

Distribusi Salinitas di Estuari Kapuas Kecil

Sugito^a, Muliadi^{b*}, Apriansyah^b

^aProdi Fisika, FMIPA Universitas Tanjungpura, ^bProdi Ilmu Kelautan, FMIPA Universitas Tanjungpura

*Email : muliadi@mipa.untan.ac.id

Abstrak

Sirkulasi masuknya air asin kedalam sistem sungai sangat dipengaruhi oleh pasang surut dan parameter fisik sungai. Penelitian ini bertujuan memodelkan distribusi salinitas akibat pengaruh pasang surut serta parameter fisik sungai terhadap jangkauan salinitas di Estuari Kapuas Kecil Kalimantan Barat. Pengambilan data dilaksanakan pada tanggal 2 s.d 4 Oktober 2016 pada kondisi pasang menuju surut dan surut menuju pasang. Metode yang digunakan dalam analisis data yaitu model statistik regresi linier berganda dengan melihat ukuran kekuatan variabel bebas pasang surut serta parameter fisik sungai terhadap variabel terikat salinitas. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa nilai salinitas yang diperoleh berkisar dari 0‰ – 11‰, dimana nilai salinitas yang terukur pada lapisan permukaan berkisar antara 0‰ – 2‰, pada lapisan tengah antara 1‰ - 4‰ sedangkan pada lapisan dasar antara 3‰ – 11‰. Hasil analisis model regresi linier berganda diperoleh nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 51,7%. Nilai tersebut menunjukkan besarnya pengaruh pasang surut, kecepatan arus, kedalaman serta jarak jangkauan terhadap salinitas pada berbagai lapisan, sisanya sebesar (48,3%) dipengaruhi oleh faktor lain yang tidak ada didalam model

Kata Kunci : *Distribusi Salinitas, Estuari Kapuas, Regresi Linier Berganda*

1. Latar Belakang

Sungai Kapuas Kecil yang terletak di Kalimantan Barat merupakan sungai yang membelah Kota Pontianak dan bermuara ke Estuari menuju Laut Natuna. Sungai Kapuas Kecil memiliki panjang sungai 31,2 km dengan kedalaman sungai berkisar antara 9-16 m dan mempunyai lebar 200-600 m di hulu dan lebih dari 1000 m di bagian hilir[1]. Sungai Kapuas berperan penting bagi kehidupan masyarakat Kalimantan Barat karena sebagai sumber air bersih, transportasi, usaha perikanan dan sebagainya.

Wilayah perairan Estuari Kapuas Kecil adalah perairan yang sangat dinamis karena adanya pengaruh seperti aliran arus sungai dan pasang surut laut yang kuat, sehingga berdampak terhadap pola sirkulasi aliran, salinitas dan sedimentasi[2]. Gerakan pasang surut yang terjadi secara berkala memiliki pengaruh yang penting dalam sirkulasi masuknya air asin kedalam sistem sungai. Hal ini tentu saja berpengaruh terhadap proses pencampuran dan pergeseran densitas pada lapisan-lapisan kolom air. Pada musim kemarau saat pasang tertinggi, perubahan pergeseran salinitas di Sungai Kapuas akan semakin jauh masuk ke hulu sungai hingga puluhan kilometer dan semakin meningkat dari tahun ke tahun[3].

Upaya untuk mengetahui dinamika perairan tentang distribusi salinitas yang diakibatkan oleh pengaruh pasang surut dan parameter fisik sungai dapat didekatkan dengan

model matematis analisis regresi linier berganda. Penelitian ini untuk mengetahui tingkat distribusi salinitas beserta gambaran besarnya nilai hubungan antara pengaruh pasang surut dan parameter fisik sungai terhadap seberapa jauh pengaruh jarak jangkauan salinitas di Estuari Kapuas Kecil Kalimantan Barat.

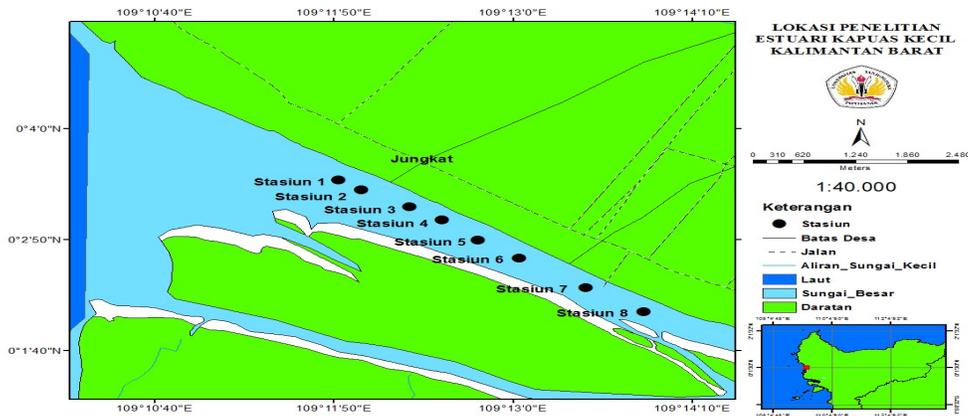
2. Metodologi

2.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di kawasan Perairan Estuari Kapuas Kecil Kalimantan Barat. Lingkup penelitian ini terletak pada koordinat 0°1'40" s.d 0°4'0" LU serta diantara 109°11'50" s.d 109°14'10" BT. Pengambilan data primer dilaksanakan pada tanggal 2 s.d 4 Oktober 2016 sebanyak 8 titik pengamatan dengan pengambilan sampel berdasarkan kondisi pasang dan surut. Peta lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.

2.2 Sumber Data

Data yang digunakan terdiri dari data primer yang meliputi data salinitas, kedalaman dan kecepatan arus yang di peroleh dari pengukuran langsung di sekitar Muara Kapuas Kecil Kalimantan Barat. Data sekunder meliputi data peramalan pasang surut yang diperoleh dari Dinas Hidrografi dan Oseanografi TNI Angkatan Laut tahun 2016.



Gambar 1 Peta Lokasi Penelitian [4]

2.3 Prosedur Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif dimana data-data berupa angka dan analisisnya menggunakan statistik [5]. Metode penentuan lokasi sampel menggunakan *purposive sampling method*, dimana pengambilan sampel berdasarkan pertimbangan dari peneliti sesuai tujuannya[6]. Metode penentuan stasiun pengamatan dimulai dari muara sebagai titik awal yang berada di desa Jungkat hingga ke hulu sepanjang aliran sungai sejauh ±4000 meter. Hal ini diharapkan dapat dengan jelas melihat sebaran salinitas pada berbagai lapisan ke arah hulu sungai.

Pengambilan koordinat titik pengamatan menggunakan GPS kemudian dipetakan lihat Gambar 1. Hal ini berguna agar posisi titik pengamatan yang telah dilalui tidak berubah-ubah. Titik stasiun pengamatan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Posisi Grafis Stasiun Penelitian

Stasiun	LU	BT
1	0°3'27,36"	109°11'52,38"
2	0°3'21,23"	109°12'01,22"
3	0°3'10,58"	109°12'19,85"
4	0°3'02,31"	109°12'32,48"
5	0°2'49,50"	109°12'46,54"
6	0°2'38,39"	109°13'02,61"
7	0°2'19,69"	109°13'28,73"
8	0°2'04,38"	109°13'51,47"

2.3.1 Pengambilan Data Kedalaman

Pengambilan data kedalaman dilakukan menggunakan *HawkEye H22FX Handheld Sonar System*, pengukuran dilakukan pada setiap titik pengamatan. Data kedalaman yang diperoleh selanjutnya dibagi berdasarkan 3 variasi kedalaman yaitu 0,2H, 0,6H dan 0,8H, dimana H adalah kedalaman total. Hal ini berguna sebagai

acuan dalam mengukur kecepatan arus dan salinitas dengan variasi kedalamannya.

2.3.2 Pengambilan Data Kecepatan Arus

Datalaju arus diambil menggunakan alat *FlowMeter* berdasarkan 3 tiga variasi kedalaman yaitu 0,2H, 0,6H dan 0,8H yang dilakukan di setiap titik pengamatan.

2.3.3 Pengambilan Sampel Air

Pengambilan sampel air dilakukan secara horizontal dan vertikal. Secara horizontal dilakukan berdasarkan jarak pengambilan salinitas yang memanjang dari stasiun 1 s.d stasiun 8 ke arah hulu sungai. Sedangkan pengukuran salinitas secara vertikal dilakukan pengambilan sampel berdasarkan 3 variasi kedalaman yaitu 0,2H, 0,6H dan 0,8H. Sampel air yang diambil kemudian dipindahkan kedalam plastik sampel kemudian diukur nilai salinitasnya.

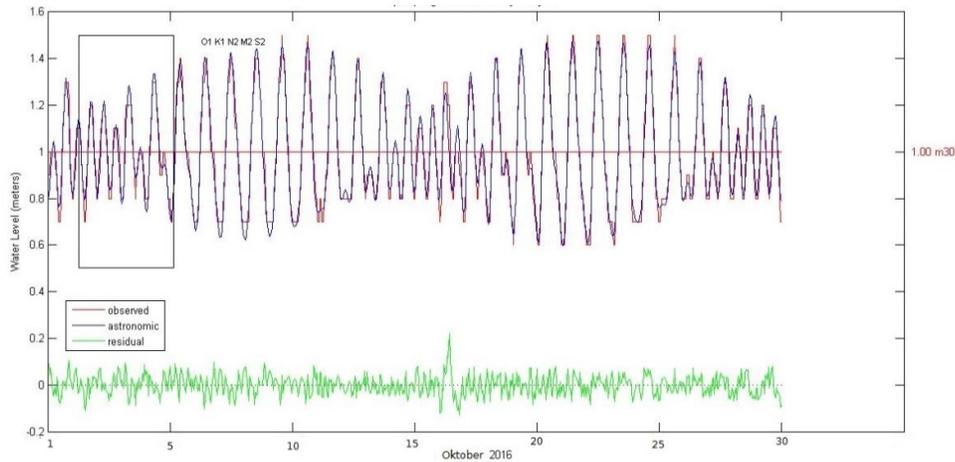
2.4 Analisis Data

2.4.1 Hubungan Antara Pasang Surut dan Parameter Fisik Sungai Terhadap Salinitas

Data yang akan dianalisis berupa variabel bebas seperti data kedalaman sungai, kecepatan arus, jarak jangkauan salinitas, dan pasang surut serta variabel terikat nilai salinitas akan diolah menggunakan analisis regresi linier berganda dengan pendekatan metode kuadrat terkecil bantuan SPSS 16 sehingga dapat diketahui kekuatan hubungan antara variabel-variabel tersebut. Persamaan matematisnya sebagai berikut [7]:

$$Y = \beta + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 \quad (1)$$

dengan Y adalah variabel salinitas, $\beta, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \dots, \beta_n$ adalah parameter, X_1, X_2, X_3 dan X_4 , adalah variabel bebas (kedalaman, kecepatan arus, stasiun dan pasang surut).



Gambar 2. Elevasi Pasut Estuari Kapuas Kecil, kota Pontianak Kalimantan Barat

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Profil Elevasi Pasut dan Kecepatan Arus

Data peramalan pasang surut yang dikeluarkan oleh DISHIDROS didapatkan grafik pasang surut seperti pada Gambar 2. Dari analisis menunjukkan bahwa tipe pasang surut pada perairan Estuari Kapuas Kecil Kalimantan Barat adalah campuran condong ke harian tunggal (dalam satu hari terjadi satu kali pasang dan satu kali surut namun kadang-kadang terjadi dua kali pasang dan dua kali surut) dengan bilangan Formzal (*F*) sebesar 2,48. Tipe pasut ini sama seperti penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa perairan estuari kapuas kecil umumnya bertipe campuran condong diurnal [8].

Hasil pengamatan laju arus secara vertikal pada lokasi penelitian selama 3 hari dapat dilihat pada Tabel 2 dan 3. Berdasarkan data laju arus yang diperoleh pada kondisi pasang menunjukkan bahwa kecepatan arus terbesar berada di lapisan permukaan, sedangkan pada kondisi surut kecepatan terbesar berada di lapisan dasar.

Tabel 2. Laju Arus Rata-Rata Pasang Menuju Surut

Stasiun	Kecepatan Arus (m/s)		
	Permukaan	Tengah	Dasar
1	0,621	0,311	0,31
2	0,843	0,541	0,639
3	0,763	0,541	0,328
4	0,604	0,444	0,257
5	0,728	0,559	0,382
6	0,444	0,337	0,266
7	0,549	0,532	0,506
8	0,648	0,479	0,435

Pada kondisi pasang menuju surut, laju arus yang diperoleh pada lapisan permukaan berkisar 0,65 m/s, pada lapisan tengah 0,47 m/s dan pada lapisan dasar yaitu 0,39 m/s. Sedangkan pada kondisi surut menuju pasang laju arus pada lapisan permukaan sebesar 0,233 m/s, lapisan tengah 0,195 m/s dan pada lapisan dasar 0,178 m/s. Kecepatan arus pada lapisan permukaan saat pasang menuju surut lebih tinggi dibandingkan pada saat kondisi surut menuju pasang. Hal ini dikarenakan tingginya kecepatan air dibagian hulu yang disebabkan oleh dorongan arus sungai. Pada kondisi surut menuju pasang laju arus di lapisan permukaan berkurang, hal ini karena arus yang dari hulu sungai sudah dipengaruhi pasang surut dari laut. Perbedaan laju arus tersebut diakibatkan debit sungai yang berubah setiap harinya.

Tabel 3. Laju Arus Rata-Rata Surut Menuju Pasang

Stasiun	Kecepatan Arus (m/s)		
	Permukaan	Tengah	Dasar
1	0,177	0,038	0,151
2	0,310	0,177	0,212
3	0,248	0,168	0,186
4	0,168	0,089	0,107
5	0,133	0,212	0,355
6	0,142	0,221	0,426
7	0,125	0,151	0,310
8	0,266	0,231	0,266

3.2 Distribusi Salinitas

Berdasarkan data yang diperoleh di lapangan, nilai salinitas yang terukur selama 3 kali pengamatan berkisar dari 0 ‰ - 11 ‰ seperti yang tersaji pada Tabel 4.

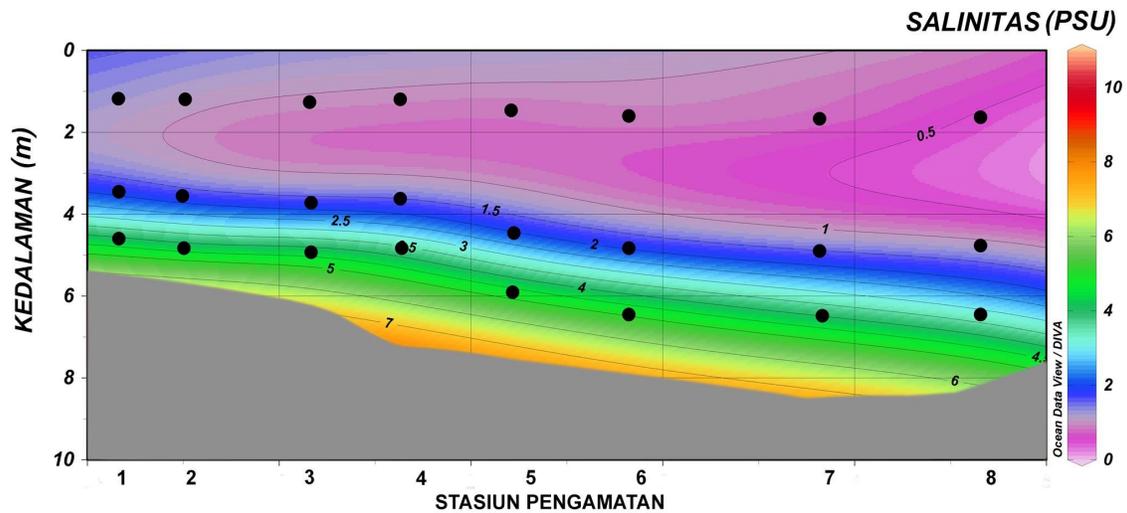
Tabel 4. Nilai Salinitas Pengamatan Pasang Menuju Surut dan Surut Menuju Pasang

Tanggal	Stasiun	Pasang Menuju Surut			Surut Menuju Pasang		
		Permukaan	Tengah	Dasar	Permukaan	Tengah	Dasar
		Salinitas (‰)	Salinitas (‰)	Salinitas (‰)	Salinitas (‰)	Salinitas (‰)	Salinitas (‰)
02-Okt-16	1	1	3	8	2	2	4
	2	1	2	3	1	1	3
	3	1	2	4	1	1	3
	4	1	1	2	1	2	3
	5	1	2	2	0	2	6
	6	0	1	4	1	2	7
	7	0	1	3	1	1	5
	8	1	1	3	0	1	3
03-Okt-16	1	1	1	7	1	2	3
	2	1	1	5	1	1	3
	3	1	2	7	1	1	5
	4	1	2	3	1	1	5
	5	1	1	7	1	1	4
	6	1	1	9	1	1	4
	7	1	1	3	1	1	4
	8	1	1	3	1	1	3
04-Okt-16	1	2	4	11	1	2	6
	2	2	3	10	1	2	5
	3	2	3	9	1	2	6
	4	2	3	8	1	2	4
	5	1	3	6	1	2	4
	6	1	3	5	1	2	4
	7	1	2	4	1	2	3
	8	0	2	4	0	2	3

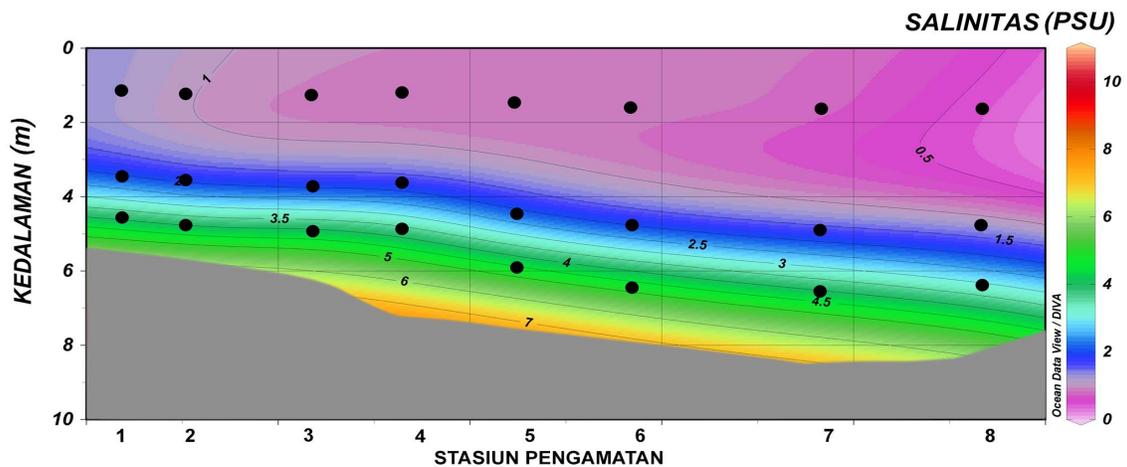
Nilai salinitas yang terukur pada lapisan permukaan berkisar antara 0 ‰ - 2 ‰, kisaran salinitas pada lapisan tengah antara 1 ‰ - 4 ‰ sedangkan pada lapisan dasar nilai salinitas berkisar antara 3 ‰ - 11 ‰. Nilai tersebut bervariasi baik dalam arah memanjang (horizontal) maupun dari arah vertikal. Arah memanjang salinitas berkurang dari muara ke arah hulu sedangkan dalam arah vertikal berkurang dari dasar ke permukaan tetapi tingkat salinitasnya pada saat kondisi surut lebih rendah dari pada saat kondisi pasang.

Berdasarkan kadar garamnya, klasifikasi zona estuari dimulai dari zona air tawar (< 0,5 ‰ - 3 ‰), zona Mesohaline (3 ‰ - 16 ‰) dan zona Polyhaline (18 ‰ - 30 ‰) dengan kategori air payau dan zona Marine 30 ‰ - 40 ‰ kategori air asin [9]. Karakteristik nilai

salinitas hasil pengukuran di lapangan menunjukkan bahwa Estuari Kapuas Kecil bertipe estuari positif dimana salinitas di permukaan lebih rendah dibandingkan dengan salinitas di dasar perairan dikarenakan air laut yang masuk ke estuari melalui lapisan dasar sedangkan air tawar di lapisan permukaan. Pada pertukaran aliran dan osilasi pasang surut pada perairan Estuari Kapuas terdapat ketidaksimetrian fluks garam, dimana fluks garam yang keluar lebih banyak dibandingkan pada saat masuk kedalam sungai [10]. Tingginya kecepatan arus sungai dibagian hulu, menyebabkan rendahnya kadar salinitas di lokasi penelitian. Selain itu, Fluktuasi muka air menjadi cukup penting dalam menimbulkan alirandorong yang mempengaruhi intrusi air asin ke sungai dan Kondisi lingkungan pada



Gambar 3. Kontur Sebaran Vertikal Salinitas Rata-Rata Pasang Menuju Surut Selama 3 Hari Pengamatan



Gambar 4. Kontur Sebaran Vertikal Salinitas Rata-Rata Surut Menuju Pasang Selama 3 Hari Pengamatan

wilayah perairan estuari membawa dampak bagi perairan tersebut, sehingga kadar salinitas dapat berubah sewaktu-waktu. Pola sebaran salinitas juga dapat dilihat pada kontur Gambar 3 dan 4.

3.3 Hubungan Pasang Surut dan Parameter Fisik Sungai Terhadap Salinitas

Dari hasil analisis statistik hubungan pasang surut dan parameter fisik sungai yang telah diujikan kedalam model statistik regresi linier berganda diperoleh nilai koefisien determinasi R^2 (*R square*) pada Tabel 5 sebesar 0,517 atau 51,7%. Angka tersebut menunjukkan bahwa salinitas di perairan ini dipengaruhi oleh pasang surut, arus, kedalaman dan jarak jangkauan salinitas sebesar 51,7%, sedangkan sisanya 48,3% dipengaruhi oleh faktor lain yang tidak ada didalam model regresi

linier. Berdasarkan keluaran SPSS Tabel 6 terdapat hubungan dan pengaruh pasang surut dan parameter fisik sungai terhadap salinitas yang dinyatakan dengan Persamaan (1) sebagai berikut:

$$\text{Salinitas} = -1,835 + 0,784(\text{kedalaman}) - 0,673(\text{kecepatan arus}) - 0,366(\text{jarak}) + 3,566(\text{pasut}). \quad (1)$$

Dari Persamaan (1) uji regresi linier berganda diperoleh koefisien regresi variabel Kedalamankontribusinya terhadap salinitas sebesar 0,784. Angka tersebut menunjukkan bahwa kedalaman sungai berpengaruh nyata terhadap perubahan nilai salinitas secara vertikal. Hal ini berarti setiap penambahan kedalaman maka nilai salinitas semakin bertambah dengan nilai yang bervariasi antar stasiun pengamatan.

Tabel 5. Model Regresi Linier Berganda

Model Summary^b						
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson	
	,719 ^a	,517	,503	1,50286	2,194	

a. Predictors: (Constant), Pasut, Stasiun, Kedalaman, Kec_Arus

b. Dependent Variable: Salinitas

Tabel 6. Koefisien Regresi Linier Berganda

Model	Coefficients^a						Collinearity Statistics	
	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		T	Sig.	Tol	VIF
	B	Std. Error	Beta					
(Constant)	-1,835	,811			-2,263	,025		
Kedalaman	,784	,074	,665		10,565	,000	,877	1,140
Laju Arus	-,673	,696	-,075		-,967	,335	,572	1,750
Jarak	-,366	,057	-,394		-6,390	,000	,912	1,097
Pasut	3,566	,926	,295		3,850	,000	,593	1,687

a. Dependent Variable: Salinitas

Kontribusi laju arus terhadap salinitas pada persamaan (1) diperoleh koefisien regresi variabel laju arus sebesar -0,673, tanda negatif menunjukkan korelasi negatif artinya laju arus berbanding terbalik terhadap perubahan nilai salinitas. Semakin meningkatnya arus maka nilai salinitas semakin mengecil sedangkan melemahnya arus salinitasnya meningkat.

Koefisien regresi variabel Jarak jangkauan pada persamaan (1) sebesar -0,366 dalam kontribusinya terhadap salinitas. Tanda negatif menunjukkan adanya korelasi negatif antara jarak jangkauan terhadap salinitas. Hal ini berarti jarak jangkauan berbanding terbalik terhadap perubahan nilai salinitas. Semakin jauh jarak jangkauan salinitas dari muara ke hulu sungai maka semakin rendah nilai salinitas. Begitu sebaliknya semakin mendekati muara maka nilai salinitas semakin tinggi.

Variabel pasang surut pada persamaan (1) memiliki koefisien regresi sebesar 3,566. Angka tersebut menunjukkan pengaruh paling besar dibandingkan variabel bebas lainnya dalam kontribusinya terhadap perubahan nilai salinitas. Pasang surut dan salinitas terdapat korelasi positif, dimana semakin tinggi kondisi pasang surut maka semakin tinggi juga nilai salinitas, sebaliknya melemahnya pasang surut maka nilai salinitas juga melemah.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Nilai salinitas yang terukur pada saat penelitian di Estuari Kapuas Kecil Kalimantan Barat berkisar dari 0 ‰ - 11 ‰

2. Salinitas lapisan permukaan dan lapisan tengah termasuk kedalam golongan oligohalin (0‰ - 3‰) sementara salinitas di lapisan dasar termasuk kedalam golongan Mesohalin (3‰ - 11‰).
3. Hasil analisis statistik regresi linier berganda menunjukkan bahwa distribusi salinitas di perairan ini dipengaruhi oleh pasang surut dan parameter fisik sungai sebesar 51,7%, sedangkan sisanya 48,3% (100%-51,7%) dipengaruhi oleh variabel lain yang tidak ada didalam model regresi linier.

5. Saran

Hasil dan analisis dalam penelitian ini masih perlu perbaikan lebih lanjut, guna mendapatkan hasil yang lebih baik dan akurat. Beberapa perbaikan dan pengembangan yang perlu diperhatikan pada penelitian selanjutnya:

1. Diperlukan data debit sungai Kapuas Kalimantan barat, hal ini sangat penting dikarenakan intrusi air laut salah satunya dipengaruhi oleh debit sungai.
2. Perlu pengambilan sampel ke arah laut lepas.

Daftar Pustaka

- [1] Utamiputeri, I., 2013, *Model Hidrodinamika 2 Dimensi Vertikal di Sungai Kapuas Kecil, Pontianak, Kalimantan Barat*, Tugas Akhir, Pogram Studi Oseanografi, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- [2] Jumarang, M. I. Muliadi, Ningsih, N. S, Hadi, S. dan Martha, D. 2011. Pola Sirkulasi Arus Dan Salinitas Perairan Estuari Sungai Kapuas Kalimantan Barat. *POSITRON*, Volume 1 No 1, pp. 36-42.

- [3] Deynoot, F.J.C.G., 2011, *Analytical Modeling of Salt Intrusion in the Kapuas Estuary*, Thesis Faculty of Civil Engineering And Geosciences Water Resources Management, Delft University Of Technology.
- [4] Google Earth. *Peta Estuari Kapuas Kecil Kalimantan Barat*. 2016. (cited 2016 Agustus 18; 2016 Agustus 21).
- [5] Sudjana, M. M, 1992. *Metode Statistika*. Tarsito. Bandung.
- [6] Sugiyono, 2009. *Metode Penelitian Kuantitatif Dan Kualitatif*. CV. Alfabeta: Bandung.
- [7] SPSS Inc, 2008. *SPSS 16.0 Base User's Guide*. Pearson Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey.
- [8] Mohamad, R.P., 2012, *Kajian Komponen Pasang Surut Perairan Dangkal di Estuari Sungai Kapuas Kecil*, Tugas Akhir, Pogram Studi Oseanografi, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- [9] McLusky, D. S. 1974. *Ecology of Estuaries*. Heinemann Educational Books, London, hal. 13.
- [10] Widyastuti, M. S., 2014. *Permodelan Fluks Garam Di Estuari Kapuas*. Bandung: 2014