

Buku ini membahas penerapan dinamika fluida dalam pengelolaan sumber daya air, dengan fokus pada danau Tondano. Melalui pengembangan model numerik berbasis persamaan Navier-Stokes, menghasilkan model numerik dinamika air danau Tondano. Informasi dinamika air memberikan wawasan tentang kondisi badan air dan dari model numerik dapat dikembangkan untuk memahami dampak perubahan pola aliran air terhadap kualitas air dan ekosistem perairan sehingga memungkinkan simulasi berbagai skenario di masa depan, termasuk perubahan iklim dan peningkatan curah hujan.



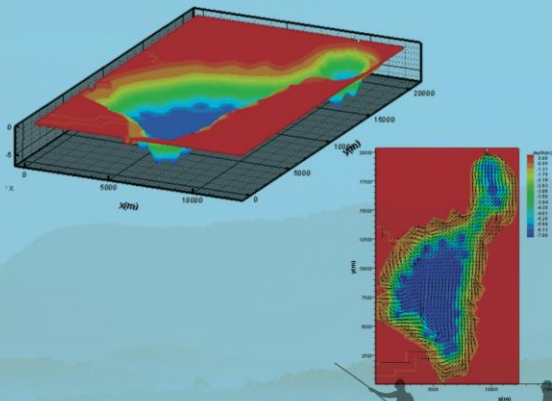
Jurusan Pendidikan Geografi
Fakultas Ilmu Sosial
Universitas Negeri Manado

Jl. Kampus UNIMA di Tondano, Kelurahan Tonsaru
Kecamatan Tondano Selatan, Kabupaten Minahasa - Sulawesi Utara
Kode Pos 95618

E-mail : pndgeografi@unima.ac.id atau
penerbit_pendidikangeografi@unima.ac.id

Website : penerbit.pgeografi.unima.ac.id

PEMODELAN DAN SIMULASI NUMERIK AIR DANAU TONDANO, MINAHASA, SULAWESI UTARA



Prof. Dr. Ing. Drs. Parabelem T. D Rompas, M.T
Made Krisnanda ST, MT



Editor: Prof. Dr. Maxi Tendeau, M.Si

Prof. Dr. Ing. Drs. Parabelem T. D Rompas, M.T
Made Krisnanda ST, MT
PEMODELAN DAN SIMULASI NUMERIK AIR DANAU TONDANO, MINAHASA, SULAWESI UTARA

PEMODELAN DAN SIMULASI NUMERIK AIR DANAU TONDANO, MINAHASA, SULAWESI UTARA

UU No 28 tahun 2014 tentang Hak Cipta

Fungsi dan sifat hak cipta Pasal 4

Hak Cipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 huruf a merupakan hak eksklusif yang terdiri atas hak moral dan hak ekonomi.

Pembatasan Perlindungan Pasal 26

Ketentuan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 23, Pasal 24, dan Pasal 25 tidak berlaku terhadap:

- i. penggunaan kutipan singkat Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait untuk pelaporan peristiwa aktual yang ditujukan hanya untuk keperluan penyediaan informasi aktual;
- ii. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk kepentingan penelitian ilmu pengetahuan;
- iii. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk keperluan pengajaran, kecuali pertunjukan dan Fonogram yang telah dilakukan Pengumuman sebagai bahan ajar; dan
- iv. penggunaan untuk kepentingan pendidikan dan pengembangan ilmu pengetahuan yang memungkinkan suatu Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait dapat digunakan tanpa izin Pelaku Pertunjukan, Produser Fonogram, atau Lembaga Penyiaran.

Sanksi Pelanggaran Pasal 113

1. Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp100.000.000 (seratus juta rupiah).
2. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

**PEMODELAN DAN SIMULASI NUMERIK
AIR DANAU TONDANO, MINAHASA,
SULAWESI UTARA**

Parabelem Tinno Dolf Rompas
Made Krisnanda



Jurusan Pendidikan Geografi
Fakultas Ilmu Sosial
Universitas Negeri Manado

**Pemodelan dan Simulasi Numerik Air Danau Tondano, Minahasa,
Sulawesi Utara**

**Penulis : Prof. Dr. Ing. Drs. Parabelem Tinno Dolf Rompas, MT.
Made Krisnanda ST, MT**

Editor : Prof. Dr. Maxi Tendean, M.Si

Huruf dan Ukuran :
Constantia (11), x + 128 , Uk: UNESCO (15,5 x 23 cm)

ISBN :
No ISBN

Cetakan Pertama :
Bulan, Tahun

Katalog dalam Terbitan (KDT)

-

Hak Cipta 2025, Pada Penulis

Isi diluar tanggung jawab percetakan

**Copyright © 2025 by Jurusan Pendidikan Geografi Fakultas Ilmu Sosial
Universitas Negeri Manado**

All Right Reserved

Hak cipta dilindungi undang-undang

Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau memperbanyak sebagian
atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari Penerbit.

**PENERBIT JURUSAN PENDIDIKAN GEOGRAFI FAKULTAS ILMU SOSIAL
UNIVERSITAS NEGERI MANADO**

Jurusan Pendidikan Geografi Lantai II Gedung Fakultas Ilmu Sosial dan Hukum
Jl. Kampus UNIMA di Tondano Kelurahan Tonsaru Kecamatan Tondano
Selatan Kabupaten Minahasa - Sulawesi Utara 95618

Telp/Faxs : (0431) 322452

Email : pendgeografi@unima.ac.id

: penerbit_pendidikangeografi@unima.ac.id

Website : penerbit.pgeografi.unima.ac.id

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kepada Tuhan Yang Maha Kuasa karena buku ini dapat diselesaikan dengan baik. Buku ini mengkaji tentang pemodelan dan simulasi numerik air danau Tondano, kabupaten Minahasa, provinsi Sulawesi Utara, Indonesia. Buku ini hadir sebagai bahan referensi bagi mahasiswa, dosen, dan masyarakat dari hasil penelitian penulis. Penyelesaian penulisan buku ini berkat bantuan dan bimbingan dari Tuhan Yang Maha Esa dan berbagai pihak, sehingga penulis mengucapkan terima kasih banyak kepada Tuhan Yang Maha Esa dan semua pihak.

Buku ini berisi tentang topologi, kecepatan arus, tinggi gelombang air, dan energi potensial air danau Tondano, kabupaten Minahasa, provinsi Sulawesi Utara melalui pemodelan dan simulasi numerik.

Penulis merasa bahwa buku ini belum sempurna, sehingga perlu kritik dan masukan dari berbagai pihak pembaca guna mendapatkan kesempurnaan buku ini. Tuhan Yang Maha Esa pasti memberi berkat bagi semua pihak yang telah membantu dan membimbing. Diharapkan buku ini dapat bermanfaat bagi pengembangan dan inovasi sains dan teknologi.

Tondano, Januari 2025

Penulis
Parabelem Tinno Dolf Rompas
Made Krisnanda

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	x
BAB 1 PENGELOLAAN DAN KUALITAS EKOSISTEM DANAU TONDANO.....	1
A. Pengelolaan dan Kualitas Ekosistem	1
BAB 2 KARAKTERISTIK DAN DINAMIKA DANAU TONDANO.....	3
A. Karakteristik dan Dinamika	3
B. Model Matematika	5
1. Persamaan Navier-Stokes	5
2. Parameter Coriolis.....	6
3. Difusi Efektif.....	7
4. Kondisi Terbatas.....	7
C. Model Numerik.....	9
1. Langkah adveksi	9
2. Langkah difusi	10
3. Langkah tekanan kontinuitas	13
4. Energi kinetik	14
BAB 3 PROSES PENGEMBANGAN NUMERIK.....	17
BAB 4 PROGRAM NUMERIK AIR DANAU TONDANO	19
A. Program Numerik Air Danau Tondano	19
B. Bathymetry Danau Tondano.....	109
C. Distribusi Kecepatan Air Danau Tondano	110
BAB 5 MODEL NUMERIK DINAMIKA AIR DANAU TONDANO....	113
DAFTAR PUSTAKA.....	116
SENARAI.....	120
INDEKS.....	124
RIWAYAT PENULIS.....	126
SINOPSIS.....	128

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1. Parameter numerik untuk uji coba simulasi 2D dan 3D..... 20

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1. Peta Lokasi Danau Tondano	3
Gambar 2. 1. Skema diagram mesh dan notasi komputasional.....	11
Gambar 3. 1. Diagram alir penelitian.....	17
Gambar 4. 1. Diagram alir pembuatan program numerik	21
Gambar 4. 2. Batrymetry Danau Tondano	110
Gambar 4. 3. Distribusi kecepatan air danau Tondano berdasarkan kedalaman air	111
Gambar 4. 4. Distribusi kecepatan air danau Tondano berdasarkan kecepatan resultan air	112



BAB 1

PENGELOLAAN DAN KUALITAS EKOSISTEM DANAU TONDANO

A. Pengelolaan dan Kualitas Ekosistem

Kriteria danau Tondano seperti mempunyai air yang cukup luas sehingga mampu menimbulkan gelombang, air cukup dalam sehingga terdapat strata suhu pada kedalaman air tersebut, dan vegetasi yang mengapung tidak cukup untuk menutupi seluruh permukaan danau. Pengelolaan danau terdiri dari konservasi, pemanfaatan, dan pengendalian daya rusak air. Danau Tondano semakin lama semakin dangkal dan vegetasi yang menutupi danau seperti eceng gondok sudah begitu banyak [1]. Juga, danau Tondano sudah mulai banyak terdapat karamba jaring apung dan sebagai tempat pembuangan akhir dari limbah-limbah yang dibawa dari sungai-sungai kecil yang mengalir ke danau. Hal itu sangat berpengaruh pada kualitas air danau Tondano yang mengakibatkan pencemaran air danau. Pada cuaca dengan curah hujan yang tinggi disertai kecepatan angin yang tinggi dapat menyebabkan air danau bergelombang [2]. Hal itu dapat diantisipasi dengan melakukan pemodelan dan simulasi numerik air danau Tondano yang mana dapat diketahui tentang topografi (termasuk pendangkalan danau), gelombang air yang terjadi, kecepatan arus air dan angin, dan energi potensial air.

Tujuan khusus pembahasan adalah untuk mendapatkan topologi, kecepatan arus, tinggi gelombang air, dan energi potensial air danau Tondano, Minahasa, Sulawesi Utara melalui pemodelan dan simulasi numerik. Studi kelayakan untuk mencapai tujuan yaitu melakukan studi analitik dan eksperimental.

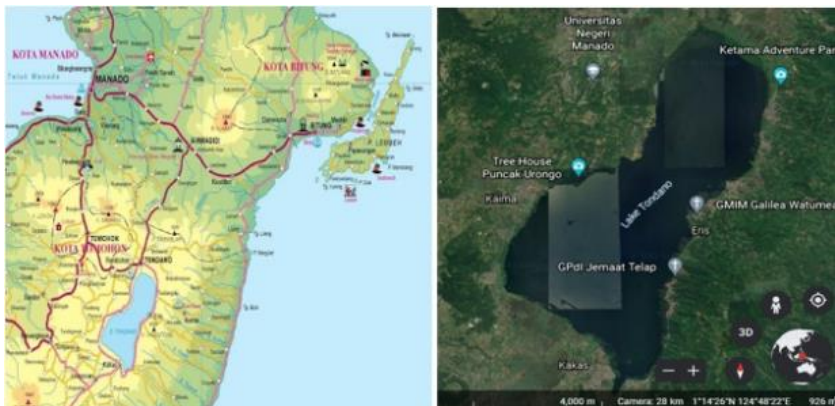
Skema atau program pembahasan ini adalah hasil skema penelitian dasar unggulan perguruan tinggi dengan topik unggulan PT (Universitas Negeri Manado) adalah pusat studi



BAB 2 KARAKTERISTIK DAN DINAMIKA DANAU TONDANO

A. Karakteristik dan Dinamika

Danau Tondano berada pada kabupaten Minahasa provinsi Sulawesi Utara, Indonesia yang terletak pada $1^{\circ}14'26''\text{N}$ dan $124^{\circ}48'22''\text{E}$ [4]. Menurut data Ditjen Sumber Daya Air Kementerian PUPR Republik Indonesia bahwa danau Tondano pada tahun 1992 mempunyai volume tampung 668,6 juta/m² dan luas wilayah sekitar 4800 hektar sehingga dalam kurun waktu 25 tahun terakhir mengalami penyusutan 184 hektar [5]. Pada tahun 2020, pekerjaan revitalisasi dilanjutkan dengan tanggul sepanjang 270 m dengan tujuan mencegah terjadinya alih fungsi dan okupasi lahan di kawasan tepi danau. Sejak tahun 2014-2019 telah dibangun tanggul sepanjang sekitar 3 Km, penataan sempadan, pembangunan cekdam sedimen hulu masuk, dan pembangunan drainase lokasi prioritas. Peta posisi danau Tondano dapat dilihat pada Gambar 1.1.

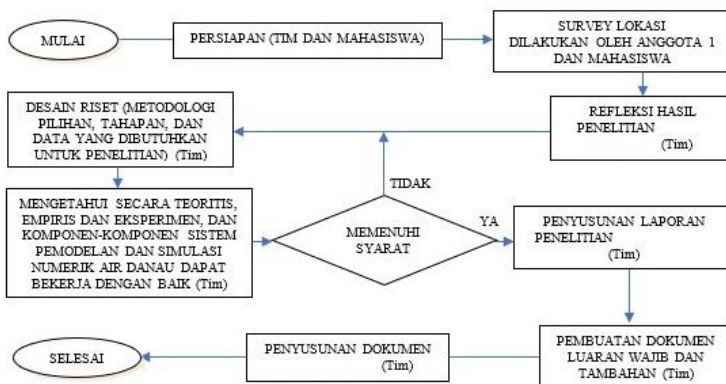


Gambar 1. 1. Peta Lokasi Danau Tondano



BAB 3 PROSES PENGEMBANGAN NUMERIK

Metode atau cara untuk mencapai tujuan penelitian dasar unggulan perguruan tinggi ini dapat dilihat pada Gambar 3. 1. yang menunjukkan diagram alir penelitian. Mula-mula tim melakukan persiapan dengan mengadakan rapat tim, melakukan persiapan alat dan bahan penelitian, dan mengurus surat-menyurat. Kemudian anggota dan mahasiswa melakukan survey lokasi. Selanjutnya, tim melakukan kajian ulang (refleksi) hasil-hasil penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti-peneliti sebelumnya. Kemudian, tim menyusun desain riset (metodologi pilihan, tahapan, dan data yang dibutuhkan untuk penelitian), selanjutnya tim melakukan analisis untuk mengetahui secara teoritis, empiris dan eksperimen komponen-komponen sistem dalam pemodelan dan simulasi numerik air danau itu dapat bekerja dengan baik. Berikut, tim melakukan uji kelayakan pemodelan dan simulasi numerik air danau (studi analitik, model/ simulasi, eksperimen), jika tidak layak maka tim melakukan penyusunan desain riset kembali, jika telah layak maka tim menyusun laporan penelitian tahun terakhir, membuat dokumen luaran wajib (buku referensi).



Gambar 3. 1. Diagram alir penelitian



BAB 4

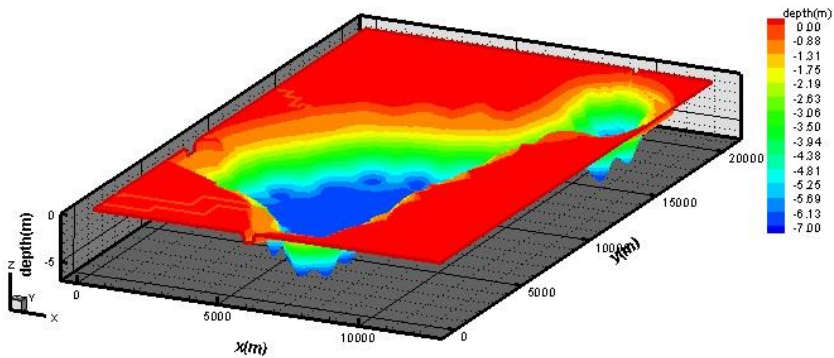
PROGRAM NUMERIK AIR DANAU TONDANO

Hasil-hasil penelitian yang ditemukan berupa: sebuah aplikasi komputer yaitu program numerik untuk menghitung distribusi kecepatan arus danau Tondano, *bathymetry* danau Tondano berupa panjang, lebar, kedalaman air danau, dan distribusi kecepatan air danau.

A. Program Numerik Air Danau Tondano

Program numerik berupa sebuah model numerik yang dibuat berdasarkan pengembangan persamaan permukaan bebas dari persamaan-persamaan Navier-Stokes yang dikonsiderasikan hasil penelitian [11] kemudian diturunkan setelah merata-ratakan turbulen dan dibawah asumsi penyederhanaan bahwa tekanan adalah hidrostatis [19]. Kemudian dibuat dalam bentuk notasi matrik dan disusun sebuah program dengan pengerjaan sesuai diagram alir seperti yang ditunjukkan pada gambar 5 dan menggunakan bahasa program *fortran 90*.

Pembuatan program isinya terdiri dari dua bagian yaitu program utama dan program subrutin. Program utama adalah program keseluruhan yang terdiri dari subrutin-subrutin sedangkan program subrutin adalah program perhitungan bagian-bagian. Proses pembuatan program dimulai dari pembuatan membaca data (subrutin) dimana data-data input yang akan digunakan dalam komputasi harus dimasukkan dalam bagian ini (data input dapat dilihat pada tabel 1). Kemudian memasukkan banyaknya *grid/mesh* yaitu $170 \times 268 \times 4$ yang sebelumnya telah dibuat memasukkan data daerah kalkulasi numerik (lihat Gambar 1 pada bagian persegiempat warna merah) seperti nilai x (panjang ke arah x), y (panjang ke arah y), dan z (kedalaman air) di danau Tondano dan hasilnya pada Gambar 5 dan setelah itu dibuat subrutin tentang pembuatan index

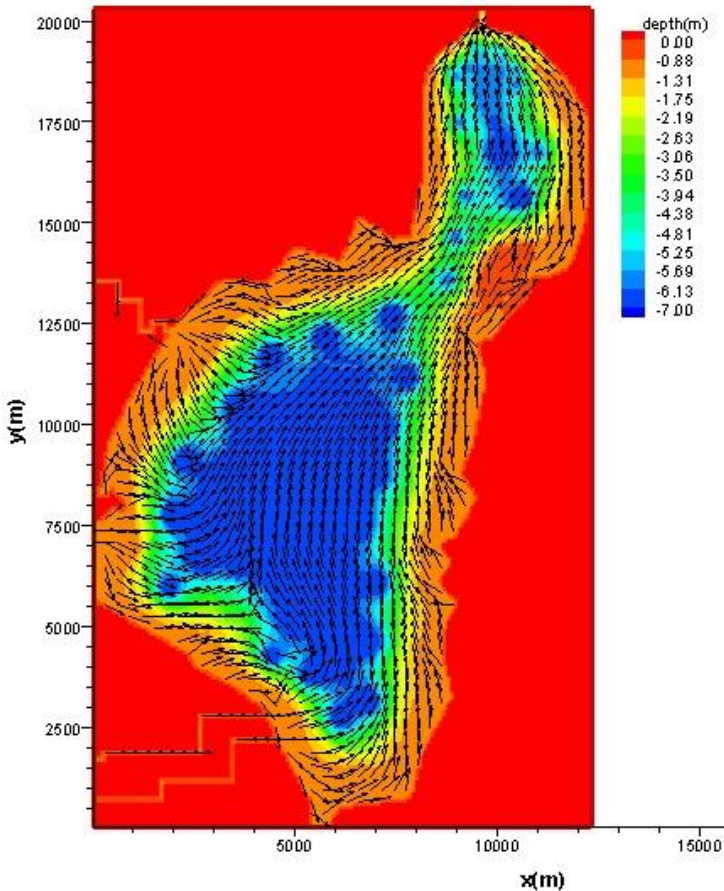


Gambar 4. 2. Batrymetry Danau Tondano

Berdasarkan Gambar 4.2., terlihat bahwa danau Tondano terdapat 3 sungai dan 2 daerah buangan air ke danau. Ketiga sungai itu terletak di bagian timur danau Tondano.

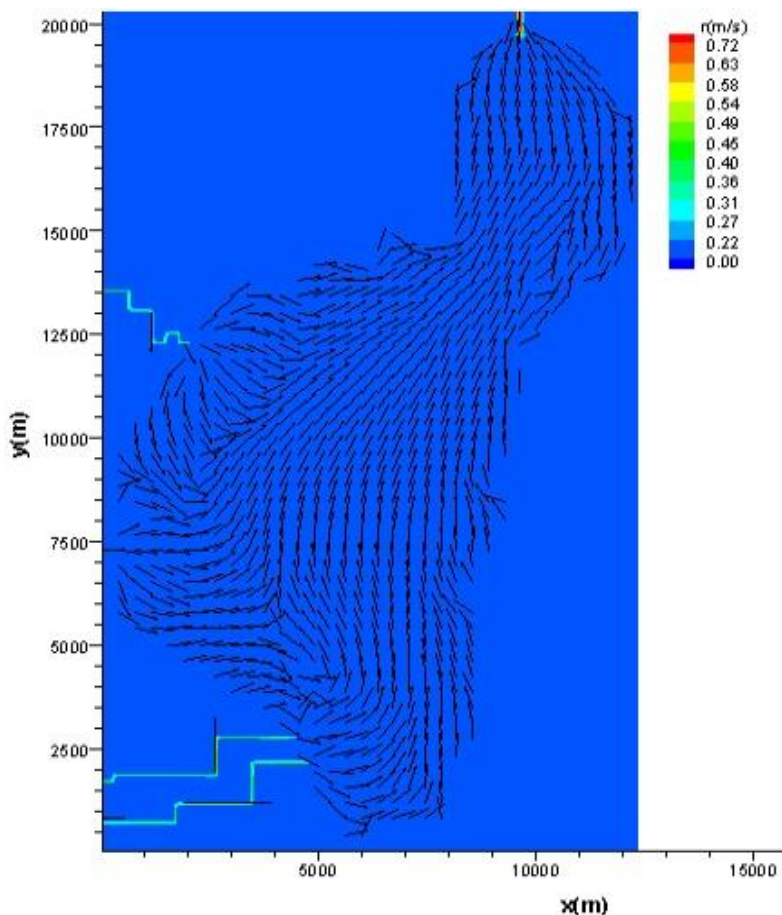
C. Distribusi Kecepatan Air Danau Tondano

Distribusi kecepatan air danau Tondano dapat dijelaskan dalam bentuk berdasarkan kedalaman air dan berdasarkan kecepatan air.



Gambar 4. 3. Distribusi kecepatan air danau Tondano berdasarkan kedalaman air

Gambar 4.3. menunjukkan distribusi kecepatan air danau Tondano yang didasarkan pada kedalaman air danau. Kecepatan air danau maksimum rata-rata sebesar 0,72 m/det dengan debit 200 m³/det terdapat pada lokasi di muara sungai Tondano atau pada bagian atas yaitu bagian air keluar danau, sedangkan pada lokasi air masuk danau yang terdiri dari 3 sungai dan 2 air buangan dengan debit air masing-masing sebesar 30, 40, 50, 50, 30 m³/det.



Gambar 4. 4. Distribusi kecepatan air danau Tondano berdasarkan kecepatan resultan air

Kecepatan air danau Tondano berdistribusi dari 0 - 0,72m/det (Gambar 4.4). Air mengalir dari sumber air masuk danau yaitu 3 sungai dan 2 buangan air ke danau kemudian menuju ke tengah danau dan selanjutnya mengalir keluar melalui muara sungai Tondano.



BAB 5

MODEL NUMERIK DINAMIKA AIR DANAU TONDANO

Pemahaman yang mendalam tentang dinamika fluida sangat penting, terutama dalam konteks pengelolaan sumber daya air. Salah satu studi yang menarik perhatian adalah pembahasan yang berfokus pada danau Tondano, sebuah danau yang memiliki peranan penting dalam ekosistem dan kehidupan masyarakat di sekitarnya. Pembahasan ini memberikan wawasan baru melalui pengembangan model numerik yang didasarkan pada persamaan Navier-Stokes, yang merupakan fondasi dalam mekanika fluida.

Model numerik yang dikembangkan dalam pembahasan ini bertujuan untuk menganalisis perilaku aliran air di danau Tondano. Dengan menggunakan pendekatan ini, para peneliti dapat memprediksi bagaimana air bergerak dan berinteraksi dengan lingkungan sekitarnya. Hasil komputasi numerik menunjukkan bahwa kecepatan aliran air di danau Tondano bervariasi antara 0 hingga 0,72 meter per detik. Angka ini mencerminkan dinamika yang kompleks dan beragam dalam aliran air.

Salah satu temuan penting adalah bahwa debit air yang masuk ke danau Tondano sama dengan debit air yang keluar, yaitu sebesar 200 meter kubik per detik. Informasi ini sangat berharga bagi para penanggung jawab pengelolaan danau, karena memberikan gambaran yang jelas tentang kondisi hidrologis dan potensi dampak lingkungan yang mungkin terjadi.

Dengan data yang diperoleh dari model numerik ini, pengelola danau Tondano dapat melakukan analisis yang lebih mendalam mengenai dampak lingkungan dari berbagai aktivitas manusia, seperti pertanian, pariwisata, dan pembangunan infrastruktur di sekitar danau. Misalnya, perubahan dalam pola aliran air dapat mempengaruhi kualitas air, ekosistem perairan, dan kehidupan biota yang bergantung pada danau tersebut. Oleh

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Rares, J.P. Sholichin, M., & Yuliani, E. (2016). Analisis Pengelolaan Kualitas Air di Perairan Danau Tondano. *Jurnal Teknik Pengairan*, 7 (2), hal. 225-235.
- [2] Jones, B.M., Grosse, G., Farquharson, L.M., Roy-Léveillé, P., Veremeeva, A., Kanevskiy, M.Z., Gaglioti, B.V., Breen, A.L., Parsekian, A.D., Ulrich, M., & Hinkel, K.M. (2022). Lake and drained lake basin systems in lowland permafrost regions. *Nat Rev Earth Environ* 3, pp. 85–98.
- [3] Rencana Strategi LPPM Unima 2021-2025.
- [4] Earth Google.
<https://earth.google.com/web/@1.24080172,124.80618074,926.04696329a,26802.08045527d,35y,0.15272813h,0t,or>
- [5] Direktorat Jenderal Sumber Daya Air Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. *Menteri Basuki: Revitalisasi Danau Tondano Jadi Program Prioritas di Sulawesi Utara*, Berita SDA tanggal 03 Oktober 2020. https://sda.pu.go.id/berita/view/menteri_basuki:_revitalisasi_danau_tondano_jadi_program_prioritas_di_sulawesi_utara.
- [6] Mojtahedi, A., Dadashzadeh, M., Azizkhani, M. et al. (2022). Assessing climate and human activity effects on lake characteristics using spatio-temporal satellite data and an emotional neural network. *Environ Earth Sci* 81, 61.
- [7] Fenga, L., Zhang, J., Fan, J., Wei, L., He, S., & Wua, H. (2022). Tracing dissolved organic matter in inflowing rivers of Nansi Lake as a storage reservoir: Implications for water-quality control. *Chemosphere*, 1, 28, Art. 131624.
- [8] Wang, S., Gao, Y., Jia, J., Lu, Y., Sun, K., Ha, X., Li, Z., & Deng, W. (2022). Vertically stratified water source characteristics and associated driving mechanisms of particulate organic carbon in a large floodplain lake system. *Water Research*, 209, Art. 117963.
- [9] Chao, C., Lv, T., Wang, L., Li, W., Han, C., Yu, W., Yan, Z., Ma, X., Zhao, H., Zuo, Z., Zhang, C., Tao, M., Yu, D., & Liu, C. (2022). The spatiotemporal characteristics of water quality

- and phytoplankton community in a shallow eutrophic lake: Implications for submerged vegetation restoration. *Science of the Total Environment*, **821**, Art. 153460.
- [10] Rompas, P.T.D. & Manongko, J.D.I. (2018). A Numerical Modeling for Study Marine Current in the Manado Bay, North Sulawesi. *Telkomnika*. 16 (1), pp. 18-24.
- [11] Casulli, V. & Cheng, R.T. (1992). Semi-implicit finite difference methods for three-dimensional shallow water flow. *International Journal for Numerical Methods in Fluids*, **15**, pp. 629-648.
- [12] Feng, F., Fan, Y., Gao, J., & Huang, J. (2022). A novel lake-zoning framework for large lakes based on numerical modelling. *Ecological Informatics*, 69, Art. 101595.
- [13] Bärenbold, F., Kipfer, R., & Schmid, M. (2022). Dynamic modelling provides new insights into development and maintenance of Lake Kivu's density stratification. *Environmental Modelling & Software*, **147**, Art. 105251.
- [14] Daniel, D., Ayenew, T., Fletcher, C.G., Duraisamy, R., & Jothimani, M. (2022). Numerical groundwater flow modelling under changing climate in Abaya–Chamo lakes basin, Rift Valley, Southern Ethiopia. *Modeling Earth Systems and Environment*, Published: 04 January 2022. <https://doi.org/10.1007/s40808-021-01342-x>.
- [15] El-Naggar, N.A. & Rifaat, A.E. (2022). AQUASEA hydrodynamic and transport model: Salinity and dissolved oxygen simulation in El-Burullus Lake (Nile Delta, Egypt) considering different boundary conditions. *The Egyptian Journal of Aquatic Research*, Available online, In press, Corrected Proof. <https://doi.org/10.1016/j.ejar.2022.01.004>.
- [16] Qian, R., Wang, X., Gao, J., Yang, H., Han, J., Zhang, Q., Yan, R., Liao, K., & Huang, J. (2022). A modelling framework to track phosphorus sources of the drinking water intakes in a large eutrophic lake. *Journal of Hydrology*, 607, Art. 127564.
- [17] Almeida, M.C., Shevchuk, Y., Kirillin, G., Soares, P.M.M., Cardoso, R.M., Matos, J.P., Rebelo, R.M., Rodrigues, A.C., & Coelho, P.S. (2002). Modeling reservoir surface temperatures for regional and global climate models: a multi-model study on the inflow and level variation effects. *Geoscientific Model*

- Development, 15 (1), pp. 173–197. <https://doi.org/10.5194/gmd-15-173-2022>.
- [18] Cea, L., French, J.R., and Vazquez-Cendon, M.E., 2006, Numerical modelling of tidal flows in complex estuaries including turbulence: An unstructured finite volume solver and experimental validation. *International Journal for Numerical Methods in Engineering*, Vol.67, pp. 1909-1932.
- [19] Hervouet, J.M., 2007, Hydrodynamics of free surface flows: Modelling with the finite element method. John Wiley & Sons, Ltd., Englang: cop, ISBN 978-0-470-03558-0 (HB), pp. xiv-341.
- [20] Stelling, G.S., 1984, On the Construction of Computational Methods for Shallow Water Flow Problems, *Rijkswaterstaat Communications*, No. 35, The Hague.
- [21] Cornett, A., Cousineau, J., and Nistor, L., 2013, Assessment of Hydrodynamic Impacts from Tidal Power Lagoons in the Bay of Fundy. *International Journal of Marine Energy*, Vol. 1, pp. 33-54.

SENARAI

- Analisis Numerik : Metode untuk memperkirakan solusi dari masalah matematis menggunakan pendekatan numerik.
- Arus : Pergerakan fluida, seperti air, dalam suatu arah tertentu.
- Bathymetri : Ilmu yang mempelajari kedalaman dan bentuk dasar laut atau danau.
- Coriolis : Gaya yang mempengaruhi pergerakan benda di permukaan bumi akibat rotasi.
- Data Masukan : Informasi yang dimasukkan ke dalam model untuk menjalankan simulasi.
- Difusi : Proses penyebaran zat dari daerah dengan konsentrasi tinggi ke rendah.
- Distribusi Kecepatan : Penyebaran kecepatan arus di seluruh area danau.
- Eksperimen : Metode pengujian untuk mengamati efek dari variabel tertentu.
- Energi Kinetik : Energi yang dimiliki objek karena gerakannya.
- Energi Potensial : Energi yang dimiliki suatu benda karena posisinya, misalnya energi air di danau.
- Fluks : Laju aliran suatu zat melalui area tertentu.
- Gelombang : Getaran atau fluktuasi permukaan air yang disebabkan oleh angin atau aktivitas lainnya.

Gravitasi	: Gaya tarik bumi yang mempengaruhi pergerakan air di danau.
Interaksi	: Pengaruh timbal balik antara berbagai komponen dalam sistem.
Kalibrasi	: Penyesuaian parameter model untuk meningkatkan akurasi.
Kedalaman	: Jarak vertikal dari permukaan air ke dasar danau.
Koefisien Gesek	: Nilai yang mengukur gesekan antara permukaan air dan udara.
Kondisi Awal	: Status sistem pada awal simulasi yang mempengaruhi hasil.
Kondisi Batas	: Persyaratan yang ditetapkan pada tepi domain dalam pemodelan matematis.
Kondisi Stabil	: Keadaan di mana sistem tidak mengalami perubahan yang signifikan seiring waktu.
Kualitas Air	: Tingkat kebersihan dan kesesuaian air untuk berbagai kegunaan.
Metode Beda Hingga	: Teknik numerik untuk menyelesaikan persamaan diferensial.
Metode Semi-Implicit	: Teknik numerik yang menggabungkan pendekatan eksplisit dan implisit.
Model Matematika	: Representasi matematis yang digunakan untuk mendeskripsikan fenomena fisik.
Modeling Software	: Program komputer yang digunakan untuk membangun dan menjalankan model.
Numerik	: Metode yang melibatkan angka dan perhitungan matematis dalam analisis data.

Parameter	: Variabel yang mempengaruhi model dan hasil simulasi.
Parameter Coriolis	: Bilangan yang menunjukkan pengaruh rotasi bumi pada aliran.
Pemodelan	: Proses menciptakan representasi matematika dari suatu sistem atau fenomena.
Pencemaran	: Kontaminasi air oleh zat berbahaya yang mempengaruhi kualitasnya.
Pengendalian Daya Rusak	: Langkah-langkah untuk mengurangi dampak negatif terhadap ekosistem.
Perhitungan	: Proses matematis untuk mendapatkan hasil dari model atau simulasi.
Persamaan Navier-Stokes	: Persamaan yang menggambarkan gerakan fluida dalam dinamika.
Program Subrutin	: Bagian dari program yang melakukan tugas tertentu dalam pemrograman.
Revitalisasi	: Proses pemulihan dan perbaikan ekosistem yang terdegradasi.
Simulasi	: Penggunaan model untuk menjalankan eksperimen secara virtual untuk memahami perilaku sistem.
Simulasi 2D dan 3D	: Representasi dua dimensi dan tiga dimensi dari fenomena dalam model.
Sistem Geofisik	: Sistem yang melibatkan interaksi antara geologi dan fisika, seperti aliran air.
Stokastik	: Metode yang melibatkan elemen ketidakpastian atau variabel acak.

Topologi	: Deskripsi bentuk dan struktur fisik permukaan, seperti kontur dan kedalaman danau.
Validasi	: Proses memastikan bahwa model memberikan hasil yang akurat.
Vegetasi	: Tumbuhan yang tumbuh di sekitar danau, mempengaruhi ekosistem.
Viskositas	: Ukuran kekentalan suatu fluida, yang mempengaruhi aliran dan difusi.

INDEKS

- A**
Analisis Numerik, 120
Arus, 120
- B**
Bathymetri, 120
- C**
Coriolis, 6, 12, 120
- D**
Data Masukan, 120
Difusi, vi, 7, 120
Distribusi Kecepatan, vi, 110,
120
- E**
Eksperimen, 120
Energi Kinetik, 120
Energi Potensial, 120
- F**
Fluks, 120
- G**
Gelombang, 120
Gravitasi, 20, 121
- I**
Interaksi, 121
- K**
Kalibrasi, 121
Kedalaman, 12, 121
Koefisien Gesek, 121
Kondisi Awal, 121
Kondisi Batas, 121
Kondisi Stabil, 121
Kualitas Air, 116, 121
- M**
Metode Beda Hingga, 121
Metode Semi-Implicit, 121
Model Matematika, vi, 5, 121
Modeling Software, 121
- N**
Numerik, iv, vi, 9, 19, 121
- P**
Parameter, vi, viii, 6, 20, 122
Parameter Coriolis, vi, 6, 122
Pemodelan, iv, 4, 122
Pencemaran, 122
Pengendalian Daya Rusak, 122
Perhitungan, 27, 122
Persamaan Navier-Stokes, vi, 5,
122
Program Subrutin, 122
- R**
Revitalisasi, 116, 122
- S**
Simulasi, iv, 122
Simulasi 2D dan 3D, 122
Sistem Geofisik, 122
Stokastik, 122

T

Topologi, 123

V

Validasi, 123

Vegetasi, 123

Viskositas, 7, 123

RIWAYAT PENULIS



Prof. Dr. Ing. Drs. Parabelem Tinno Dolf Rompas, MT. adalah Dosen di Fakultas Teknik Universitas Negeri Manado (Unima) yang lahir di Rumooong Atas pada 17 Desember 1965. Beliau menyelesaikan pendidikan S-1 di IKIP Negeri Manado, S-2 di Universitas Gadjah Mada, dan S-3 di Universite Aix-Marseille III, Prancis, dengan fokus pada mekanika fluida dan modelisasi numerik. Dalam lima tahun terakhir, beliau terlibat dalam berbagai penelitian dan pengabdian masyarakat, termasuk simulasi numerik arus laut dan pelatihan bagi mahasiswa serta masyarakat. Prof. Rompas juga aktif menulis artikel ilmiah dan buku, serta telah mempresentasikan hasil penelitiannya di berbagai seminar nasional dan internasional. Selama masa menjadi Dosen/ASN telah menerima beberapa penghargaan, termasuk Satyalancana Karya Satya dari Presiden RI.



Made Krisnanda, ST, MT, adalah Dosen di Fakultas Teknik Universitas Negeri Manado (Unima) yang lahir di Malang pada 18 Agustus 1982. Beliau menyelesaikan pendidikan S-1 di Universitas Surabaya dan S-2 di Institut Teknologi Bandung. Made terlibat dalam penelitian juga aktif dalam pengabdian masyarakat, termasuk pelatihan sistem informasi akademik untuk Guru SMK di Sulawesi Utara. Made telah menerbitkan artikel ilmiah dan menulis buku tentang Sistem Informasi Geografis. Juga berpartisipasi dalam seminar nasional.

SINOPSIS

Buku ini membahas penerapan dinamika fluida dalam pengelolaan sumber daya air, dengan fokus pada danau Tondano. Melalui pengembangan model numerik berbasis persamaan Navier-Stokes, menghasilkan model numerik dinamika air danau Tondano. Informasi dinamika air memberikan wawasan tentang kondisi badan air dan dari model numerik dapat dikembangkan untuk memahami dampak perubahan pola aliran air terhadap kualitas air dan ekosistem perairan sehingga memungkinkan simulasi berbagai skenario di masa depan, termasuk perubahan iklim dan peningkatan curah hujan.