

Analisa Sebaran Suhu Permukaan Laut Akibat Air Bahang PLTU Tanjung Jati B di Perairan Jepara

Bagus Rahmattullah Dwi Angga, Baskoro Rochaddi, Alfi Satriadi*)

*)Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. H. Soedharto, SH, Tembalang Semarang. 50275 Telp/Fax (024) 7474698
Email : rochaddi@ymail.com; satriad_as@ymail.co.id

Abstrak

PLTU Tanjung Jati B Jepara memiliki air bahang (air laut yang telah digunakan dalam proses pendinginan mesin PLTU yang dibuang kembali ke laut) yang langsung berhubungan dengan laut. sehingga suhu permukaan laut mengalami peningkatan suhu dari suhu rata-rata laut. Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengetahui sebaran suhu permukaan laut secara horizontal akibat air bahang PLTU Tanjung Jati B Jepara menggunakan citra landsat 8 TIRS (*Thermal infrared Sensor*). Dengan menggunakan data landsat 8 TIRS yang diproses melalui pendekatan metode penginderaan jauh dan Sistem Informasi Geografis (SIG) terlihat adanya perubahan dan sebaran suhu permukaan laut akibat air bahang PLTU, dalam penelitian ini dilakukan *ground check* di beberapa titik sampling dengan penentuan titik secara acak sebanyak 15 titik yang digunakan untuk verifikasi data. Hasil dari penelitian didapatkan adanya suhu permukaan laut yang mengalami perubahan suhu sebesar 3,5°C dari suhu rata-rata laut dan terjadi persebaran ke arah timur laut sejauh 4.709 meter dengan arus permukaan maksimal 0,47 m/s. Perubahan suhu permukaan laut akibat adanya air bahang PLTU Jepara dikelaskan dalam 12 kelas dengan suhu tertinggi 34,5°C dan suhu terendah 28,5°C, verifikasi data lapangan mendapatkan *Mean Relative Error* 2,14%.

Kata Kunci : SPL; PLTU Jepara; Air Bahang.

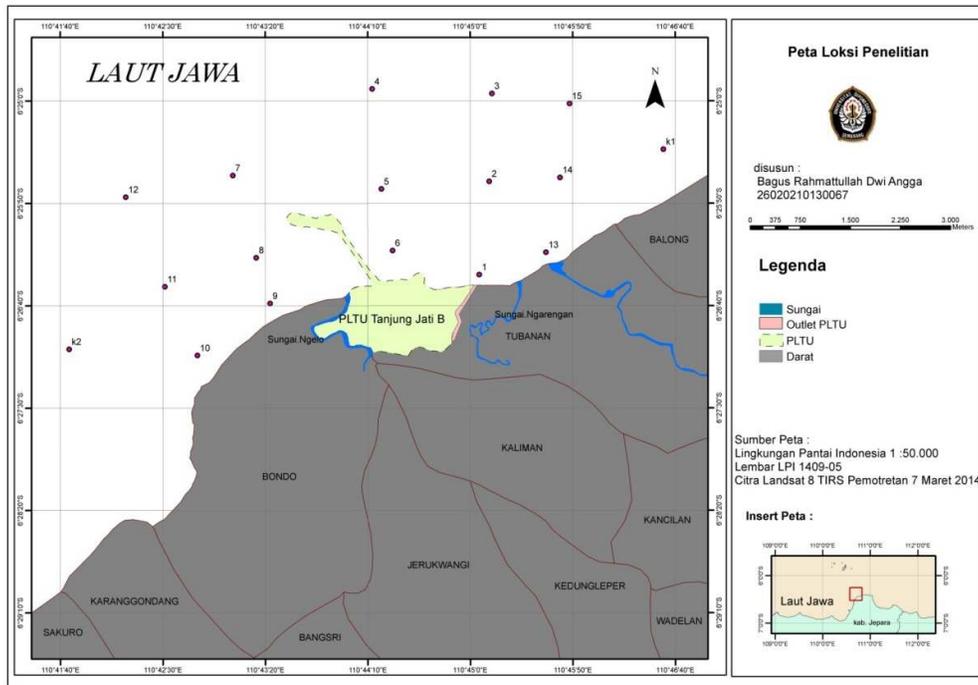
Abstract

PLTU Tanjung Jati B Jepara has heat water which is directly related to the sea. This water makes the sea surface temperature has increased over the average temperature of the sea. The purpose of this research is to understand the distribution of sea surface temperature horizontally due to heat water Tanjung Jati B Jepara steam power plant using landsat imagery 8 TIRS (Thermal Infrared Sensor). By using the data of Landsat 8 TIRS processed through the approach of remote sensing methods and Geographic Information System, the presence and distribution of changes in sea surface temperature due to heat water of power plant emerged. In this study, a ground check at some point sampling was conducted with random point determination as many as 15 points are used to verify the data. The results of the research showed the presence of sea surface temperature changes of temperature 3,5°C of the average sea temperature and occurs spread to the northeast as far as 4,709 meters with a maximum surface flow of 0.47 m/s. Changes in sea surface temperature due to heat water plant Jepara classified into 12 classes with the highest temperature and lowest temperature 28,5°C- 34,5°C, verification of field data to get the MRE of 2,14%.

Keywords: SST; Jepara PLTU; Outlet Water .

1. Pendahuluan

Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Uap banyak dibangun di daerah pesisir Pulau Jawa yang berhadapan langsung dengan Laut Jawa hal tersebut akan berpengaruh pada dinamika hidro-oseanografi terutama perubahan suhu permukaan laut dikarenakan PLTU membuang air limbah panas atau air bahang ke laut dengan suhu yang relatif tinggi dari suhu rata-rata. Outlet air buangan limbah terhubung langsung pada Laut Jawa, Sehingga air bahang akan mempengaruhi perubahan suhu permukaan laut yang berimplikasi pada keadaan biota laut, sebaran suhu permukaan laut secara horizontal perlu dianalisa karena memiliki dampak terhadap perairan laut. Keadaan tersebut perlu ditinjau dan dianalisa bagaimana perubahan suhu permukaan laut di perairan PLTU Tanjung Jati B Jepara serta aspek sebaran horizontal suhu permukaan laut agar mendapatkan data acuan standar kualitas perairan laut. Untuk melakukan pemantauan menyeluruh maka permasalahan ini didekati dengan pendekatan pengindraan jauh dengan menggunakan citra Landsat 8 TIRS (*Thermal Infrared sensor*). Tujuan dari penelitian ini adalah penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sebaran suhu permukaan laut secara *horizontal* akibat air bahang PLTU Tanjung Jati B Jepara menggunakan citra Landsat 8 TIRS (*Thermal Infrared Sensor*). Penelitian ini dilakukan dalam 2 tahap yaitu tahap pertama yaitu pengumpulan data primer dan data sekunder pada bulan Maret - April 2014. Tahap kedua yaitu melakukan *ground check* pada tanggal 27 Maret 2014. Lokasi penelitian ini dilakukan di perairan laut PLTU Tanjung Jati B Jepara yang disajikan pada gambar 1.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

2. Materi dan Metode

Materi yang digunakan pada penelitian ini meliputi data primer dan data sekunder. Data primer berupa citra Landsat 8 TIRS pada path/row : 120/64 waktu peliputan 7 Maret 2014 yang diambil dari web USGS laman <http://glovis.usgs.gov/>, data *in situ* suhu perairan pada tanggal 27 Maret 2014. Data sekunder yang terdiri dari arah dan kecepatan arus permukaan laut, pasang surut dari BMKG Maritim Semarang, dan data kedalaman laut perairan Jepara peta LPI lembar 1409-05. Metode yang digunakan dalam pengambilan data lapangan yakni menggunakan metode *random* sampling. Sedangkan metode penelitian yang digunakan adalah metode deskriptif (Suryabrata, 1983). Metode deskriptif yang dimaksud pada penelitian ini adalah untuk mendapatkan gambaran tentang kejadian sebaran suhu permukaan laut yang dipengaruhi oleh air bahang PLTU Tanjung Jati B di perairan Jepara.

Tahap Pemrosesan Citra Landsat 8 TIRS

Pemrosesan citra Landsat 8 TIRS dilakukan untuk memperoleh informasi suhu permukaan laut. Kanal yang digunakan untuk memperoleh nilai adalah kanal 10, merupakan kanal inframerah termal yang memiliki panjang gelombang 10,60-11,19 µm.

Import Data

Data citra Landsat 8 yang masih berupa data mentah (*raw data*) harus diolah menjadi suatu bentuk data yang lebih informatif dan dapat diinterpretasikan dengan mudah. Kegiatan pengolahan data satelit diawali dari pemasukan data dalam bentuk *Graphics Format Tiff* (tif). Pengolahan ini menggunakan perangkat lunak *ER Mapper 7* dan menghasilkan data *extension* (ers) pada media penyimpanan.

Koreksi Geometrik dan Koreksi Radiometri

Koreksi geometrik dilakukan untuk menghilangkan pengaruh pergeseran sehingga kualitas citra dapat ditingkatkan dan dapat digunakan lebih lanjut. Koreksi geometrik terdiri dari dua tahap yaitu transformasi geometrik dan *resampling*. *Resampling* yang digunakan adalah *nearest neighbor resampling*, sehingga akan mengeliminasi kordinat GCP sampai menghasilkan nilai RMS (*Root Mean Square Error*) yang lebih kecil dari 1. Setelah melalui proses koreksi atau pemulihan citra ini maka dapat diperoleh nilai digital dari masing-masing kanal.

Koreksi radiometri dilakukan untuk menjadikan citra lebih baik dan mudah untuk dianalisa, dalam koreksi radiometri yang dilakukan adalah mengubah nilai digital yang terkena pengaruh atmosferik.

Pembatasan Area penelitian

Data citra Landsat 8 TIRS pada *path/row* : 120/64 yang meliputi sebagian wilayah utara Pulau Jawa dan Laut Jawa tersebut selanjutnya dibatasi pada daerah pantai Tanjung Jati Jepara. Tujuan dari proses ini adalah untuk membatasi citra sesuai daerah yang akan diamati.

Analisa Kuantitatif Citra Landsat Termal

Analisa data kuantitatif merupakan pengolahan data dengan kaidah-kaidah matematik terhadap data angka atau numerik. Analisa data kuantitatif yang berupa citra Landsat 8 TIRS dilakukan melalui tahapan-tahapan seperti berikut:

a. Konversi Nilai Digital Menjadi Nilai Radiasi

Nilai digital yang tercatat oleh sensor merupakan fungsi dari kemampuan bit-koding dari sensor dalam mengubah pancaran spektral obyek dan pancaran spektral obyek merupakan fungsi dari suhu radiasinya (Danoedoro,2012). Berikut adalah rumus yang digunakan untuk mengkonversi nilai digital menjadi radiasi:

$$L_{\lambda} = M_L Q_{cal} + A_L \dots\dots\dots (USGS, 2013)$$

L_{λ} = TOA *spectral radiance*/ radiasi spektral (Watts/(m².srad.µm))

M_L = Band-spesifik faktor *rescaling* perkalian dari metadata
(*RADIANCE_MULT_BAND_10*, dimana 10 adalah nomer band)

A_L = Band-spesifik faktor *rescaling* aditif dari metadata
(*RADIANCE_ADD_BAND_10*, dimana 10 adalah nomer band)

Q_{cal} = Produk standar piksel yg dikuantisasi dan dikalibrasi (DN)

b. Konversi Nilai Radiasi Menjadi Suhu Radiasi

Formulasi untuk mengubah nilai piksel menjadi nilai suhu radiasi yang dapat dihitung berdasarkan nilai radiasi spektral yang sudah diubah kedalam nilai celcius dengan menggunakan persamaan berikut:

$$T = \frac{K2}{\ln\left(\frac{K1}{L\lambda} + 1\right)} - 273 \dots\dots\dots (USGS, 2013)$$

T = Suhu Radiasi (Celcius)

K2 = Konstanta Kalibrasi 2 (1282,71 Kelvin)

K1 = Konstanta Kalibrasi 1 (666,09 watts / (meter².ster.µm))

Lλ = Radiasi Spektra dalam watts / (meter².ster. tm)

c. Transformasi Suhu Radiasi Menjadi Suhu Permukaan Laut

Berdasarkan nilai suhu radiasi hasil kalkulasi, nilai suhu kinetik objek dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$SST = AT^3 - BT^2 + CT - 1161,2 \dots\dots\dots (Bambang, 2011)$$

SST = *Sea Surface Temperature* / Suhu Permukaan Laut

A = 0,0684

B = 5,3082

C = 137,59

T = Suhu Radiasi (Celcius)

Pengolahan Data Hidrooseanografi

Data oseanografi yang digunakan adalah suhu permukaan laut, arus permukaan laut, pasang surut dan kedalaman perairan sekitar perairan PLTU Tanjung Jati B Jepara. Data hasil pengambilan suhu ditampilkan dalam bentuk tabel sehingga bisa digunakan untuk uji akurasi data suhu permukaan laut citra Landsat 8 TIRS. Data arus permukaan laut diolah menggunakan software ArcGIS 10 agar bisa dilihat secara 2 Dimensi arah dan kecepatan arus permukaan, data pasang surut dan kedalaman perairan digunakan untuk modeling arus pasang dan arus surut dengan metode ADCIRC.

Tahap Verifikasi Suhu Citra Hasil Klasifikasi

Verifikasi data suhu citra Landsat 8 TIRS dengan data suhu hasil pengukuran lapangan dilakukan dengan membandingkan nilai suhu pada stasiun-stasiun pengamatan. Penentuan titik lokasi pengambilan sampel menggunakan metode random sampling. Data citra tersebut digunakan untuk menentukan lokasi pengambilan sampling, karena dinamika laut yang selalu berubah setiap saat pengambilan sampel dilakukan dengan metode random sampling.

Hasil pengukuran data lapangan selanjutnya digunakan untuk keperluan verifikasi data citra Landsat 8 TIRS dan modeling arus ADCIRC. Hasil data pengukuran lapangan yang dilakukan pada tanggal 27 Maret 2014 dibandingkan dengan data klasifikasi suhu citra Landsat 8 TIRS tanggal 7 Maret 2014 dengan pertimbangan kedua waktu tersebut berada pada bulan dan periode musim yang sama.

Triatmodjo (1996) menyatakan bahwa nilai kesalahan dapat dihitung menggunakan rumus :

1. Kesalahan Relatif [Relative Error (RE)]

$$RE = \left| \frac{\text{—}}{\text{—}} \right|$$

2. Kesalahan Relatif Rata-Rata [Mean Relative Error (MRE)]

$$MRE = - \left| \frac{\text{—}}{\text{—}} \right| \cdot 100 \%$$

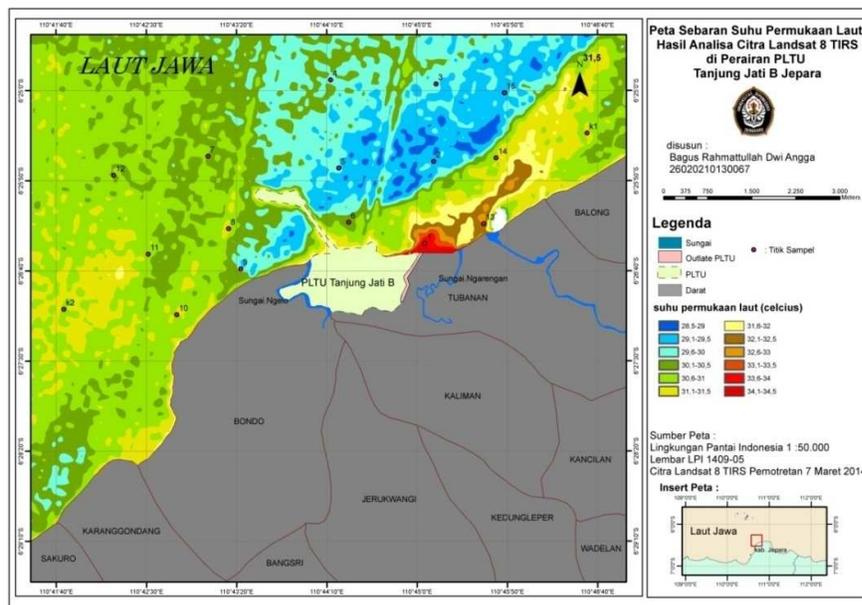
keterangan n, p dan p* adalah jumlah data, data lapangan dan hasil pengerjaan model

4. Hasil dan Pembahasan

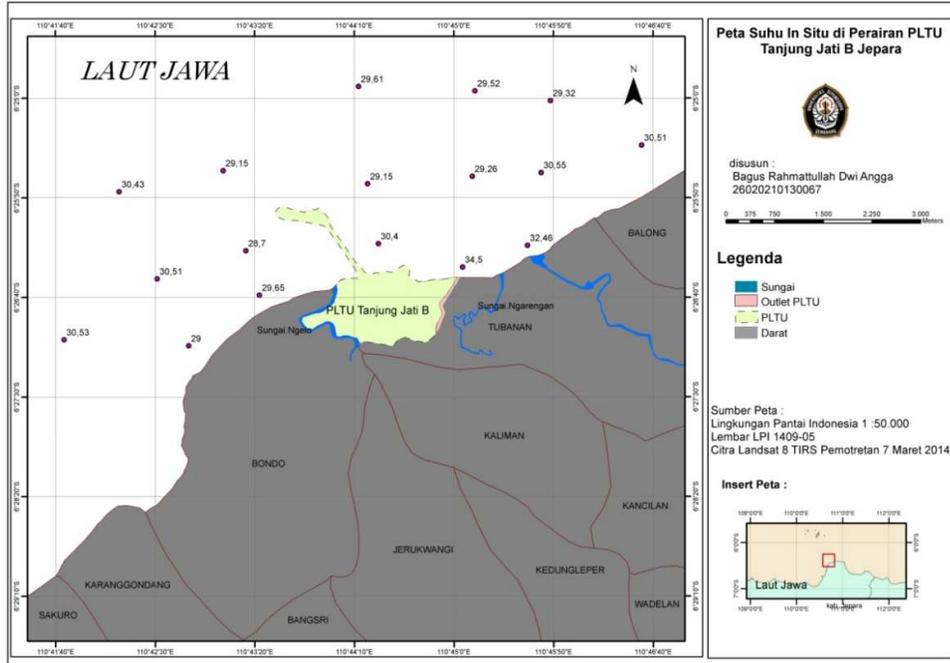
A. Hasil

Sebaran Suhu Permukaan Hasil Citra Landsat 8 TIRS

Berdasarkan pengolahan data citra Landsat 8 TIRS band 10 perekaman pada tanggal 7 Maret 2014 path/row : 125/64 terlihat adanya sebaran suhu permukaan laut akibat air bahang PLTU Tanjung Jati B Jepara, dengan suhu maksimal kisaran 34,1 °C - 34,5°C dengan jarak 370 m yang memiliki luasan area 13,46 ha dan suhu minimal adalah 28,5 °C - 29°C pergerakan suhu permukaan laut bergerak menuju ke timur laut. Dalam penyajian peta dibagi dalam 12 kelas warna seperti ditunjukkan pada Gambar (2) dan data suhu permukaan laut pengambilan secara langsung ditampilkan dalam Gambar (3), Tabel 1. menunjukkan nilai kesalahan relatif [Relative Error (RE)] suhu permukaan laut



Gambar 2. Peta Sebaran Suhu Permukaan Hasil Analisa Citra Landsat 8 TIRS (7 Maret 2014)



Gambar 3. Hasil Pengambilan Suhu Permukaan Laut Secara *In Situ* (27 Maret 2014)

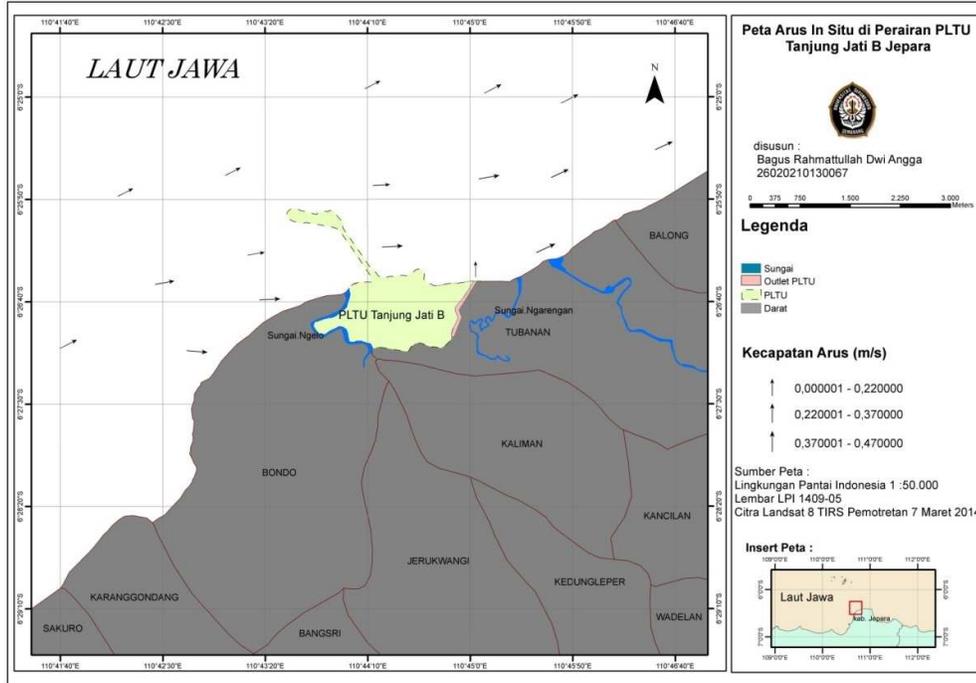
Tabel 1. Nilai Kesalahan Relatif [*Relative Error (RE)*] Suhu Permukaan Laut

Nomer	<i>In situ</i> (°C)	Landsat 8 (°C)	RE
1	34,5	34,17	0,0096
2	29,26	29,35	0,0031
3	29,52	29,91	0,0132
4	29,61	29,81	0,0068
5	29,15	29,81	0,0226
6	30,4	30,12	0,0092
7	29,15	30,86	0,0587
8	28,7	31,46	0,0962
9	29,65	29,72	0,0024
10	29	30,99	0,0686
11	30,51	30,83	0,0105
12	30,43	30,59	0,0053
13	32,46	32,27	0,0059
14	30,55	30,96	0,0134
15	29,32	29,46	0,0048
16	30,51	31,17	0,0216
17	30,53	30,92	0,0128

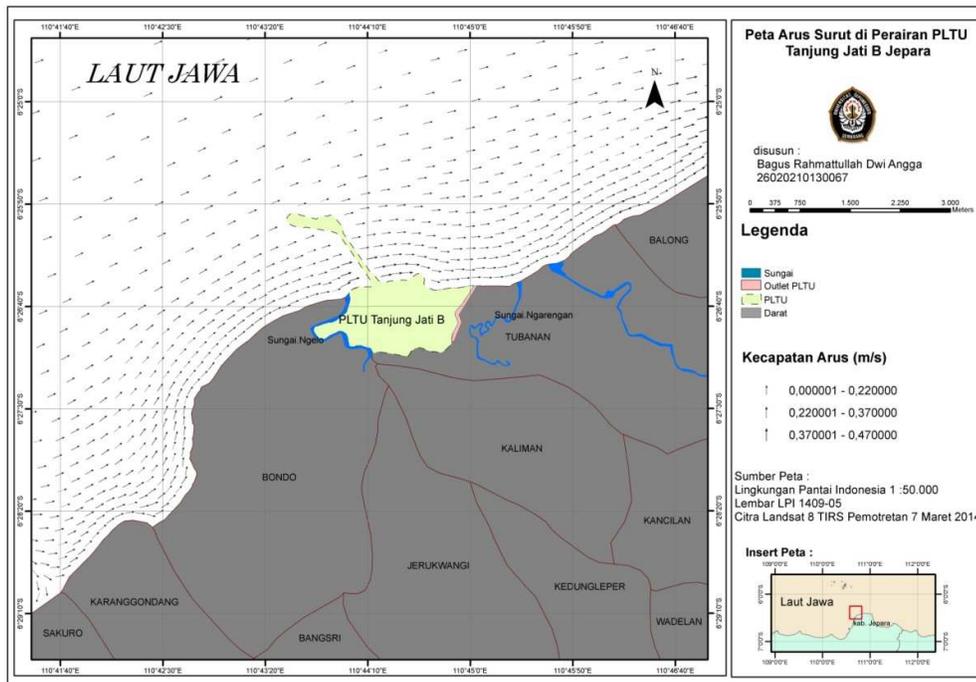
Dalam tabel (1) ditunjukkan adanya nilai *error* dan nilai kesalahan relatif rata-rata [*Mean Relative Error (MRE)*] adalah 2,14 %. Menurut Purwadi (2001) kesalahan relatif rata-rata kurang dari 30% pada pengolahan data citra dapat digunakan untuk analisa lebih lanjut.

Arus in Situ dan Arus Surut

Arus permukaan laut (Gambar 4) diambil dengan pengamatan langsung dalam waktu sehari pengambilan data dilapangan dengan jumlah 17 titik sampel mendapatkan hasil nilai arus kisaran 0,13-0,49 m/s. Untuk Arus Surut merupakan arus yang dihasilkan dari pendekatan permodelan oseanografi dengan menggunakan metode ADCIRC software SMS ditunjukkan di gambar 5.



Gambar 4. Peta Pola Arus Permukaan Laut (27 Maret 2014)



Gambar 5. Peta Pola Arus Surut (27 Maret 2014)

B. Pembahasan

Suhu permukaan laut tertinggi terletak pada stasiun 1 sebesar 34,5°C, stasiun 1 berdekatan dengan outlet PLTU hal ini menunjukkan bahwa air bahang PLTU Tanjung Jati B menyumbang panas ke perairan Jepara (Gambar 2), sesuai dengan pernyataan Nontji (1987) bahwa suhu permukaan laut perairan di Indonesia berkisar 28°C-31°C, namun untuk daerah pembuangan limbah industri dan pembangkit listrik dapat terjadi kenaikan suhu permukaan mencapai 37°C.

Kecapatan rata-rata arus surut 0,15 m/s (Gambar 9) menyebabkan sebaran suhu permukaan menyebar sejauh 4.709 meter, sesuai dengan pernyataan Nondji (2007) bahwa pergerakan arus adalah pergerakan mengalir suatu massa air, sehingga persebaran suhu permukaan laut juga terpengaruhi oleh arus, baik arus pasut maupun arus non pasut. Wyrkti (1961) menambahkan sebaran suhu permukaan laut dipengaruhi juga oleh sistem angin muson. Bahwa pergerakan arus ke arah timur laut dipengaruhi oleh angin muson, pergerakan arus dari Laut China Selatan bergerak menuju Laut Jawa pada bulan (Oktober – April) atau yang sering disebut muson barat, sedangkan muson timur biasa terjadi pada bulan (April – Oktober) arah arus akan berubah menuju Laut China Selatan.

Persebaran suhu mengalami persebaran dan penurunan secara konveksi dengan suhu tertinggi 34,5°C dan suhu terkecil 31,1°C penurunan suhu permukaan laut terjadi secara konveksi dikarenakan oleh pengaruh kedalaman perairan dan pencampuran suhu rata-rata perairan Jepara. Supangat dan Susanna (2002) dalam Ismayanti (2011), menyatakan faktor lain yang mempengaruhi terhadap penurunan suhu adalah kedalaman perairan, dimana semakin bertambahnya kedalaman perairan semakin rendah temperaturnya. Antara stasiun 1 dan stasiun 3 (Gambar 2) terlihat adanya penurunan suhu yang digambarkan dengan warna kuning muda dengan kisaran suhu permukaan laut sebesar 31,6-32°C, hal tersebut dipengaruhi oleh pencampuran pendinginan dari muara sungai Ngarengan.

Suhu permukaan laut yang berada di bagian barat dari PLTU Tanjung Jati B stasiun 7, 8, 9, 10, 11 dan 12 (Gambar 2) memiliki kisaran suhu permukaan laut sebesar 30,1-31,5°C hal ini dimungkinkan masih terpengaruh oleh air bahang pada waktu pasang, karena tipe pasang surut daerah perairan Jepara bertipe campuran ganda condong tunggal dan pergerakan arus pasang bergerak ke arah barat daya, pada stasiun 2,3,4 dan 15 suhu permukaan relatif tidak mengalami perubahan suhu akibat air bahang PLTU, hal tersebut dikarenakan pergerakan arus pasang maupun surut tidak bergerak ke arah utara yang membuat stasiun tersebut relatif memiliki suhu lebih kecil dibandingkan dengan suhu sekitarnya yang terpengaruh oleh air bahang PLTU Tanjung Jati B. Sesuai dengan pernyataan Poerbondono dan Djunasjah (2005), arus pasut mempunyai sifat bergerak dengan arah yang saling bertolak belakang atau *bi-directional*. Arah arus saat pasang biasanya bertolak belakang dengan arah arus saat surut.

Bagian timur dari stasiun 13 (Gambar 2) menunjukkan adanya warna putih awan hal tersebut dikarenakan citra Landsat 8 merupakan satelit multispektral yang memiliki kekurangan tidak dapat menembus awan, Marther 2004 dalam Danoedoro (2012) menyatakan ada lima faktor yang mempengaruhi sinyal sehingga mengakibatkan adanya nilai *error* antara lain adalah pantulan objek, interaksi atmosfer awan, kemiringan terhadap azimut matahari, sudut pandang sensor dan sudut ketinggian matahari.

4. KESIMPULAN

Suhu permukaan laut yang terpengaruh oleh air bahang PLTU Tanjung Jati B Jepara menyebar dengan jarak 4.709 meter dan suhu maksimal mencapai 34,5°C.

DAFTAR PUSTAKA

- Bambang, Trisakti, Sayidah, Sulma dan Syarif. 2011. Study of Sea Surface Temperature (SST) using Landsat-7 ETM (In Comparison with Sea Surface Temperature of NOAA-12 AVHRR). LAPAN Indonesia (Lembaga Penerbangan dan Antariksa Indonesia, Jakarta).
- Danoedoro, Projo. 2012. Pengantar Penginderaan Jauh Digital. Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Ismayanti, Q. 2011. Kajian Spasial Suhu Permukaan Laut Akibat Air Bahang PLTU Paiton Menggunakan Saluran Termal Satelit Landsat 7/ETM+ Di Pantai Bhinor Kabupaten Probolinggo Jawa Timur. Skripsi. Program studi Oseanografi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. UNDIP, Semarang.
- Nontji, A. 1987. Laut Nusantara. Djambatan, Jakarta.
- Nontji, A. 2007. Laut Nusantara. Djambatan, Jakarta.
- Purwadh, F. 2001. Interpretasi Citra Digital. Grasindo, Jakarta.
- Suryabrata, Sumadi. 1983. Metode Penelitian. Rajawali, Jakarta.
- Triatmodjo, B. 1999. Teknik Pantai. Beta Offset, Yogyakarta.
- USGS. 2013. Landsat 8 Science Data Users Handbook.
- Wyrkti, K. 1961. Physical Oceanography of the South East Waters. The University of California Scripps Institution of Oceanography La Jolla, California.