

# **POLA DISTRIBUSI *TOTAL SUSPENDED SOLID* BERDASARKAN *FLOW MODEL* DI PERAIRAN SUNGAI DUA LAUT KABUPATEN TANAH BUMBU**

## **TOTAL SUSPENDED SOLID DISTRIBUTION BASED ON FLOW MODEL OF SUNGAI DUA LAUT, TANAH BUMBU REGENCY**

**<sup>1</sup>Euis Sri Wahyuni Kurniawan, <sup>1</sup>Baharuddin, <sup>1</sup>Muhammad Syahdan**

<sup>1</sup>Program Studi Ilmu Kelautan, FPK, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru, Indonesia  
Jl. Achmad Yani Km 36,5 Simpang Empat, Banjarbaru, Indonesia

email : [euisri176@gmail.com](mailto:euisri176@gmail.com)

### **ABSTRAK**

TSS merupakan salah satu parameter pencemaran laut sehingga dapat menyebabkan kekeruhan pada perairan, sehingga tidak dapat larut dan tidak dapat mengendap. Alhasil, padatan tersuspensi akan mampu mengurangi penetrasi sinar matahari ke perairan. Perairan Sungai Dua Laut merupakan perairan yang menghadap kearah tenggara, memiliki jenis perairan terbuka yang menghadap langsung dengan Laut Jawa. Perairan ini memiliki 2 sungai yaitu Sungai Penjulingan di sisi Barat dan Sungai Dua Laut di sisi Timur. Penelitian ini menggunakan numerik serta matematik untuk mengetahui pola distribusi TSS menggunakan *Flow Model* di Perairan Sungai Dua Laut. Hasil analisis perbandingan antara analisis lapangan dan analisis model menunjukkan pola distribusi TSS lebih dominan ke arah selatan saat kondisi pasang dengan nilai berkisar 2 – 19 mg/l, sedangkan saat surut kondisi TSS bergerak mengarah kea rah timur dengan nilai berkisar 2 – 30 mg/l. Hasil analisis lapangan menunjukkan pola sebaran TSS berada di sepanjang perairan pantai lokasi penelitian dengan nilai berkisar 17 – 37 mg/l. Untuk menguji tingkat akurasi maka dilakukan uji validasi dengan menggunakan metode *RMSE* hasil yang didapatkan yaitu untuk verifikasi model dan lapangan yaitu sebesar 0,057. Pola distribusi TSS di perairan Sungai Dua Laut di pengaruhi oleh pengadukan yang disebabkan gelombang, arus dan juga debit sungai.

*Kata Kunci: Sungai Dua Laut, Flow Model (fm), Landsat 8, TSS, RMSE*

### **ABSTRACT**

*TSS is one of the parameters of marine pollution so that it can cause turbidity in the waters, so that it cannot dissolve and cannot settle. As a result, suspended solids will be able to reduce the penetration of sunlight into the water. The waters of Sungai Dua Laut are waters facing southeast, having a type of open water facing directly to the Java Sea. These waters have 2 rivers, namely the Penjulingan River on the West side and the Dua Laut River on the East side. This research uses numerical and mathematical methods to determine the TSS distribution pattern using the Flow Model in the Waters of the Dua Laut River. The results of the comparative analysis between field analysis and model analysis show that the TSS distribution pattern is more dominant towards the south during high tide with values ranging from 2 - 19 mg/l, while at low tide the TSS conditions move eastward with values ranging from 2 - 30 m / l . The results of the field analysis showed that the TSS distribution pattern was along the coastal waters of the study location with values ranging from 17 - 37 mg/l. To test the level of accuracy, a validation test was carried out using the RMSE method. The results obtained were for model and field verification, namely 0.057. The TSS distribution pattern in the waters of Sungai Dua Laut is influenced by stirring caused by waves, currents and river discharge.*

*Keywords: Sungai Dua Laut, Flow Model (fm), Landsat 8, TSS, RMSE*

## PENDAHULUAN

TSS (*Total Suspended Solid*) adalah zat material padat yang mengalami proses tersuspensi didalam perairan, zat material padat yang tersuspensi dapat berupa pasir, lumpur maupun partikel lainnya.

Zat yang dapat tersuspensi merupakan tempat berlangsungnya reaksi kimia yang merupakan bahan pembentuk endapan yang paling awal terbentuk sehingga dapat mempengaruhi kualitas perairan karena jika konsentrasi TSS diperairan sangat tinggi maka akan berpengaruh terhadap proses fotosintesis dan regenerasi oksigen pada perairan tersebut.

Salah satu faktor yang berperan dalam pendistribusian TSS yaitu arus dan pasang surut, karena pasut mendominasi sirkulasi aliran air di beberapa bagian muara sungai, sehingga masukan air yang ada di muara sungai akan bergantung pada peristiwa pasang dan surut. Saat peristiwa pasang volume air didaerah muara sungai akan bertambah dengan air yang berasal dari laut. Akibat dari penambahan penambahan tersebut akan menyebabkan konsentrasi sedimen tersuspensi di perairan akan berubah, begitu juga saat peristiwa surut air akan berkurang sehingga konsentrasi TSS diperairan akan cenderung berubah-ubah.

Wilayah Sungai Dua Laut merupakan wilayah yang secara geografi berada di Kabupaten Tanah Bumbu Provinsi Kalimantan Selatan. Dimana pada daerah ini mempunyai 2 buah sungai yang berada dibagian barat bernama Sungai Penjulingan dan dibagian timur bernama Sungai Dua Laut. Berdasarkan RZWP3K Tahun 2017 perairan ini masih mendapatkan pengaruh sedimen tersuspensi dari sungai-sungai yang benuara di Selat Laut. Beberapa metode tentang mengetahui pola distribusi TSS dapat dilakukan salah satunya yaitu menggunakan metode pendekatan numerik,

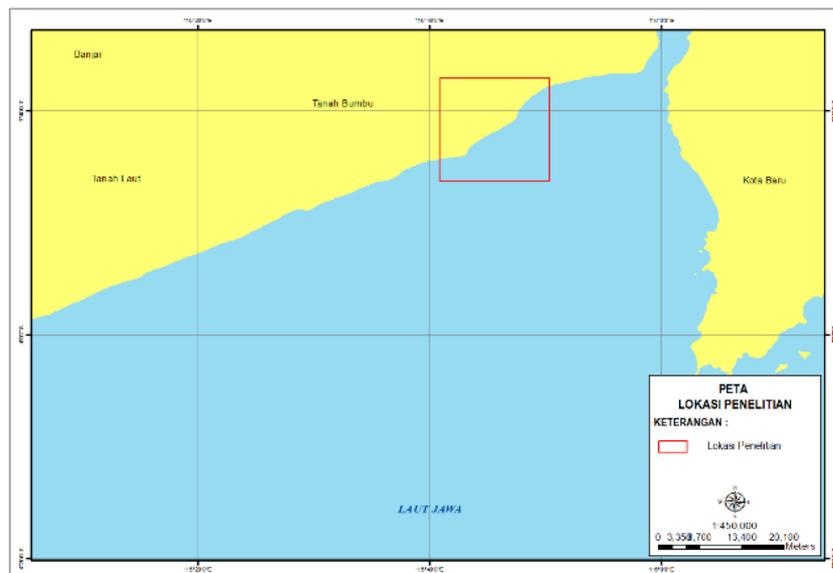
untuk membuat model sebaran TSS nya menggunakan modul *flow model* yang merupakan salah satu dari beberapa modul yang tersedia pada *software MIKE 21*. *MIKE 21 Flow Model* adalah sebuah nama salah satu *software marine modelling system* yang berbasis numerik. *Software MIKE 21* terdapat banyak modul yang dapat digunakan untuk membuat model aliran contohnya seperti arus, gelombang, sedimen baik di lautan, pantai, sungai serta area lain sesuai kebutuhan pembuatan model. Sesuai pengaturan model seperti biasanya, desain model pada *software* ini luasan model, pembentukan *mesh* atau jaringan, input data yang dipergunakan serta adanya data kevalidan akan sangat berpengaruh terhadap kestabilan dan akurasi model yang akan diolah, sehingga model akan semakin realistis menyerupai bentuk aslinya.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan membandingkan distribusi dan spasial dari konsentrasi TSS berdasarkan hasil analisis *Flow Model* dengan pengukuran lapangan.

## METODE PENELITIAN

### Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September 2019 sampai Desember 2020 yang meliputi beberapa tahap seperti tahap persiapan, survei awal, pengambilan data hingga analisis data. Lokasi penelitian ini bertempat di Perairan Desa Sungai Dua Laut Kecamatan Sungai Loban Kabupaten Tanah Bumbu, Provinsi Kalimantan Selatan. Sedangkan untuk analisis data dilakukan di Laboratorium Oseanografi Program Studi Ilmu Kelautan, Universitas Lambung Mangkurat Banjarbaru.

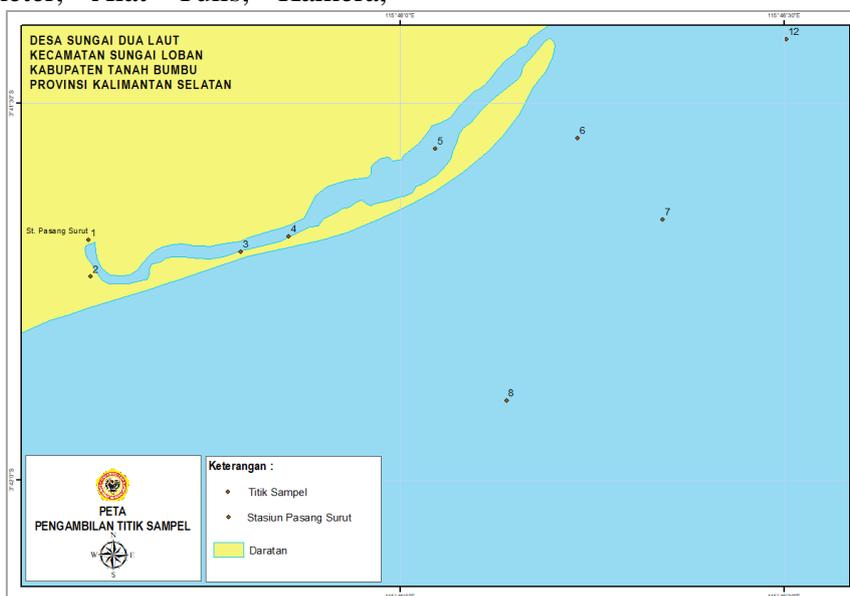


Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

### Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu GPS (*Global Positioning System*), Tiang Skala, *Drague drifter*, Botol Sampel, Gelas Ukur, Spektrofotometer, Alat Tulis, Kamera,

*Stopwatch*, Data angin harian selama 15 hari, Peta PUSHIDROSAL, Citra Satelit Landsat 8, Data Pasang Surut, Laptop ASUS A407M, Ms. Excel 2016, Arcgis 10.7, Surfer 13, MIKE 21, ENVI 5.3., WRPLOT, ODV dan Er-Mapper 7.0.



Gambar 2. Peta Titik Pengambilan Sampel

### Perolehan Data

Penentuan titik sampel menggunakan pengambilan sampel TSS dengan memilih daerah yang dianggap mewakili lokasi studi, data kedalaman di peroleh dari Peta Pushidrosal. Setelah melihat kondisi tersebut maka peneliti dalam pengambilan

sampel menggunakan 8 titik pengambilan sampel yang dapat mewakili berdasarkan aspek yang telah ditentukan. Dapat dilihat pada Gambar 2.

Pengambilan titik sampel dilakukan dengan mengambil sampel air dilokasi muara sungai, sungai dan perairan laut dan

kemudian botol sampel di tutup rapat untuk selanjutnya di analisis di laboratorium. Pengukuran arus dengan menggunakan layang-layang arus dengan mengikuti jejak partikel-partikel dari air laut yang digerakkan oleh arus tersebut. Peralatan pengukuran arus ini selain layang-layang arus yaitu *stopwatch* dan kompas guna untuk menentukan arah dan menghitung waktu pada saat pengukuran arus dilakukan. Pengukuran arus disetiap stasiunnya dilakukan selama 3 x 24 jam dengan interval waktu selama 60 menit. Pengamatan pasang dan surut (pasut) dilakukan selama 72 jam di lokasi studi dengan melakukan pengamatan langsung tinggi pasang surut pada rambu ukur atau palm staff dengan interval pengamatan setiap 60 menit sekali sampai 72 jam. Analisis sampel air dilakukan untuk mengetahui tingkat konsentrasi TSS (*Total Suspended Solid*) yang ada di 8 titik stasiun yang telah diambil, metode gravimetri ialah pemeriksaan jumlah zat atau partikel dengan cara menimbang hasil reaksi pengendapan pada zat tersebut. Langkah pengukuran gravimetri ialah pengukuran berat. Pada analisis TSS ini menggunakan alat yaitu Spektrofotometer. Analisis data arus dilakukan setelah melakukan pengamatan arus yang dilakukan dilapangan. Pada arus diperlukan data kecepatan arus, dimana menghitung kecepatan arus menggunakan rumus :

$$V = s / ( t )$$

dimana,

V = Kecepatan arus (meter/detik)

s = Jarak (meter)

t = Waktu tempuh (detik)

Analisis debit sungai dilakukan untuk mengetahui debit serta laju aliran yang ada di lokasi studi. Dalam penelitian ini menggunakan *velocity method*, dengan menggunakan rumus :

$$Q = A \cdot V$$

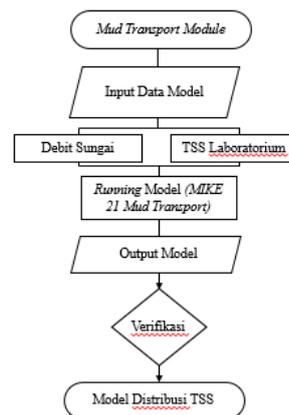
Keterangan :

Q = Debit air (m<sup>3</sup>/det)

V= Kecamatan Aliran Air (m)

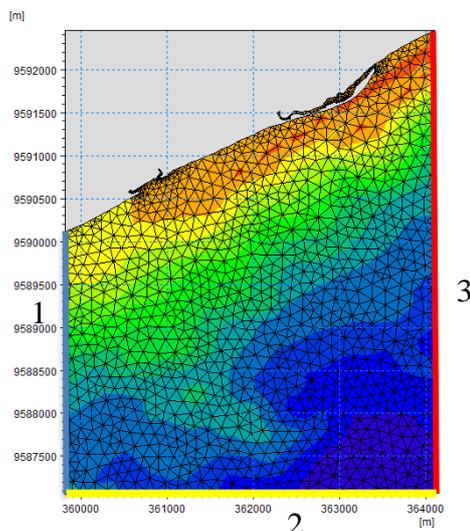
A= Luas Penampang Sungai (m<sup>2</sup>)

Pemetaan Sebaran TSS pada penelitian ini menggunakan metode interpolasi dengan *Kriging*. Hasil dari pengolahan kriging tersebut akan ditampilkan dengan kontur-kontur yang merupakan hasil interpolasi. Penyusunan model ini terdiri dari mempersiapkan data kedalaman, pasang surut, garis pantai, angin, debit sungai dan hasil analisis TSS sebagai data inputan model TSS.



Gambar 3. Skema Model Distribusi TSS

Penyusunan *Boundary Condition* diperlukan untuk membedakan antara lautan dan daratan dari data garis pantai. Dalam penyusunan *boundary condition* memerlukan input data pasang surut hasil prediksi berfungsi sebagai data masukan untuk syarat batas barat (1), syarat batas selatan (2), syarat batas timur (3).

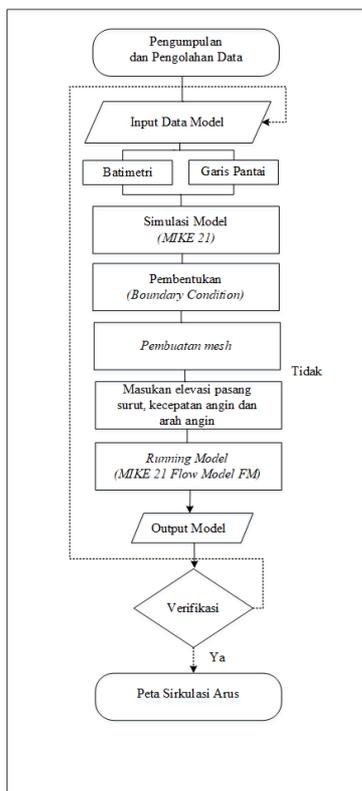


Gambar 4. *Boundary Condition*

Data pasang surut yang telah diperoleh kemudian dilakukan analisis pasang surut dengan menggunakan *software MIKE 21* untuk melihat pola pasang surut yang ada pada lokasi penelitian. Validasi model sebaran TSS dan analisis citra dilakukan dengan menghitung nilai Root Mean Square Error (RMSE). Nilai RMSE merupakan nilai total dari residu dan menjadi ukuran tunggal dari kekuatan hasil model.

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_{obs,i} - x_{model,i})^2}{n}}$$

Hasil pemodelan dapat dikatakan valid jika nilai *RMSE* kurang dari 1 dan mendekati 0 Analisis model sirkulasi arus dilakukan untuk melihat pola sebaran arus yang ada di lokasi penelitian, pada penelitian ini menggunakan *software MIKE 21 Flow Model* dengan alur pembuatan seperti Gambar 5 dibawah ini.



Gambar 5. Pengolahan Model Sirkulasi Arus

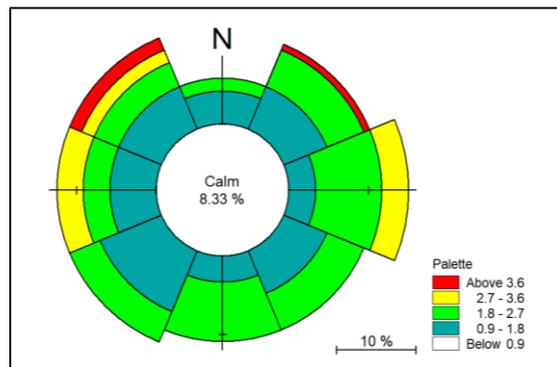
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kedalaman

Kedalaman perairan di wilayah perairan ini termasuk perairan yang dangkal, karena memiliki rentang kedalaman dari 1 meter hingga mencapai kedalaman 4 meter. Kedalaman pada wilayah perairan bagian atas memiliki kedalaman 1 meter, sedangkan wilayah hilir perairan memiliki kedalaman 4 meter dan memiliki kontur kedalaman yang renggang. Pada kedalaman 3 meter berada pada jarak. Pada kontur kedalaman perairan ini sangat dipengaruhi oleh aktivitas darat dan juga di laut, aktivitas darat yaitu adanya kegiatan dari masyarakat sekitar dan aktivitas laut dipengaruhi oleh proses sedimentasi dan erosi.

### Angin

Data angin yang sudah diunduh dilakukan analisis data untuk mendapatkan komponen arah dan kecepatan angin yang akan diplotkan dalam bentuk *windrose*. Frekuensi dan presentase kecepatan angin maksimum harian sebagian berasal dari arah barat yang mencapai 3,6 m/s.

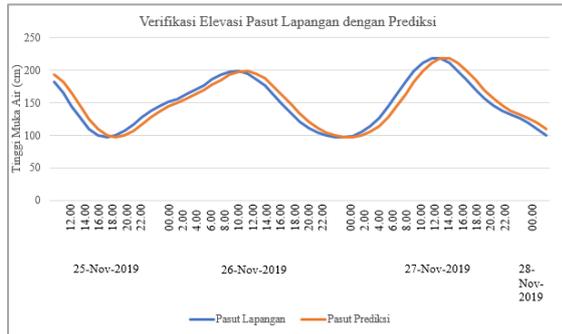


Gambar 6. *Windrose* di Lokasi Studi

### Pasang Surut

Pengamatan pasang surut dengan menggunakan *tide gauge* dilakukan di Stasiun 1 yang terletak pada posisi 115°45'35.61"E dan 3°41'40.91"S dengan waktu pengamatan selama 3 hari (25 - 28 November 2019) dan simulasi pasang surut menggunakan model *MIKE 21 Toolbox* ini dihasilkan dengan pengamatan pada lokasi

dan waktu yang dengan waktu pengukuran pasang surut di lapangan

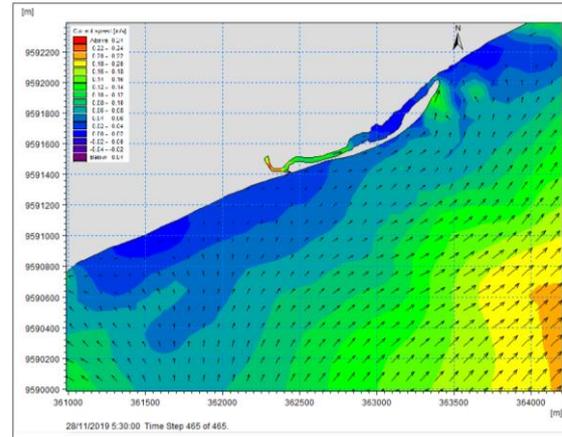


Gambar 7. Grafik Pasut Lapangan dan Prediksi

Berdasarkan hasil tersebut diketahui bahwa tipe pasang surut di perairan ini adalah tipe pasang surut campuran condong harian. Nilai pasang tertinggi ialah 198 cm, sedangkan surut terendah ialah 97 cm. Hasil ini lebih rendah 3 cm dari hasil prediksi yang bernilai 195 cm.

### Arus

Simulasi hidrodinamika arus ini dijalankan pada bulan November 2019 selama 3 hari, dari tanggal 11/25/2019 hingga 11/28/2019 mengikuti ketersediaan data pengukuran lapangan dari data arus dan pasang surut. Pada simulasi model arus ini dijalankan dengan inputan model berupa gaya pembangkit pasang surut dan angin.



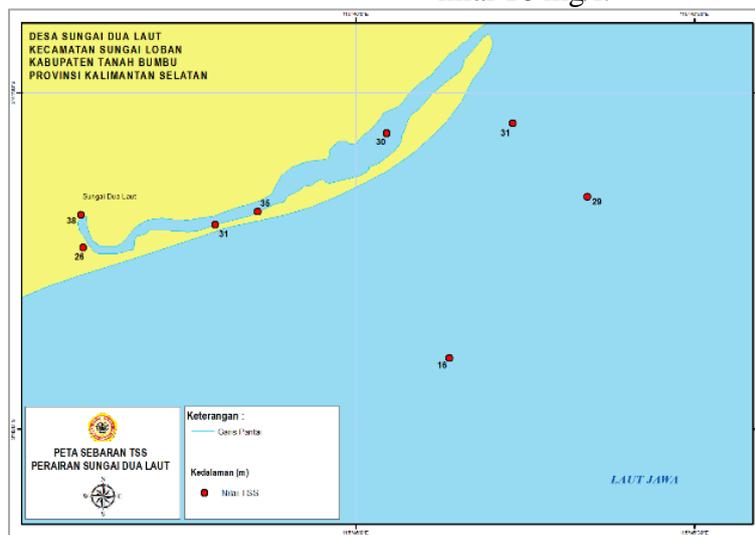
Gambar 8. Pola Arus di Lokasi Studi

Pola arus di perairan ini memperlihatkan bahwa pergerakan arus mengarah ke arah timur laut dengan kecepatan sebesar 0,24 m/s,

### Analisis Sebaran TSS

#### Analisis TSS Berdasarkan Pengukuran Lapangan

Berdasarkan hasil analisis TSS di perairan ini yang memiliki 8 stasiun dimana delapan stasiun tersebut mempunyai nilai yang berbeda-beda. Konsentrasi TSS di perairan ini yang ada pada stasiun 1 memiliki nilai konsentrasi 38 mg/l, stasiun 2 memiliki nilai konsentrasi 26 mg/l, stasiun 3 konsentrasi TSS nya 31 mg/l, stasiun 4 bernilai 35 mg/l, stasiun 5 bernilai 30 mg/l, stasiun 6 bernilai 31 mg/l, stasiun 7 bernilai 29 mg/l dan stasiun 8 memiliki nilai 16 mg/l.



Gambar 9. Peta Sebaran TSS di Lokasi Studi

Berdasarkan gambar diatas analisis TSS di laboratorium memiliki nilai yang beragam yaitu berkisar 16 – 38 mg/l. Konsentrasi TSS dipengaruhi oleh masukan yang berasal dari darat melalui aliran sungai dan juga mendapatkan pengaruh dari angin, gelombang, curah hujan, debit sungai, pasang surut dan arus.

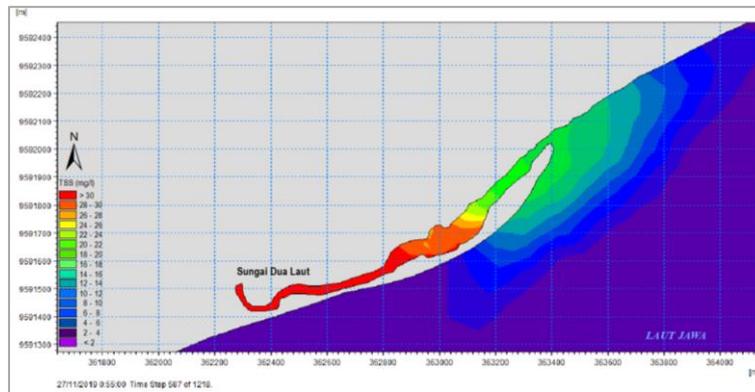
### Analisis TSS Berdasarkan *Flow Model (FM)*

Analisis sedimen tersuspensi berdasarkan *Flow Model (FM)* ini dilakukan dengan menggunakan *point source* dimana pada hasil model distribusi TSS ini menggunakan satu titik sebagai titik

sumbernya, sehingga pada model sebaran TSS ini dapat memperlihatkan kondisi distribusi TSS di sekitar sungai menuju muara sungai sampai akhirnya menjauhi daratan menuju keperairan laut. Dibawah ini merupakan distribusi TSS pada saat kondisi pasang dan pada saat kondisi surut.

### TSS Pada Saat Pasang

Hasil pengolahan model hidrodinamika menggunakan *Flow Model (FM)* dan menggunakan modul *Mud Transport* menggunakan *software MIKE 21* analisis TSS pada saat pasang dapat dilihat dibawah ini :



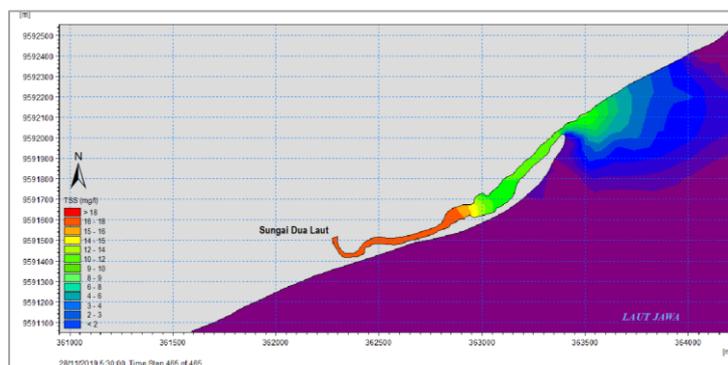
Gambar 10. Simulasi TSS Saat Pasang

Hasil model tersebut menunjukkan bahwa TSS yang berasal dari Sungai ini dapat menyebar kearah Selatann saat pasang. Konsentrasi TSS yang tinggi yaitu 30 mg/l yang berada di sungai disebabkan masuknya massa air pada saat pasang sehingga menyebabkan konsentrasi TSS tertahan di sungai. Kondisi tersebut menyebabkan TSS lebih banyak dijumpai di daerah sungai yang diakibat oleh

tertahannya massa air yang berasal dari hulu.

### TSS Pada Saat Surut

Hasil pengolahan model hidrodinamika menggunakan *Flow Model (FM)* dan menggunakan modul *Mud Transport* menggunakan *software MIKE 21* analisis TSS pada saat surut dapat dilihat dibawah ini :

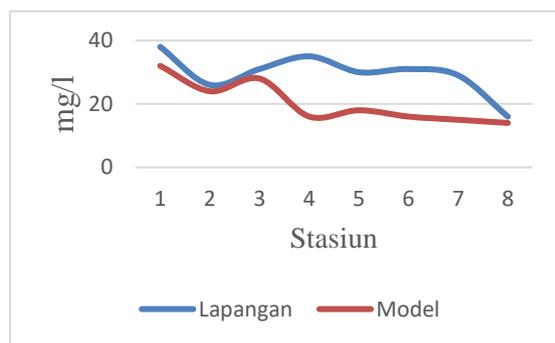


Gambar 11. Simulasi TSS Saat Surut

Kondisi perairan menuju surut terlihat memiliki perbedaan pola jika dibandingkan saat kondisi pasang. Konsentrasi TSS saat surut ini yang memiliki nilai berkisar 2 - 19 mg/l. Arah pola TSS pada saat surut cukup berbeda pada saat pasang, pada saat surut pola TSS mengarah ke arah Timur, diduga diakibatkan oleh perpindahan zat yang dipengaruhi oleh arus di lokasi penelitian,.

### Analisis Hasil Perbandingan Sebaran TSS

Analisis perbandingan sebaran TSS dilakukan untuk menguji tingkat akurasi (kevalidan) antara hasil *flow model (fm)* dengan pengukuran lapangan untuk mengetahui hasil tersebut maka dilakukan pencuplikan pada masing-masing hasil analisis berdasarkan lokasi sampling lapangan sebagaimana disajikan pada gambar dibawah ini :



Gambar 12. Grafik Perbandingan Analisis TSS

Berdasarkan gambar di atas, dapat dilihat pada grafik tersebut menggambarkan perbandingan berdasarkan pengukuran lapangan dan analisis model. Pada analisis lapangan yang dilakukan setelah mengambil sampel di lapangan kemudian di analisis di laboratorium ditandai dengan garis berwarna biru yang nilainya berkisar 16 - 38 mg/l. Selanjutnya pada analisis model yang diolah menggunakan *software MIKE 21* ditandai dengan warna merah yang nilainya berkisar 14 - 38 mg/l. Hasil analisis TSS menunjukkan kecenderungan TSS yang tinggi pada stasiun 1 pada pengukuran lapangan ditandai dengan garis biru, karena lokasi yang berdekatan dengan daratan menjadi

penyebab utama sebabnya suplai sedimen yang berasal dari daratan masuk ke dalam laut lewat muara sungai yang berada disekitar Sungai pada saat kondisi sungai pasang. kondisi pasang, massa air yang membawa material sedimen dari arah laut kemudian menuju ke arah daratan sehingga akan mengalami pengadukan oleh sedimen, sehingga kandungan sedimen tersuspensi menjadi tinggi. Sedangkan untuk nilai konsentrasi terendah yaitu pada stasion 8 dimana stasiun tersebut berada di perairan ini. Distribusi sedimen tersuspensi diduga disebabkan oleh kecepatan arus yang membawa material sedimen tersuspensi ke wilayah sungai.

Validasi data antara model dan lapangan dilakukan untuk mengetahui seberapa besar tingkat *error* dua data yang dibandingkan tersebut. *RMSE* berfungsi untuk membandingkan metode-metode estimasi yang digunakan untuk penelitian, yaitu untuk menentukan metode estimasi yang paling akurat dan valid.

Verifikasi model dan lapangan yang dilakukan dengan menghitung nilai *RMSE (Root Mean Square Error)* didapatkan nilai sebesar :

$$\sqrt{0,20960/8} = 0,05723$$

Nilai *RMSE* yang didapatkan dari perhitungan tersebut, yaitu 0,057. Sehingga dapat dikatakan bahwa hasil model dan data lapangan valid karena nilai *RMSE*  $\leq 1$  dan mendekati 0.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Hasil analisis pola distribusi TSS di perairan Sungai Dua Laut berdasarkan *Flow Model* yaitu pola yang didapat pada saat pasang, pola TSS cenderung mengarah ke arah Timur dengan konsentrasi TSS paling besar yaitu 30 mg/l, sedangkan pada saat surut pola TSS cenderung mengarah ke arah Barat dengan konsentrasi yang paling besar yaitu 19 mg/l. Hasil perbandingan distribusi TSS berdasarkan model dengan pengukuran lapangan adalah nilai model TSS yaitu memiliki nilai

kisaran 18 - 30 mg/l, sedangkan untuk nilai lapangan memiliki nilai 14 - 37 mg/l. Terjadi perbedaan yang cukup signifikan karena pemodelan tidak sekompleks lapangan, karena dilapangan banyak dipengaruhi oleh faktor oseanografi, seperti gelombang, arus dan pasang surut. Sedangkan masukan dari model sendiri terbatas inputannya. Untuk itu dilakukan validasi model dan lapangan dilakukan untuk mengetahui seberapa besar tingkat *error* dua data yang dibandingkan tersebut. Hasil validasi tersebut dinyatakan *valid* dengan nilai *RMSE* yang paling mendekati yaitu 0,057.

### **Saran**

Saran untuk penelitian ini agar sebaiknya dalam analisis pemodelan selanjutnya sebaiknya bisa berdasarkan musim, seperti musim barat dan musim timur.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- Baharuddin, Amri, U., 2018 Bahan Ajar Pemetaan Sumberdaya Hayati Laut. Universitas Lambung Mangkurat. Banjarbaru.
- Sinaga, TPT. 2006. *Studi Transport Sedimen Sepanjang Pantai di Pantai Kecamatan Alfabeta dengan Pendekatan Model Menggunakan NEMOS*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universita Diponegoro, Semarang.
- Triatmodjo, Bambang. 2009. *Teknik Pantai*, cetakan kelima. Beta Offset. Yogyakarta.