

## KAJIAN PERSEBARAN KANDUNGAN NITRAT TERLARUT DI PERAIRAN TUGU SEMARANG

Awan Bima Saputra, Muslim, Sri Yulina Wulandari\*)

Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. H. Soedharto, SH, Tembalang Semarang 50275 Telp/Fax (024) 7474698

### Abstrak

Nitrat sangatlah penting bagi kehidupan fitoplankton di laut, sehingga diperlukan kajian tentang sebaran nitrat. Penyebaran nitrat ini dipengaruhi beberapa faktor baik secara langsung dan tidak langsung. Secara langsung penyebaran nitrat dipengaruhi oleh arus pasang surut dan secara tidak langsung dipengaruhi oleh faktor fisika kimia oseanografi, yaitu suhu, salinitas, dan pH. Penelitian ini dilakukan di Perairan Tugu Semarang pada tanggal 1 Maret 2012. Lokasi pengambilan sampel dibagi menjadi 6 stasiun yang dapat mewakili persebaran nitrat di perairan tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan nitrat di perairan Tugu, Semarang dan mengetahui sebaran nitrat yang dipengaruhi faktor hidro oseanografi. Metode yang digunakan dalam pengambilan sampel air laut adalah *purposive sampling method*. Hasil penelitian di perairan Tugu Semarang menunjukkan bahwa tipe pasang surut yang terjadi adalah campuran condong ke harian tunggal. Konsentrasi nitrat ketika surut berkisar 0,288 - 0,342 mg/L, dan ketika pasang 0,283 - 0,337 mg/L. Persebaran nitrat yang terjadi saat surut lebih tinggi konsentrasinya dibanding pada saat pasang. Arus tidak terlalu mempengaruhi pola sebaran nitrat, tetapi penurunan konsentrasi nitrat diakibatkan adanya pengenceran.

**Kata kunci:** Persebaran nitrat, Arus Pasang Surut, Perairan Tugu Semarang

### Abstract

Nitrate is very important for phytoplankton's life in the sea, so it is needed a study about distribution of nitrate. The distribution of nitrate has been affected by both direct and indirect factors. Directly, the distribution has been affected by tidal current, while the chemical and physic factors (such as temperature, salinity, and pH) become the indirect factor. This research was conducted in the waters of Tugu Semarang on 1<sup>st</sup> March 2012. Sampling site is divided into six stations which represent the distribution of nitrate in the waters. This study aims to determine the nitrate content in the waters of Tugu, Semarang and to find out the distribution of nitrate which is affected by hydro oceanography factor.actors. Method which was used in seawater sampling called 'purposive sampling method'. Research result in waters of Tugu Semarang shows that the occurred tidal type is 'mixed tide prevailing diurnal'. Nitrate concentration when ebb condition is ranged from 0.288 – 0.342 mg/L, 0.283 – 0.337 mg/L when flood condition. The distribution of nitrate that occurs at ebb condition has higher concentration than at flood condition. Current does not significantly affect the distribution of nitrate, but the decreasing of nitrate concentration happens due to dilution.

**Key words** : Distribution of nitrate, Tidal current, Tugu waters of Semarang

## **1. LatarBelakang**

Perairan laut sebagai ekosistem selain memiliki fungsi sebagai habitat sumberdaya hayati juga sebagai tempat penampung limbah dari berbagai aktivitas tidak hanya di daratan tetapi juga di laut. Limbah yang masuk dalam perairan sangat beragam umumnya berdampak pada penurunan kualitas suatu perairan. Salah satu limbah yang perlu diwaspadai adalah zat hara. Menurut Millero dan Sohn (1992) unsur zat hara anorganik utama yang digunakan fitoplankton untuk pertumbuhan dan berkembang biak adalah Fosfor (dalam bentuk fosfat) dan Nitrogen (dalam bentuk nitrat) sebagai penyusun jaringan fitoplankton, sedangkan silikon (dalam bentuk silikat) untuk pertumbuhan cangkang diatom, radiolaria dan sponge. Nitrogen dalam bentuk nitrat di perairan dengan jumlah yang cukup disintesis fitoplankton dalam proses fotokimia dan nantinya akan berpengaruh pada produktivitas primer. Nitrat pada konsentrasi yang tinggi dapat menstimulasi pertumbuhan ganggang yang tidak terbatas, sehingga air akan mengalami kekurangan oksigen terlarut yang menyebabkan kematian organisme air (Alaerts dan Santika, 1987)

Perairan Tugu terletak di wilayah kotamadya/pemerintahan kota Semarang, Propinsi Jawa Tengah, tepatnya di sisi barat kota Semarang atau berjarak 12 km dari pusat kota. Seiring perkembangannya, kota Semarang mengalami peningkatan jumlah penduduk dan laju pembangunan. Peningkatan jumlah penduduk dan laju pembangunan di kota telah diketahui secara umum banyak menimbulkan penurunan kualitas air. Penurunan kualitas air di perairan Tugu ini bersumber dari limbah industri di antaranya PT. Sukasari (kecapdansirup) limbah yang dihasilkan nitrat dan phenol; PT Bukit Perak (sabun) limbah yang dihasilkan detergen, sulfida, phenol dan biru metylen; PT Agung Perdana Tugu Indah (tekstil) limbah yang dihasilkan flourida, nitrat, phenol, biru metylen, *sewage* (limbah cair pemukiman), *urban stormwater* (limbah cair perkotaan), vegetasi mangrove, dan perikanan budidaya.

Limbah yang berasal dari darat dan laut yang masuk di perairan laut akan berpengaruh pada sifat fisika dan kimia, seperti pH, salinitas dan temperatur. Kondisi hidro oseanografi merupakan aspek yang berpengaruh secara langsung terhadap proses-proses sebaran nitrat yang terjadi di laut, maka diperlukan kajian tentang sebaran kandungan nitrat pada perairan Tugu, Semarang.

## **2. Materi dan Metode Penelitian**

### **2.1 Materi Penelitian**

Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah contoh air laut yang diambil dari perairan Tugu dan parameter fisika-kimia perairan (pH, salinitas, dan suhu) yang diukur secara insitu dan data sekunder yang digunakan terdiri dari peta bathimetri Perairan Semarang (skala 1:250.000), data arus laut harian Semarang (periode Maret 2012), data pasang surut Semarang (Maret 2012).

### **2.2 Metode Penelitian**

Metode penelitian yang digunakan adalah dengan metode deskriptif, yaitu merupakan metode penelitian untuk membuat gambaran mengenai situasi atau kejadian yang diteliti atau dikaji pada waktu terbatas dan tempat tertentu untuk mendapatkan gambaran tentang situasi dan kondisi secara lokal (Suryabrata, 1983).

### **2.3 Pengolahan Data Pasang Surut**

Perekaman elevasi muka air (pasang surut) diperoleh dari BMKG Maritim Semarang untuk periode Maret 2012. Pengolahan data untuk setiap interval 1 (satu) jam selama 15 hari.

Data pasang surut kemudian diolah dan dianalisis, untuk menentukan konstanta-konstanta pasang surut, selanjutnya digunakan untuk mendapatkan informasi elevasi muka air laut di muara dan daerah sekitar perairan Tugu, Semarang.

Sementara metode yang digunakan dalam pengambilan sampel penelitian ini adalah *purposive sampling method*, yaitu suatu metode pengambilan sampel yang dapat mewakili keadaan keseluruhan daerah penelitian.

#### **2.4 Pengolahan Data Sebaran Kandungan Nitrat**

Hasil pengujian laboratorium kandungan nitrat kemudian dilakukan pemetaan sebaran kandungan nitrat yang diolah dengan menggunakan *software ArcGIS 9.1*.

#### **2.5 Pengolahan Data Arus**

Data arus diolah menggunakan *software Surface Water Modeling System(SMS) 8.1*, Aplikasi model *SMS* ini digunakan untuk mengetahui arah arus permukaan dan kecepatan aliran pada perairan dangkal dan *steady state*.

#### **2.6 Model ADCIRC (Advance Circulation Multi Dimensional Hydrodynamic Model )**

Merupakan salah satu model yang terdapat dalam program *SMS*. *ADCIRC* adalah model sirkulasi *advance* di mana sistem programnya berdasarkan oleh waktu, sirkulasi permukaan bebas dan masalah transportasi dalam dua dimensi. Program ini memanfaatkan metode elemen hingga dalam ruang sehingga memungkinkan penggunaan yang sangat fleksibel. *ADCIRC* mendasarkan pembuatan model arus laut dengan basis data pasang surut dan titik kedalaman yang dibuat menjadi suatu kontur batimetri.

### **3. Hasil dan Pembahasan**

#### **3.1 Keadaan Umum Daerah Penelitian**

Perairan muara sungai Tapak terletak di dukuh Tapak, kelurahan Tugurejo, kecamatan Tugu. Tepatnya 12 km di sebelah barat dari pusat kota Semarang.

Sungai Tapak sebagai daerah muara telah menerima limbah buangan yang berasal dari berbagai kegiatan yang berada di sepanjang maupun di hulu Sungai Tapak. Kegiatan tersebut meliputi limbah pabrik, limbah rumah tangga, vegetasi mangrove dan limbah perikanan budidaya. Adapun pabrik pada bagian hulu diantaranya, PT. Makara Dewa Wisesa (cold storage), PT. Kemas Tugu Indah (karton), PT. Sukasari (kecap dan sirup), PT Bukit Perak (sabun), PT Agung Perdana Tugu Indah (tekstil).

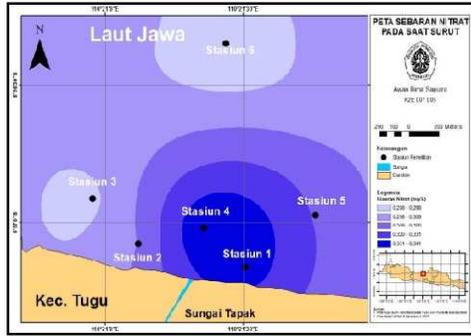
#### **3.2 Hasil Kandungan Nitrat**

Hasil analisis laboratorium untuk konsentrasi nitrat pada saat surut dan pasang

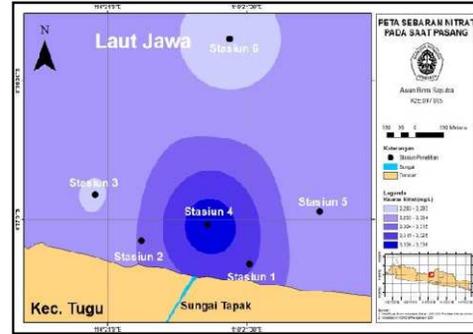
**Tabel 1.** Hasil analisis laboratorium kadar nitrat pada saat surut dan pasang

Stasiun Pengamatan	Kadar NO <sub>3</sub> (mg/l) (Surut)	Kadar NO <sub>3</sub> (mg/l) (Pasang)
Stasiun 1	0,342	0,317
Stasiun 2	0,310	0,306
Stasiun 3	0,297	0,292
Stasiun 4	0,337	0,337
Stasiun 5	0,319	0,294
Stasiun 6	0,288	0,283

Sebaran nilai nitrat pada saat keadaan pasang dan surut dilihat pada gambar 1 dan gambar 2



Gambar 1. Sebaran konsentrasi nitrat pada saat surut



Gambar 2. Sebaran konsentrasi nitrat pada saat pasang

### 3.2.1 Sebaran Konsentrasi Nitrat Pada Saat Surut

Sebaran konsentrasi nitrat di perairan Tugu, Semarang pada saat surut berkisar antara 0,288 – 0,342 mg/L. Konsentrasi nitrat tertinggi terdapat di stasiun 1, nilainya sebesar 0,342 mg/L (Tabel 3). Tingginya konsentrasi pada stasiun 1 ini karena lokasi stasiun tersebut berada di dekat muara sungai Tapak, sehingga pada stasiun 1 mendapat suplai nitrat yang paling tinggi dibanding stasiun lainnya (Gambar 18). Hal ini dikarenakan pada daerah dekat muara konsentrasi nitrat akan cenderung tinggi di dekat sumbernya, yaitu muara sungai (Saad dan Younes, 2006).

Konsentrasi nitrat tertinggi kedua terdapat pada stasiun 4, yaitu sebesar 0,337 mg/L. Hal ini diduga adanya arus yang datang dari sungai, karena pada saat pengambilan sampel masih terjadi hujan (pada bulan Maret), sehingga arus sungai sangat deras, sehingga pada stasiun 4 mendapat suplai nitrat yang berasal dari sungai Tapak (Gambar 18).

Pada stasiun 5 letaknya jauh dari sumber, tetapi konsentrasi nitratnya cukup tinggi seperti pada stasiun yang berada didekat sumber, yaitu (0,319 mg/L). Hal ini disebabkan adanya pergerakan arus yang mejauhi daratan, yaitu bergerak dari barat ke timur laut. Sehingga persebaran nitrat dari muara sungai Tapak akan bergerak ke timur laut, yaitu ke stasiun 5 (Gambar 18). Reasheed *et al* (2002) dalam Manasrah *et al* (2006) menyatakan bahwa pergerakan arus laut berperan dalam penyebaran suatu nutrien.

Pada stasiun 3 dan stasiun 6 nilai konsentrasi nitratnya cenderung rendah dibanding di stasiun 1, 2, 4, 5, yaitu sebesar 0,297 dan 0,288 mg/L. Hal ini disebabkan letak stasiun 3 dan stasiun 6 yang jauh dari muara sungai Tapak sebagai sumber nitrat ke perairan laut (Gambar 18), sehingga pada stasiun 3 dan 6 hanya menerima sedikit suplai nitrat. Menurut penelitian Muchtar (2001) semakin ke wilayah lepas pantai atau daerah yang jauh dari estuari kadar nitrat semakin rendah, di mana estuari sebagai sumber utama nutrien di perairan laut.

### 3.2.2 Sebaran Konsentrasi Nitrat Pada Saat Pasang

Sebaran konsentrasi nitrat ketika pasang berkisar antara 0,283 – 0,337 mg/L (Tabel 3). Konsentrasi nitrat tertinggi terjadi pada saat pasang terdapat di stasiun 4 yaitu sebesar 0,337 mg/L. Hal ini disebabkan karena stasiun tersebut berada di dekat muara sungai Tapak (Gambar 19), sehingga mendapat suplai nitrat dari muara sungai tersebut. Millero dan Sohn (1992) menyatakan bahwa konsentrasi nitrat di daerah pesisir akan lebih tinggi karena adanya runoff dari sungai. Disamping itu adanya pergerakan arus dari timur menuju ke barat, sehingga pada stasiun 4 diduga mendapat suplai nitrat dari stasiun 1. Reasheed *et al* (2002) dalam Manasrah *et al* (2006) menyatakan bahwa pergerakan arus laut berperan dalam penyebaran suatu nutrien.

Konsentrasi nitrat terbesar ke dua ketika pasang terdapat pada stasiun 1, yaitu sebesar 0,317 mg/L. Hal ini disebabkan pada stasiun 1 terletak dekat dengan muara sungai Tapak. Akan tetapi akibat arus yang bergerak dari timur ke barat mengakibatkan pada stasiun 1 tidak mendapat suplai nitrat dari sungai Tapak (Gambar 19). Menurut Reichelt dan Jones (1994) adanya pengadukan yang diakibatkan oleh alam maupun aktifitas manusia seperti pengerukan dapat menaikkan konsentrasi nutrien. Sehingga pada stasiun 1 diduga mendapat suplai dari daratan berupa nitrat yang terlepas dari sedimen. Disamping itu (Wheaton, 1977) mengatakan bahwa sumber nutrien, seperti fosfat dan nitrat dalam siklusnya menempatkan sedimen sebagai salah satu sumbernya.

Pada stasiun 3, 5 dan 6 konsentrasi nitrat memiliki nilai yang kecil dibanding konsentrasi nitrat di stasiun lainnya, yaitu sebesar 0,292 mg/L, 0,294 mg/L dan 0,283 mg/L (Tabel 3). Konsentrasi pada stasiun 3, 5 dan 6 kecil, karena letaknya yang jauh dengan sumber yaitu muara sungai Tugu dan pergerakan arah arus yang mendekati darat, yaitu bergerak dari barat ke timur (Gambar 19). Sehingga diduga tidak mendapat suplai nitrat dari muara sungai dan adanya nilai konsentrasi pada stasiun tersebut akibat sisa akumulasi ketika surut. Reasheed *et al.*, (2002) dalam Manasrah *et al.*, (2006) menyatakan bahwa pergerakan arus laut berperan dalam penyebaran suatu nutrien dan menurut Furnes (1991) konsentrasi nitrat cenderung rendah bila tidak terdapat pengaruh dari sungai.

Pada saat surut pergerakan arus cenderung ke arah laut yang membawa sumber nitrat dari muara sungai Tugu ke perairan (Gambar 18). Sehingga sebaran nitrat pada saat surut, menunjukkan kenaikan konsentrasi pada setiap stasiun. Reasheed *et al.*, (2002) dalam Manasrah *et al.*, (2006) arus berperan dalam penyebaran, yang membawa nutrien (Montani *et al.*, 1998) dari sungai sebagai sumber utama ke perairan laut.

Sedangkan pada saat pasang, arus membawa nitrat ke perairan pantai yaitu dari timur ke barat (Gambar 19). Sehingga nitrat cenderung lebih rendah dibandingkan saat surut di setiap stasiun (Tabel 3). Konsentrasi suatu elemen seperti nitrat di suatu perairan juga dipengaruhi oleh arus (Balls 1994 dalam Montani *et al.*, 1998).

Berdasarkan hasil penelitian di atas, terlihat bahwa arus tidak terlalu mempengaruhi pola sebaran nitrat, tetapi penurunan konsentrasi nitrat banyak dipengaruhi oleh letak stasiun, di mana makin jauh dari sumber dalam hal ini sungai Tapak maka konsentrasi nitratnya rendah dan sebaliknya konsentrasi nitrat tinggi ketika berada didekat sumber.

### **3.3 Pasang Surut**

Hasil perekaman BMKG maritim Semarang periode 1-15 Maret 2012 dan kemudian dilakukan pengolahan data pasang surut, menghasilkan konstanta harmonik pasang surut yaitu M2, S2, K2, N2, K1, O1, P1, dan Q1 yang diperoleh dari hasil analisis komponen pasang surut melalui metode admiralti. Komponen-komponen pasang surut tersebut diperoleh nilai MSL (*Mean Sea Level*), HHWL (*Highest High Water Level*), LLWL (*Lowest Low Water Level*) berturut-turut sebesar 46 cm; 64 cm dan 27,8 cm. Bilangan formzhalnya sebesar 1,763; nilai tersebut dapat dikategorikan termasuk kedalam tipe pasang surut campuran condong ke harian tunggal.

### **3.4 Derajat Keasaman (pH)**

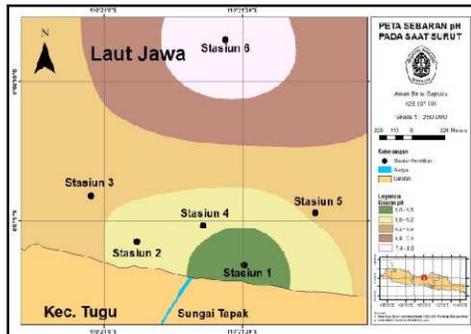
Hasil pengukuran insitu untuk parameter derajat keasaman (pH)

**Tabel 2.** Hasil pengukuran pH pada saat surut dan pasang

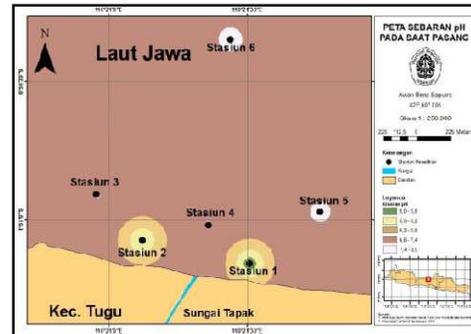
Stasiun Pengamatan	pH (Surut)	pH (Pasang)
Stasiun 1	5,5	6,2
Stasiun 2	5,9	6,35
Stasiun 3	5,9	7,6
Stasiun 4	5,9	7,6
Stasiun 5	6	7,8

Stasiun 6	6,35	7,9
-----------	------	-----

Sebaran nilai pH pada saat keadaan pasang dan surut dilihat pada gambar 3 dan gambar 4



Gambar 3. Sebaran derajat keasaman pH pada saat surut



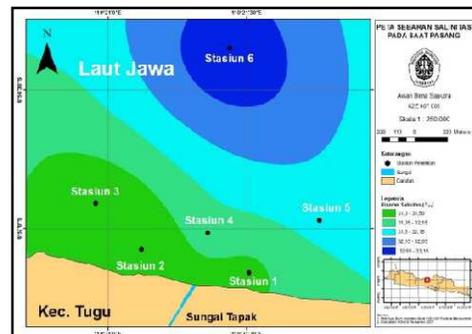
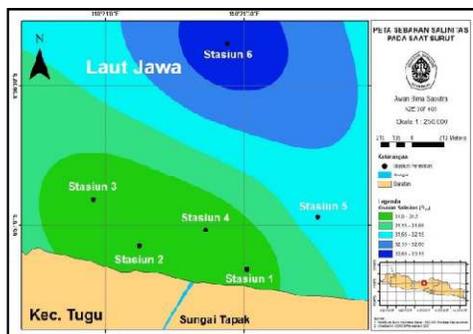
Gambar 4. Sebaran derajat keasaman pH pada saat pasang

### 3.5 Salinitas

Hasil pengukuran insitu untuk parameter salinitas  
**Tabel 3.** Hasil pengukuran salinitas pada saat surut dan pasang

Stasiun Pengamatan	Salinitas (%)	Salinitas (%)
	(Surut)	(Pasang)
Stasiun 1	31	32
Stasiun 2	31	32
Stasiun 3	31	32
Stasiun 4	31	32
Stasiun 5	32	33
Stasiun 6	33	33

Sebaran nilai salinitas pada saat keadaan pasang dan surut dilihat pada gambar 5 dan gambar 6



Gambar 5. Sebaran salinitas pada saat surut

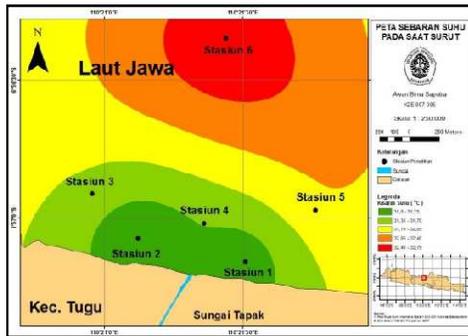
Gambar 6. Sebaran salinitas pada saat pasang

### 3.6 Suhu

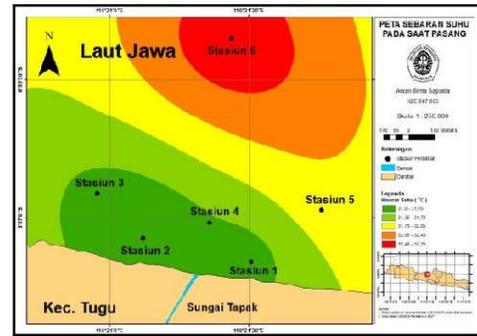
Hasil pengukuran insitu untuk parameter suhu  
**Tabel 4.** Hasil pengukuran suhu pada saat surut dan pasang

Stasiun Pengamatan	Suhu (°C) (Surut)	Suhu (°C) (Pasang)
Stasiun 1	31	32,6
Stasiun 2	31	32,61
Stasiun 3	31,9	32,65
Stasiun 4	32	32,71
Stasiun 5	32,15	32,8
Stasiun 6	32,61	32,94

Sebaran nilai suhu pada saat keadaan pasang dan surut dilihat pada gambar 7 dan gambar 8



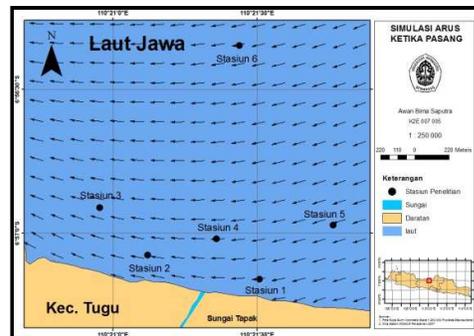
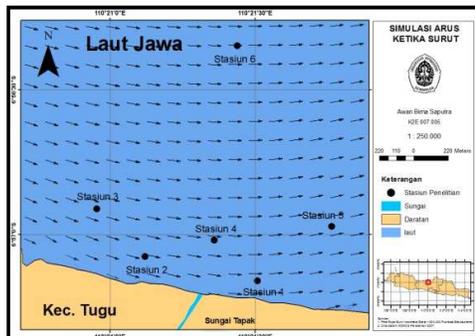
Gambar 7. Sebaran suhu pada saat surut



Gambar 8. Sebaran suhu pada saat pasang

### 3.7 Simulasi Model Arus Menggunakan SMS 8.1 (Surface Water Modelling System)

Hasil pemodelan arus menggunakan *Surface Water Modelling System 8.1* (SMS 8.1) didapatkan simulasi model arus surut dan pasang seperti berikut ini :



Gambar 9. Simulasi Model Arus Ketika Pasang

Gambar 10. Simulasi Model Arus Ketika

#### **4. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian yang dilaksanakan pada tanggal 1 Maret 2012 di perairan Tugu Semarang, dapat diambil kesimpulan, konsentrasi nitrat ketika pasang, yaitu berkisar 0,337 – 0,283 mg/L dan ketika surut berkisar 0,288 – 0,342 mg/L. Konsentrasi nitrat ketika surut lebih tinggi dibanding ketika pasang, sebaran nitrat juga dipengaruhi arus, penurunan konsentrasi nitrat dipengaruhi oleh letak daerah yang jauh dari sumber.

#### **Daftar Pustaka**

- Alaerts, G., dan S. S. Santika. 1987. *Metoda Penelitian Air*. Penerbit Usaha Nasional Surabaya.
- Furnes, M.J. 1991. The behavior of Nutrients in Tropical Aquatic Ecosystem. In: Connel, Des W and Hawker, Darryl W (eds). *Pollution in Tropical Aquatic System*, CRC press Inc, Florida, pp. 46.
- Manasrah, R., Raheed, M and Badran, M.I. 2006. Relationship Between Water Temperature, Nutrient and Dissolved Oxygen in The Northern. *Oceanologia*, 48 (2):237-253.
- Millero, F. S. and M. L. Sohn. 1992. *Chemical Oceanography*. CRC Press. London.
- Montani, S., Magni, P., Shimamoto, M., Abe, N and Okutani, K. 1998. The Effect of a Tidal Cycle on The Dynamic of Nutrients in a Tidal Estuary in The Seto Inland Sea, Japan. *Journal of Oceanography*. 54:65-76.
- Muchtar. 2001. *Distribusi Beberapa Parameter Kimia di Perairan Muara Sungai Digul Dan Arafura, Irian Jaya*. Oseanologi-LIPI, Jakarta :13-14
- Suryabrata, S. 1983. *Metodologi Penelitian*, Rajawali Press, Jakarta.
- Reichert, A. J. and Jones, G. B. 1994. Trace Metal as Tracers of Dredging Activity in Claverland Bay-Field and Laboratory Studies. *Australian Journal of Marine and Freshwater*, 45: 1-21.
- Saad, M.A.H and Younes W.A.N. 2006. Level of Silicate, the Major Nutrient for Diatoms, in Three Mediterranean Coastal Basins Subjected to Different Pollution Sources. *International Journal of Oceans and Oceanography*, 1(2):289-298.
- Suryabrata, S. 1983. *Metodologi Penelitian*, Rajawali Press, Jakarta.
- Wharton. 1977. *Aquaculture Engineering*. John Wiley & Son. A Wiley Interscience Publication. New York.