upwelling simulation application in the Indonesian Seas</i> , 2012, disertasi, Ocean University of China 3. <i>The Role of Surface Waves on the Upper Ocean : Application in Indonesia</i> , Kuswardani, R.T.D, et al, 2012, Jurnal Segara, pp 1 – 8 4. <i>Indeks Upwelling berbasis Model Numerik Tiga Dimensi sebagai Alat Bantu Pengelolaan Perikanan</i> , Kuswardani, R.T.D, 2012, Seminar Nasional Perikanan Tangkap, Manado 2012 (dalam proses pembuatan Proceeding) 5. <i>Influence of the Indonesian Throughflow on the upwelling system off the eastern coast of South Java</i> , Kuswardani, R.T.D et all, 2012, submitted to Chinese Science Bulletin (under review)