

## Sebaran Material Padatan Tersuspensi di Laguna Perairan Pekalongan

Wahyu Erfando\*, Aris Ismanto dan Sri Yulina Wulandari

Departemen Oseanografi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. Jacub Rais, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah 50275, Indonesia  
Email: werfando@gmail.com

### Abstrak

Perairan Laguna Pekalongan merupakan wilayah hilir sungai yang terintegrasi dengan muara Kali Pencongan. Kondisi Perairan Laguna Pekalongan dipengaruhi oleh fenomena hidrodinamika perairan dan aktivitas masyarakat sekitar. Aktivitas masyarakat daerah hulu mempengaruhi inputan material Material Padatan Tersuspensi (MPT) ke Laguna tersebut. Penelitian ini bertujuan menentukan konsentrasi dan pola persebaran MPT di Perairan Laguna Pekalongan. Pengambilan data MPT dilaksanakan secara *in-situ* pada 19 Juni 2022. Analisis MPT menggunakan metode gravimetri. Persebaran MPT dan sebaran pola arus diolah dan dianalisa menggunakan Mike 21 Flow Model dan ArcGis 10.8 yang selanjutnya dilakukan *overlay* pada peta. Hasil penelitian di Perairan Laguna Pekalongan didapat nilai rata-rata MPT sebesar 120 mg/L. Nilai MPT pada stasiun e4 merupakan nilai tertinggi yakni sebesar 165 mg/L dan stasiun e1 sebagai stasiun dengan nilai MPT terendah sebesar 64 mg/L. Persebaran MPT didukung oleh pola dan besaran arus pasang surut. Faktor lain yang mempengaruhi konsentrasi MPT adalah presipitasi hujan yang membawa sumber aktivitas antropogenik / buangan dari industri sekitar, serta letak lokasi dan dasar lokasi yang berada pada dua cekungan diantara gosong pasir.

**Kata kunci:** Material Padatan Tersuspensi, Laguna Pekalongan, Kali Pencongan, Pasang Surut

### Abstract

#### *Distribution of Total Suspended Solid on Pekalongan Waters Lagoon*

*The waters of the Pekalongan Lagoon are the downstream area of the river, which is integrated with the mouth of the Pencongan River. The condition of the Pekalongan Lagoon waters is influenced by the hydrodynamic phenomena of the waters and the activities of the surrounding community. Upstream community activities influence the input of suspended solid material (MPT) into the lagoon. This research aims to determine the concentration and distribution pattern of MPT in the waters of the Pekalongan Lagoon. MPT data collection was carried out in situ on June 19, 2022. MPT analysis used the gravimetric method. The MPT distribution and flow pattern distribution were processed and analysed using the Mike 21 Flow Model and ArcGis 10.8, which were then overlaid on the map. The results of research in Pekalongan Lagoon Waters showed an average MPT value of 120 mg/L. The MPT value at station e4 is the highest value, namely 165 mg/L, and station e1 is the station with the lowest MPT value at 64 mg/L. The distribution of MPT is supported by the pattern and magnitude of tidal currents. Other factors that influence MPT concentrations are rain precipitation, which brings sources of anthropogenic activity and waste from surrounding industries, as well as the location of the location and the bottom of the location, which are in two basins between the sandbanks.*

**Keywords:** Total Suspended Solid, Pekalongan Lagoon, Pencongan River, Tides.

### PENDAHULUAN

MPT adalah besaran yang menentukan berat total drifting partikulat bahan tersuspensi dengan diameter > 1 µm, terdiri dari komponen hidup dan tidak hidup dalam volume air. Untuk memisahkan dengan bahan terlarut, partikulat ini dipertahankan dalam filter kaki seribu dengan diameter pori 0,45 µm selama proses penyaringan (Chester, 1990; Puspitasari & Purbonegoro, 2016). MPT tidak beracun di perairan, tetapi dalam jumlah berlebihan dapat meningkatkan kekeruhan dan mengurangi penetrasi sinar matahari ke dalam air kolom dan akhirnya mempengaruhi proses fotosintesis dan menghambat respirasi ikan karena pemblokiran insang oleh bahan yang ditanggihkan (Puspitasari & Purbonegoro, 2016; Dihkan *et al.*, 2011). Sehingga MPT menjadi faktor penting yang mengendalikan proses biologis di perairan pantai. Selain itu, MPT tinggi juga cenderung meningkatkan laju sedimentasi yang mempercepat proses pendangkalan. Distribusi dan variasi MPT di perairan pantai sangat dipengaruhi oleh pasang surut dan sungai debit (Kim *et al.*, 2014). Debit sungai membawa tanah dan sedimen yang terkikis dari wilayah pesisir dan daratan dan menyebabkan MPT meningkat.

Wilayah Utara Jawa Tengah terdapat begitu banyak pantai dan pesisir dengan ciri dan khasnya masing-

masing. Bentuk geomorfologi pantai dan pesisir merupakan salah satu contoh ciri dan khas dari wilayah Utara Jawa Tengah (Marfai *et. al.*, 2021). Kawasan laguna Perairan Pekalongan merupakan salah satu contoh lokasi di pesisir Utara Jawa Tengah yang memiliki geomorfologi yang unik. Ciri tersebut berupa wilayah yang landai, ketinggian wilayah yang rendah, terjadinya fenomena abrasi, serta kenaikan muka air laut yang dapat menyebabkan bencana rob.

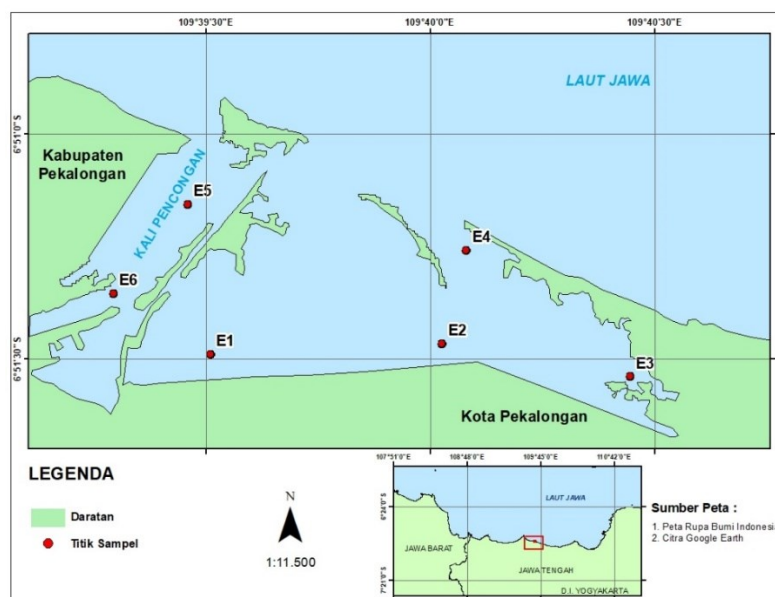
Bencana rob di Pekalongan telah menimbulkan kerusakan cukup parah di daerah yang berbatasan langsung dengan laut. Kerusakan dan genangan air laut yang mencapai daratan serta berdampak permanen tersebut tentu diperlukan mitigasi. Laguna Pekalongan merupakan wilayah yang tergenang air laut secara permanen. Laguna Perairan Pekalongan berlokasi di sekitar Kelurahan Bandengan, Kandang Panjang, Panjang Baru, dan Tirto. Menurut Kartika *et. al.*, (2019), dalam menangani penanggulangan banjir rob di pesisir Pekalongan telah dibangun tanggul laut. Pembangunan tanggul laut diduga dapat berdampak terhadap nilai muatan padatan tersuspensi. Material padatan tersuspensi merupakan material yang melayang di kolom perairan yang dipengaruhi proses resuspensi akibat arus pasang surut (Utama, *et. al.*, (2021).

Penelitian kali ini bertujuan untuk menganalisa nilai konsentrasi, persebaran, serta faktor-faktor yang berpengaruh terhadap nilai MPT di sekitaran Laguna Perairan Pekalongan. Oleh karenanya pada penelitian ini dilakukan pendekatan persebaran dengan menggunakan metoda geospasial, dari Citra Sentinel-2. Pendekatan tersebut dilakukan dengan kelebihan untuk memetakan kondisi persebaran akibat banjir dan limbah secara spasial serta luasan, yang dipengaruhi oleh faktor fisika dan kimia perairan (Zainuri *et. al.*, 2022).

## MATERI DAN METODE

Pengambilan data dalam penelitian mencakup data secara *in-situ* berupa sampel air yang berada pada permukaan perairan laut (0.2d). Data sekunder yang dilibatkan berupa data pasang surut Badan Informasi Geospasial (BIG), dan data pendukung lainnya berupa; angin, arus, dan presipitasi hujan yang didapat dan diunduh melalui laman <https://www.ecmwf.int/> dan <https://power.larc.nasa.gov/beta/data-access-viewer/>. Penelitian ini juga dilakukan pendekatan persebaran dengan menggunakan metoda geospasial, dari Citra Sentinel-2.

Penelitian dilaksanakan di Laguna Perairan Pekalongan yang mencakup wilayah muara Kali Pencongan dan pada wilayah pesisir Kota dan Kabupten Pekalongan. Penentuan titik sampel secara *purposive sampling* menggunakan instrumen bantu *Global Positioning System* sebanyak 6 stasiun. Pengambilan dengan pertimbangan mampu mewakili profil wilayah penelitian; muara sungai, daerah estuari, dan wilayah perairan lepas pantai menuju laut. Sampel di ambil ketika kondisi pasang menuju surut yang berada pada stasiun e6, dan berakhir pada estuari yang berada pada stasiun e1 dalam kondisi surut (Gambar 1).



**Gambar 1.** Peta lokasi penelitian

### Metode Perhitungan Analisa Material Padatan Tersuspensi

Perhitungan dan pengolahan data Material Padatan Tersuspensi (MPT) mengacu pada metode Gravimetri (Strickland dan Parsons, 1984). Penyaringan sampel menggunakan kertas saring *whatman GF/f* dengan ukuran pori 0,7  $\mu\text{m}$ . Suspended yang tertahan dalam kertas saring selanjutnya dioven selama 1 jam pada suhu 100°C dan didinginkan dalam desikator. Nilai MPT dihitung dengan persamaan 1.

$$\text{MPT} = \frac{(A-B) \times 1000}{c} \text{ mg/l} \quad (1)$$

Keterangan:

- A : berat kertas saring dengan residu (g)
- B : berat kertas saring kosong/awal (g)
- C : volume sampel air (l)

### Metode Pengolahan Data Pasang Surut

Data pasang surut di dapat dan di unduh melalui halaman web BIG <http://ina-sealevelmonitoring.big.go.id/>. Data pasang surut yang diunduh yakni data selama 30 hari dengan rentang waktu setiap jam. Pengolahan data pasang surut melalui *Matlab* dan *Mike*. Data yang didapat digunakan untuk inputan data ke dalam *Software Matlab* dan *Mike*, yang dapat digunakan untuk mengetahui nilai formzhal, komponen, pola arah, dan nilai dari kondisi pasang-surut.

### Metode Pengolahan Data Angin

Data angin didapat melalui *Climate Copernicus* melalui laman <https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/dataset/reanalysis-era5-single-levels?tab=overview>. Data angin di olah melalui *WRPlot*. Pengolahan data tersebut memiliki luaran berupa *windrose*. *Windrose* memuat informasi mengenai pola arah, besaran kecepatan, dan karakteristik angin yang berada pada Laguna Perairan Pekalongan. Menurut Tulandi *et. al.*, (2020), *windrose* berupa diagram yang memiliki nilai fungsi untuk menganalisa pola angin yang didalamnya mencakup arah, kekuatan, dalam periode dan lokasi tertentu.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Material Padatan Tersuspensi

Hasil pengolahan data MPT pada Laguna Perairan Pekalongan berada pada kisaran 64 s/d 165 mg/L dengan rerata sebesar 120 mg/L. Sebaran konsentrasi MPT tersebar dari konsentrasi tertinggi yang berada pada stasiun e4 yang berada pada daerah menjorok ke laut lepas. Nilai konsentrasi berdasar Tabel 1. terendah terdapat pada estuari dengan lokasi persisnya terdapat pada stasiun E1.

Pola sebaran nilai-nilai MPT ditunjukkan Gambar 2. Berdasarkan Gambar 2, stasiun E1 cenderung membentuk konvergen dengan nilai rendah. Hal ini diduga terkait dengan kedalaman dan bentuk permukaan dasar yang terkait dengan bentuk konstruksi tanggul. Sedangkan, pada stasiun e4 dan e5 berada pada cekungan dua endapan / lahan yang tidak tergenang air. Cekungan tersebut menyebabkan keterlarutan MPT menjadi tinggi karena suplai dari daratan / muara maupun pergerakan arus. Sedangkan, pada stasiun lainnya cenderung memiliki nilai konsentrasi di level menengah sebagai akibat pergerakan arus di wilayah pesisir.

**Tabel 1.** Hasil Analisa Pengolahan MPT

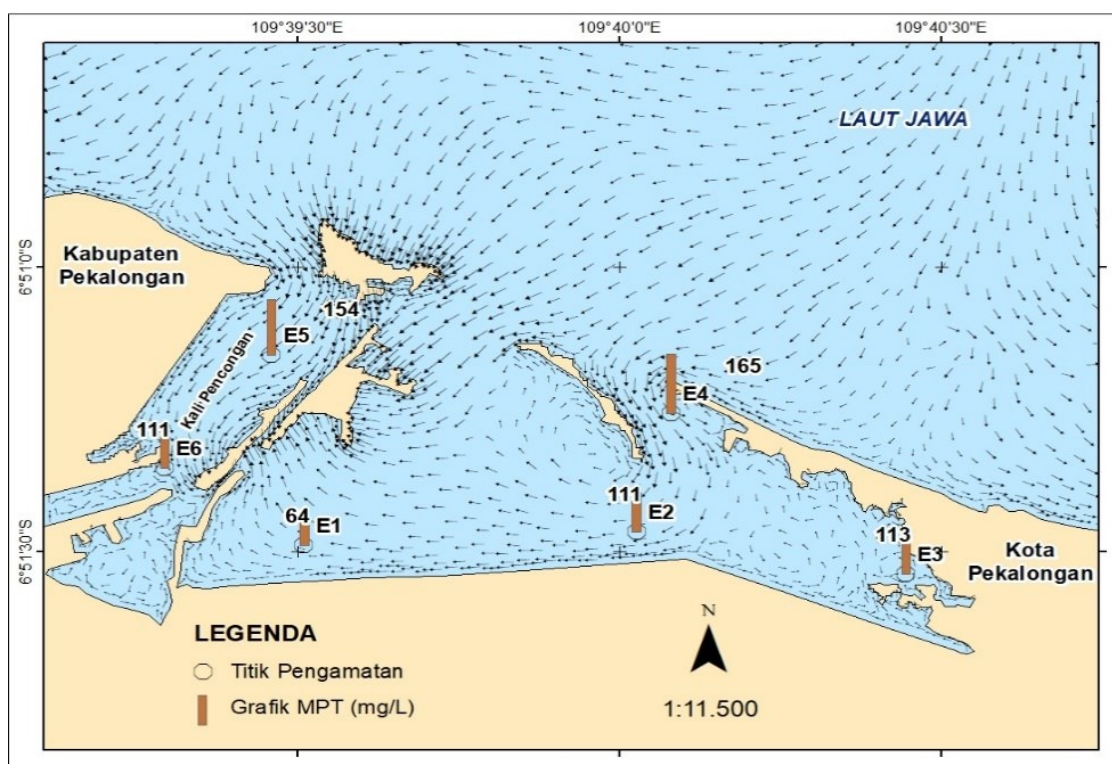
No	Nama	MPT (mg/L)
1	E1	64
2	E2	111
3	E3	113
4	E4	165
5	E5	154
6	E6	111
Rerata		120

**Pasang Surut**

Pengambilan sampel MPT pada Perairan Laguna Pekalongan dilakukan pada tanggal 19 Juni 2022 pukul 10.00 – 15.00 WIB. Pengambilan sampel dilakukan ketika perairan berada pada kondisi pasang menuju surut. Gambar 3. menunjukkan grafik ketinggian muka air berdasarkan *Mean Sea Level (MSL)*. Pengolahan data angin ditampilkan melalui *windrose* Gambar 4. dari data tersebut dapat diketahui bahwa arah angin berada pada arah barat dan utara. Sedangkan, untuk kecepatan angin rerata berkisar pada nilai 0.5 s/d 2.1 m/s. Variabilitas angin dipengaruhi oleh pengambilan data yang dilakukan pada Musim Timur, tepatnya pada Bulan Juni 2022.

**Parameter Pendukung Oseanografi**

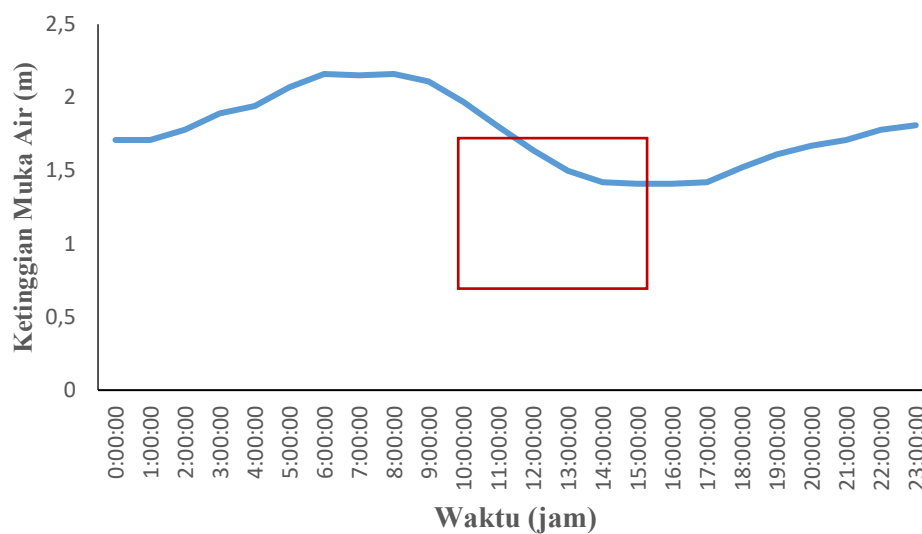
Data pendukung lapangan berupa parameter kualitas air diambil secara *in-situ*. Data tersebut juga langsung diketahui nilai atau kadarnya ketika pengambilan dilakukan di lapangan. Data yang diambil memiliki pengaruh baik terhadap sebaran maupun kandungan konsentrasi MPT.



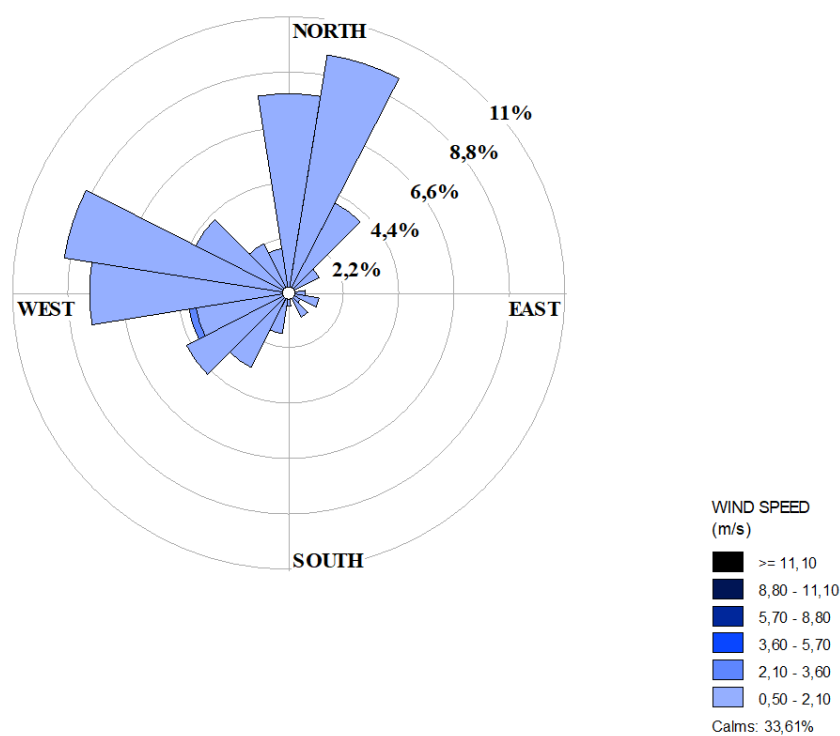
**Gambar 2.** Peta pola arus dan konsentrasi

**Tabel 2.** Tabel Hasil Parameter Oseanografi

Nama	Suhu (°C)	Salinitas (ppm)	DO (mg/L)	pH	Kedalaman (m)	Kecerahan (m)	Kekeruhan (NTU)
E1	29	25	8	8	1.7	0.7	2
E2	28	22	9	8	2.8	0.8	2
E3	25	20	12	8	1.1	0.9	5
E4	27	15	8	8	2.9	0.5	6
E5	28	18	8	7	0.6	0.6	6
E6	26	20	11	7	2.4	0.4	4



Gambar 3. Grafik Pasang Surut



Gambar 4. Hasil plot windrose di Perairan Laguna Pekalongan, 19 Juni 2022

Kandungan MPT berdasar Tabel 1, menunjukkan bahwa nilai konsentrasi MPT berada pada kisaran 64 s/d 165 mg/L. Nilai rerata yang di dapat sebesar 120 mg/L. Nilai kandungan tertinggi berada pada stasiun e4 dan di susul pada stasiun e5, dengan nilai tiap stasiun yakni sebesar 165 mg/L dan 154 mg/L. Nilai terendah berada pada stasiun e1 dengan nilai kandungan sebesar 64 mg/L. Kandungan MPT pada stasiun e1 diduga terkait dengan sumber atau masukan MPT yang rendah, hal tersebut karena stasiun berada pada lokasi yang jauh dari muara maupun pertemuan arus dan data yang diambil ketika sedang surut. Hal ini sesuai dengan pendapat Handoyo *et. al.*, (2020) yang menyatakan, bahwa kandungan MPT ketika surut umumnya memiliki nilai yang rendah karena air yang mengalir relatif tenang ataupun tidak banyak mendapat pengaruh energi dari

arus. Sehingga ketika surut, persebaran dari MPT tersebut konvergen atau berkumpul dan memusat. Stasiun e4 memiliki nilai tertinggi karena pengaruh kontur wilayah yang berada pada cekungan dua endapan lahan yang tidak tergenang air ketika surut dan stasiun e4 berupa wilayah gosong pasir. Stasiun e4 juga mendapat pengaruh dari turbulensi arus pasang surut. Sebaran material padatan tersuspensi dapat dipengaruhi oleh gerusan sedimen karena gelombang dari arus sejajar pantai (*longshore current*) yang kemudian tertahan dan terangkut ke daerah lainnya (Zhao *et. al.*, 2022).

Berdasar pengolahan *overlay* peta yang ditunjukkan Gambar 2. menggambarkan bahwa, nilai kecepatan arus pasang surut yang didapat beragam. Nilai kecepatan arus pada kondisi pasang menuju surut didapat sebesar 0.03014 m/s. Nilai kecepatan arus pada kondisi pasang di dapat sebesar 0.48996 m/s. Nilai kecepatan arus ketika surut di dapat sebesar 0.00119 m/s. Sesuai dengan kondisi ketika pengambilan sampel, diketahui bahwa kondisi pasang surut dimulai ketika pasang dan berakhir pada kondisi surut. Kondisi pasang surut berpengaruh terhadap titik lokasi pengambilan sampel. Hal tersebut juga diperkuat oleh Adriono *et. al.*, (2021), bahwa ketika periode pasang, arus mampu mendorong MPT dari lepas pantai menuju kembali ke daratan, serta kondisi pasang tersebut disertai dengan membawa partikel anorganik dari lautan yang melayang di kolom perairan. Kecepatan arus tersebut juga mendapat pengaruh dari angin. Nilai angin pada bulan Juni merupakan nilai angin tertinggi akibat pengaruh musim timur yang mana nilai anginnya lebih tinggi daripada musim lainnya. Tenaga angin berdampak terhadap arus permukaan sekitar 2% dari kecepatan angin itu sendiri dan akan berkurang seiring dengan bertambahnya kedalaman (Oktavia *et. al.*, 2018). Besaran nilai kecepatan dan arah arus ketika musim timur telah mempengaruhi kecepatan serta arah arus pasang surut. Hal tersebut terjadi saat kondisi pasang ataupun surut, ketika dalam periode pasang maka nilai kecepatan angin dapat menunjang peningkatan gelombang dan arus yang lebih besar. Sehingga terjadi peningkatan distribusi pasang surut.

Penelitian yang dilakukan pada 6 stasiun diperoleh nilai kedalaman yang relatif rendah Tabel 2, keseluruhan stasiun penelitian tersebut diketahui tidak mencapai kedalaman 3 meter. Nilai kedalaman yang lebih dangkal atau kecil mampu berkaitan terhadap tinggi-rendahnya kekeruhan. Menurut Utama *et. al.*, (2021), kedalaman berpengaruh terhadap nilai kandungan MPT. Stasiun e6 memiliki kedalaman yang relatif dalam dan nilai kekeruhan yang cukup tinggi sehingga didapati nilai yang mendekati rata-rata dari perairan laguna, yakni 119 mg/L. Hal tersebut juga terdapat pada stasiun e3 yang memiliki kedalaman yang relatif dangkal, namun memiliki nilai kekeruhan yang cukup besar. Kekeruhan pada stasiun e3 disebabkan karena stasiun tersebut merupakan lokasi pusat penanaman mangrove, selain itu lokasi tersebut berdekatan dengan tempat bersandarnya para nelayan dan jalur kapal dari daratan menuju ke laut lepas. Oleh karenanya, kapal-kapal yang melewati akan menciptakan turbulensi arus yang mampu membawa material yang terendap di dasar perairan dan membuat material tersebut terdapat pada kolom perairan.

## KESIMPULAN

Material Padatan Tersuspensi di Laguna Perairan Pekalongan menunjukkan bahwa sirkulasi arus pasang surut menjadi salah satu faktor yang dapat mempengaruhi sebaran dan kandungan MPT. Selain kecepatan dan pola arus pasang surut nilai MPT juga dipengaruhi oleh bentuk kontur lokasi pengambilan sampel. Stasiun e4 dengan nilai tertinggi yakni sebesar 165 mg/L dan stasiun e1 sebagai stasiun dengan nilai MPT terendah sebesar 64 mg/L. Faktor yang mempengaruhi lainnya diakibatkan oleh pengaruh presipitasi hujan yang membawa sumber aktivitas antropogenik / buangan dari industri sekitar, serta kedalaman dan jenis sedimen dasar Perairan Laguna Pekalongan yang memiliki pengaruh cukup signifikan terhadap nilai kandungan MPT. Hasil tersebut menunjukkan bahwa nilai rerata MPT pada Perairan Laguna Pekalongan tinggi, dengan nilai sebesar 120 mg/L. Nilai rerata MPT tinggi diakibatkan lokasi dan faktor hidrodinamik yang terjadi sewaktu pengambilan sampel yang terdapat di perairan laguna.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adriono F. H., M. Zainuri, M. Helmi, B. Rochaddi, dan S. Widada. 2021. Distribusi Material Padatan Tersuspensi Di Perairan Sungai Jajar, Kabupaten Demak. *Buletin Oseanografi Marina* Vol. 3, No: 344–53. <https://doi.org/https://doi.org/10.14710/ijoce.v3i4.11862>.
- Chester, R. 1990. *Marine Geochemistry*. Unwin Hyman Ltd, London
- Dihkan, M., Karsli, F., Guneroglu, A., (2011). Mapping Total Suspended Matter Concentrations in the Black Sea using Landsat TM Multispectral Satellite Imagery. *Fresenius Environmental Bulletin*, 20,

262–269.

- Indrayanti, E., L. Maslukah, M. Astariningrum dan M. Zainuri. 2022. Impact of Nutrients dan Suspended Particulate Matter on Phytoplankton Chlorophyll-a Biomass, in the Estuary of Kendal, Indonesia. *Ecological Engineering dan Environmental Technology*, 23(4): 212–18. <https://doi.org/10.12912/27197050/150635>.
- Kartika, F. D. S., M. Helmi, dan Amirudin. 2019. Meta-Analysis of Community's Adaptation Pattern with Tidal Flood in Pekalongan City, Central Java, Indonesia. *E3S Web of Conferences* 125 (2019): 1–4. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201912509001>.
- Kim, Y. H., Im, J., Ha, H. K., Choi, J.K., & Ha, S. (2014). Machine Learning Approaches to Coastal Water Quality Monitoring Using GOCI Satellite Data *GIScience & Remote Sensing*, 51, 158-174, <https://doi.org/10.1080/15481603.2014.900983>.
- Miftakhudin, S. 2021. Strategi Penanganan Banjir Rob Kota Pekalongan. *Jurnal Litbang Kota Pekalongan* 20 (1): 29–38. <https://doi.org/10.54911/litbang.v20i.142>.
- Marfai M. A., H. Wijayanti, A. Triyanti, W. Riasasi. 2021. Pengurangan Risiko Bencana Berbasis Ekosistem Di Pesisir Utara Jawa Tengah. Yogyakarta: *Gadjah Mada University Press*.
- Oktavia, Y., J. Pratama, dan Apriansyah. 2018. Estimasi Arus Laut Permukaan Yang Dibangkitkan Oleh Angin Di Perairan Indonesia. *Prisma Fisika* VI (1): 1–8.
- Puspitasari, R. & Purbonegoro, T. (2016). Ecological Assessment In Semarang Coastal Area Based on Sediment Bioassay Approach Using Green Mussel Larvae. *Ilmu Kelautan –Indonesian Journal of Marine Sciences*, 21 (4), 185–190
- Utama, I M. R. Puja, L. Maslukah, dan S. Y. Wulandari. 2021. Sebaran Konsentrasi Material Padatan Tersuspensi Dan Fosfat Di Perairan Semarang, Jawa Tengah. *Journal of Marine Research* 10 (1): 89–96. <https://doi.org/10.14710/jmr.v10i1.28533>.
- Zainuri, M., M. Helmi, M. G. A. Novita, H. P. Kusumaningrum, dan M. Koch. 2022. Improved Performance of Geospatial Model to Access the Tidal Flood Impact on Land Use by Evaluating Sea Level Rise and Land Subsidence Parameters. *Journal of Ecological Engineering* 23 (2): 1–11. <https://doi.org/10.12911/22998993/144785>.