
PEMETAAN MUATAN PADATAN TERSUSPENSI DI PERAIRAN MUARA BANJIR KANAL BARAT SEMARANG MENGGUNAKAN DATA SATELIT LANDSAT 8

Hendana Pristiwan, Agus Anugroho D. S., Denny Nugroho S.*)

Program Studi Oseanografi, Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan,
Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Sudarto, SH Tembalang Tlp. / Fax. (024)7474698 Semarang 50275

Email : agus.suryoputro@yahoo.com, dennysugianto@yahoo.com

ABSTRAK

Sungai Banjir Kanal Barat merupakan salah satu sungai yang membelah kota Semarang dan digunakan sebagai drainase kota karena letaknya yang berada di tengah pemukiman padat penduduk. Adanya normalisasi yang dilakukan pada tahun 2013 telah mampu mengembalikan fungsi utama Sungai Banjir Kanal Barat yakni sebagai saluran pengendali banjir, akan tetapi normalisasi ini berdampak pada keramba ikan penduduk setempat yang sebagian ikannya mati karena banyaknya muatan padatan tersuspensi di perairan tersebut. Muatan padatan tersuspensi adalah semua zat padat atau partikel dengan ukuran diameter lebih besar dari 1 μm yang tertahan pada saringan milipore dengan diameter pori 0.45 μm dimana partikel ini mengakibatkan menurunnya kualitas air sehingga air tersebut tidak bisa digunakan sesuai dengan peruntukannya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melakukan pemetaan muatan padatan tersuspensi di Muara Sungai Banjir Kanal Barat melalui analisis citra penginderaan jauh dengan menggunakan data citra satelit Landsat 8. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah kuantitatif dan survei lapangan menggunakan purposive sampling method. Hasil menunjukkan bahwa konsentrasi muatan padatan tersuspensi dari pengolahan citra adalah 24.26-180.5 mg/l dan hasil pengamatan lapangan sebesar 24.67-186.50 mg/l. Uji ketelitian klasifikasi konsentrasi muatan padatan tersuspensi sebesar 84.23%. Hasil reklasifikasi menunjukkan distribusi konsentrasi muatan padatan tersuspensi di sungai dan garis pantai pada umumnya mempunyai nilai yang lebih tinggi dibandingkan di laut lepas.

Kata Kunci: *Muatan Padatan Tersuspensi, Citra Satelit Landsat 8, Sungai Banjir Kanal Barat Semarang*

ABSTRACT

Banjir Kanal Barat River is one of the river that divide the city of Semarang and used as the city's drainage because it lies in the middle of densely populated settlements. The normalization performed in 2013 has been able to restore the main function of Banjir Kanal Barat River as a flood control channel, however, this normalization affects the local fish cages and caused fish died because of the large load of total suspended matter in the water. Total suspended matter is all solids or particles with a diameter greater than 1 μm retained on the filter with a pore diameter milipore 0.45 μm , where these particles resulted in declining water quality so that the water can't be used as intended. The aims of this research is to mapping total suspended matter of Banjir Kanal Barat River Mouth through analysis of remote sensing images by using Landsat 8 Satellite data. Quantitative method was used in this research, while for the field survey use purposive sampling method. The result of this study show that range of concentration values of total suspended matter acquired by satellite data i.e. 24.26-180.5 mg/l and 24.67-186.50 mg/l for the result through field check. Sensitivity test of total suspended matter concentration is 84.23%. Reclassification result show the distribution of total suspended matter concentration in river and coastline generally have a higher value than in the offshore.

Keywords: *Total Suspended Matter, Landsat 8 Satellite Imagery, Banjir Kanal Barat River of Semarang*

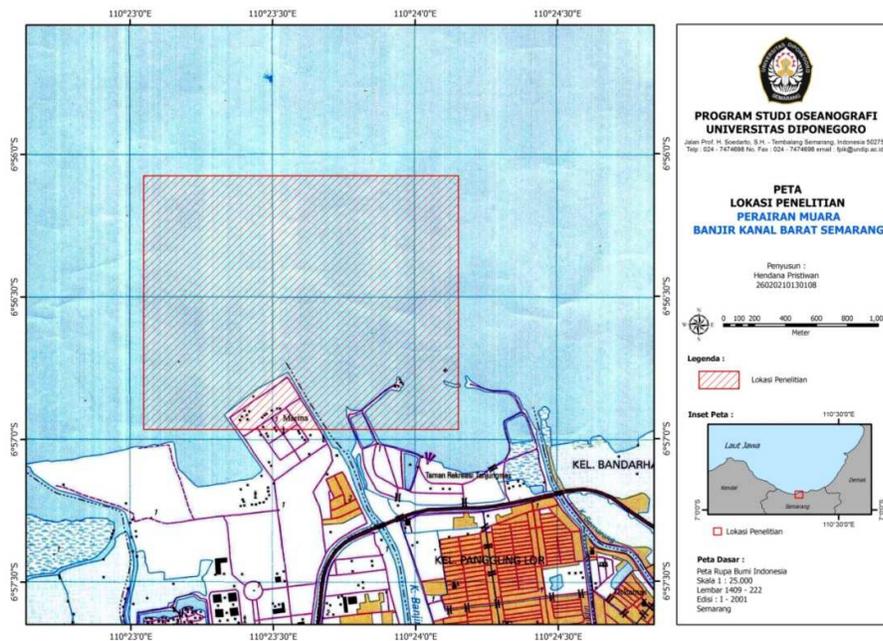
PENDAHULUAN

Sedimen adalah bagian tanah yang terangkut oleh air pada suatu daerah aliran sungai dan masuk ke dalam suatu badan air hingga terjadi proses sedimentasi (Arsyad, 2006). Muara sebagai penghubung antara sungai dengan laut tidak luput dari terjadinya sedimentasi karena sedimen dari hilir dan sedimen dari laut akan bertemu di daerah tersebut (Setiawan et al., 2012). Menurut Effendi (2000) dalam Lestari (2009), penyebab sedimentasi di perairan yang utama adalah kikisan tanah atau erosi tanah yang terbawa ke badan air dimana sebagian akan mengendap dan sebagian akan melayang. Sedimen melayang yang tidak dapat mengendap ini selanjutnya disebut dengan sedimen tersuspensi atau muatan padatan tersuspensi.

Susiati et al. (2010) menyatakan bahwa keberadaan muatan padatan tersuspensi (MPT) dapat mengganggu keseimbangan ekosistem perairan yang pada akhirnya akan berdampak buruk bagi lingkungan. Kementerian Lingkungan Hidup (1988) menetapkan nilai ambang batas (NAB) untuk MPT sebesar ≤ 80 mg/l untuk budidaya perikanan, taman laut, dan konservasi, ≤ 23 mg/l untuk pariwisata dan rekreasi seperti renang dan selam, dan 20 mg/l untuk kehidupan koral, dengan demikian dapat diketahui apakah kondisi MPT yang ada masih baik atau sudah harus dilakukan normalisasi.

Sungai Banjir Kanal Barat merupakan salah satu sungai terpanjang yang membelah kota Semarang dan digunakan sebagai drainase kota karena letaknya yang berada di tengah pemukiman padat penduduk (Supriyadi, 2008). Adanya normalisasi yang dilakukan pada tahun 2013 telah mampu mengembalikan fungsi utama Sungai Banjir Kanal Barat yakni sebagai saluran pengendali banjir, akan tetapi normalisasi ini berdampak pada keramba ikan penduduk setempat yang sebagian ikannya mati karena keruhnya perairan tersebut (Puspitasari, 2013). Salah satu upaya pengamatan MPT adalah menggunakan penginderaan jauh sistem satelit karena mampu menyediakan informasi obyektif, handal, dan ekonomis dalam usaha inventarisasi, pemantauan maupun evaluasi (Dahuri et al., 1999). Citra satelit yang digunakan adalah citra satelit Landsat 8 dimana menurut (Putra et al., 2014), satelit Landsat 8 memiliki kanal dengan panjang gelombang 0.60 μm – 0.70 μm yang baik digunakan dalam pemantauan MPT di perairan dangkal dengan kedalaman 1-5 meter.

Tujuan penelitian ini adalah untuk memetakan muatan padatan tersuspensi di Perairan Muara Banjir Kanal Barat Semarang. Penelitian dilakukan pada tanggal 26 Mei 2014 untuk pengambilan sampel air laut di muara Sungai Banjir Kanal Barat Semarang dan tanggal 16-20 Juni 2014 untuk perhitungan konsentrasi muatan padatan tersuspensi di Balai Pengujian Informasi Konstruksi. Lokasi penelitian dapat dilihat di Gambar 1.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

ISI
Materi Penelitian

Materi yang digunakan adalah muatan padatan tersuspensi yang terdapat di Muara Sungai Banjir Kanal Barat, Semarang. Data-data lain yang diperlukan dalam penelitian ini meliputi citra satelit Landsat 8 perekaman bulan Mei 2014, data pasang surut dan arus bulan Mei 2014 wilayah Semarang dari BMKG, dan Peta LPI Perairan Semarang skala 1:50.000 dari Bakosurtanal tahun 2000.

Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah kuantitatif. Menurut Sugiyono (2009), metode penelitian kuantitatif digunakan untuk meneliti populasi atau sampel tertentu, pengumpulan datanya menggunakan instrumen penelitian. Data yang dibutuhkan adalah data yang sesuai dengan masalah dan tujuan penelitian yang ada, sehingga data tersebut akan dikumpulkan, diproses, dan dianalisis sesuai dengan teori-teori yang telah dipelajari. Metode kuantitatif digunakan dalam penelitian ini karena dengan menggunakan metode kuantitatif, maka akan diketahui hubungan antar variabel yang diteliti sehingga menghasilkan kesimpulan yang akan memperjelas gambaran mengenai objek yang diteliti.

Metode Pengambilan Data

Data citra perekaman bulan Mei 2014 diperoleh dari USGS. Pengambilan data dilakukan pada tanggal 26 Mei 2014 pukul 09.50 WIB, dimana USGS (2013) menerangkan bahwa waktu tersebut adalah waktu yang sama saat satelit Landsat 8 melintas dan melakukan pemotretan di wilayah Semarang. Sampel diambil menggunakan botol Nansen sebanyak 1 L di tiap stasiun pada kedalaman 0.2 meter dari kedalaman perairan (0.2d), dimana kedalaman perairan lokasi sampling diantara 1 hingga 5 meter. Pengambilan sampel dibatasi pada 0.2d karena menurut Kardono dan Suprajaka (1993) dalam Lestari (2009), energi pada panjang gelombang 0.60 μm – 0.70 μm (kanal merah) di satelit Landsat hanya dapat menembus hingga kedalaman 1 meter saja.

Metode Pengolahan Data

Pengolahan data citra dilakukan dengan interpretasi citra secara digital sebagai klasifikasi awal dengan metode klasifikasi supervised. Menurut Danoedoro (1996), klasifikasi supervised dapat diartikan sebagai teknik klasifikasi terbimbing berdasarkan pengguna yang dapat memilih sampel dalam suatu citra kemudian mengarahkan perangkat lunak pengolah citra sebagai dasar referensi pengelompokan berdasarkan pengetahuan dari pengguna.

Selanjutnya dilakukan reklasifikasi terhadap hasil klasifikasi konsentrasi MPT berdasarkan dari hasil pengamatan di lapangan. Proses ini pada dasarnya sama dengan tahap pengolahan citra untuk klasifikasi awal, hanya saja reklasifikasi dibuat setelah survei lapangan dilakukan sehingga data yang digunakan dalam reklasifikasi merupakan data sebenarnya yang terdapat di lapangan. Analisis pola arus dilakukan dengan menggunakan pemodelan arus pasang surut selama 15 hari.

Uji ketelitian diperlukan untuk membuktikan kesesuaian antara data citra dengan data lapangan yang didapat dengan membandingkan kebenaran hasil pengolahan citra dengan kondisi sebenarnya di lapangan. Uji ketelitian dalam penelitian ini dilakukan menggunakan koreksi kesalahan relatif. Purwadhi (2001), menyatakan bahwa nilai ketelitian yang diharapkan nantinya harus lebih besar dari 70%, sehingga nilai tersebut merupakan pembuktian terhadap nilai kevalidan data citra. Uji ketelitian juga dilakukan terhadap hasil pemodelan arus yang diverifikasi menggunakan data prakiraan arus dari BMKG. Menurut Diposaptono dan Budiman (2006), koreksi kesalahan relatif dapat dihitung dengan cara:

$$RE = \frac{x_a - x_b}{x_a} 100\%$$

$$MRE = \sum_0^n \left| \frac{RE}{n} \right|$$

dimana :

RE = kesalahan relative (*relative error*)

MRE = rata-rata kesalahan relative (*mean relative error*)

x_a = besar nilai hasil pengukuran lapangan

x_b = besar nilai hasil pengolahan data citra atau pemodelan

N = jumlah data

Hasil Penelitian

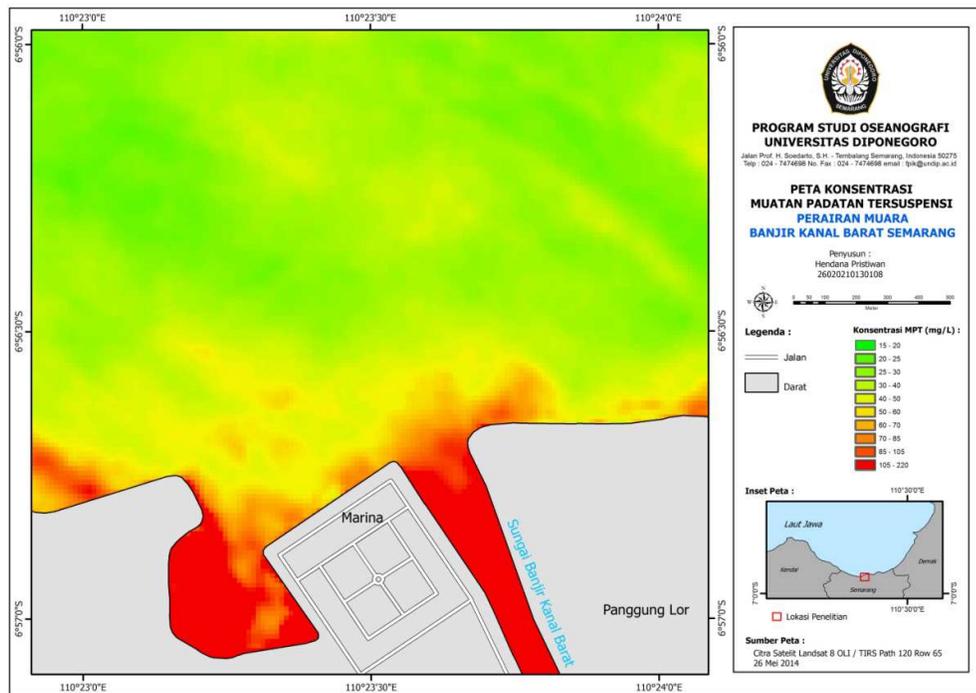
Konsentrasi Muatan Padatan Tersuspensi

Hasil pengolahan data lapangan menunjukkan konsentrasi MPT sebesar 24.67–186.5 mg/l, dimana konsentrasi terendah terdapat pada stasiun 9 (24.67 mg/l) dan tertinggi pada stasiun 1 (186.50 mg/l), lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 3 dan untuk distribusinya dapat dilihat pada Gambar 14.

Tabel 1. Konsentrasi Muatan Padatan Tersuspensi Data Lapangan

| Stasiun | Koordinat | | Konsentrasi (mg/l) |
|---------|-----------|-----------|--------------------|
| | Latitude | Longitude | |

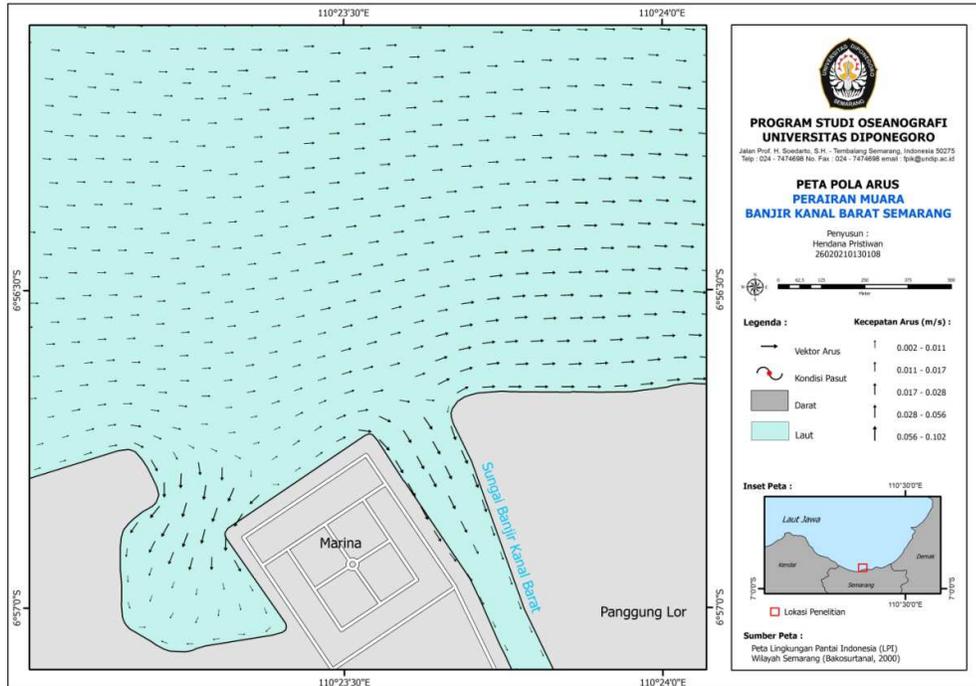
| | | | |
|---------|-----------------|-------------------|--------------------|
| 1 | 6° 56' 51.73" S | 110° 23' 41.64" E | 186.50 |
| 2 | 6° 56' 39.40" S | 110° 23' 36.20" E | 138.25 |
| 3 | 6° 56' 33.28" S | 110° 23' 45.42" E | 94.40 |
| 4 | 6° 56' 35.31" S | 110° 23' 30.97" E | 54.00 |
| 5 | 6° 56' 41.17" S | 110° 23' 15.91" E | 68.50 |
| 6 | 6° 56' 28.40" S | 110° 23' 29.99" E | 48.50 |
| 7 | 6° 56' 17.89" S | 110° 23' 43.19" E | 44.67 |
| 8 | 6° 56' 23.36" S | 110° 23' 19.55" E | 43.00 |
| Stasiun | Koordinat | | Konsentrasi (mg/l) |
| | Latitude | Longitude | |
| 9 | 6° 56' 15.85" S | 110° 23' 8.55" E | 24.67 |
| 10 | 6° 56' 9.83" S | 110° 23' 52.60" E | 37.50 |



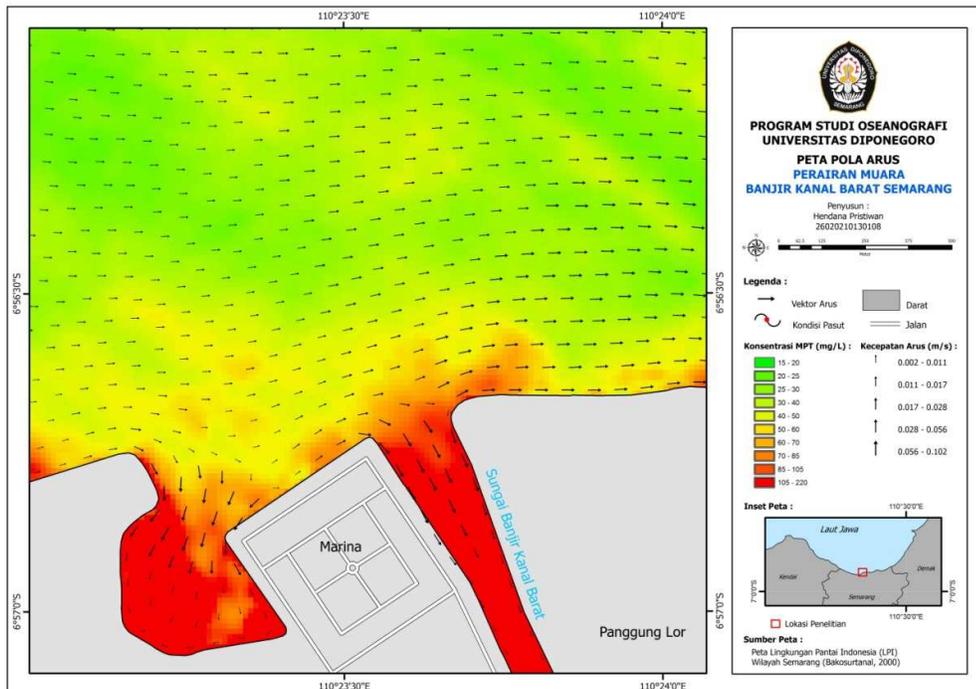
Gambar 2. Peta Hasil Reklasifikasi.

Pemodelan Arus Pasang Surut

Pola pergerakan arus menunjukkan arah arus yang bergerak dari Barat ke Timur kemudian membelok sejajar dengan garis pantai saat mendekati daratan. Lebih jelasnya lihat Gambar 14 dan 15.



Gambar 3. Peta Pola Arus Hasil Pemodelan.



Gambar 4. Peta Pola Arus Hasil Pemodelan dan Konsentrasi MPT.

Uji Ketelitian

Hasil perhitungan *Mean Relative Error* (MRE) konsentrasi MPT antara hasil pengolahan citra dengan data lapangan sebesar 15.77% (Tabel 2) dan 6.69% untuk pemodelan arus pasang surut dengan data arus dari BMKG (Tabel 3).

Tabel 2. Uji Ketelitian Data Citra dengan Data Lapangan

| Stasiun | Warna Piksel | Konsentrasi (mg/l) | | RE (%) | MRE (%) |
|---------|-----------------|--------------------|----------|--------|---------|
| | | Citra | Lapangan | | |

| | | | | | |
|----|--|-----|--------|-------|-------|
| 1 | | 175 | 186.50 | 6.17 | |
| 2 | | 82 | 138.25 | 40.69 | |
| 3 | | 62 | 94.40 | 34.32 | |
| 4 | | 50 | 54.00 | 7.41 | |
| 5 | | 70 | 68.50 | 2.19 | |
| 6 | | 42 | 48.50 | 13.40 | 15.77 |
| 7 | | 40 | 44.67 | 10.45 | |
| 8 | | 32 | 43.00 | 25.58 | |
| 9 | | 22 | 24.67 | 10.82 | |
| 10 | | 35 | 37.50 | 6.67 | |

Tabel 3. Uji Ketelitian Arus Harian Data Model dengan Data BMKG

| Tanggal | Kecepatan Arus (m/s) | | RE (%) | MRE (%) |
|---------|----------------------|-----------|--------|---------|
| | Data Model | Data BMKG | | |
| 20 | 0.084 | 0.100 | 5.58 | |
| 21 | 0.148 | 0.150 | 1.41 | |
| 22 | 0.082 | 0.100 | 17.55 | |
| 23 | 0.050 | 0.050 | 0.43 | |
| 24 | 0.090 | 0.100 | 10.30 | |
| 25 | 0.098 | 0.100 | 2.35 | 6.69 |
| 26 | 0.046 | 0.050 | 8.80 | |
| 27 | 0.047 | 0.050 | 6.48 | |
| 28 | 0.051 | 0.050 | 2.00 | |
| 29 | 0.044 | 0.050 | 12.00 | |

Pembahasan

Distribusi Muatan Padatan Tersuspensi

Tingginya konsentrasi MPT yang terdapat di badan sungai disebabkan karena adanya masukan material yang berasal dari darat dan masuk ke kolom air. Aktivitas manusia yang bersifat mencemari lingkungan turut menjadi faktor utama penyebab tingginya konsentrasi MPT. Maslukah (2006) menambahkan, badan sungai Banjir Kanal Barat banyak dijadikan buangan limbah industri, antara lain: industri kimia, farmasi, tekstil dan plastik. Hal inilah yang menyebabkan tingkat kekeruhan pada muara sungai ini tergolong tinggi karena pada umumnya sungai digunakan sebagai tempat buangan limbah.

Kondisi pasang mengakibatkan konsentrasi MPT yang terangkut melalui sungai berkumpul di daerah muara karena mengalami pengadukan oleh pasang surut. Hal ini sejalan dengan Maslukah (2006), yang menyatakan bahwa kondisi pasang dan surut ikut menentukan nilai MPT, kondisi perairan dalam keadaan pasang menyebabkan massa air sungai yang masuk ke estuari diencerkan oleh air laut, sehingga konsentrasi MPT yang terukur lebih kecil sedangkan pada saat surut massa air sungai lebih dominan dan menyebabkan nilai MPT lebih tinggi disebabkan karena air sungai lebih banyak membawa material tersuspensi.

Rendahnya konsentrasi di daerah laut disebabkan oleh arah arus saat kondisi pasang yang bergerak mendekati garis pantai sehingga MPT yang berada di laut lepas akan terbawa arus hingga mendekati garis pantai. Hal ini diperkuat oleh pernyataan Solihudin (2009) bahwa arus laut yang terjadi baik diakibatkan oleh pasang surut maupun gelombang merupakan salah satu parameter di dalam mengontrol dinamika distribusi MPT di perairan karena keberadaan MPT di perairan mengapung (floating), sehingga pergerakannya tergantung dari arah arus.

Uji Ketelitian

Hasil perhitungan MRE dari konsentrasi MPT antara data citra dengan data lapangan sebesar 4.78%. Menurut Purwadhi (2001), nilai kesalahan di bawah 30% dapat digunakan sebagai pembuktian terhadap nilai kevalidan data citra. Berdasarkan nilai MRE tersebut, maka data citra dapat digunakan dalam penelitian. Hasil uji ketelitian yang ternyata tidak mutlak 100% dapat disebabkan oleh perbedaan waktu pengambilan data insitu dengan waktu perekaman citra dan kondisi citra yang mendapat pengaruh dari tutupan kabut tipis (*haze*). Hal ini sesuai dengan Putra et al. (2014), yang menyatakan bahwa perbedaan waktu perekaman citra dan pengambilan data lapangan serta faktor atmosferik seperti kabut dan awan sangat mempengaruhi konsentrasi MPT.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian ini dapat disimpulkan bahwa konsentrasi muatan padatan tersuspensi di Muara Sungai Banjir Kanal Barat Semarang tanggal 26 Mei 2014 saat kondisi air pasang adalah 24.67 mg/l sampai 186.5 mg/l, nilai tertinggi terdapat pada Stasiun 1 (186.5 mg/l) yang terletak di daerah sungai

dan nilai terendah terdapat pada Stasiun 9 (24.67 mg/l) yang terletak di daerah laut. Faktor yang mempengaruhi distribusi konsentrasi MPT adalah pasang surut yang mempengaruhi pengadukan air di muara dan arus yang mempengaruhi arah pergerakan dari sebaran sedimen tersuspensi.

DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, S. 2006. Konservasi Tanah dan Air. IPB Press. Bogor.
- Dahuri, R.H., Rais, J., Ginting, S.P., dan Sitepu, M.J., 1996. Pengelolaan Sumber Daya Wilayah Pesisir dan Lautan Secara Terpadu. PT. Pradnya Paramita. Jakarta.
- Danoedoro, Projo. 1996. Pengolahan Citra Digital. Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Diposaptono, Subandono dan Budiman. 2006. Tsunami. Penerbit Buku Ilmiah Populer. Bogor.
- Kementrian Lingkungan Hidup. 1988. Keputusan Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup No. Kep-02 MNKLH I 1998 Tentang Pedoman Penetapan Baku Mutu Lingkungan. Kantor Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup. Jakarta.
- Lestari, Indah Budi. 2009. Pendugaan Konsentrasi Total Suspended Solid (TSS) dan Transparansi Perairan Teluk Jakarta dengan Citra Satelit Landsat. [Skripsi]. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Masluhah, Lilik. 2006. Konsentrasi Logam Berat Pb, Cd, Cu, Zn dan Pola Sebarannya di Muara Banjir Kanal Barat, Semarang. [Thesis]. Sekolah Pascasarjana Program Studi Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Purwadhi, F. 2001. Interpretasi Citra Digital. Grasindo. Jakarta.
- Puspitasari, Rizky Ayu. 2013. Penataan Kawasan Kanal Banjir Barat Semarang Dengan Penekanan Desain Waterfront City. [Skripsi]. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Putra, M., Semedi, B., Fuad, Z., dan Budhiman, S. 2014. Analisa Sedimen Tersuspensi (Total Suspended Matter) di Perairan Timur Sidoarjo Menggunakan Citra Satelit Landsat dan SPOT. Prosiding Seminar Nasional Penginderaan Jauh 2014. Bogor.
- Setiawan, I., S. Purnawan dan Marwantim. 2012. Studi Sebaran Sedimen Berdasarkan Ukuran Butir di Perairan Kuala Gigieng, Kabupaten Aceh Besar, Provinsi Aceh. *Jurnal Depik* Vol. 1(1): 31 – 36.
- Solihuddin, T. 2009. Pemanfaatan Citra Landsat Multitemporal untuk Memantau Konsentrasi Total Padatan Tersuspensi di Perairan Delta Cimanuk, Jawa Barat. *Buletin Geologi Tata Lingkungan* Vol. 19 No. 3 Desember 2009: 107-116.
- Sugiyono. 2009. Metode Penelitian Bisnis (Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D). Alfabeta. Bandung.
- Supriyadi, B. 2008. Kajian Waterfront di Semarang (Studi Kasus : Sungai Banjir Kanal Barat). *Jurnal Ilmiah Perancangan Kota dan Pemukiman, Enclosure* Volume 7 No. 1 Maret 2008 : 45-55.
- Susiati, H., Kusratmoko, E., dan Poniman, A. 2010. Pola Sebaran Sedimen Tersuspensi Melalui Pendekatan Penginderaan Jauh di Perairan Pesisir Semenanjung Muria-Jepara. *Jurnal Teknologi Pengolahan Limbah (Journal of Waste Management Technology)* Vol. 13 No. 1 Juni 2010 : 72-79.