

PEMODELAN DISPERSI AIR BAHANG (*THERMAL PLUME*) DAN RESPONS STRUKTUR KOMUNITAS PLANKTON DI PERAIRAN PESISIR LOMBOK

ASHA AULIA ZAHARA



**PROGRAM MAGISTER ILMU KELAUTAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Pemodelan Dispersi Air Bahang (*Thermal Plume*) dan Respons Struktur Komunitas Plankton di Perairan Pesisir Lombok” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir tesis ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juli 2026

Asha Aulia Zahara
C5501241005



RINGKASAN

ASHA AULIA ZAHARA. Pemodelan Dispersi Air Bahang (*Thermal Plume*) dan Respons Struktur Komunitas Plankton di Perairan Pesisir Lombok. Dibimbing oleh I WAYAN NURJAYA, DIETRIECH GEOFFREY BENGEN, dan NYOMAN METTA N. NATIH.

Pembuangan air pendingin dari pembangkit listrik pesisir dapat membentuk *thermal plume* yang mengubah kondisi termal perairan penerima. Perubahan suhu, meskipun bersifat lokal, berpotensi memengaruhi kualitas perairan dan struktur komunitas plankton sebagai komponen dasar jejaring makanan pelagik. Penelitian ini bertujuan menganalisis pola dispersi *thermal plume*, mengevaluasi struktur komunitas plankton, serta menilai keterkaitan eksploratif antara sebaran panas, kualitas perairan, dan komunitas plankton di perairan pesisir Lombok. Penelitian menggunakan data sekunder hasil pemantauan lingkungan Mei 2025 dan pemodelan numerik dua dimensi menggunakan MIKE 21. Data meliputi batimetri, pasang surut, arus, angin, kualitas perairan, dan komposisi plankton pada empat titik pantau. Simulasi dilakukan pada 1–15 Mei 2025 dengan debit *outlet* 4,32 m³/s, suhu ambien 30 °C, dan suhu *outlet* 36 °C. Struktur komunitas plankton dianalisis menggunakan indeks kelimpahan, keanekaragaman Shannon-Wiener, keseragaman, dan dominansi, sedangkan hubungan antarparameter dianalisis menggunakan korelasi Spearman dan Analisis Korespondensi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pasang surut bertipe campuran condong harian ganda (Formzahl 0,327) dengan tunggang pasut sekitar 2,28 m. Arus permukaan berkisar 0,1–0,3 m/s dan menjadi mekanisme utama adveksi panas. *Thermal plume* memanjang sejajar garis pantai, dengan suhu tertinggi terkonsentrasi di sekitar *outfall* dan menurun ke arah perairan terbuka. Kelas suhu 30–30,5 °C mendominasi luasan model, sedangkan area bersuhu >31,5 °C terbatas (<1 km²) di sekitar sumber buangan, menunjukkan bahwa zona panas tinggi bersifat lokal.

Kualitas perairan menunjukkan suhu 30,1–31,6 °C, salinitas 30,1–30,2‰, pH 7,62–8,27, DO 4–5 mg/L, BOD₅ 3–6 mg/L, TSS 2,5–6 mg/L, amonia 0,02–0,20 mg/L, nitrat 0,02–0,38 mg/L, dan ortofosfat 0,01–0,04 mg/L. Struktur komunitas plankton relatif stabil (*H'* 1,93–2,21; *E* 0,86–0,96; *D* 0,12–0,17) dan didominasi Bacillariophyceae, terutama *Chaetoceros* sp., sedangkan TP3 berasosiasi dengan diatom yang responsif terhadap nutrisi. Analisis Spearman menunjukkan bahwa suhu tidak berkorelasi langsung dengan keanekaragaman, tetapi memiliki kecenderungan hubungan kuat dengan keseragaman. Mengingat jumlah titik pantau terbatas, hasil statistik diperlakukan sebagai indikasi ekologis awal. Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa *thermal plume* masih berdampak lokal dan belum menjadi faktor dominan yang mengubah struktur komunitas plankton. Variasi komunitas plankton lebih dipengaruhi oleh interaksi kondisi termal, nutrisi, beban organik, dan dinamika hidrodinamika dibandingkan oleh peningkatan suhu semata.

Kata Kunci: air bahang, hidrodinamika, kualitas perairan, plankton, *thermal plume*.

SUMMARY

ASHA AULIA ZAHARA. Modeling *Thermal Plume* Dispersion and Responses of Plankton Community Structure in the Coastal Waters of Lombok. Supervised by I WAYAN NURJAYA, DIETRICH GEOFFREY BENGEN, and NYOMAN METTA N. NATIH.

Cooling-water discharge from coastal power plants may generate thermal plumes that alter the thermal condition of receiving waters. Although spatially localized, these temperature anomalies may influence water quality and plankton communities as the foundation of the pelagic food web. This study aimed to analyze the dispersion pattern of a thermal plume, evaluate plankton community structure, and assess the exploratory relationship among heat dispersion, water quality, and plankton communities in the coastal waters of Lombok. The study used secondary environmental monitoring data collected in May 2025 and two-dimensional numerical modeling using MIKE 21. Simulations were conducted from 1 to 15 May 2025 using a discharge rate of 4,32 m³/s, an ambient seawater temperature of 30 °C, and an outlet temperature of 36 °C. Plankton community structure was evaluated using abundance, Shannon–Wiener diversity, evenness, and dominance indices, while relationships among variables were explored using Spearman rank correlation and Correspondence Analysis.

The results showed that the study area was characterized by mixed mainly semidiurnal tides, with a Formzahl value of 0,327 and a tidal range of approximately 2,28 m. Surface current velocity ranged from 0,1 to 0,3 m/s and served as the primary mechanism for heat advection. The thermal plume extended parallel to the coastline, with the highest temperatures concentrated near the outfall and decreasing toward offshore waters. The 30–30,5 °C temperature class dominated the modeled area, whereas areas warmer than 31,5 °C were generally <1 km² and confined to the vicinity of the discharge point, indicating that elevated-temperature zones remained localized.

Water quality ranged from 30,1–31,6 °C for temperature, 30,1–30,2‰ for salinity, 7,62–8,27 for pH, 4–5 mg/L for dissolved oxygen, 3–6 mg/L for BOD₅, 2,5–6 mg/L for TSS, 0,02–0,20 mg/L for ammonia, 0,02–0,38 mg/L for nitrate, and 0,01–0,04 mg/L for orthophosphate. The plankton community remained relatively stable (Shannon–Wiener diversity 1,93–2,21, evenness 0,86–0,96, and dominance 0,12–0,17) and was dominated by Bacillariophyceae, particularly *Chaetoceros* sp., while TP3 was associated with nutrient-responsive diatom taxa. Spearman analysis indicated no direct relationship between temperature and diversity but suggested a strong tendency toward an association with evenness. Given the limited number of monitoring stations, these statistical results should be interpreted as preliminary ecological evidence. Overall, the findings indicate that the thermal plume remained localized and was not the dominant factor shaping plankton community structure during the study period. Instead, plankton community variation was more strongly influenced by the combined effects of thermal conditions, nutrient availability, organic loading, and local hydrodynamic processes than by temperature alone.

Keywords: coastal waters, hydrodynamics, plankton, thermal plume, water quality.



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.



PEMODELAN DISPERSI AIR BAHANG (*THERMAL PLUME*) DAN RESPONS STRUKTUR KOMUNITAS PLANKTON DI PERAIRAN PESISIR LOMBOK

ASHA AULIA ZAHARA

Tesis
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister pada
Program Studi Ilmu Kelautan

**PROGRAM MAGISTER ILMU KELAUTAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Tim Penguji pada Ujian Tesis:
1 Dr. Rastina, S.T., M.T.
2 Dr. Ir. Yuli Naulita, M.Si.



IPB University
— Bogor Indonesia —

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Judul Tesis : Pemodelan Dispersi Air Bahang (*Thermal Plume*) dan Respons Struktur Komunitas Plankton di Perairan Pesisir Lombok

Nama : Asha Aulia Zahara

NIM : C5501241005

Disetujui oleh:

Pembimbing 1:
Dr. Ir. I Wayan Nurjaya, M.Sc.

Pembimbing 2:
Prof. Dr. Ir. Dietrich Geoffrey Bengen, DEA

Pembimbing 3:
Dr. Ir. Nyoman Metta N. Natih, M.Si.

Diketahui oleh:

Ketua Program Studi
Prof. Dr. Ir. Neviaty Putri Zamani, M.Sc.
NIP. 196410141988032001

Dekan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan:
Dr. Beginer Subhan, S.Pi. M.Si.
NIP. 198001182005011003

Tanggal Ujian: 6 Juli 2026

Tanggal Lulus:



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PRAKATA

Puji dan syukur saya panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga saya dapat menyelesaikan penelitian tesis ini yang berjudul "Pemodelan Dispersi Air Bahang (*Thermal Plume*) dan Respons Struktur Komunitas Plankton di Perairan Pesisir Lombok". Tesis ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Sains pada Program Studi Ilmu Kelautan, Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.

Penulis persembahkan karya terbaik kepada kedua orang tua tercinta, Ayahanda Suriadi, S.P., M.Pd. dan Ibunda Baiq Nilawati, S.Ag., yang senantiasa menjadi sumber kekuatan terbesar dalam kehidupan penulis. Terima kasih atas kasih sayang, doa yang tidak pernah putus, dukungan moral maupun material, pengorbanan, serta kepercayaan yang selalu diberikan kepada penulis untuk terus melanjutkan pendidikan hingga jenjang magister. Tidak ada pencapaian dalam tesis ini yang dapat terwujud tanpa ridha dan doa dari kedua orang tua. Adik-adik tercinta, Nabila Lutfia Zahara, Humayra Attila Azzahra, dan Imaduddin Abdullah Fajri serta untuk kucing penulis yang bernama Icing, yang selalu memberikan semangat dan doa kepada penulis. Penulis hanya bisa meminta maaf bahwa jenjang Magister ini tidak bisa menerima Beasiswa untuk memenuhi kebutuhan studi seperti pada saat jenjang Sarjana.

Penyusunan tesis ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, dukungan, dan doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Ir. I Wayan Nurjaya, M.Sc. selaku Ketua Komisi Pembimbing yang telah memberikan arahan, bimbingan, masukan, serta motivasi selama proses penelitian dan penyusunan tesis ini. Penulis ucapkan terima kasih sebagai “orang tua kedua” di rantauan Bogor ini yang selalu memberikan solusi ketika penulis takut melakukan kesalahan dalam penulisan tugas akhir.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Dietrich Geoffrey Bengen, DEA. selaku Anggota Komisi Pembimbing yang telah memberikan saran, ilmu pengetahuan, kritik yang membangun, serta berbagai masukan berharga dalam penyempurnaan tesis ini. Penulis ucapkan terima kasih atas segala ilmu, suasana kelas yang asik serta pengalaman bisa diajarkan langsung oleh salah satu orang terkenal di IPB.
3. Bapak Dr. Ir. Nyoman Metta N. Natih, M.Si. selaku anggota komisi pembimbing yang telah memberikan arahan, motivasi, serta berbagai masukan yang sangat membantu dalam penyempurnaan penelitian dan penulisan tesis ini. Penulis ucapkan terima kasih sebagai penyemangat di kala penulis merasa kesulitan menyelesaikan tugas akhir.
4. Ibu Dr. Rastina, S.T, M.T. dan Dr. Ir. Yuli Naulita, M.Si. selaku dosen penguji luar komisi yang telah memberikan kritik, saran, dan masukan yang sangat berharga dalam penyempurnaan tesis ini sehingga menjadi lebih baik.
5. Seluruh dosen dan tenaga kependidikan Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor yang telah



memberikan ilmu, bantuan, dan pengalaman selama penulis menempuh pendidikan magister.

6. Pihak Pembangkit Listrik, dan seluruh pihak yang telah memberikan izin penelitian, akses data, informasi, serta berbagai bantuan teknis yang diperlukan selama pelaksanaan penelitian ini.
7. Sahabat-sahabat terdekat penulis: Huma, Audy, Ela, Anggun dan Eka yang selalu hadir memberikan dukungan, doa, motivasi, dan penguatan ketika penulis menghadapi berbagai tantangan selama proses penelitian maupun penyelesaian studi.
8. Rekan-rekan mahasiswa Program Studi Ilmu Kelautan Semester Ganjil 2024, teman seperjuangan mata kuliah Oseanografi Fisika, yang telah menjadi tempat berbagi ilmu, pengalaman, semangat, dan cerita selama masa perkuliahan hingga penyusunan tesis ini.
9. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah membantu, baik secara langsung maupun tidak langsung, dalam penyelesaian penelitian dan tesis ini.

Saya menyadari bahwa tesis ini masih jauh dari sempurna, sehingga saya terbuka terhadap kritik dan saran yang membangun untuk perbaikan di masa mendatang. Semoga tesis ini dapat memberikan kontribusi bagi perkembangan ilmu pengetahuan, khususnya dalam bidang Oseanografi, Ekologi Laut dan Pengelolaan lingkungan perairan.

Bogor, Juli 2026

Asha Aulia Zahara

DAFTAR ISI	
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Kerangka Pemikiran	4
II METODE	6
2.1 Waktu dan Tempat Penelitian	7
2.2 Data, Perangkat dan Sumber Informasi	7
2.3 Pemodelan Hidrodinamika dan Dispersi Panas	7
2.4 Persamaan Dasar Model	12
2.5 Analisis Data	16
2.6 Keterbatasan Penelitian	21
III HASIL DAN PEMBAHASAN	22
3.1 Kondisi Oseanografi	22
3.2 Pola Sebaran Panas (<i>Thermal Plume</i>)	24
3.3 Karakteristik Kualitas Perairan	29
3.4 Struktur Komunitas Plankton	32
3.5 Hubungan Parameter Lingkungan dengan Komunitas Plankton	38
IV SIMPULAN DAN SARAN	47
4.1 Simpulan	47
4.2 Saran	47
DAFTAR PUSTAKA	49
LAMPIRAN	54

DAFTAR TABEL

1	Data yang Digunakan dalam Penelitian Pemodelan Sebaran Air Bahang (<i>Thermal Plume</i>) di Perairan Pesisir Lombok	7
2	Parameter Skenario Pemodelan Dispersi <i>Thermal Plume</i> di Perairan Pesisir Lombok	9
3	Konfigurasi Numerik Model MIKE21 FM untuk Simulasi <i>Thermal Plume</i>	10
4	Interpretasi Kelas Suhu Berdasarkan Nilai ΔT pada Hasil Simulasi <i>Thermal Plume</i>	11
5	Klasifikasi Tipe Pasang Surut Berdasarkan Nilai Formzahl	18
6	Amplitudo dan Beda Fase Konstanta Pasang Surut di Perairan Pesisir Lombok	22
7	Luasan Area <i>Thermal Plume</i> Hasil Model Berdasarkan Kelas Suhu pada Berbagai Fase Hidrodinamika	27
8	Karakteristik Kualitas Perairan pada Lokasi Penelitian di Pesisir Lombok bulan Mei 2025	30
9	Indeks Ekologi Plankton pada Lokasi Penelitian di Perairan Pesisir Lombok bulan Mei 2025	32
10	Komposisi Spesies Plankton yang Teridentifikasi pada Lokasi Penelitian di Perairan Pesisir Lombok bulan Mei 2025	35
11	Hubungan Spearman Utama Antar Variabel Kunci pada Lokasi Penelitian di Perairan Pesisir Lombok	38
12	Nilai Eigen dan Persentase Kumulatif <i>Inertia</i> pada Analisis Korespondensi (CA) Komposisi Jenis Plankton di Setiap Titik Pengamatan	41
13	Bobot Relatif dan Koordinat Titik Pengamatan pada Dimensi F1–F3 Hasil Analisis Korespondensi (CA)	41
14	Bobot Relatif dan Koordinat Spesies Plankton pada Dimensi F1–F3 Hasil Analisis Korespondensi (CA)	42

DAFTAR GAMBAR

1	Diagram Alir Penelitian Pemodelan <i>Thermal Plume</i> dan Respon Plankton di Perairan Pesisir Lombok	5
2	Lokasi Penelitian dan Titik Pengamatan di Perairan Pesisir Lombok	6
3	Diagram Alir Tahapan Pemodelan Hidrodinamika dan Dispersi <i>Thermal Plume</i> menggunakan MIKE 21 FM	8
4	Hasil Analisis Simulasi MIKE 21 FM (a) Model Domain <i>Mesh</i> dan (b) Batimetri di Perairan Pesisir Lombok	10
5	Pola Pasang Surut selama 15 hari pada Lokasi Penelitian di Perairan Pesisir Lombok	22
6	<i>Wind Rose</i> Diagram Arah dan Kecepatan Angin pada Lokasi Penelitian di Perairan Pesisir Lombok bulan Mei 2025	23
7	Stik Plot Arus Permukaan pada Lokasi Penelitian di Perairan Pesisir Lombok bulan Mei 2025	24
8	Hasil Model Sebaran <i>Thermal Plume</i> pada a) Pasang Tertinggi (HHWL) dan b) Surut Terendah (LLWL) selama Periode Simulasi	25

9	Hasil Model Sebaran <i>Thermal Plume</i> pada a) Luas Maksimum (<i>Slack Water</i>) dan b) <i>Neap tide</i> (Perbani) selama Periode Simulasi	26
10	Distribusi Luas Area <i>Thermal Plume</i> pada berbagai Fase Hidrodinamika di Perairan Pesisir Lombok	28
11	Variasi Suhu Permukaan Laut Marine Copernicus pada Titik Grid Terdekat selama Periode Simulasi 1–15 Mei 2025	29
12	Peta Simetris Hasil Correspondence Analysis (CA) yang Menggambarkan Hubungan Asosiasi antara Komposisi Spesies Plankton dengan Stasiun Pengamatan Berdasarkan Distribusi pada Dimensi F1 dan F2 yang Menjelaskan 79,40% Keragaman Data	43

DAFTAR LAMPIRAN

1	Dokumentasi Lokasi <i>Outlet</i> Air Pendingin pada Lokasi Penelitian di Perairan Pesisir Lombok	55
2	Konfigurasi Model Numerik MIKE21 FM yang digunakan pada Simulasi <i>Thermal Plume</i>	56
3	Hasil Matriks Korelasi Spearman antar Parameter Lingkungan dan Komunitas Plankton di Perairan Pesisir Lombok	64
4	Nilai Signifikansi ($\alpha = 0.05$) Hasil Uji Korelasi Spearman Semua Parameter	67
5	Output Analisis Korespondensi (CA) menggunakan XLSTAT	68



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.