

STUDI MODEL PERSEBARAN PANAS PADA PERAIRAN DALAM RENCANA PEMBANGUNAN PLTU KARANGGENENG ROBAN, BATANG

Nico Tri Wibowo, Denny Nugroho Sugianto, Elis Indrayanti ^{*)}

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

Abstrak

Permintaan energi listrik untuk pemukiman dan industri dari tahun ke tahun semakin meningkat. Untuk memenuhi permintaan tersebut, PT PLN merencanakan pembangunan PLTU Batang dengan kapasitas 3 x 1000 MW di Karanggeneng Roban, Batang. PLTU berbahan bakar batu-bara tersebut direncanakan menggunakan pendingin air yang di ambil dari perairan Karanggeneng. Sistem pengambilan air pendingin dan outlet harus terhindar dari terjadinya sirkulasi tertutup agar efisiensi PLTU tetap tinggi. Tujuan dilaksanakannya penelitian ini adalah mempelajari persebaran panas pada perairan dalam rencana pembangunan PLTU Karanggeneng Roban, Batang. Pengukuran temperatur perairan dilakukan sebanyak dua kali yaitu pada tanggal 12 dan 22 Desember 2010. Pengukurannya dilakukan dengan menggunakan CTD (Conductivity Temperatur Depth type CTD 12 Plus 735). Metode pengukuran yang digunakan adalah metode observasi langsung. Pengolahan data menggunakan pemodelan numerik untuk mengetahui persebaran panas yang keluar dari outlet pembangkit listrik PLTU. Hasil simulasi model sebaran panas saat pasang purnama (spring tide) pada saat pasang tertinggi bergerak sejauh 870 meter ke arah timur. Kondisi surut terendah bergerak sejauh 930 ke arah barat, dan terdapat panas yang masuk ke dalam rencana pipa intake. Hasil kondisi simulasi model sebaran panas saat pasang perbani (neap tide) pada saat pasang tertinggi bergerak sejauh 690 meter ke arah timur. Kondisi surut terendah bergerak sejauh 1080 ke arah barat. Kondisi ini tidak terdapat panas yang masuk ke dalam rencana pipa intake.

Kata Kunci : Persebaran Panas, Pasang Surut, Karanggeneng - Batang

Abstract

Energy necessity that increased, PT PLN would build power plant in Batang that had 3x1000 MW capacity. That power plant, was planned to used water cooler which was took from Karanggeneng waters. The system of cooling water taking and the outlet should be avoided from closed circulation so power plant efficiency was constant. The purpose of this research was to study thermal distribution at the Karanggeneng Roban Coast in coal fired steam power plant development. Data assimilation started on December 12 and 22 2010. Measurement using a CTD (Conductivity Temperatur Depth type CTD 12 Plus 735). The sampling method used is observation method. A numerical modeling method has been applied in the study to identify the thermal distribution once the heat water poured from the outlet into the sea. Based on the results of the simulation model of the distribution of heat during spring tide at the highest high water level to move as far as 870 meters from west to east from the outlet plan. Also at lowest lower water level to move as far as 930 meters from east to west from the outlet plan. In this condition there is heat into the intake plan around 28.5 °C. This means were overflow from outlet which enter into the intake about 0,5 °C. When the results of the simulation model of the distribution of heat during neap tide at the highest high water level to move as far as 690 meters from west to east from the outlet plan. Also at lowest lower water level to move as far as 1080 meters from east to west from the outlet plan. When in this condition the heat distribution followed current system, while did not significantly affect the distribution patterns of heat coming out the outlet (discharge) power plant to be planned

Keywords: Thermal Distribution, Tide, Karanggeneng – Batang

1. Pendahuluan

Permintaan energi listrik untuk pemukiman dan industri dari tahun ke tahun semakin meningkat. Untuk memenuhi permintaan tersebut, PT PLN merencanakan pembangunan PLTU Batang dengan kapasitas 3x 1000 MW di Karanggeneng Roban, Batang (PLN, 2010). Kabupaten Batang terletak di pesisir laut Pantai Utara Jawa. Hal

^{*)} Penulis Penanggung Jawab

tersebut menjadikan Kabupaten Batang lebih mudah memperoleh air yang digunakan untuk proses pendinginan mesin atau *cooling water system* pembangkit listrik tenaga uap (PLTU). Letak dari Kabupaten Batang yang berada di sumbu simetris dari Pulau Jawa mempermudah distribusi persediaan listrik ke wilayah Jawa tengah dan sekitarnya (Kereta Api Indonesia, 2011).

Pembangunan Pusat Listrik Tenaga Uap ini terdapat fasilitas kanal untuk memompa air laut yang kemudian air laut tersebut digunakan sebagai pendingin pada sistem pendingin PLTU sehingga menghasilkan air panas yang kemudian limbah panasnya dibuang ke laut melalui kanal pembuangan air panas (*outlet*) (Muslim, 2008). Pembuangan limbah yang berupa air panas ini akan mengakibatkan temperatur air di dekat pipa dan di sekitar daerah ujung pipa tersebut akan mengalami kenaikan dari kondisi suhu perairan normal. Kenaikan temperatur air laut ini selain akan mengurangi efisiensi kerja sistem pendingin PLTU Batang juga akan mempengaruhi ekosistem perairan sekitar, seperti kualitas air, sirkulasi air lokal yang berubah dan kematian biota akibat pencemaran limbah air panas. PLTU Batang direncanakan menggunakan pendingin berupa air laut yang diambil dari perairan Karanggeneng Roban, Batang. Sistem pengambilan air pendingin (*intake*) dan pembuangan limbah panas (*outlet*) harus terhindar dari terjadinya sirkulasi yaitu air panas dari outlet tidak akan terhisap lagi melalui intake agar efisiensi PLTU tetap tinggi. Berkaitan dengan hal tersebut, maka dilakukan pengkajian atau penelitian tentang simulasi sebaran panas untuk mengetahui sejauh mana air panas dari outlet akan tersebar. Penyebaran di air akan dipandang sebagai penyebaran material yang tidak mengalami peluruhan oleh proses kimia dan biologi di dalam air, jadi perubahan temperaturnya hanya disebabkan oleh proses fisis saja.

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan pola persebaran panas pada pasang purnama dengan pasang perbani pada perairan Karanggeneng Roban Batang dan menganalisis persebaran panas pada perairan dalam rencana pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Karanggeneng Roban, Batang.

2. Materi dan Metode Penelitian

A. Materi Penelitian

Materi yang digunakan pada penelitian ini meliputi data lapangan (data primer) dan data pendukung dari instansi terkait (data sekunder). Data primer meliputi pengukuran temperatur. Sedangkan untuk data sekunder meliputi data pasang surut dan peta batimetri Kabupaten Batang (skala 1:50.000 yang dikeluarkan oleh Dinas Hidro-Oseanografi tahun 2007) yang didapat dari hasil pengukuran sebelumnya yang selanjutnya akan digunakan sebagai data pendukung ataupun sebagai verifikasi.

B. Metode Penelitian, Pengolahan dan Analisis Data

Metode Penentuan Lokasi Sampling

Penentuan lokasi sampling menggunakan metode Area Sampling (*Cluster Sampling*) yaitu sebuah teknik sampling daerah untuk menentukan lokasi pengukuran bila daerah yang diamati sangat luas. Dengan metode ini, peneliti cukup meneliti sebagian dari daerah tersebut agar parameter yang diperoleh dapat menggambarkan karakteristik parameter yang diwakili secara representatif, dimana pemilihannya harus memperhatikan syarat-syarat yang harus dipenuhi secara metodologis (Fathoni, 2006). Pada penelitian ini pengukuran temperatur air laut dilakukan pada 13 titik.

Pengukuran Pasang Surut

Pengukuran pasang surut dilakukan dengan menggunakan palem pasut. Data yang telah didapat kemudian dianalisa dengan metode admiralty untuk mendapatkan karakteristik parameter pasang surut yang meliputi 9 (sembilan) konstanta harmonis pasut ($M_2, S_2, N_2, K_2, K_1, O_1, P_1, M_4, MS_4$) dan tipe pasut, MSL, LLWL dan HHWL.

Pengukuran Temperatur

Dimana data temperatur air laut diambil dengan menggunakan CTD (*Conductivity Temperatur Depth type CTD 12 Plus 735*) dari CTD diunduh dengan menggunakan perangkat lunak *CTD Viewer* setelah dilakukan pengamatan pada setiap titik stasiun.

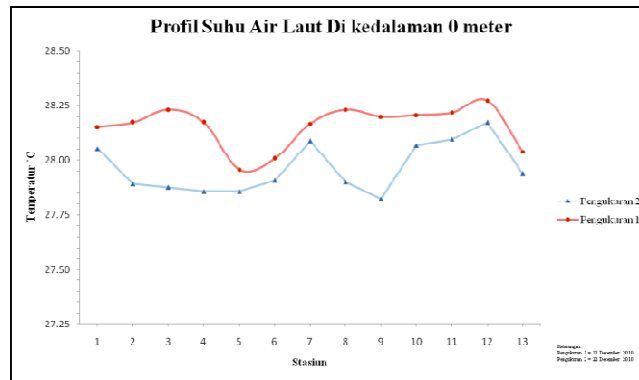
Model Pola Persebaran Panas

Pola persebaran panas dimodelkan menggunakan Piranti lunak MIKE 21 Versi 2007 yang dikembangkan oleh *Danish Hydraulics Institute (DHI) Water and Environment*, Denmark. Persamaan yang digunakan pada model ini adalah persamaan kontinuitas dan persamaan momentum dengan perata-rataan kedalaman. Model sebaran panas dibuat dengan menggunakan modul *Hydrodynamic and Advection-Dispersion*. Model adveksi-dispersi diselesaikan dengan persamaan adveksi-dispersi dua dimensi.

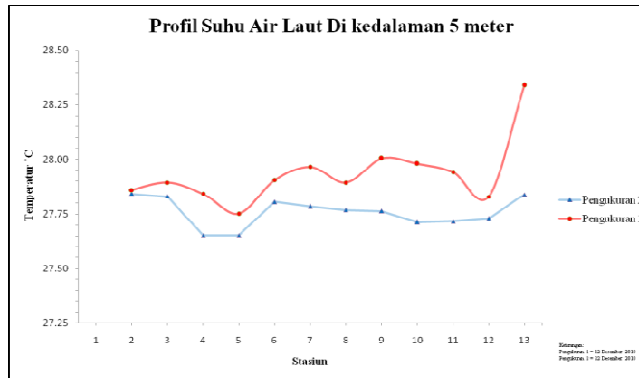
3. Hasil dan Pembahasan

Pengukuran Temperatur Lapangan

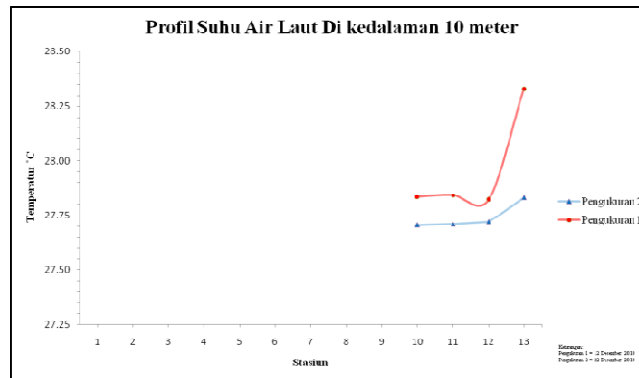
Hasil pengukuran temperatur yang dilakukan di perairan Batang pada 13 titik stasiun pada tanggal 12 Desember 2010 (*Spring Tide*) dan 22 Desember 2010 (*Neap Tide*) menghasilkan data dapat dilihat pada Gambar 1 s.d 3.



Gambar 1. Grafik profil suhu air laut pada permukaan (d=0 meter)



Gambar 2. Grafik profil suhu air laut pada kedalaman 5 meter

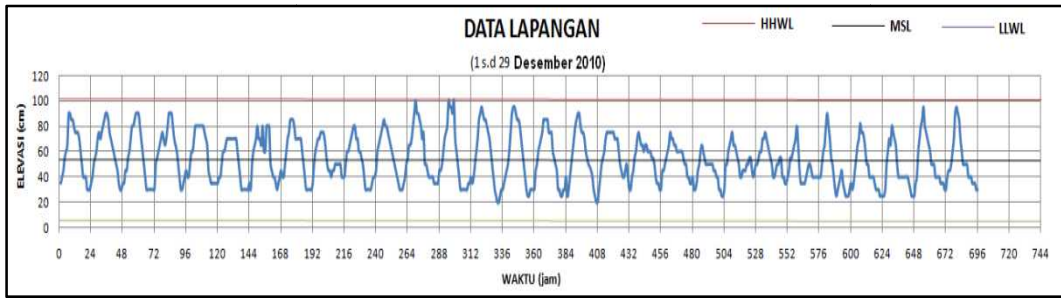


Gambar 3. Grafik profil suhu air laut pada kedalaman 10 meter

Berdasarkan hasil pengukuran temperatur yang dilakukan di perairan Batang pada pengukuran 1 yang merupakan pasang purnama (*spring tide*) lebih besar daripada pengukuran 2 yang merupakan pasang perbani (*neap tide*). Hal ini dikarenakan pada saat pasang purnama terjadi ketika bumi, bulan dan matahari berada dalam suatu garis lurus yang akan menghasilkan pasang tinggi yang sangat tinggi dan surut rendah yang sangat rendah. Kondisi saat pasang perbani terjadi ketika bumi, bulan dan matahari membentuk sudut tegak lurus yang akan menghasilkan pasang tinggi yang rendah dan surut rendah yang tinggi. Pada saat pengamatan diambil pada jam yang sama yaitu pada saat pasang maka pada saat pasang purnama jarak bumi dengan matahari lebih dekat daripada pada saat pasang perbani yang menyebabkan temperaturnya lebih besar. Menurut Ismanto *et al* (2008), temperatur permukaan air laut pada saat pasang purnama (*spring tide*) lebih besar daripada pasang perbani (*neap tide*).

Pengukuran Pasang Surut Lapangan

Berdasarkan konstanta pasang surut dari pengukuran lapangan 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 admiralty. Dari komponen-komponen pasang surut tersebut dapat diperoleh nilai MSL (*Mean Sea Level*), HHWL (*Highest High Water Level*), LLWL (*Lowest Low Water Level*) berturut-turut sebesar 54 cm, 102 cm, dan 6 cm. Berikut grafik pasang surut hasil pengukuran lapangan digambarkan pada Gambar 4.

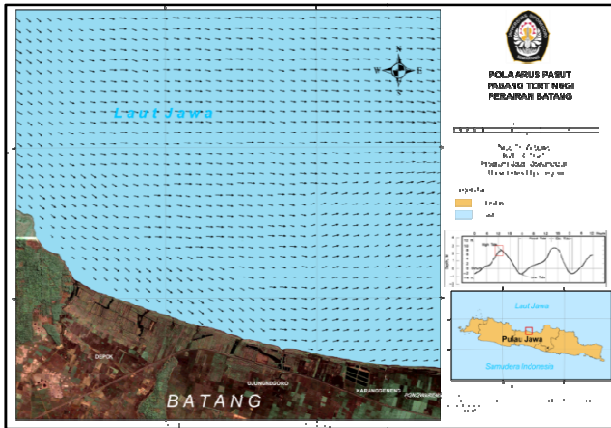


Gambar 4. Grafik pasang surut hasil pengukuran lapangan

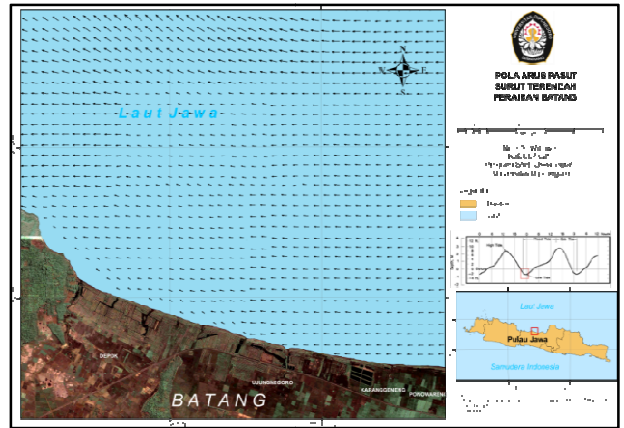
Berdasarkan pengukuran tersebut diperoleh nilai bilangan formzhal sebesar 4,5714. Dari nilai tersebut dapat dikategorikan termasuk ke dalam tipe perairan harian tunggal yaitu suatu perairan yang dalam satu hari terjadi satu kali pasang dan satu kali surut. Menurut Triatmodjo (1999), pasang surut harian tunggal (*diurnal Tide*) adalah dimana dalam satu hari terjadi satu kali pasang dan satu kali surut.

Simulasi Model Hidrodinamika 2 D

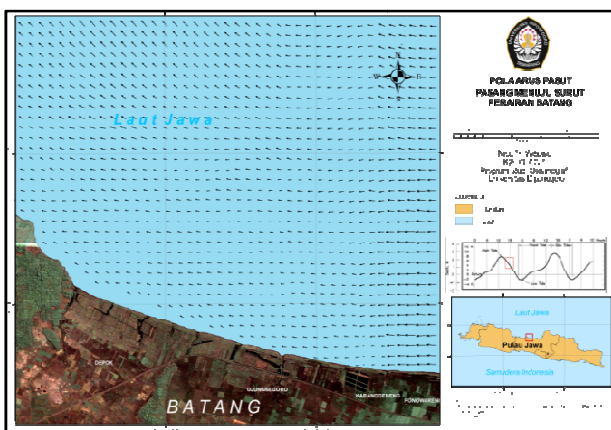
Hasil pemodelan dengan program MIKE 21 untuk mengetahui pola arus di perairan Karanggeneng Batang yang meliputi pasang tertinggi, pasang menuju surut, surut terendah dan surut menuju pasang. Hasil simulasinya dapat di lihat pada Gambar 5 s.d 8. Hasil simulasi menunjukkan bahwa pergerakan arus cenderung bolak-balik sesuai dengan kondisi pasang surut yang terjadi.



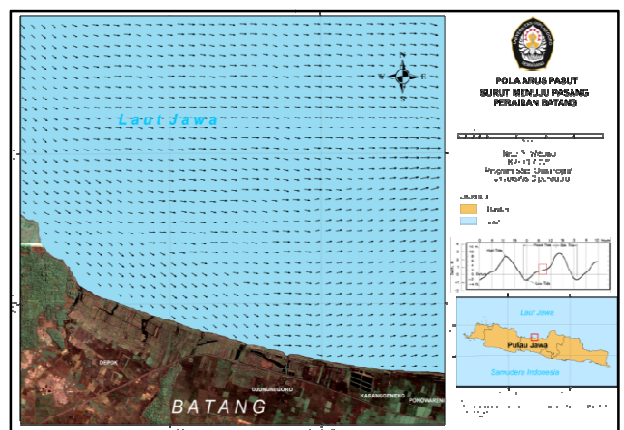
Gambar 5. Pola arus pasut saat pasang tertinggi perairan Batang



Gambar 7. Pola arus pasut saat surut terendah perairan Batang



Gambar 6. Pola arus pasut saat pasang menuju surut perairan Batang



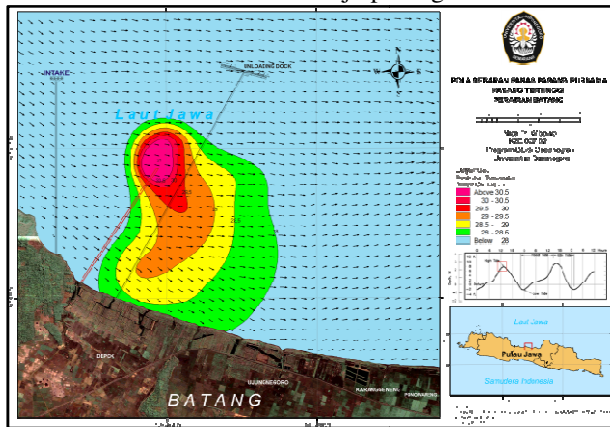
Gambar 8. Pola arus pasut saat surut menuju pasang perairan Batang

Hasil simulasi model arus menunjukkan arus bergerak bolak-balik dari arah barat ke arah timur. Arah arus saat pasang biasanya bertolak-belakang dengan arah arus saat surut. Pada saat pasang tertinggi arus bergerak dari arah barat menuju ke arah timur. Hal ini dikarenakan pada saat pasang tertinggi, tinggi muka air di perairan bagian barat lebih tinggi daripada tinggi muka air di perairan timur (Gambar 5). Pada saat pasang menuju surut (Gambar 6) dan surut terendah (Gambar 7) arus bergerak dari arah timur ke arah barat. Hal ini dikarenakan tinggi muka air di perairan bagian timur lebih tinggi dibandingkan tinggi muka

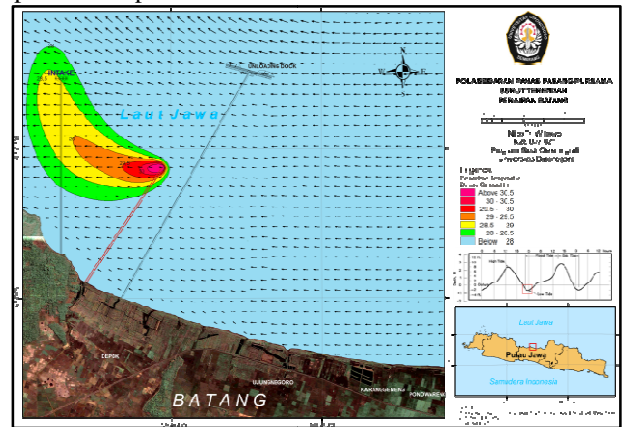
air di perairan bagian barat. Berdasarkan Gambar 8 menunjukkan bahwa pada saat surut menuju pasang, arus bergerak menuju ke arah timur. Tinggi muka air di perairan bagian timur lebih rendah dibandingkan dengan tinggi muka air perairan bagian barat perairan Karanggeneng. Perbedaan ketinggian muka air menyebabkan adanya gradien tekanan horizontal muka air di perairan sebelah barat dengan perairan di sebelah timur perairan Karanggeneng Roban, Batang. Oleh karena itu terjadi pergerakan massa air dari permukaan air yang lebih tinggi ke permukaan air yang lebih rendah. Poerbandono dan Djunansjah (2005), menyatakan bahwa arus pasut mempunyai sifat bergerak yang bertolak-belakang atau bidirectional. Perbedaan tinggi muka air ini menyebabkan timbulnya gradien tekanan horizontal. Gradien tekanan horizontal ini mengakibatkan pergerakan massa air dari perairan bagian barat menuju perairan bagian timur. Menurut Supangat dan Sussana (2002), arus bergerak dari elevasi yang lebih tinggi menuju ke elevasi yang lebih rendah. Hasil simulasi model menunjukkan vektor arus didekat pantai lebih kecil daripada di lepas pantai. Hal ini karena kedalaman di daerah pantai lebih dangkal dari daerah yang jauh dari pantai. Menurut Pickard, et al (2004) semakin dangkal perairan menyebabkan semakin besar gesekan dasar yang menghambat pergerakan arus pasut.

Simulasi Transport Panas Pada Pasang Purnama

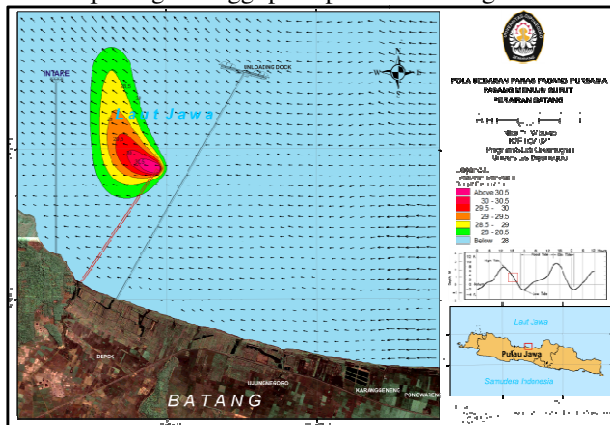
Pada pasang purnama ini dilakukan untuk masing-masing kondisi pasang surut yang terjadi pada model besar perairan Karanggeneng Batang yang meliputi pasang tertinggi, pasang menuju surut, surut terendah dan surut menuju pasang. Hasil simulasinya dapat di lihat pada Gambar 9 s.d 12.



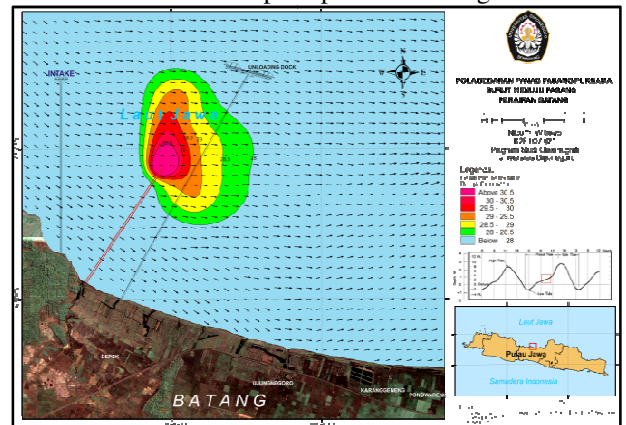
Gambar 9. Pola sebaran panas pasang purnama saat pasang tertinggi pada perairan Batang



Gambar 11. Pola sebaran panas pasang purnama saat surut terendah pada perairan Batang

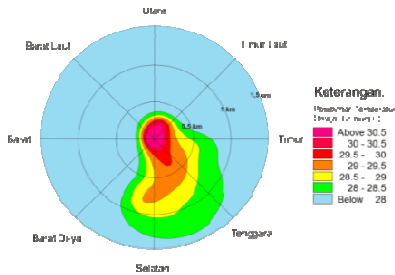


Gambar 10. Pola sebaran panas pasang purnama saat pasang menuju surut pada perairan Batang

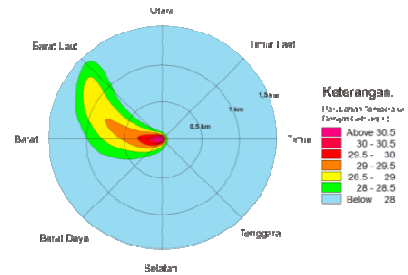


Gambar 12. Pola sebaran panas pasang purnama saat surut menuju pasang pada perairan Batang

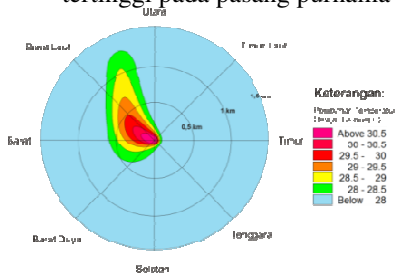
Berdasarkan Gambar 13 s.d 16 tersebut memperlihatkan radius persebaran panas dalam arah mata angin dan untuk memperjelas radius persebaran panas yang terjadi dapat di lihat pada Tabel 1.



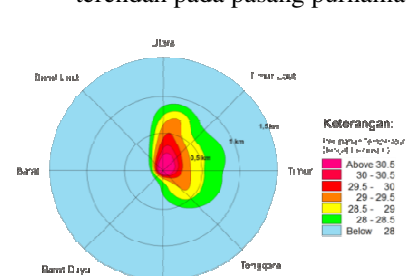
Gambar 13. Radius sebaran panas saat pasang tertinggi pada pasang purnama



Gambar 15. Radius sebaran panas saat surut terendah pada pasang purnama



Gambar 14. Radius sebaran panas saat pasang menuju surut pada pasang purnama



Gambar 16. Radius sebaran panas saat surut menuju pasang pada pasang purnama

Tabel 1. Jarak persebaran panas dari pipa outlet (neap tide)

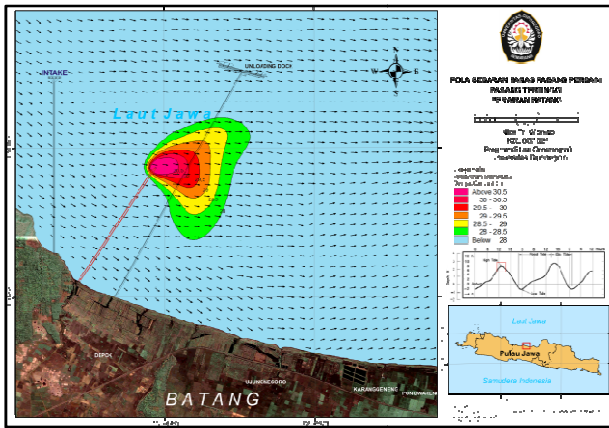
Arah	Pasang tertinggi (meter)	Pasang Menuju Surut (meter)	Surut Terendah (meter)	Surut Menuju Pasang (meter)
Utara	420	180	60	840
Timur laut	466	85	42	721
Timur	870	60	60	750
Tenggara	1.400	42	42	715
Selatan	840	180	120	300
Barat Daya	340	370	340	127
Barat	270	510	930	150
Barat Laut	340	848	1300	255

Berdasarkan hasil simulasi model sebaran panas saat pasang purnama (*spring tide*) (Gambar 9 s.d 12) menunjukkan pola sebaran panas di perairan Karanggeneng Roban, Batang cenderung bolak balik, mengikuti pola arus yang terjadi yaitu bergerak dari arah barat ke arah timur dan sebaliknya. Proses tersebut merupakan proses adveksi, dimana persebaran yang terjadi di bangkitkan oleh arus dan pada penelitian ini arus yang berperan adalah arus pasut. Huboyo dan Badrus (2007) menyatakan bahwa sebaran panas searah dengan pola arus yang ada.

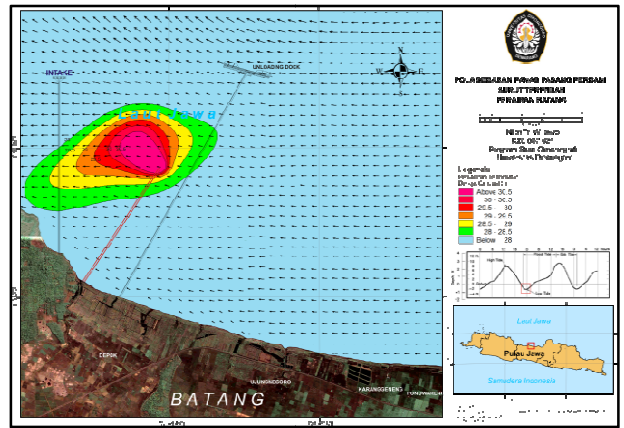
Berdasarkan Gambar 9 s.d 12 pola persebaran panas ini terjadi di mulai dari ujung pipa outlet dan menyebar di sekitar ujung pipa outlet dengan pemusatan panas tertinggi di daerah outlet berangsur turun hingga 28 °C menyebar menjauhi pipa outlet. Penurunan temperatur ini dikarenakan arus yang terjadi di perairan tersebut dipengaruhi oleh air dari perairan di sekitar ujung pipa outlet yang temperaturnya lebih rendah. Suhu yang paling rendah dari air pembuangan panas adalah 28,5 °C dikarenakan suhu normal perairan adalah 28 °C. Persebaran panas pada saat pasang tertinggi bergerak ke arah timur (Gambar 9) dengan jarak persebarannya sekitar 870 meter ke arah timur. Persebaran panas pada pasang menuju surut bergerak dari arah timur ke arah barat (Gambar 10) dengan jarak persebarannya sekitar 848 meter ke arah barat laut. Kondisi surut terendah bergerak dari arah timur ke arah barat (Gambar 11) dengan jarak persebarannya cenderung ke barat laut sekitar 1300 meter. Pada kondisi ini terdapat panas yang masuk ke dalam rencana pipa intake sekitar 28,5 °C, berarti 0,5 °C panas yang terbuang dari rencana pipa outlet masuk kembali ke dalam rencana pipa intake (Gambar 20). Kondisi surut menuju pasang persebaran panasnya bergerak 750 meter ke arah timur (Gambar 12). Persebaran panas tersebut merupakan proses difusi, dimana persebaran yang terjadi disebabkan oleh adanya faktor perbedaan gradien temperatur, sehingga temperatur bergerak dari temperatur tinggi ke temperatur rendah. Supangat dan Sussana (2002) menyatakan bahwa distribusi temperatur permukaan adalah hasil dari gerakan horizontal.

Simulasi Transport Panas Pada Pasang Perbani

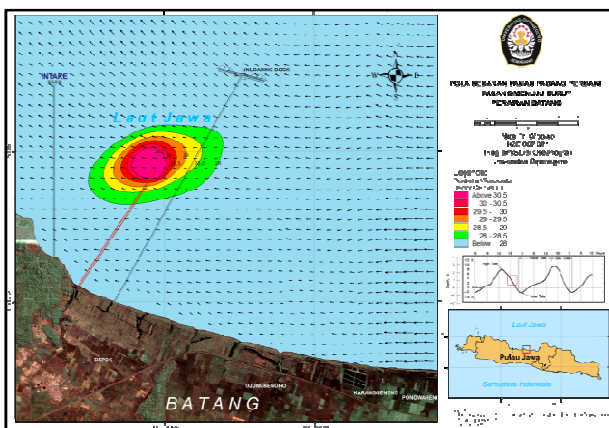
Pada pasang perbani ini juga dilakukan pada masing-masing kondisi pasang surut yang meliputi pasang tertinggi, pasang menuju surut, surut terendah dan surut menuju pasang. Hasil simulasinya dapat dilihat pada Gambar 17 s.d 20. Hasil simulasi menunjukkan bahwa persebaran panas juga cenderung bolak-balik sesuai dengan kondisi pasang surut yang terjadi.



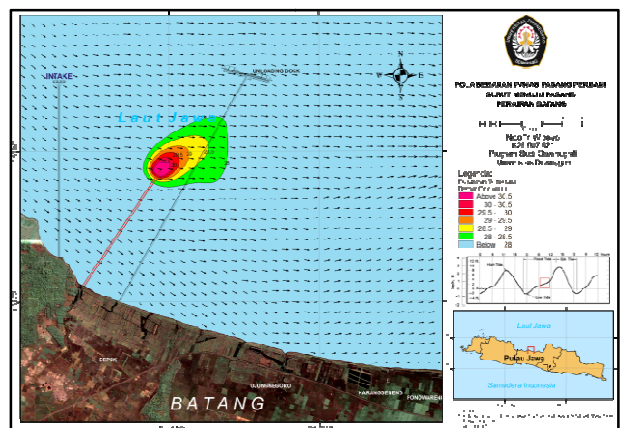
Gambar 17. Pola sebaran panas pasang perbani saat pasang tertinggi pada perairan Batang



Gambar 19. Pola sebaran panas pasang perbani saat surut terendah pada perairan Batang

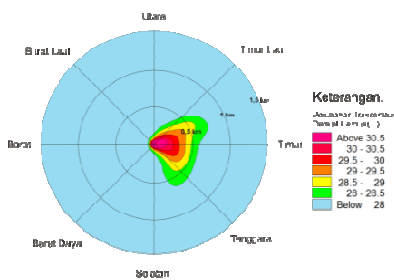


Gambar 18. Pola sebaran panas pasang perbani saat pasang menuju surut pada perairan Batang

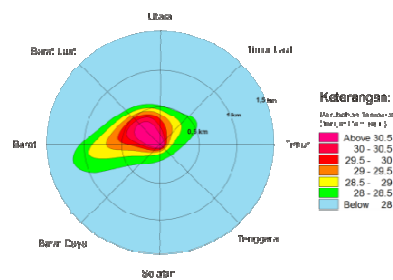


Gambar 20. Pola sebaran panas pasang perbani saat surut menuju pasang pada perairan Batang

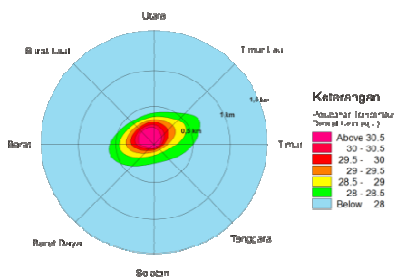
Berdasarkan Gambar 21 s.d 24 terlihat radius persebaran panas dalam arah mata angin seperti pada saat pasang purnama dan untuk memperjelas radius persebaran panas yang terjadi dapat di lihat pada Tabel 2.



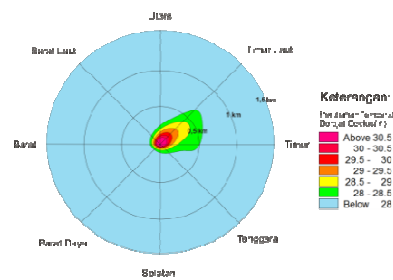
Gambar 21. Radius sebaran panas saat pasang tertinggi pada pasang perbani



Gambar 23. Radius sebaran panas saat surut terendah pada pasang perbani



Gambar 22. Radius sebaran panas saat pasang menuju surut pada pasang perbani



Gambar 24. Radius sebaran panas saat surut menuju pasang pada pasang perbani

Tabel 2. Jarak persebaran panas dari pipa outlet (spring tide)

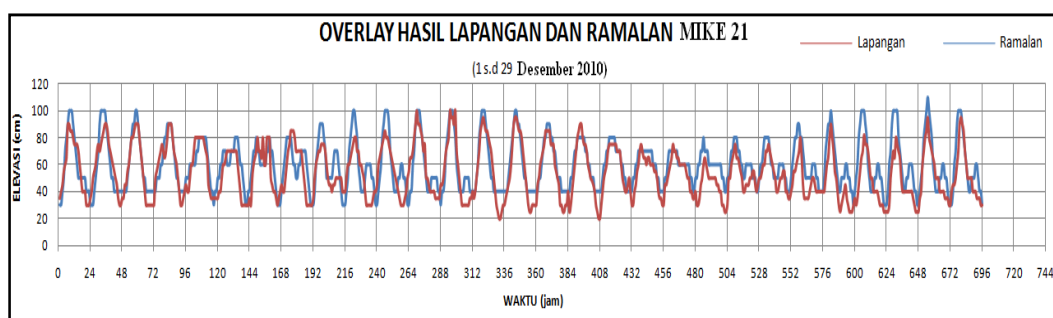
Arah	Pasang tertinggi (meter)	Pasang Menuju Surut (meter)	Surut Terendah (meter)	Surut Menuju Pasang (meter)
Utara	180	390	510	270
Timur laut	551	551	551	679
Timur	690	510	300	540
Tenggara	678	255	170	170
Selatan	120	240	210	120
Barat Daya	85	382	340	85
Barat	90	540	1.080	120
Barat Laut	85	382	594	170

Berdasarkan Gambar 17 s.d 20 hasil persebaran panas pada saat pasang perbani tidak jauh berbeda dengan pasang purnama. Penyebaran panas pada saat pasang tertinggi bergerak ke arah timur dengan jarak persebarannya sekitar 690 meter ke arah timur dari pipa outlet (Gambar 17). Persebaran panas pada saat pasang menuju surut bergerak dari arah timur ke arah barat dengan jarak persebarannya sekitar 540 meter (Gambar 18). Kondisi surut terendah pola persebaran panasnya bergerak dari arah timur ke arah barat dengan jarak persebaran panasnya sekitar 1080 meter ke arah barat (Gambar 19). Kondisi surut menuju pasang persebaran panasnya 679 meter ke arah timur dan cenderung ke tenggara (Gambar 20). Pola persebaran panas ini terjadi di mulai dari ujung pipa outlet dan menyebar di sekitar ujung pipa outlet. persebaran temperatur ini di karenakan arus yang terjadi di perairan tersebut dipengaruhi oleh air dari perairan di sekitar ujung pipa outlet yang temperaturnya lebih rendah. Ismanto *et al* (2008) menyatakan bahwa persebaran temperatur bergerak dari temperature yang relatif besar ke arah lepas pantai yang temperaturnya alami yang umumnya lebih rendah.

Pada saat pasang perbani ini jarak persebarannya lebih dekat daripada pasang purnama. Hal ini dikarenakan pada saat pasang purnama menghasilkan pasang tinggi yang sangat tinggi dan surut rendah yang sangat rendah yang akan memiliki kecepatan arus pasut yang lebih besar dibandingkan dengan pasang perbani yang menghasilkan pasang tinggi yang rendah dan surut rendah yang tinggi. Ningsih (2002) menyatakan bahwa kecepatan arus pasut pada saat pasang purnama memiliki kecepatan yang lebih besar daripada kondisi pasang perbani.

Verifikasi Hasil Pemodelan dengan Pengukuran Lapangan.

Menurut Makridakis (1999) verifikasi dilakukan untuk mengetahui sejauh mana tingkat keakuratan model bila dibandingkan dengan data lapangan. Dan hasil verifikasi secara kuantitatif di dapatkan *mean relative error* sebesar 22,23 %. Dari hasil data pengukuran lapangan dan ramalan MIKE 21 di dapatkan suatu perbedaan elevasi muka air dengan ketepatan hasil peramalan 77,77 %. Berikut ini overlay untuk hasil keduanya:



Gambar 25. Grafik overlay pasang surut lapangan dan ramalan MIKE 21

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengukuran lapangan kondisi suhu perairan Roban Batang pada saat pengukuran 1 (pasang purnama) lebih besar daripada pada saat pengukuran ke 2 (pasang perbani).

Berdasarkan hasil simulasi model sebaran panas saat pasang purnama (*spring tide*) pada saat pasang tertinggi bergerak sejauh 870 meter dari barat ke timur dari rencana pipa outlet. Dan pada kondisi surut terendah bergerak sejauh 930 meter dari arah timur ke arah barat dari rencana pipa outlet. Pada kondisi ini terdapat panas yang masuk kedalam rencana pipa intake sekitar 28,5 °C. Hal ini berarti 0,5 °C panas yang terbuang dari rencana pipa outlet masuk kembali ke dalam rencana pipa intake. Pemusatan panas tertinggi masih di daerah outlet, dan berangsur turun hingga 28 °C. Berdasarkan hasil simulasi model sebaran panas saat pasang perbani (*neap tide*) pada saat pasang tertinggi bergerak sejauh 690 meter dari barat ke timur dari rencana pipa outlet. Dan pada kondisi surut terendah bergerak sejauh 1080 meter dari arah timur ke arah barat dari rencana pipa outlet. Pada kondisi ini tidak terdapat panas yang masuk ke dalam rencana pipa intake.

Daftar Pustaka

- Fathoni, A. 2006. *Metodologi Penelitian dan Teknik Penyusunan Skripsi*. Rineka Cipta. Bandung.
- Huboyo, H. S dan Badrus, Z. 2007. *Analisis Sebaran Temperatur Dan Salinitas Air Limbah PLTU-PLTGU Berdasarkan Sistem Pemetaan Spasial*. Jurnal PRESIPITASI, 3 (2). pp. 40-45. ISSN 1907-187X.
- Ismanto, A., Widada, S. dan Susanti H. 2008. *Kajian Dispersi Termal dalam Rencana Pembangunan PLTN Muria*. Jurnal Goeaplika, 3(3).
- Makridakis, S. *et all*. 1999. *Forecasting Methods and Applications*. United States of America.
- Ningsih, Nining Sari. 2002. *Diktat Kuliah Oseanografi*. ITB, Bandung.
- Pickard, G.L. and Pond, S. 1983. *Introduction to Physical Oceanography*. The Flinders University of Australia.
- Poerbandono dan Djunarsjah. 2005. *Survei Hidrografi*. Refika Aditama, Bandung.
- Supangat dan Susanna. 2002. *Pengantar Oseanografi*. Balai Riset Kelautan Perikanan, Jakarta.
- Triatmojo, Bambang. 1999. *Teknik Pantai*. Beta Offset. Yogyakarta.