

Analisis Bibliometrik Riset *Seaplane* Tiga Dekade dan Implikasinya bagi Negara Kepulauan

Dede Ardian¹, Asyhari Yasman², Dimas Hari Cahyo¹, Riki Wanda²

¹Program Studi Manajemen, Akademi Penerbang Indonesia Banyuwangi
Banyuwangi, Jawa Timur, Kabupaten Banyuwangi, 68462, Indonesia

²Program Studi Manajemen Transportasi, Politeknik Pelayaran Sumatera Barat
Padang Pariaman, Sumatera Barat, Kabupaten Padang Pariaman, 25585, Indonesia

*E-mail: dede_ardian@kemenhub.go.id

Diterima: 21 Januari 2025, direvisi: 12 Maret 2025, disetujui: 22 Mei 2025,
tersedia daring: 26 Juni 2025, diterbitkan: 30 Juni 2025

Abstrak

Seaplane memiliki potensi strategis untuk meningkatkan konektivitas dan aksesibilitas di wilayah kepulauan serta mendukung transportasi berkelanjutan. Meskipun demikian, pemahaman menyeluruh mengenai tren penelitian global dan fokus pengembangannya, khususnya untuk aplikasi sipil di negara kepulauan, masih terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis lanskap dan evolusi penelitian *seaplane* secara global selama tiga dekade terakhir (1990–2024) serta merumuskan implikasi pengembangannya, dengan perhatian khusus pada konteks Indonesia. Metode analisis bibliometrik diterapkan dengan menggunakan data dari basis data Scopus. Analisis mencakup pola publikasi, jejaring kolaborasi, serta perkembangan tema penelitian melalui teknik visualisasi dengan perangkat lunak VOSviewer. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan signifikan jumlah publikasi, terutama dalam dekade terakhir, yang didorong oleh fokus pada teknologi seperti kendaraan udara tak berawak (UAV), otomasi, dan pemodelan numerik. Analisis jaringan mengungkapkan pergeseran tema dari aplikasi militer historis menuju optimasi teknis dan keberlanjutan. Indonesia, dengan karakteristik geografisnya yang unik, diidentifikasi memiliki peluang besar dalam adopsi dan pengembangan teknologi *seaplane*. Kajian ini memberikan peta jalan bagi peneliti dan pemangku kepentingan dengan mengidentifikasi celah penelitian, seperti aspek lingkungan dan manufaktur, serta menekankan pentingnya kolaborasi multidisiplin untuk inovasi di masa depan.

Kata kunci: Analisis bibliometrik, inovasi teknologi, penerbangan, *seaplane*, transportasi berkelanjutan.

Abstract

Bibliometric Analysis of Three Decades of Seaplane Research and Its Implications for Archipelagic Countries: *Seaplanes have strategic potential to improve connectivity and accessibility in archipelagic regions and support sustainable transportation. However, comprehensive understanding of global research trends and development focus, particularly for civil applications in archipelagic countries, remains limited. This study aims to analyze the landscape and evolution of global seaplane research over the past three decades (1990–2024) and formulate development implications, with a particular focus on the Indonesian context. Bibliometric analysis methods were applied using data from the Scopus database. The analysis covers publication patterns, collaboration networks, and research theme developments through visualization techniques using VOSviewer software. The results show a significant increase in the number of publications, especially in the last decade, driven by a focus on technologies such as unmanned aerial vehicles (UAVs), automation, and numerical modeling. Network analysis reveals a shift in themes from historical military applications to technical optimization and sustainability. Indonesia, with its unique geographical characteristics, is identified as having significant opportunities in the adoption and development of seaplane technology. This study provides a roadmap for researchers and stakeholders by identifying research gaps, such as environmental and manufacturing aspects, and emphasizing the importance of multidisciplinary collaboration for future innovation.*

Keywords: Aviation, bibliometric analysis, seaplanes, sustainable transportation, technological innovation.

1. Pendahuluan

Seaplane, sebagai pesawat yang mampu lepas landas dan mendarat di atas air, memiliki potensi strategis dalam menghubungkan wilayah kepulauan dan daerah terpencil dengan akses transportasi terbatas. Dalam konteks Indonesia sebagai negara maritim dengan lebih dari 17.000 pulau, pengembangan transportasi udara yang terintegrasi dengan perairan menjadi suatu keniscayaan. *Seaplane* tidak hanya menawarkan solusi untuk meningkatkan konektivitas antarpulau, tetapi juga berperan dalam mendukung sektor pariwisata, logistik, dan penanggulangan bencana [1]. Namun, meskipun potensinya besar, adopsi teknologi *seaplane* masih menghadapi berbagai tantangan teknis, operasional, dan lingkungan.

Penelitian terdahulu mengenai *seaplane* telah banyak menyoroti aspek teknis seperti hidrodinamika, kinerja material, dan desain pesawat [2][3][4]. Sejumlah studi juga mengidentifikasi potensi aplikasi *seaplane* dalam operasi militer dan misi khusus [5][6]. Kajian serupa untuk jenis pesawat lain, seperti *unmanned aerial vehicles* (UAV) untuk logistik, telah berhasil memetakan tren dan kolaborasi global menggunakan pendekatan bibliometrik, yang kemudian membuka jalan bagi pengembangan kebijakan dan inovasi yang terarah [7]. Namun, dalam konteks *seaplane*, masih terdapat kesenjangan dalam pemahaman menyeluruh mengenai tren penelitian global, evolusi tema, serta peluang pengembangan *seaplane* untuk aplikasi sipil berkelanjutan, khususnya di negara kepulauan seperti Indonesia. Kesenjangan ini merujuk pada kurangnya peta jalan (*roadmap*) penelitian *seaplane* yang komprehensif dan terarah untuk aplikasi berkelanjutan, yang coba diupayakan untuk diisi oleh studi bibliometrik ini.

Berdasarkan identifikasi kesenjangan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk: (1) menganalisis tren publikasi dan perkembangan tema penelitian *seaplane* secara global dalam tiga dekade terakhir; (2) mengidentifikasi jejaring kolaborasi peneliti, institusi, dan negara yang berkontribusi dalam pengembangan ilmu terkait *seaplane*; (3) memetakan area penelitian yang telah matang dan yang masih membutuhkan eksplorasi lebih lanjut; serta (4) merumuskan agenda penelitian masa depan dengan fokus pada aplikasi berkelanjutan dalam konteks Indonesia. Melalui pendekatan bibliometrik, penelitian ini diharapkan dapat memberikan peta jalan bagi pengembangan *seaplane* baik sebagai moda transportasi inovatif maupun solusi berkelanjutan untuk meningkatkan konektivitas dan pertumbuhan ekonomi daerah.

2. Metodologi

Penelitian ini mengadopsi pendekatan analisis bibliometrik yang sistematis untuk memetakan lanskap penelitian *seaplane* selama tiga dekade terakhir. Analisis bibliometrik melibatkan studi kuantitatif materi bibliografi, seperti artikel, buku, dan publikasi lainnya [7]. Analisis bibliometrik digunakan untuk mengidentifikasi bidang penelitian yang sedang berkembang, studi yang berpengaruh, dan jaringan kolaboratif [2]. Pendekatan ini digunakan untuk mengumpulkan dan menganalisis data penelitian yang berkaitan dengan *seaplane* secara sistematis.

2.1. Metode Pengumpulan Data

Data dikumpulkan dari dua basis data ilmiah terkemuka: Scopus dan ScienceDirect. Kriteria inklusi meliputi: (1) publikasi dalam bahasa Inggris, (2) terkait langsung dengan topik *seaplane*, (3) tersedia metadata lengkap (judul, abstrak, penulis, afiliasi, tahun, jurnal, referensi, kata kunci). Kata kunci diformulasikan untuk mengeksplorasi tren publikasi, jaringan kolaborasi, dan evolusi tema penelitian *seaplane*. Strategi pencarian dikembangkan menggunakan operator Boolean [8] dengan kata kunci utama: "*seaplane*" OR "*amphibious aircraft*" OR "*water-based aircraft*" OR "*flying boat*". Pencarian mencakup artikel jurnal, prosiding konferensi, dan bab buku yang memiliki metadata lengkap dan terindeks dalam basis data Scopus, dengan rentang publikasi Januari 1990 hingga Desember 2024.

2.2. Pengolahan Data

Setelah pengumpulan awal, data dibersihkan melalui proses: (a) penghapusan duplikasi menggunakan perangkat lunak Mendeley dan pemeriksaan manual, (b) standarisasi nama penulis dan institusi, (c) harmonisasi kata kunci dengan menggabungkan sinonim dan varian ejaan.

2.3. Analisis Data

Data yang telah dibersihkan selanjutnya dianalisis menggunakan beberapa perangkat lunak bibliometrik. VOSviewer (versi 1.6.20) digunakan untuk visualisasi jaringan dan analisis kemunculan bersama (co-occurrence), dengan parameter berupa minimum kemunculan kata kunci sebanyak lima, jenis analisis kemunculan bersama, serta metode normalisasi asosiasi. Selain itu, paket R Bibliometrix dimanfaatkan untuk analisis statistik deskriptif yang mencakup tren publikasi, distribusi geografis, dan pola kolaborasi penelitian. Microsoft Excel digunakan sebagai alat pendukung untuk pengolahan data tabular dan pembuatan grafik dasar.

2.4. Batasan Metodologi

Penelitian ini terbatas pada publikasi berbahasa Inggris yang terindeks di database utama, sehingga berpotensi mengabaikan kontribusi dalam bahasa lain atau di sumber tidak terindeks. Selain itu, fokus pada metrik kuantitatif mungkin tidak sepenuhnya menangkap dampak penelitian kualitatif.

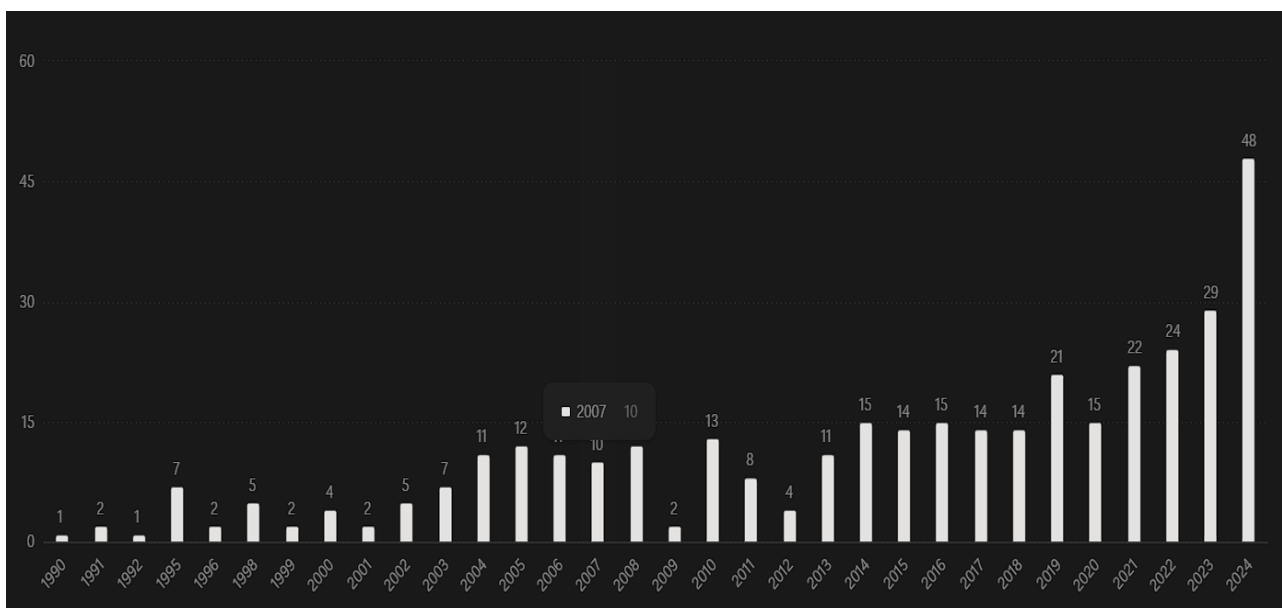
3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Tren Publikasi dan Produktivitas Penelitian

Analisis terhadap data publikasi pada Gambar 1 mengungkapkan peningkatan yang stabil dalam jumlah riset terkait *seaplane* selama tiga dekade terakhir. Gambar 1 mengilustrasikan tren ini, menunjukkan jumlah publikasi per tahun dari 1990 hingga 2024.

Aktivitas penelitian pada periode awal (1990-2005) relatif rendah, dengan kurang dari 10 publikasi per tahun. Peningkatan bertahap mulai terlihat sejak 2006, dan lonjakan signifikan terjadi dalam lima tahun terakhir (2020-2024), dengan puncaknya pada 48 publikasi pada tahun 2024. Tren akselerasi ini didorong oleh beberapa faktor yang dapat diidentifikasi dari isi publikasi, sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel 1, yaitu: (1) kemajuan pesat dalam teknologi pendukung seperti komputasi numerik, material komposit, dan sistem otonomi; (2) meningkatnya kebutuhan global akan solusi logistik dan konektivitas untuk daerah kepulauan dan pesisir; serta (3) pergeseran fokus penelitian dari aplikasi militer khusus ke aplikasi sipil yang lebih luas dan berkelanjutan.

Analisis terhadap 25 makalah yang paling banyak dikutip (Tabel 1) menunjukkan kontribusi mendasar pada bidang ini. Publikasi tersebut mencakup rentang waktu yang panjang, dari karya awal pada tahun 2000-an hingga inovasi terkini, yang mencerminkan minat berkelanjutan dan prioritas yang berevolusi. Topik yang dominan meliputi hidrodinamika (misalnya hull slamming, porpoising), desain pesawat (termasuk UAV/AquaUAV dan pesawat amfibi), serta analisis kinerja dan kestabilan. Kemunculan berulang penulis seperti Yang, Yao, dan Wang menyoroti kontribusi signifikan mereka, yang sering kali melibatkan kolaborasi lintas institusi, menegaskan pentingnya kerja sama dalam mengatasi tantangan kompleks di bidang ini. Keragaman temporal tersebut menunjukkan minat yang berkelanjutan dan prioritas penelitian yang terus berkembang, dengan peningkatan yang mencolok dalam studi tentang sistem hibrida dan otonomi dalam beberapa tahun terakhir [29].



Gambar 1. Publication trend in seaplane research (1990-2024).

Tabel 1. Top 25 article by citation.

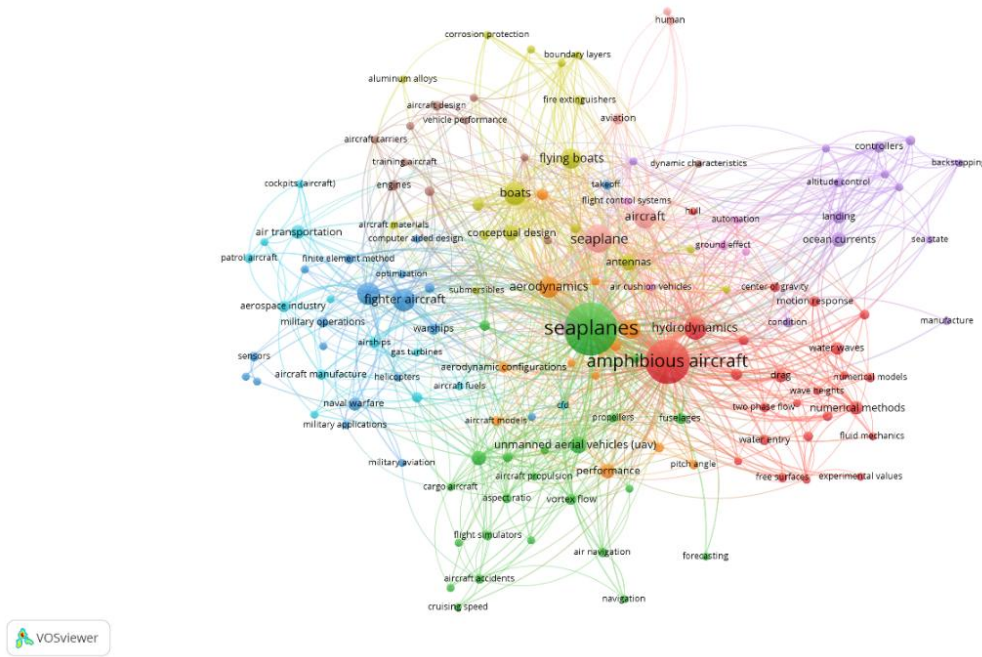
Urutan	Title	Pengarang	Tahun	Tersitasi
1	Survey on the novel hybrid aquatic-aerial amphibious aircraft: Aquatic unmanned aerial vehicle (AquaUAV)	[9]	2015	153
2	Hull slamming	[10]	2011	109
3	General Aviation Aircraft Design: Applied Methods and Procedures	[11]	2022	41
4	Numerical investigation of the porpoising motion of a <i>seaplane</i> planing on water with high speeds	[12]	2019	38
5	Submersible unmanned flying boat: Design and experiment	[3]	2014	28
6	Fault detection and fail-safe operation with a multiple-redundancy air-data system	[4]	2010	28
7	Key technologies and industrial application prospects of amphibian aircraft	[13]	2019	24
8	Research Status of Water-Air Amphibious Trans-media Unmanned Vehicle	[14]	2018	20
9	Aircraft dynamic derivatives calculation using CFD techniques	[15]	2013	18
10	Route planning for a <i>seaplane</i> service: The case of the Greek Islands	[16]	2015	18
11	Autonomous takeoff control system design for unmanned <i>seaplanes</i>	[17]	2014	15
12	Replica 55 project: A wood <i>seaplane</i> in the era of composite materials	[18]	2018	14
13	Seakeeping performance research of large amphibious aircraft	[19]	2019	14
14	Numerical Simulation Method for Wave Surface Landing of <i>Seaplane</i>	[20]	2020	13
15	Numerical study on mechanical properties of <i>seaplane</i> in whole water surface landing process	[21]	2020	13
16	Milestones and developments in US Naval carrier Aviation-part II	[22]	2005	13
17	Preliminary design and performance analysis of a solar-powered unmanned <i>seaplane</i>	[5]	2019	12
18	Preliminary design of a low speed, long endurance Remote Piloted Vehicles (RPV) for civil applications	[1]	1999	11
19	Anti-submarine warfare in world war I: British naval aviation and the defeat of the U-boats	[23]	2005	11
20	Submersible aircraft concept design study	[6]	2011	10
21	Coupled pitch and heave porpoising instability in hydrodynamic planing.	[24]	1974	10
22	Energy-Aware Multiflight Planning for an Unattended <i>Seaplane</i> : Flying fish	[25]	2017	10
23	Research on planing motion and stability of amphibious aircraft in waves based on cartesian grid finite difference method	[26]	2023	9
24	An experimental study on water impact of large amphibious aircrafts	[27]	2019	9
25	<i>Seaplane</i> landing smart control at wave disturbances	[28]	2011	9

3.2. Analisis Jaringan dan Kolaborasi Penelitian

Visualisasi jaringan yang disajikan pada Gambar 2 mewakili analisis bibliometrik yang dilakukan terhadap "tren *seaplane*" menggunakan VOSviewer, berdasarkan data bibliografi yang diekstrak dari Scopus dalam format RIS. Visualisasi ini menggambarkan hubungan dan kemunculan bersama kata kunci dalam tubuh penelitian tentang *seaplane* dan bidang terkait.

Istilah "*seaplane*" merupakan simpul utama, yang disorot oleh ukurannya yang lebih besar dan konektivitas yang lebih tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa keduanya merupakan fokus utama dan topik yang paling sering dibahas dalam bidang penelitian ini. Penonjolan simpul-simpul ini menunjukkan interkoneksi yang kuat dengan kata kunci di sekitarnya, yang menunjukkan peran dasar mereka dalam bidang penelitian terkait.

Berdasarkan analisis jaringan, penelitian terkait *seaplane* dapat dibagi menjadi beberapa kluster tematik yang berbeda. Kluster Merah menjadi fondasi utama, yang berfokus pada aspek hidrodinamika, gelombang air, metode numerik, dan mekanika fluida, yang menyoroti kinerja *seaplane* selama operasi di air. Dari fondasi ini, penelitian berkembang ke arah integrasi teknologi, sebagaimana tercermin dalam Kluster Hijau yang mencakup kendaraan udara tak berawak (UAV), navigasi udara, dan sistem propulsi untuk optimalisasi kinerja.



Gambar 2. Visualisasi jaringan.

Di sisi lain, Klaster Biru menggarisbawahi aplikasi militer yang spesifik, seperti dalam pesawat tempur dan peperangan laut. Sementara itu, Klaster Ungu menjembatani interaksi antara pesawat dengan lingkungan operasinya melalui penelitian pada arus laut, sistem pendaratan, dan kontrol ketinggian. Terakhir, Klaster Kuning mendukung semua aspek tersebut dengan fokus pada ilmu material pesawat, termasuk aspek ketahanan seperti perlindungan korosi, untuk memastikan keandalan dan performa kendaraan secara keseluruhan.

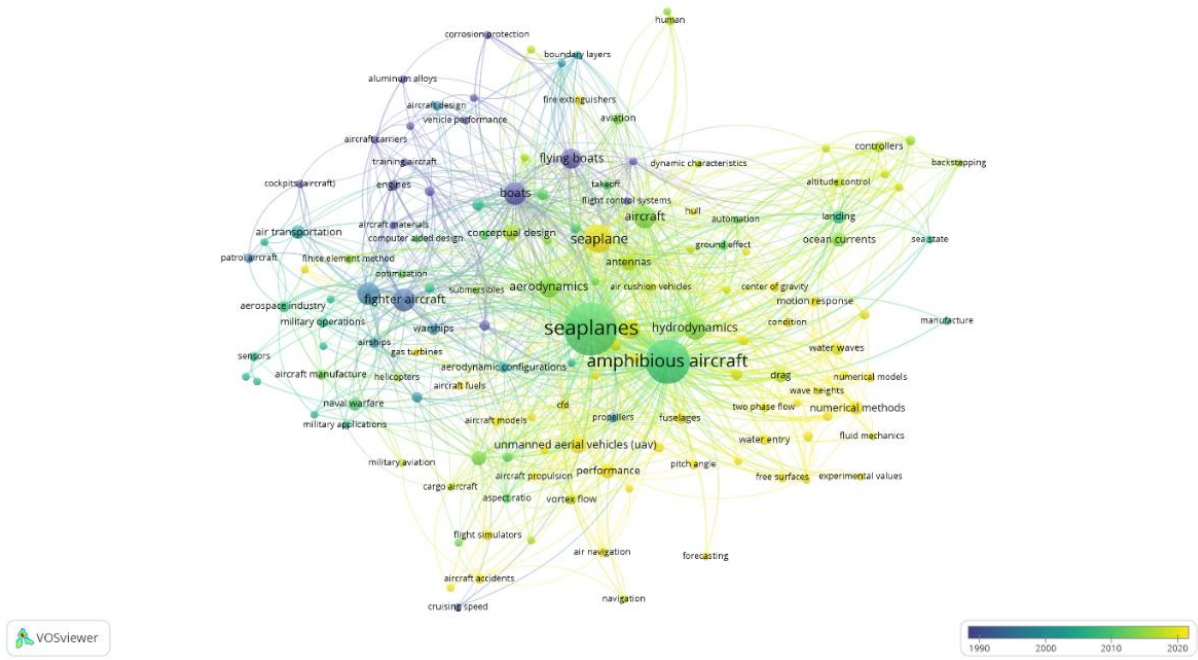
Visualisasi ini menggarisbawahi keragaman aplikasi *seaplane*, mulai dari transportasi sipil dan operasi militer hingga eksplorasi ilmiah di lingkungan laut. Hal ini juga mencerminkan tren penelitian yang berkembang dalam hal keberlanjutan, seperti optimalisasi efisiensi bahan bakar dan integrasi lingkungan [30].

3.3. Analisis Evolusi Tema Temporal

Analisis temporal melalui visualisasi hamparan (Gambar 3) mengungkap pergeseran prioritas penelitian yang signifikan dalam bidang *seaplane*. Berdasarkan analisis visualisasi hamparan, terlihat jelas evolusi tren temporal dalam penelitian terkait "*seaplane*" dan topik-topik terkaitnya. Gradien warna dari biru (yang merepresentasikan penelitian awal sekitar tahun 1990) hingga kuning (penelitian terkini sekitar tahun 2020) berhasil memetakan pergeseran fokus penelitian dari waktu ke waktu. Meskipun istilah "*seaplane*" sendiri tetap menjadi fokus utama dan konsisten sepanjang periode, menunjukkan minat yang berkelanjutan, karakteristik penelitian di sekitarnya telah mengalami transformasi yang signifikan.

Area fokus awal, yang ditandai dengan node biru, banyak terkonsentrasi pada topik seperti "pesawat tempur," "operasi militer," dan "industri kedirgantaraan," yang merefleksikan hubungan historis yang kuat dengan aplikasi pertahanan dan konteks penerbangan yang lebih luas. Namun, tren terkini menunjukkan pergeseran yang mencolok ke arah pendekatan teknis dan komputasional, dengan node kuning seperti "metode numerik," "mekanika fluida," dan "hidrodinamika" mengalami lonjakan popularitas.

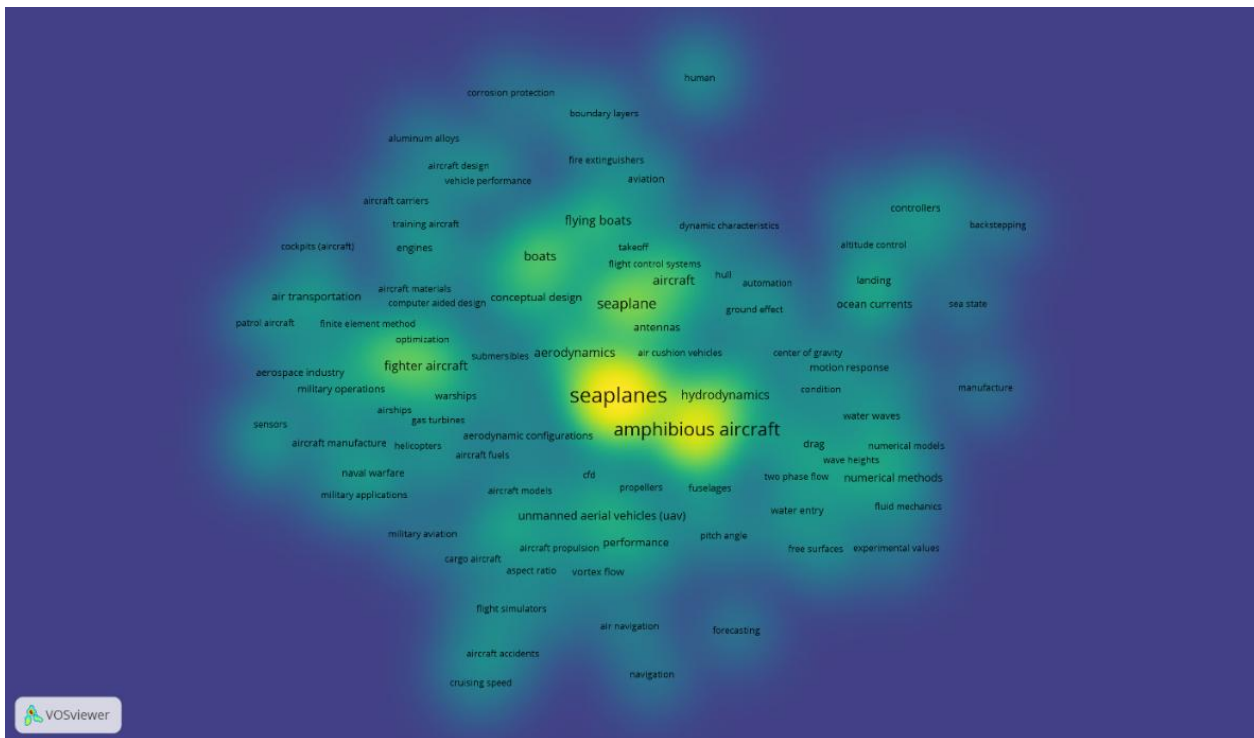
Hal ini menandakan fokus kontemporer pada optimasi kinerja dan pemahaman dinamika air yang mendalam. Selain itu, kemunculan kata kunci berwarna hijau hingga kuning seperti "kendaraan udara tak berawak (UAV)" dan "otomatisasi" mengonfirmasi adanya minat penelitian yang semakin besar terhadap integrasi teknologi otonom dan sistem canggih dalam domain *seaplane* dalam beberapa tahun terakhir [31].



Gambar 3. Visualisasi hamparan.

3.4. Analisis Kepadatan dan Fokus Penelitian

Visualisasi kepadatan (Gambar 4) memberikan gambaran intuitif mengenai intensitas dan fokus aktivitas penelitian di bidang *seaplane*. "*Seaplane*" itu sendiri menjadi fokus penelitian inti, ditandai dengan area kuning cerah yang paling terang, yang menegaskan dominasi dan sentralitasnya dalam lanskap penelitian ini. Istilah-istilah pendukung teknis seperti "hidrodinamika" dan "metode numerik" juga muncul di dekat inti ini, menguatkan fondasi studi kinerja pesawat berbasis air [32].



Gambar 4. Visualisasi kepadatan.

Di sekitarnya, bidang penelitian dengan aktivitas sedang direpresentasikan oleh warna hijau, yang mencakup topik-topik seperti "kendaraan udara tak berawak (UAV)," "aerodinamika," dan "navigasi udara," yang menandakan tren integrasi teknologi modern dan optimalisasi kinerja. Area ini juga mencakup penelitian yang sedang berlangsung tentang "mekanika fluida" dan "ketinggian gelombang," yang menyoroiti tantangan rekayasa yang terus dikaji.

3.5. Sintesis Temuan dan Implikasi Penelitian

Berdasarkan analisis bibliometrik yang komprehensif melalui berbagai teknik visualisasi, penelitian terkait *seaplane* menunjukkan lanskap yang dinamis dan berkembang. Visualisasi jaringan dengan jelas mengidentifikasi "*seaplane*" sebagai tema sentral yang didukung kuat oleh istilah-istilah teknis seperti "hidrodinamika," "metode numerik," dan "kinerja," yang mencerminkan fokus berkelanjutan pada peningkatan kemampuan teknis dan operasional untuk mengatasi tantangan unik dalam desain dan lingkungan operasinya.

Analisis temporal melalui visualisasi hamparan lebih lanjut mengungkap pergeseran prioritas penelitian yang signifikan, dari konsentrasi awal pada aplikasi militer seperti "pesawat tempur" dan "peperangan laut" menuju penekanan kontemporer pada "pemodelan numerik," "otomatisasi," dan "kendaraan udara tak berawak (UAV)," yang menunjukkan adopsi teknologi mutakhir termasuk simulasi canggih dan kecerdasan buatan.

Sementara visualisasi kepadatan memperkuat identifikasi kluster penelitian intensif di wilayah inti tersebut, visualisasi ini sekaligus menyoroiti area periferal seperti "manufaktur" dan "kontrol ketinggian" yang aktivitas penelitiannya masih terbatas, sehingga membuka peluang strategis untuk eksplorasi dan kolaborasi interdisipliner di masa depan. Secara keseluruhan, bidang penelitian *seaplane* semakin menunjukkan sifatnya yang interdisipliner, dengan mengintegrasikan ilmu teknik kedirgantaraan, mekanika fluida, dan ilmu lingkungan untuk mendefinisikan kembali peran serta kemampuan kendaraan ini di era modern.

Kata kunci yang muncul seperti "arus laut" dan "ketinggian gelombang" menunjukkan adanya pengakuan yang semakin besar terhadap kebutuhan untuk mengintegrasikan faktor lingkungan ke dalam desain *seaplane*. Meskipun demikian, masih ada kesenjangan dalam penelitian yang berfokus pada keberlanjutan, seperti mengurangi dampak ekologis, meningkatkan efisiensi bahan bakar, dan mengeksplorasi bahan alternatif untuk konstruksi.

Temuan ini mencerminkan pergeseran penting dalam penekanan penelitian. Secara historis, *seaplane* terutama dipelajari untuk aplikasi militer, tetapi penelitian saat ini sangat condong ke arah penggunaan sipil. Hal ini mencakup bidang-bidang seperti transportasi penumpang, logistik kargo, dan tanggap bencana, yang menyoroiti keserbagunaan dan relevansi *seaplane* dalam konteks modern.

Untuk mengatasi kesenjangan yang teridentifikasi, penelitian di masa depan harus berfokus pada: Otonomi dan AI: Mengembangkan sistem yang kuat untuk operasi, navigasi, dan kontrol otonom. Mengeksplorasi sumber energi terbarukan, sistem propulsi hibrida, dan bahan ramah lingkungan untuk membuat *seaplane* lebih ramah lingkungan, memajukan teknik manufaktur untuk mengurangi biaya dan meningkatkan skalabilitas, dan memperluas peran *seaplane* di bidang-bidang yang sedang berkembang seperti pemantauan lingkungan, konektivitas daerah terpencil, dan operasi bantuan darurat.

Sifat visualisasi yang saling berhubungan menunjukkan bahwa kolaborasi lintas disiplin ilmu dan batas-batas internasional sangat penting untuk inovasi. Membangun kemitraan antara akademisi, industri, dan pemerintah akan memungkinkan pengembangan teknologi mutakhir sekaligus mengatasi tantangan praktis di lapangan [33].

4. Kesimpulan

Berdasarkan analisis bibliometrik terhadap publikasi penelitian *seaplane* dari tahun 1990 hingga 2024, dapat disimpulkan bahwa bidang ini telah mengalami evolusi yang signifikan. Terjadi transisi yang jelas dari fokus awal pada aplikasi militer menuju penekanan kontemporer pada teknologi canggih seperti pemodelan numerik, kendaraan udara tak berawak (UAV), dan otomasi. Peningkatan pesat jumlah

publikasi dalam dekade terakhir mencerminkan minat global yang tumbuh, didorong oleh kemajuan teknologi dan kebutuhan akan solusi transportasi untuk wilayah perairan dan kepulauan.

Implikasi utama dari penelitian ini adalah identifikasi peluang strategis untuk pengembangan masa depan. Aspek keberlanjutan, rekayasa manufaktur yang ekonomis, dan integrasi sistem otonom cerdas diidentifikasi sebagai area prioritas yang masih memerlukan eksplorasi lebih mendalam. Bagi Indonesia dan negara kepulauan lainnya, temuan ini memberikan peta jalan untuk mengarahkan penelitian, kebijakan, dan investasi industri guna mengoptimalkan potensi *seaplane* sebagai moda transportasi inovatif yang mendukung konektivitas, pertumbuhan ekonomi, dan ketahanan wilayah.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada API Banyuwangi dan Politeknik Pelayaran Sumatera Barat (Polteknepel Sumbar) atas dukungan fasilitas, sumber daya, dan diskusi konstruktif yang telah diberikan selama proses penelitian dan penulisan artikel ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada rekan-rekan dari kedua institusi atas kontribusinya. Artikel ini diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan menjadi bahan pertimbangan dalam perumusan kebijakan, khususnya pada Jurnal Transportasi Kementerian Perhubungan.

Daftar Pustaka

- [1] R. Martínez-Val and C. Hernández, "Preliminary design of a low speed, long endurance Remote Piloted Vehicles (RPV) for civil applications," *Aircr. Des.*, vol. 2, no. 3, pp. 167–182, 1999, doi: 10.1016/S1369-8869(99)00014-2.
- [2] N. Donthu, S. Kumar, D. Mukherjee, N. Pandey, and W. M. Lim, "How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines," *J. Bus. Res.*, vol. 133, pp. 285–296, 2021, doi: 10.1016/j.jbusres.2021.04.070.
- [3] G. Yao, J. Liang, T. Wang, X. Yang, M. Liu, and Y. Zhang, "Submersible unmanned flying boat: Design and experiment," in *2014 IEEE International Conference on Robotics and Biomimetics, IEEE ROBIO 2014*, Robotics Institute, Beihang University, Beijing, 100191, China: Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2014, pp. 1308–1313. doi: 10.1109/ROBIO.2014.7090514.
- [4] R. D. Eubank, E. M. Atkins, and S. Ogura, "Fault detection and fail-safe operation with a multiple-redundancy air-data system," in *AIAA Guidance, Navigation, and Control Conference*, University of Michigan, Ann Arbor, MI, 48109, United States, 2010. doi: 10.2514/6.2010-7855.
- [5] B. Lou, G. Wang, Z. Huang, and S. Ye, "Preliminary design and performance analysis of a solar-powered unmanned *seaplane*," *Proc. Inst. Mech. Eng. Part G J. Aeronaut. Eng.*, vol. 233, no. 15, pp. 5606–5617, 2019, doi: 10.1177/0954410019852572.
- [6] J. Eastgate and R. Goddard, "Submersible aircraft concept design study," in *11th International Conference on Fast Sea Transportation, FAST 2011 - Proceedings*, P. T.J., Ed., Defence Engineering and Science Group, UK MoD, United Kingdom: American Society of Naval Engineers, 2011, pp. 813–820. [Online]. Available: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84883689211&partnerID=40&md5=ba2c62c92bd6c94c740dff9b5e1ca361>
- [7] R. Marvi and M. M. Forouzi, *Bibliometric analysis: Main procedure and guidelines*. 2023. doi: 10.4324/9781003107774-4.
- [8] M. Frické, "Boolean Logic," *Knowl. Organ.*, vol. 48, no. 2, pp. 177–191, 2021, doi: 10.5771/0943-7444-2021-2-177.
- [9] X. Yang, T. Wang, J. Liang, G. Yao, and M. Liu, "Survey on the novel hybrid aquatic-aerial amphibious aircraft: Aquatic unmanned aerial vehicle (AquaUAV)," *Prog. Aerosp. Sci.*, vol. 74, pp. 131–151, 2015, doi: 10.1016/j.paerosci.2014.12.005.
- [10] S. Abrate, "Hull slamming," *Appl. Mech. Rev.*, vol. 64, no. 6, pp. 60801–60803, 2011, doi: 10.1115/1.4023571.
- [11] S. Gudmundsson, *General Aviation Aircraft Design: Applied Methods and Procedures*. Embry-Riddle Aeronautical University, Daytona Beach, FL, United States: Elsevier, 2022. doi: 10.1016/B978-0-12-818465-3.09989-4.
- [12] X. Duan, W. Sun, C. Chen, M. Wei, and Y. Yang, "Numerical investigation of the porpoising motion of a *seaplane* planing on water with high speeds," *Aerosp. Sci. Technol.*, vol. 84, pp. 980–994, 2019, doi: 10.1016/j.ast.2018.11.037.
- [13] L. Huang and M. Yong, "Key technologies and industrial application prospects of amphibian aircraft," *Hangkong Xuebao/Acta Aeronaut. Astronaut. Sin.*, vol. 40, no. 1, 2019, doi: 10.7527/S1000-6893.2018.22708.
- [14] X. Yang, J. Liang, L. Wen, and T. Wang, "Research Status of Water-Air Amphibious Trans-media Unmanned Vehicle," *Jiqiren/Robot*, vol. 40, no. 1, pp. 102–114, 2018, doi: 10.13973/j.cnki.robot.170241.
- [15] C. Ye and D. Ma, "Aircraft dynamic derivatives calculation using CFD techniques," *Beijing Hangkong Hangtian Daxue Xuebao/Journal Beijing Univ. Aeronaut. Astronaut.*, vol. 39, no. 2, pp. 196-200+219, 2013, [Online]. Available: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84876043129&partnerID=40&md5=3e08abce576cdebec29eaf9d97af4b18>
- [16] C. Iliopoulou, K. Kepaptsoglou, and M. G. Karlaftis, "Route planning for a *seaplane* service: The case of the Greek Islands," *Comput. Oper. Res.*, vol. 59, pp. 66–77, 2015, doi: 10.1016/j.cor.2015.01.004.
- [17] H. Du, G. Fan, and J. Yi, "Autonomous takeoff control system design for unmanned *seaplanes*," *Ocean Eng.*, vol. 85, pp. 21–31, 2014, doi: 10.1016/j.oceaneng.2014.04.003.
- [18] E. Cestino *et al.*, "Replica 55 project: A wood *seaplane* in the era of composite materials," in *31st Congress of the International Council of the Aeronautical Sciences, ICAS 2018*, Politecnico di Torino, Italy: International Council of the Aeronautical Sciences, 2018.
- [19] M. Huang, L. Chu, C. Li, R. Jiang, B. Tang, and B. Wu, "Seakeeping performance research of large amphibious aircraft," *Hangkong Xuebao/Acta Aeronaut. Astronaut. Sin.*, vol. 40, no. 1, 2019, doi: 10.7527/S1000-6893.2018.22335.
- [20] S. Feng, W. Mingzhen, Z. Jiaxu, and H. Qi, "Numerical Simulation Method for Wave Surface Landing of *Seaplane*," in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, Key Aviation Scientific and Technological Laboratory of High-Speed Hydrodynamic, Jingmen, Hubei, 448035, China: Institute of Physics Publishing, 2020. doi: 10.1088/1757-899X/751/1/012061.
- [21] Y. Zhao, Q. Qu, and P. Liu, "Numerical study on mechanical properties of *seaplane* in whole water surface landing process," *Beijing Hangkong Hangtian Daxue Xuebao/Journal Beijing Univ. Aeronaut. Astronaut.*, vol. 46, no. 4, pp. 830–838, 2020, doi: 10.13700/j.bh.1001-5965.2019.0462.
- [22] J. T. Lawrence, "Milestones and developments in US Naval carrier Aviation-part II," in *Collection of Technical Papers - AIAA*

- Atmospheric Flight Mechanics Conference*, Naval Air Systems Command, Patuxent River, MD 20670, United States: American Institute of Aeronautics and Astronautics Inc., 2005, pp. 839–855. doi: 10.2514/6.2005-6120.
- [23] J. J. Abbatiello, *Anti-submarine warfare in world war I: British naval aviation and the defeat of the U-boats*. US Air Force, United States: Routledge, 2005. doi: 10.4324/9780203086230.
- [24] P. R. Payne, “Coupled Pitch And Heave Porpoising Instability In Hydrodynamic Planing.,” *J Hydronaut*, vol. 8, no. 2, pp. 58–71, 1974, doi: 10.2514/3.62979.
- [25] R. D. Eubank, J. M. Bradley, and E. M. Atkins, “Energy-Aware Multiflight Planning for an Unattended *Seaplane*: Flying fish,” *J. Aerosp. Inf. Syst.*, vol. 14, no. 2, pp. 73–91, 2017, doi: 10.2514/1.I010484.
- [26] H. Zhou, K. Hu, L. Mao, M. Sun, and J. Cao, “Research on planing motion and stability of amphibious aircraft in waves based on cartesian grid finite difference method,” *Ocean Eng.*, vol. 272, 2023, doi: 10.1016/j.oceaneng.2023.113848.
- [27] F. Sun, F. Wei, B. Wu, J. Zhang, and L. Chu, “An experimental study on water impact of large amphibious aircrafts,” *Zhendong yu Chongji/Journal Vib. Shock*, vol. 38, no. 12, pp. 39-43and52, 2019, doi: 10.13465/j.cnki.jvs.2019.12.006.
- [28] V. Nebylov and A. Nebylov, “*Seaplane* landing smart control at wave disturbances,” in *IFAC Proceedings Volumes (IFAC-PapersOnline)*, International Institute of Advanced Aerospace Technologies of State, University of Aerospace Instrumentation, Saint-Petersburg, 190000, 67, Bolshaya Morskaya, Russian Federation: IFAC Secretariat, 2011, pp. 3021–3026. doi: 10.3182/20110828-6-IT-1002.03187.
- [29] V. Taras, G. K. Stahl, M. Gunkel, and J. Kraemer, “Research on temporal diversity in GVTs: limitations and a new research agenda,” *J. Int. Bus. Stud.*, vol. 55, no. 6, pp. 816–824, 2024, doi: 10.1057/s41267-024-00709-3.
- [30] L. Xu and Y. Chen, “Overview of Sustainable Maritime Transport Optimization and Operations,” *Sustain. Switz.*, vol. 17, no. 14, 2025, doi: 10.3390/su17146460.
- [31] J. Makadia, R. Pashchapur, T. Dhulasawant, G. Yakshith Gopal, and P. Y. Deepak Raj, “Autonomous Flight Vehicle Incorporating Artificial Intelligence,” in *2020 International Conference on Computational Performance Evaluation Compe 2020*, 2020, pp. 419–425. doi: 10.1109/ComPE49325.2020.9200061.
- [32] E. C. K. Putra *et al.*, “Technological developments of amphibious aircraft designs: Research milestone and current achievement,” *Curved Layer. Struct.*, vol. 12, no. 1, 2025, doi: 10.1515/cls-2025-0026.
- [33] J. Hay, E. Gresham, and S. Fye, “Public-private partnerships: Best practices and insights for the space industry,” in *AIAA Space 2014 Conference and Exposition*, 2014. doi: 10.2514/6.2014-4266.