

Distribusi Salinitas Akibat Pengaruh Pasang Surut Pasca Normalisasi di Sungai Banjir Kanal Barat Semarang

Dimas Wahyu Anggara⁽¹⁾, Siddhi Saputro⁽²⁾, Sugeng Widada⁽³⁾

Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas peikanan dan ilmu kelautan, universitas diponegoro
Jl. Prof. H. Soedarto, SH, Tembalang Semarang 50275 Telp. Fax (024) 7474698
Email : wahyuanggaradimas@gmail.com, siddhisaputro@yahoo.com, sugengwidada@undip.ac.id

Abstrak

Sungai Banjir Kanal Barat merupakan salah satu sungai terbesar di Kota Semarang yang memiliki banyak fungsi bagi masyarakat. Salah satu permasalahan yang terjadi di Sungai Banjir Kanal Barat adalah intrusi air permukaan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan dan pengaruh pasang surut serta beberapa parameter fisik sungai (debit sungai, jarak jangkauan dan kedalaman) terhadap seberapa jauh pengaruh masuknya air laut di Sungai Banjir Kanal Barat Semarang dan juga untuk mengetahui distribusi salinitas. Penelitian ini dilakukan pada tanggal 13 - 27 Maret 2014. Metode yang digunakan dalam melakukan analisis data adalah metode regresi linier berganda untuk mengetahui ukuran kekuatan antara variabel pasang surut dan parameter fisik sungai terhadap variabel salinitas. Selain itu untuk mengetahui pola penyebaran salinitas dapat diolah dengan bantuan software Ocean Data View (ODV) 4.0 dan ArcGIS 10. Berdasarkan pengukuran di lapangan didapatkan nilai salinitas di sepanjang daerah penelitian berkisar antara 0 ‰ sampai dengan 26 ‰ dengan nilai kedalaman berkisar 0.35 meter - 1.73 meter. Sedangkan jarak jangkauan salinitas maksimum ke arah hulu sungai yaitu sejauh 2900 meter dari muara sungai. Hasil olahan model statistik dengan menggunakan regresi linier berganda didapatkan nilai R square sebesar 0.950. Angka tersebut mempunyai arti bahwa terdapat korelasi yang kuat antara pengaruh pasang surut dan parameter fisik sungai (Debit sungai, jarak jangkauan dan kedalaman) terhadap salinitas pada berbagai lapisan kedalaman.

Kata Kunci : Salinitas, Intrusi Air permukaan, Pasang Surut, Parameter Fisik Sungai.

Abstract

River West Flood Canal (Banjir Kanal Barat) is one of the largest rivers in Semarang which has many function for the people. One of the problems that occur in Banjir Kanal Barat river is the intrusion of surface water. This research aims to aims to know the correlation and influence of tidal rivers and some physical parameters on how much influence the entry of sea water in the River West Flood Canal Semarang and also to determine the salinity distribution. This study was conducted on 13 to 27 March 2014. The method used in the data analysis is multiple linear regression to determine the size of the tidal forces between variables and physical parameters of the river to variable salinity. In addition, to determine the pattern of spread of salinity can be processed with the help of software Ocean Data View (ODV) 4.0 and ArcGIS 10. Based on field observations obtained salinity values along the study area ranged from 0 ‰ to 26 ‰ with depth values ranging from 0.35 meters - 1.73 meters. While distance range of salinity maximum towards headwaters that is as far as 2900 meters from the mouth of the river. The results of the processed statistical models using multiple linear regression obtained value of R square of 0.950. This figure means that there is a strong connection between tidal influence and physical parameters of the river (river discharge, the distance range and depth) to salinity at various layers of depth.

Kata Kunci : Salinity, Surface Water Intrusion, Tidal, River Physical Parameters.

I. Pendahuluan

Kota Semarang merupakan salah satu kota pesisir yang pertumbuhannya berawal dari perkembangan kawasan koridor sungai, dimana sungai dan koridornya berpengaruh besar dalam mendukung aktivitas masyarakat dalam perdagangan, yaitu sebagai pendukung sarana transportasi yang lebih cenderung menggunakan transportasi air (melalui sungai) untuk memudahkan akses menuju pelabuhan. Perkembangan Kota Semarang tentu saja menimbulkan berbagai permasalahan bagi kawasan aliran sungai dan area sekitarnya. Salah satu permasalahan tersebut adalah masuknya air laut ke sungai (Supriyadi, 2008).

Masuknya air laut ke sungai merupakan masalah yang sering dihadapi terutama pada daerah muara sungai sampai batas tertentu dari muara sungai. Akibat dari masuknya air laut tersebut akan memberikan dampak negatif bagi pemanfaatan air sungai tersebut.

Sungai Banjir Kanal Barat merupakan salah satu sungai terbesar di Kota Semarang yang memiliki banyak fungsi bagi masyarakat. Salah satu permasalahan yang terjadi di Sungai Banjir Kanal Barat adalah warga di sekitar Sungai Banjir Kanal Barat sudah tidak dapat memanfaatkan air permukaan sebagai sumber air bersih, karena airnya payau. Penyebaran air payau di Sungai Banjir Kanal Barat semakin luas dan kadar garam semakin tinggi, sehingga untuk memenuhi kebutuhan air bersih dengan pemanfaatan air tanah harus melalui sumur gali dan sumur pompa. Intrusi air laut ke Sungai Banjir Kanal Barat dipengaruhi oleh berbagai hal diantaranya adalah pasang surut dan parameter fisik sungai seperti debit sungai, kedalaman, dan jarak jangkauan serta pasca normalisasi Sungai Banjir Kanal Barat, Kota Semarang menyebabkan terjadinya perubahan pola aliran dan volume air laut yang masuk ke sungai (Dinas PSDA dan ESDM Semarang, 2014).

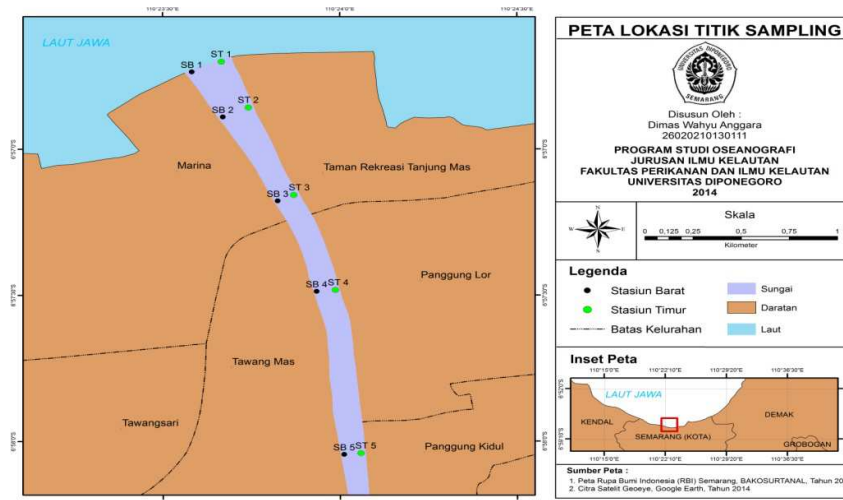
Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan dan pengaruh pasang surut, debit sungai, jarak jangkauan serta kedalaman sungai terhadap seberapa jauh pengaruh masuknya air laut ke arah hulu Sungai Banjir Kanal Barat Semarang dan untuk mengetahui distribusi salinitas.

II. Materi dan Metode

Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 13 – 27 Maret 2014 di Sungai Banjir Kanal Barat Semarang. Materi penelitian terdiri dari data primer yang meliputi data salinitas, pasang surut, arus, dan parameter fisik sungai meliputi jarak, kedalaman, dan debit sungai. Data sekunder meliputi prakiraan pasang surut Semarang bulan Maret 2014, Peta Rupa Bumi Indonesia lembar Semarang skala 1 : 25.000, Data curah hujan Semarang bulan maret 2014 dan Citra Satelit Google Earth tahun 2014.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif yang termasuk sebagai metode ilmiah karena telah memenuhi kaidah-kaidah ilmiah yaitu konkret/empiris, obyektif, terukur, rasional, sistematis. Metode kuantitatif merupakan metode dimana data-data yang digunakan dalam penelitian berupa angka dan analisisnya menggunakan statistik sesuai pernyataan Sugiyono (2009).

Metode penentuan lokasi sampling menggunakan *purposive sampling method*, dimana pengambilan sampel berdasarkan pertimbangan dari peneliti sesuai tujuannya (Sudjana, 1992). Metode penentuan stasiun dimulai dari muara Sungai Banjir Kanal Barat sebagai titik awal sampling, dengan selang jarak antara 300, 600 dan 1000 meter sejauh 2900 meter ke arah hulu sungai, hal ini diharapkan dapat dengan jelas diketahui perubahan nilai salinitas yang tertinggi sampai batas salinitas 0 ‰, seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta Lokasi Titik Sampling

Pengukuran pasang surut dilakukan selama 15 hari dengan interval 1 jam menggunakan palem pasut yang dipasang di pelabuhan Tanjung Mas Semarang.

Pengukuran kedalaman sungai dilakukan dengan menggunakan tongkat berskala, pengukuran dilakukan pada setiap stasiun. Pengukuran kedalaman ini berguna sebagai acuan dalam mengukur kecepatan arus dan salinitas dengan variasi kedalamannya.

Pengukuran salinitas dilakukan secara vertikal dengan menggunakan refraktometer di setiap stasiun dengan interval 0,2d; 0,6d dan 0,8d. Hal ini sangat diperlukan dalam penentuan tipe estuari. Tipe estuari perlu diketahui sebagai langkah awal mengetahui bagaimana proses pencampuran atau mixing di daerah tersebut.

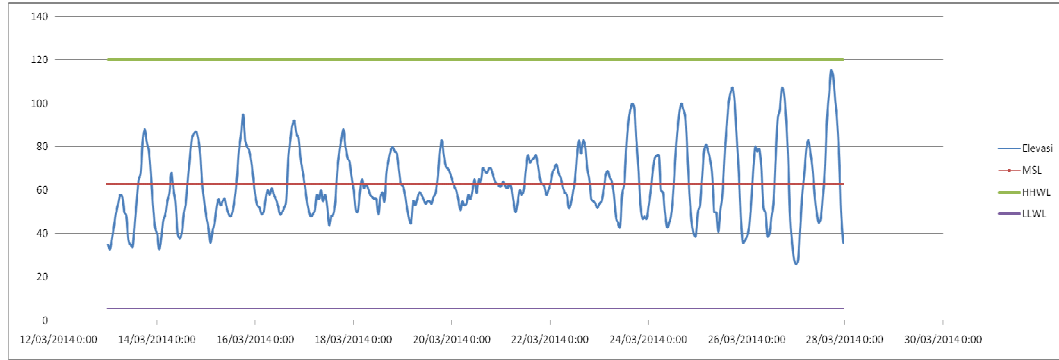
Pengukuran arus dilakukan dengan metode lagrangian dengan menggunakan bola duga. Pengukuran arus dilakukan dalam 3 variasi kedalaman yaitu 0,2d; 0,6d dan 0,8d. Kecepatan arus ditentukan dengan membagi jarak tempuh dengan waktu. Sedangkan pengukuran debit sungai dilakukan dengan mengukur kecepatan aliran dan luas penampang melintang.

Data yang diperoleh di lapangan, kemudian diolah dengan menggunakan *software SPSS 16* untuk mengetahui hubungan pasang surut dan beberapa parameter fisik sungai yang meliputi jarak, debit, dan kedalaman terhadap seberapa jauh sebaran salinitas yang terjadi di Sungai Banjir Kanal Barat Semarang, yang kemudian dianalisa menggunakan Analisa Regresi Linier Berganda. Data salinitas juga diolah menggunakan *software ArcGis 10.0* untuk membuat peta kontur sebaran salinitas secara horizontal dan *software Ocean Data View (ODV) 4.0* untuk membuat sebaran salinitas secara vertikal yang terjadi di Sungai Banjir Kanal Barat Semarang.

III. Hasil dan Pembahasan

Pasang Surut

Berdasarkan analisa admiralty data pasang surut pengukuran lapangan selama 15 hari, yang dilakukan dari tanggal 13–27 Maret 2014 dapat diketahui bahwa tipe pasang surut di Semarang adalah tipe pasang surut campuran condong harian ganda dengan nilai bilangan Formzhal (nilai $F = 1,12$). Hasil penelitian ini diperkuat oleh hasil penelitian Wirasatriya (2005) yang menyatakan bahwa tipe pasang surut Perairan Semarang adalah campuran condong ke ganda. Berikut merupakan grafik pasang surut hasil pengamatan di Pelabuhan Tanjung Mas (Gambar 2).



Gambar 2. Grafik Pasang Surut tanggal 13 Maret 2014 – 27 Maret 2014

Hubungan Pasang Surut dan Parameter fisik sungai terhadap Salinitas

Berdasarkan analisis statistika dengan menggunakan regresi linier berganda didapatkan hasil olahan hubungan Pasang Surut dan Parameter fisik sungai (Debit sungai, jarak jangkauan dan kedalaman) yang mempengaruhi Salinitas, dimana keempat variabel tersebut telah diujikan ke dalam model statistik sehingga dapat diketahui bahwa nilai *R square* Koefisien Determinasi (KD) adalah sebesar 0.950 atau sama dengan 95% seperti pada gambar 3. Angka tersebut mempunyai arti bahwa besarnya pengaruh pasang surut dan Parameter fisik sungai (Debit sungai, jarak jangkauan dan kedalaman) terhadap salinitas ialah 95%. Adapun sisanya, yaitu 5% (100%-95%) merupakan faktor lain.

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	40.825	56.675		.720	.504
	Debit Sungai	-.333	.826	-.209	-.403	.704
	Jarak Jangkauan	-.005	.012	-.478	-.413	.697
	Pasang Surut	48.317	80.495	.259	.600	.575
	Kedalaman	17.472	19.097	.470	.915	.402

a. Dependent Variable: Salinitas

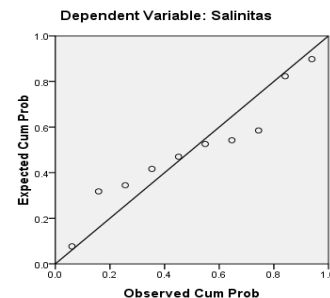
Normal P-P Plot of Regression Standardized Residual

Model Summary^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.975 ^a	.950	.911	3.01392

a. Predictors: (Constant), Kedalaman, Pasang Surut, Debit Sungai, Jarak Jangkauan

b. Dependent Variable: Salinitas



Gambar 3. Analisis Regresi Linier Berganda

Analisa regresi linier berganda menunjukkan bahwa terdapat hubungan dan pengaruh dari pasang surut dan parameter fisik sungai meliputi debit sungai, jarak jangkauan dan kedalaman terhadap sebaran salinitas atau masuknya air laut ke Sungai Banjir Kanal Barat Semarang yang dinyatakan dalam persamaan matematis sebagai berikut :

$$\text{Salinitas} = 40.825 - 0.333 \text{ Debit Sungai} - 0.005 \text{ Jarak Jangkauan} + 48.317 \text{ Pasang Surut} + 17.42 \text{ Kedalaman}$$

Berdasarkan persamaan regresi linier berganda tersebut didapatkan nilai koefisien dari debit sungai sebesar -0.333 . Nilai sebesar -0.333 tersebut merupakan nilai variabel debit sungai dalam kontribusinya terhadap nilai salinitas. Tanda negatif mempunyai arti bahwa nilai debit sungai berbanding terbalik dengan nilai salinitas, semakin besar nilai debit sungai maka nilai salinitasnya kecil dan sebaliknya.

Berdasarkan persamaan regresi linier berganda tersebut didapatkan nilai koefisien dari jarak jangkauan sebesar -0.005 . Nilai sebesar -0.005 tersebut merupakan nilai variabel jarak jangkauan dalam kontribusinya terhadap nilai salinitas. Tanda negatif mempunyai arti bahwa nilai jarak jangkauan berbanding terbalik dengan nilai salinitas, semakin jauh jarak jangkauan salinitas dari muara ke arah hulu sungai, maka nilai salinitasnya semakin kecil, begitu juga sebaliknya.

Berdasarkan persamaan regresi linier berganda tersebut didapatkan nilai koefisien dari Pasang Surut sebesar 48.317 . Nilai sebesar 48.317 tersebut merupakan nilai variabel pasang surut dalam kontribusinya terhadap nilai salinitas, dimana nilai pasang surut ini mempunyai kontribusi yang paling besar terhadap nilai salinitas dibandingkan variabel bebas lainnya. Angka tersebut mempunyai arti bahwa semakin tinggi nilai pasang surut maka semakin tinggi pula nilai salinitas begitu juga sebaliknya semakin rendah nilai pasang surut maka semakin rendah pula nilai salinitasnya.

Berdasarkan persamaan regresi linier berganda tersebut didapatkan nilai koefisien dari kedalaman sebesar 17.42 . Nilai sebesar 17.42 tersebut merupakan nilai variabel kedalaman dalam kontribusinya terhadap nilai salinitas. Angka tersebut mempunyai arti bahwa kedalaman berpengaruh nyata terhadap perubahan nilai salinitas, dilihat dari perubahan salinitas yang berbanding lurus dengan kedalaman, dimana setiap penambahan kedalaman sungai maka akan menambah nilai salinitas di stasiun tersebut dengan nilai yang bervariasi antar stasiunya.

Salinitas

Hasil pengamatan salinitas yang dilakukan selama 3 kali pengamatan pada saat kondisi surut menuju pasang dan pasang menuju surut menunjukkan bahwa nilai salinitas bervariasi baik dalam arah memanjang dari muara ke hulu sungai (horizontal) maupun dari lapisan permukaan sampai ke lapisan dasar sungai (vertikal). Nilai salinitas tersebut berkisar dari 0 ‰ – 26 ‰ seperti yang tersaji pada tabel 1 dan 2.

Tabel 1. Nilai Salinitas Pengamatan pada saat Surut menuju Pasang

Tanggal	Stasiun Barat Sungai	Lapisan Sungai			Stasiun Timur Sungai	Lapisan Sungai		
		Permukaan	Tengah	Dasar		Permukaan	Tengah	Dasar
		Salinitas (‰)	Salinitas (‰)	Salinitas (‰)		Salinitas (‰)	Salinitas (‰)	Salinitas (‰)
16-Mar-14	1	9	12	14	1	10	18	23
	2	2	10	13	2	3	18	21
	3	0	3	10	3	1	3	10
	4	0	1	2	4	0	1	3
	5	0	0	0	5	0	0	0
Kondisi Pasang Surut				Surut Menuju Pasang				
21-Mar-14	1	4	14	18	1	6	16	20
	2	1	5	15	2	2	4	17
	3	0	1	12	3	0	0	7
	4	0	0	0	4	0	0	0
	5	0	0	0	5	0	0	0
Kondisi Pasang Surut				Surut Menuju Pasang				
26-Mar-14	1	23	25	26	1	21	24	26
	2	6	20	22	2	20	24	25
	3	1	7	15	3	0	8	15
	4	0	3	5	4	0	5	14
	5	0	0	0	5	0	0	0
Kondisi Pasang Surut				Surut Menuju Pasang				

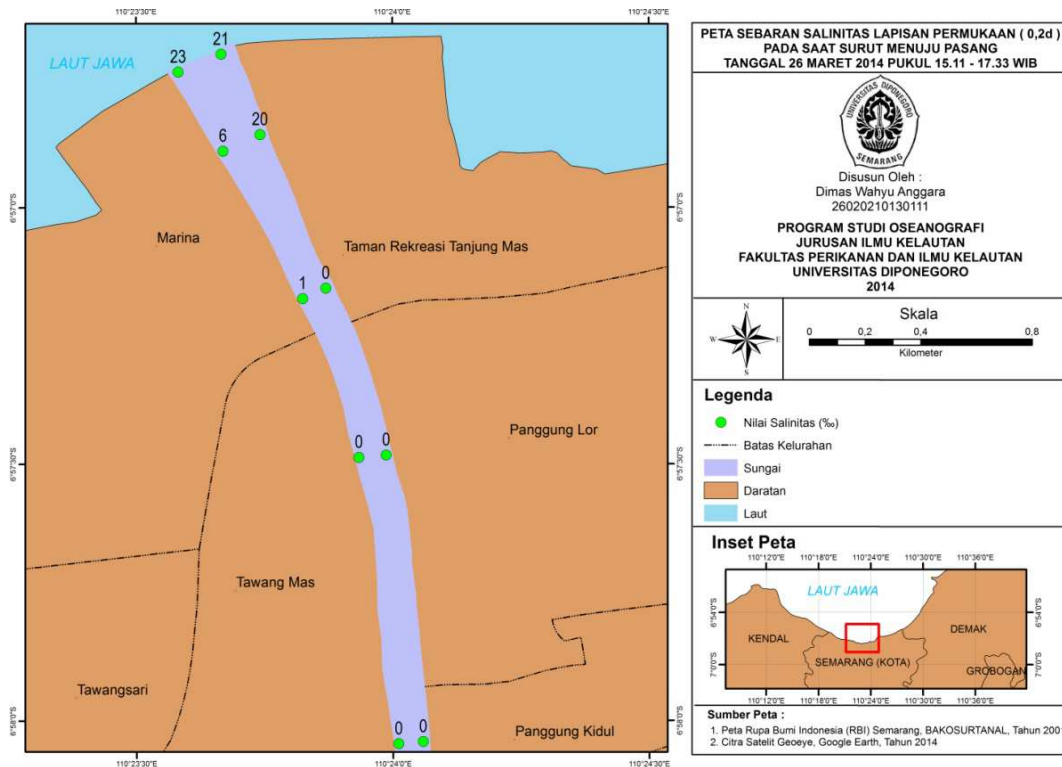
Tabel 2. Nilai Salinitas Pengamatan pada saat Pasang menuju Surut

Tanggal	Stasiun Barat Sungai	Lapisan Sungai			Stasiun Timur Sungai	Lapisan Sungai		
		Permukaan	Tengah	Dasar		Permukaan	Tengah	Dasar
		Salinitas (‰)	Salinitas (‰)	Salinitas (‰)		Salinitas (‰)	Salinitas (‰)	Salinitas (‰)
16-Mar-14	1	2	11	13	1	4	13	17
	2	1	8	10	2	1	9	13
	3	0	2	8	3	0	2	9
	4	0	0	0	4	0	0	0
	5	0	0	0	5	0	0	0
Kondisi Pasang Surut				Pasang Menuju Surut				
21-Mar-14	1	5	7	10	1	3	5	11
	2	0	2	5	2	0	3	11
	3	0	0	0	3	0	0	0
	4	0	0	0	4	0	0	0
	5	0	0	0	5	0	0	0
Kondisi Pasang Surut				Pasang Menuju Surut				
26-Mar-14	1	6	15	21	1	7	18	23
	2	0	14	20	2	3	17	21
	3	0	4	5	3	0	5	11
	4	0	0	0	4	0	3	4
	5	0	0	0	5	0	0	0
Kondisi Pasang Surut				Pasang Menuju Surut				

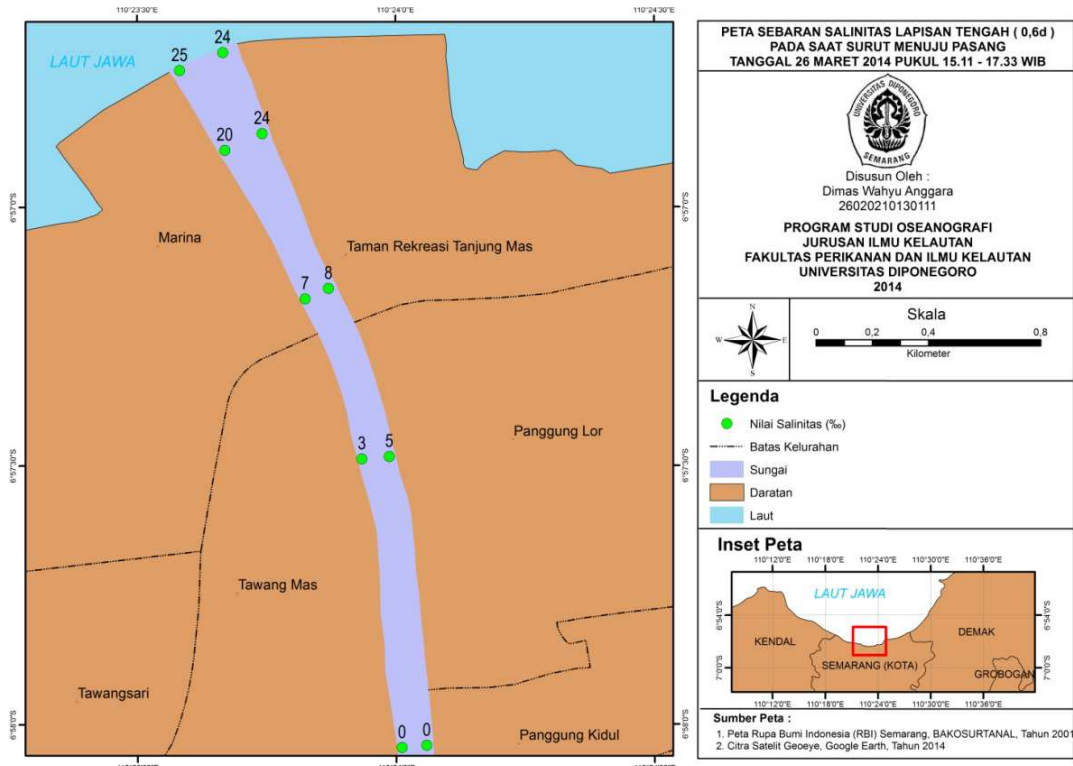
Distribusi salinitas secara horizontal menunjukkan bahwa nilai salinitas akan berkurang dari muara ke arah hulu sungai. Nilai salinitas paling tinggi dijumpai pada stasiun 1 yaitu berkisar 2 ‰ – 26 ‰, hal ini dikarenakan stasiun 1 merupakan stasiun yang berada di muara sungai, sedangkan stasiun yang sudah tidak terpengaruh oleh air laut adalah stasiun 5 yang mempunyai nilai salinitas sebesar 0 ‰, hal ini dikarenakan stasiun 5 merupakan stasiun yang paling dekat dengan hulu sungai sehingga tidak terpengaruh air laut. Perbedaan nilai salinitas ini disebabkan pola arus pasut yang terjadi dan kedalaman antara sisi barat dan timur. Nilai salinitas pada saat pasang purnama lebih besar daripada pada saat pasang perbani. Pernyataan ini sesuai dengan hasil pengamatan di lapangan dimana nilai salinitas pada saat pasang purnama (tanggal 16 Maret 2014 dan 26 Maret 2014) berkisar antara 0 ‰ – 26 ‰. Adapun nilai salinitas pada saat pasang perbani (tanggal 16 Maret 2014) berkisar 0 ‰ – 20 ‰. Triatmodjo (1999) menjelaskan bahwa pergerakan air asin akibat pasang di estuari akan lebih besar pada saat pasang purnama meskipun pada saat bersamaan terjadi pergerakan air tawar menuju laut. Jangkauan salinitas di sungai Banjir Kanal Barat Semarang tergolong jauh yaitu sejauh 2900 meter ke arah hulu sungai seperti pada gambar 4-6.

Distribusi salinitas secara vertikal menunjukkan bahwa nilai salinitas akan bertambah seiring dengan bertambahnya. Pada lapisan permukaan (0,2d) nilai salinitas berkisar 0 ‰ – 23 ‰. Pada lapisan tengah (0,6d) nilai salinitas berkisar 0 ‰ – 25 ‰. Pada lapisan dasar (0,8d) nilai salinitas berkisar 0 ‰ – 26 ‰. Nilai salinitas yang bertambah seiring dengan bertambahnya kedalaman dikarenakan berat jenis air laut lebih besar dibandingkan berat jenis air tawar. Hutabarat dan Evans (1986) menjelaskan bahwa nilai salinitas dasar perairan cukup besar, hal ini dikarenakan berat jenis air laut lebih bear dibandingkan berat jenis air tawar sehingga nilai akan meningkat pada dasar perairan.

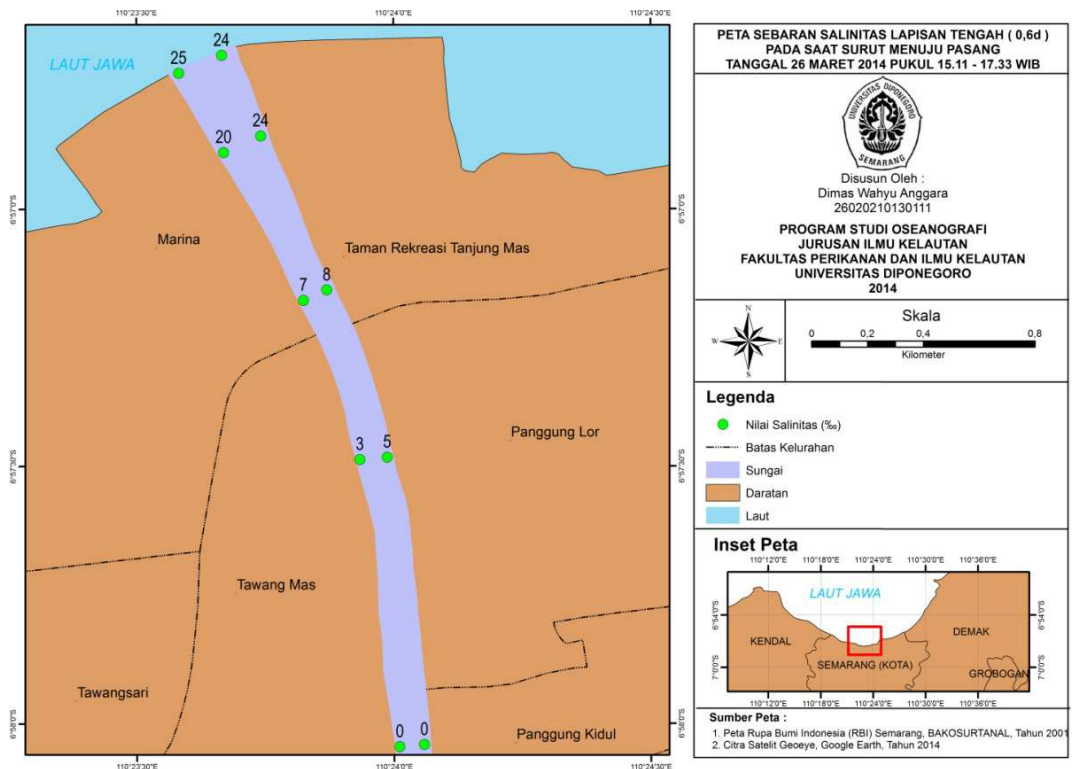
Berdasarkan struktur salinitasnya Sungai Banjir Kanal Barat Semarang memiliki memiliki tipe estuari tercampur sebagian (*Partially mixed Estuary*), hal ini dikarenakan pengaruh pasang surut lebih besar, sehingga terjadi pencampuran yang lebih baik antara air asin dan air tawar. Dalam arah memanjang nilai salinitas berkurang dari muara sungai ke arah hulu sungai, sedangkan dalam arah vertikal nilai salinitas bertambah dari permukaan ke dasar. Pernyataan ini diperkuat oleh pernyataan Maslukah (2006) yang menyatakan bahwa Sungai Banjir Kanal Barat Semarang tergolong pada estuari tercampur sebagian (*Partially Mixed Estuary*).



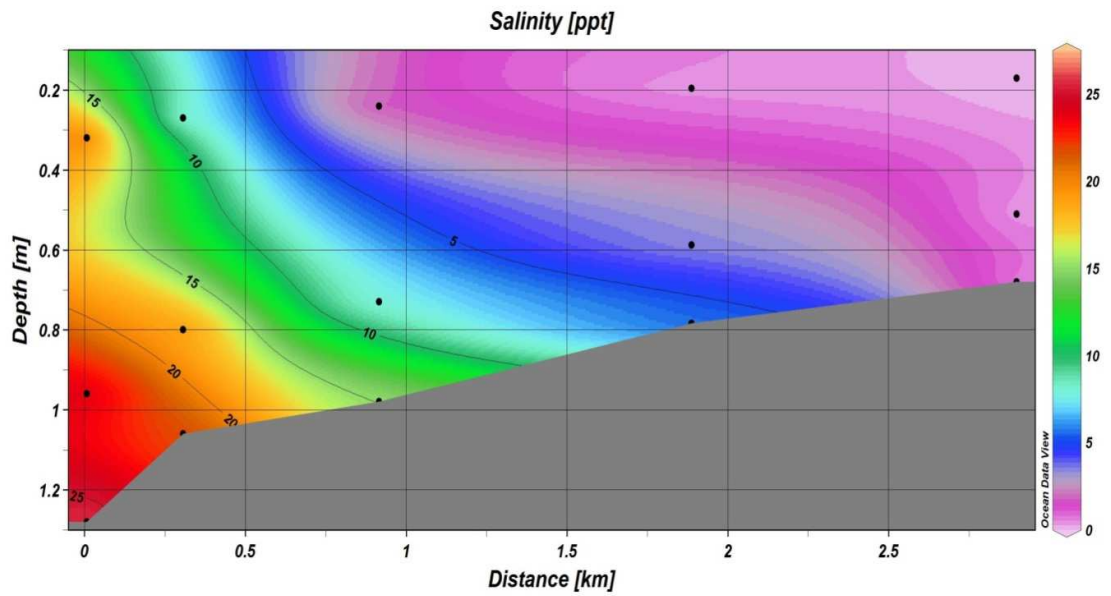
Gambar 4. Peta Sebaran Salinitas Horizontal Lapisan Permukaan (0,2d) pada saat Surut menuju pasang Tanggal 26 Maret 2014



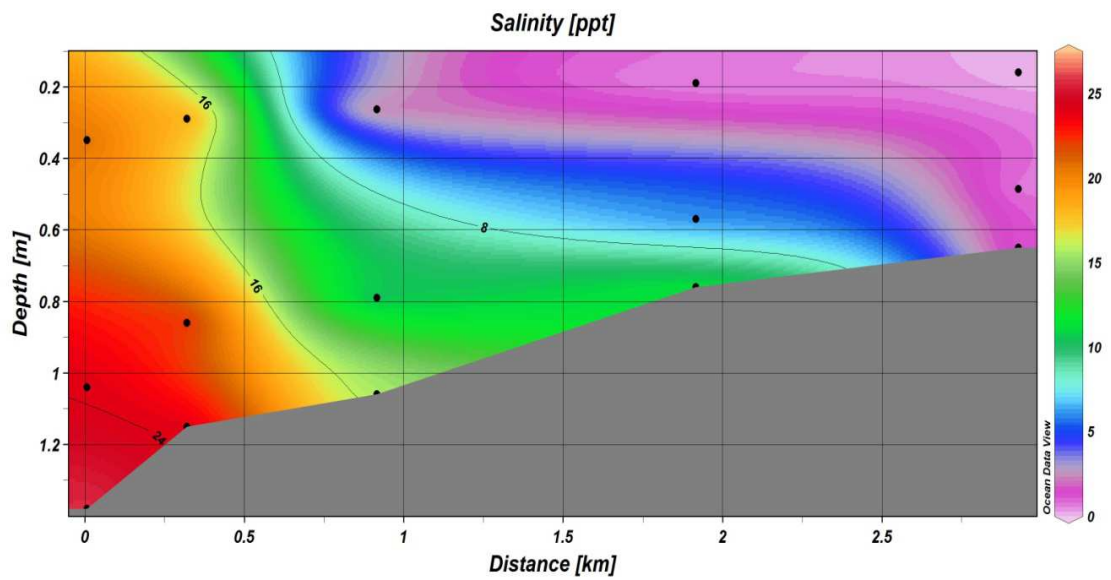
Gambar 5. Peta Sebaran Salinitas Horizontal Lapisan Tengah (0,6d) pada saat Surut menuju pasang Tanggal 26 Maret 2014



Gambar 6. Peta Sebaran Salinitas Horizontal Lapisan Dasar (0,8d) pada saat Surut menuju pasang Tanggal 26 Maret 2014



Gambar 7. Sebaran Vertikal Salinitas Stasiun Pengamatan Barat pada saat Surut menuju Pasang Tanggal 26 Maret 2014



Gambar 8. Sebaran Vertikal Salinitas Stasiun Pengamatan Timur pada saat Surut menuju Pasang Tanggal 26 Maret 2014

IV. Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil olahan model statistik dengan menggunakan analisis regresi linier berganda didapatkan nilai *R square* sebesar 0.950. Angka tersebut mempunyai arti bahwa terdapat korelasi antara pengaruh pasang surut dan Parameter fisik sungai (Debit sungai, jarak jangkauan dan kedalaman) terhadap salinitas pada berbagai lapisan kedalaman.
2. Berdasarkan hasil olahan model statistik dengan menggunakan analisis regresi linier berganda didapatkan persamaan matematis regresi linier berganda sebagai berikut:
Salinitas = 40.825 - 0.333 Debit Sungai - 0.005 Jarak Jangkauan + 48.317 Pasang Surut + 17.42 Kedalaman
3. Jangkauan salinitas di Sungai Banjir Kanal Barat Semarang mencapai sejauh 2900 m ke arah hulu sungai. Distribusi salinitas secara vertikal di Sungai Banjir Kanal Barat Semarang menunjukkan bahwa nilai salinitasnya akan bertambah seiring dengan bertambahnya kedalaman.

Daftar Pustaka

- Dinas PSDA dan ESDM Semarang. 2013. *Laporan Strategi Perubahan Iklim Terpadu Kota Semarang Tahun 2010-2020*. Pemerintah Kota Semarang.
- Hutabarat, L. dan Evans, S.M. 1984. *Pengantar Oceanografi*. UI Press. Jakarta.
- Maslukah, Lilik. 2006. *Konsentrasi Logam Berat Pb, Cd, Cu, Zn, dan Pola Sebarannya di Muara Banjir Kanal Barat, Semarang*. IPB. Bogor (Tidak Dipublikasikan).
- Sugiyono. 2009. *Metode Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif*. CV. Alfabeta: Bandung.
- Supriyadi, Bambang. 2008. *Kajian Waterfont di Semarang (Studi Kasus : Sungai Banjir Kanal Barat)*. Jurnal Ilmiah Perancangan Kota dan Permukiman. ENCLOSURE Volume 7 No.1.
- Triatmodjo, B. 1999. *Teknik Pantai*. Beta Offset, Yogyakarta, hal. 115-307.
- Wirasatriya, Anindia. 2005. *Kajian Kenaikan Muka Laut Sebagai Landasan Penanggulangan Rob Di Pesisir Kota Semarang*. Undip. Semarang (Tidak Dipublikasikan).