

Dinamika dan Strategi Penanggulangan Sampah Plastik Laut

Pendekatan Pemodelan dan Simulasi



ISBN : 978-602-5595-87-5

ENGKI ANDRI KISNARTI

Kosongkan (balik cover)

Dinamika dan Strategi Penanggulangan Sampah Plastik Laut: Pendekatan Pemodelan dan Simulasi

Engki Andri Kisnarti



Hang Tuah University Press
2025

Dinamika dan Strategi Penanggulangan Sampah Plastik Laut: Pendekatan Pemodelan dan Simulasi

ISBN: 978-602-5595-87-5

Hak Cipta 2025 pada Penulis

Hak penerbitan pada HANG TUAH UNIVERSITY PRESS.

Bagi mereka yang ingin memperbanyak sebagian isi buku ini dalam bentuk atau cara apapun harus mendapatkan izin tertulis dari penulis dan penerbit HANG TUAH UNIVERSITY PRESS.

Penulis:

Engki Andri Kisnarti

Editor:

Sinung Widiyanto

Desain sampul:

Iradiratu Diah Prahmana Karyatanti



Penerbit:

HANG TUAH UNIVERSITY PRESS

Jl. Arif Rahman Hakim 150, Sukolilo, Surabaya Telp. (031) 5946261

E-mail: uht.press@hangtuah.ac.id

Anggota IKAPI

Hak Cipta dilindungi Undang-undang

All Right Reserved

Cetakan I, _____ 2025

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya sehingga buku ini, "Dinamika dan Strategi Penanggulangan Sampah Plastik Laut: Pendekatan Pemodelan dan Simulasi", dapat disusun dan diselesaikan dengan baik.

Sampah plastik laut merupakan salah satu permasalahan lingkungan yang semakin mendapat perhatian di berbagai belahan dunia, termasuk di Indonesia. Perairan Indonesia yang luas dan strategis telah menjadi titik kritis bagi akumulasi sampah laut, yang berdampak buruk terhadap ekosistem, sektor perikanan, pariwisata, hingga kesehatan manusia.

Buku ini disusun sebagai bentuk kontribusi dalam menjawab tantangan tersebut melalui pendekatan ilmiah. Dengan menggabungkan data lapangan, studi literatur, dan pemodelan numerik, kami mencoba menyajikan gambaran utuh mengenai dinamika pergerakan sampah plastik di laut, serta strategi yang dapat diambil untuk menanggulangnya secara efektif.

Harapan kami, buku ini dapat menjadi referensi yang berguna bagi para peneliti, mahasiswa, pengambil kebijakan, serta masyarakat umum yang peduli terhadap isu lingkungan laut. Semoga buku ini juga dapat mendorong lahirnya kebijakan dan tindakan nyata dalam upaya menjaga kelestarian laut Indonesia.

Kami menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penyusunan buku ini. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat kami harapkan untuk penyempurnaan di masa yang akan datang.

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR.....	vii
BAB 1 DINAMIKA SAMPAH LAUT	
Pendahuluan	1
Kebijakan dan Strategi Penanggulangan Sampah Laut di Indonesia.....	3
Dinamika Penyebaran Sampah Laut di Perairan Indonesia.....	6
Model Pemantauan dan Prediksi Sampah Laut	9
BAB 2 POLA PERGERAKAN SAMPAH PLASTIK	
Sampah Laut.....	13
Distribusi Global Sampah Plastik.....	16
Penyebaran Sampah Plastik.....	17
Studi Literatur.....	26
BAB 3 PEMODELAN SAMPAH LAUT	
Model Pergerakan Arus Laut.....	31
Simulasi Prediksi Pergerakan Sampah Plastik	33
Visualisasi Proses Pemodelan	34
BAB 4 SIMULASI MODEL	
Verifikasi Model Hidrodinamika dan Lintasan	39
Simulasi Model Hidrodinamika	44
Simulasi Model Lintasan	47
Simulasi Model Lintasan Beda Mundur	50

BAB 5 HASIL MODEL SIMULASI

Verifikasi Model Hidrodinamika dan Lintasan	57
Hasil Simulasi Model Hidrodinamika	64
Prediksi Distribusi Sampah Plastik.....	70
Hasil Simulasi Model Lintasan Beda Mundur (<i>Backward Model</i>).....	108
Strategi Penanganan Sampah Laut	118
DAFTAR PUSTAKA	121
GLOSARIUM	133
BIOGRAFI PENULIS.....	137

DAFTAR TABEL

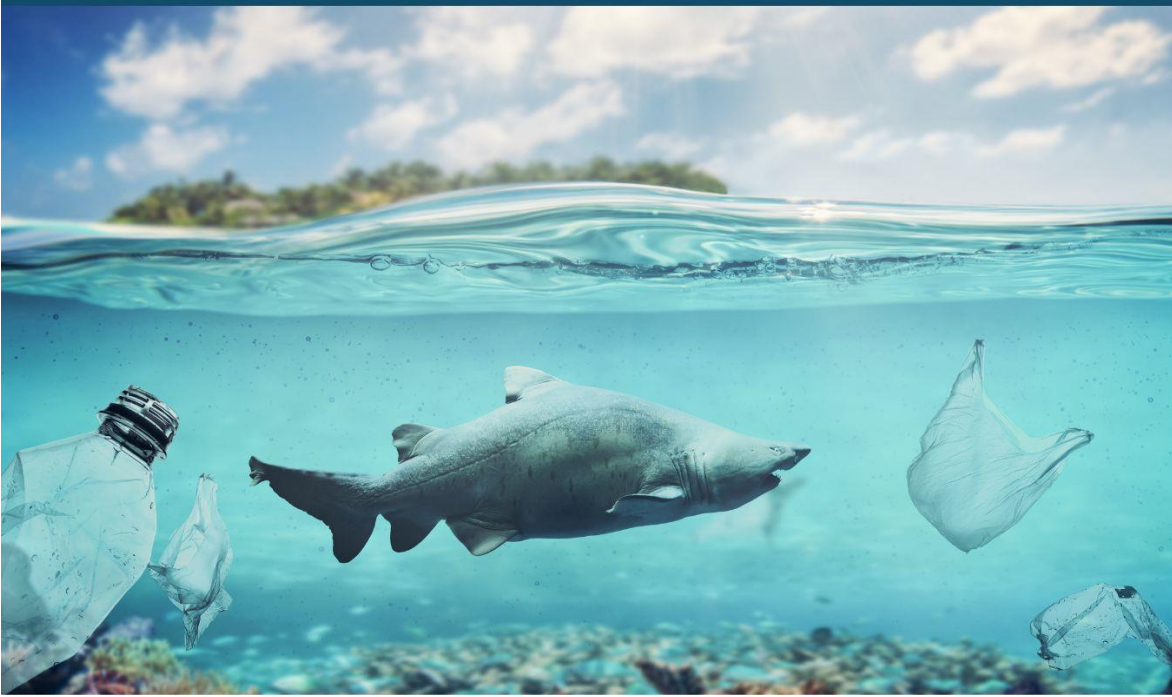
Tabel 1.	Densitas Plastik di laut (Andrady, 2011 dalam GESAMP, 2015)	15
Tabel 2.	Data untuk simulasi model hidrodinamika.	40
Tabel 3.	Setting model HAMSOM	41
Tabel 4.	Data untuk simulasi model lintasan.	42
Tabel 5.	Data verifikasi model.....	43
Tabel 6.	Skenario simulasi model lintasan.....	52
Tabel 7.	Lokasi, berat sampah plastik, dan asumsi jumlah partikel untuk Skenario 1.....	53
Tabel 8.	Lokasi, berat sampah, dan asumsi jumlah partikel di enam negara Skenario 2.	56
Tabel 9.	Presentase partikel setiap bulan selama satu tahun (2013) di Indonesia.	78
Tabel 10.	Persentase partikel selama satu tahun (2013) di Indonesia.	82
Tabel 11.	Presentase partikel selama satu tahun (2013) di pesisir Vietnam.	88
Tabel 12.	Presentase partikel selama satu tahun (2013) di pesisir Filipina.	93
Tabel 13.	Presentase partikel selama satu tahun (2013) di pesisir Thailand.....	98
Tabel 14.	Presentase partikel selama satu tahun (2013) di pesisir Malaysia.	103

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Kondisi partikel: a. stabil, b. Tidak stabil, c. netral.	19
Gambar 2.	Profil densitas air secara vertikal: a. stabil, b. tidak stabil, c. netral.....	19
Gambar 3.	Profil temperatur (T), densitas (σ_t), dan frekuensi Brunt-Väisälä (N)	21
Gambar 4.	Peta jalur Arlindo.....	23
Gambar 5.	Lokasi penelitian di perairan Indonesia.	39
Gambar 6.	Desain survei sampah di pantai.	41
Gambar 7.	Tampilan marinetraffic	43
Gambar 8.	Pergerakan partikel akibat adanya proses adveksi	48
Gambar 9.	Lokasi awal partikel dalam simulasi lintasan untuk Skenario 1.	54
Gambar 10.	Lokasi awal partikel dalam simulasi lintasan untuk Skenario 2.	55
Gambar 11.	Lokasi awal partikel dalam simulasi untuk Skenario 3.	55
Gambar 12.	Profil densitas lastic di timur Selat Makassar....	58
Gambar 13.	Oscillation (ENSO).....	59
Gambar 14.	Profil sigma-t vertikal di Selat Lombok.	60
Gambar 15.	Arus permukaan (0-6 m) hasil simulasi model hidrodinamika	61
Gambar 16.	Kecepatan arus hasil simulasi model hidrodinamika	62
Gambar 17.	Verifikasi.	63
Gambar 18.	Hasil simulasi densitas permukaan.....	65
Gambar 19.	N^2 di kedalaman 11 m pada bulan.	65
Gambar 20.	Kedalaman maksimum N^2	67

Gambar 21.	Nilai maksimum N^2 di kedalaman 75–100.....	67
Gambar 22.	Kedalaman rata-rata tahunan maksimum N^2 di tropis.....	68
Gambar 23.	Pola arus permukaan hasil simulasi.....	69
Gambar 24.	Hasil simulasi model lintasan Februari 2013. ...	72
Gambar 25.	Hasil simulasi model lintasan Mei 2013.	73
Gambar 26.	Hasil simulasi model lintasan Agustus 2013.....	74
Gambar 27.	Hasil simulasi model lintasan bulan November 2013.	76
Gambar 28.	Hasil simulasi model lintasan selama satu tahun (2013).	80
Gambar 29.	Hasil simulasi model lintasan selama satu tahun (2013).	84
Gambar 30.	Distribusi partikel dengan sumber sampah berasal	86
Gambar 31.	Hasil simulasi model lintasan untuk distribusi partikel.....	90
Gambar 32.	Distribusi partikel dengan sumber di pesisir Filipina.....	91
Gambar 33.	Hasil simulasi lintasan (a) Zamboanga dan (b) Don Marcelino.....	95
Gambar 34.	Hasil simulasi model lintasan di pesisir Thailand.....	96
Gambar 35.	Hasil simulasi lintasan (a) Chumpon dan (b) Prachuap Khiri Khan.....	100
Gambar 36.	Hasil simulasi model lintasan di pesisir Malaysia.	101
Gambar 37.	Hasil simulasi lintasan (a) Mallaca dan (b) Serawak.	105
Gambar 38.	Hasil simulasi model lintasan Australia.	106
Gambar 39.	Hasil simulasi model lintasan berasal dari enam negara.	107
Gambar 40.	Pola arus bulan Agustus 2019	109

Gambar 41.	(a) Pola arus bulan Februari 2013 dan (b) hasil model lintasan.....	110
Gambar 42.	Jenis kapal yang beraktivitas di sekitar Pulau Barranglombo	111
Gambar43.	Kondisi sampah yang ada di pantai Pulau Barranglombo.	111
Gambar 44.	Pola arus tanggal 3 September–3 Agustus 2013 di Cirebon.	113
Gambar 45.	Jenis kapal yang beraktivitas di sekitar Cirebon-Semarang	114
Gambar 47.	Pola arus bulan.....	115
Gambar 48.	Hasil model lintasan (backward) di Pantai Kuta, Bali.....	116
Gambar 49.	Jenis kapal yang beraktivitas di Samudra Hindia.	117
Gambar 50.	Pengembangan teknologi pengelolaan sampah:	120
Gambar 51.	(a) Kapal pembersih sampah dan (b) proses kerja alat.	120



"Cintailah lautmu seperti engkau menjaga napasmu; karena laut bukan hanya batas cakrawala, tapi sumber kehidupan yang harus kita jaga dari sampah."



SINOPSIS

Sampah plastik di laut telah menjadi ancaman serius bagi ekosistem laut dan kehidupan manusia. Indonesia, sebagai negara kepulauan dengan garis pantai terpanjang kedua di dunia, menjadi salah satu titik krusial dalam dinamika pergerakan dan akumulasi sampah laut. Buku ini hadir sebagai respon ilmiah atas kompleksitas persoalan tersebut dengan mengusung pendekatan berbasis pemodelan dan simulasi.

Melalui kajian menyeluruh, buku ini mengupas dinamika penyebaran sampah plastik di perairan Indonesia, mulai dari sumber dan pola pergerakannya, distribusi secara regional maupun global, hingga bagaimana arus laut memengaruhi lintasan sampah. Data empiris dan simulasi berbasis model hidrodinamika digunakan untuk memprediksi sebaran sampah dan mengevaluasi efektivitas strategi penanggulangan.

Setiap bab dirancang untuk memberikan pemahaman yang mendalam, mulai dari kerangka kebijakan nasional, studi literatur global, hingga visualisasi hasil simulasi pergerakan sampah plastik secara dinamis. Dilengkapi dengan prediksi distribusi jangka panjang serta skenario penanganan, buku ini menjadi panduan penting bagi peneliti, akademisi, pembuat kebijakan, dan pegiat lingkungan.

Dengan pendekatan yang ilmiah dan aplikatif, buku ini membuka perspektif baru dalam menangani isu sampah laut secara terpadu dan berkelanjutan, sekaligus memperkuat peran data dan teknologi dalam menjaga kelestarian ekosistem laut Indonesia.

ISBN 978-602-5595-87-5



9

786025

595875

Penerbit:

HANG TUAH UNIVERSITY PRESS

E-mail: uht.press@hangtuah.ac.id

Anggota IKAPI

