

Analisis Tren Penelitian Sambungan Baut dan Las pada Baja *H-Beam* Menggunakan Pendekatan Bibliometrik

Bulan Suryani^{1*}, Dwi widya putri², Fathir achmad³, Sadan habib⁴

¹ Universitas Al-Azhar Medan; email : bulansuryani02@gmail.com

² Universitas Al-Azhar Medan; email : dwiwidyaputri6@gmail.com

³ Universitas Al-Azhar Medan; email : fathirachmad1102@gmail.com

⁴ Universitas Al-Azhar Medan; email : sdnhabibb7@gmail.com

* Penulis Korespondensi: Bulan Suryani

Abstract: Research on bolted and welded connections in H-beam steel structures has continued to grow due to the increasing demand for strong, efficient, and earthquake-resistant steel structures. This study aims to analyze publication trends, researcher collaboration patterns, and thematic developments related to bolted and welded connections using a bibliometric approach. The data were obtained from the Scopus database consisting of 302 publications from 2019 to 2025. The analysis was conducted using Bibliometrix in RStudio and visualized using VOSviewer. The results show that the number of publications increased significantly each year, indicating growing research interest in steel connection studies. Keyword analysis revealed that the dominant topics include bolted connections, finite element methods, seismic design, and structural health monitoring. The thematic mapping indicates that stiffness, energy dissipation, and structural performance are the main research focuses. In addition, co-authorship analysis demonstrates active scientific collaboration among researchers in the development of steel connection studies. Overall, research on bolted and welded connections in H-beam steel structures is developing toward a multidisciplinary approach integrating numerical analysis, structural performance evaluation, and modern monitoring technology.

Keywords: bibliometric analysis, bolted connection, welded connection, H-beam steel, VOSviewer

Abstrak: Penelitian mengenai sambungan baut dan las pada struktur baja *H-beam* terus berkembang seiring meningkatnya kebutuhan terhadap struktur baja yang kuat, efisien, dan tahan terhadap beban gempa. Penelitian ini bertujuan menganalisis perkembangan publikasi, pola kolaborasi peneliti, serta tren tema penelitian terkait sambungan baut dan las menggunakan pendekatan bibliometrik. Data penelitian diperoleh dari database Scopus sebanyak 302 dokumen publikasi periode 2019–2025. Analisis dilakukan menggunakan Bibliometrix pada aplikasi RStudio dan divisualisasikan dengan VOSviewer. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah publikasi mengalami peningkatan signifikan setiap tahun, menandakan tingginya perhatian peneliti terhadap topik sambungan struktur baja. Hasil analisis kata kunci menunjukkan bahwa penelitian didominasi oleh topik sambungan baut, metode elemen hingga, desain seismik, dan pemantauan kesehatan struktur. Pemetaan tematik memperlihatkan bahwa kekakuan, disipasi energi, dan performa struktur menjadi fokus utama penelitian. Selain itu, Hasil analisis kolaborasi penulis menunjukkan adanya kerja sama ilmiah yang aktif dalam pengembangan riset sambungan baja. Secara keseluruhan, penelitian sambungan baut dan las pada struktur baja *H-beam* berkembang menuju pendekatan multidisipliner yang mengintegrasikan analisis numerik, performa struktur, dan teknologi pemantauan modern. Jumlah pada tahun 2019 tercatat 24 dokumen, mengalami peningkatan tahun 2020 menjadi 26 dokumen dan mencapai 40 dokumen pada tahun 2021. Tahun 2022 jumlah publikasi relatif stabil di kisaran 39 dokumen sebelum kembali meningkat menjadi 52 dokumen pada tahun 2023. Meskipun mengalami penurunan tahun 2024 menjadi 46 dokumen, jumlah publikasi kembali mengalami peningkatan tajam pada tahun 2025 hingga mencapai lebih dari 70 dokumen.

Kata Kunci: bibliometrik, sambungan baut, sambungan las, baja *H-beam*, VOSviewer.

1. Pendahuluan

Sambungan baja pada struktur *H-beam* memiliki peranan penting dalam menentukan kekuatan, kekakuan, daktilitas, serta ketahanan struktur terhadap beban gempa dan temperatur

Diterima: May 14, 2026

Direvisi: May 22, 2026

Diterima: May 24, 2026

Diterbitkan: July 2, 2026

Versi sekarang: July 11, 2026



Hak cipta: © 2026 oleh penulis.

Diserahkan untuk kemungkinan publikasi akses terbuka

berdasarkan syarat dan ketentuan lisensi Creative Commons

Attribution (CC BY SA) (

<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>)

enses/by-sa/4.0/)

tinggi. Dalam konstruksi modern, sambungan umumnya menggunakan sistem baut, las, maupun kombinasi keduanya, di mana setiap jenis sambungan memiliki karakteristik dan respons struktural yang berbeda.[1] Berbagai penelitian eksperimental dan numerik menunjukkan bahwa konfigurasi sambungan mempengaruhi kapasitas momen, respons histeretik, rotasi plastis, serta mekanisme keruntuhan pada struktur baja. Perkembangan konstruksi pracetak turut mendorong peningkatan penggunaan sambungan baut karena dinilai lebih efisien dalam proses pemasangan, fleksibel dalam pelaksanaan, dan mampu mempercepat waktu konstruksi, meskipun tetap dituntut memiliki performa struktural yang sebanding dengan sambungan las[2]. Meskipun penelitian mengenai sambungan baut dan las pada baja *H-beam* terus mengalami perkembangan, sebagian besar kajian masih berfokus pada pengujian perilaku mekanis dan analisis struktur secara parsial, sedangkan penelitian yang membahas perkembangan tren riset, pola kolaborasi ilmiah, serta keterkaitan tema penelitian secara komprehensif masih relatif terbatas. Selain itu, integrasi antara aspek kinerja struktural, efisiensi konstruksi, dan penerapan teknologi analisis modern belum banyak dipetakan secara sistematis, sehingga masih terdapat celah penelitian dalam memahami arah perkembangan riset sambungan baja secara menyeluruh[3]. Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini menggunakan pendekatan bibliometrik berbasis data Scopus dengan bantuan tools VOSviewer untuk menganalisis tren publikasi, jaringan kolaborasi penulis, distribusi penelitian, serta perkembangan tema riset terkait sambungan baut dan las pada struktur baja *H-beam*. Pendekatan ini menjadi kebaruan penelitian melalui penyusunan pemetaan penelitian yang terstruktur dan terintegrasi guna mengidentifikasi perkembangan riset dan peluang penelitian lanjutan pada bidang sambungan struktur baja.[4]

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode Bibliometrik untuk menggambarkan evolusi dan interkoneksi dalam domain ilmiah dengan menggabungkan data yang bersumber dari database scopus dan melakukan analisis menggunakan rstudio (khususnya paket bibliometrix). selain memvisualisasikan hasil melalui vosviewer. Kerangka metodologis ini memfasilitasi pengertian lintasan penelitian, penulis terkemuka, jurnal terkemuka, dan pola kolaborasi dalam disiplin akademis tertentu[5].

2.1. Sumber dan Pengambilan Data

- a. Basis data: artikel ilmiah yang diambil dari data scopus sebanyak 302 artikel dari tahun 2019 hingga 2025
- b. Kata kunci: "*H-beam*", "*steel connection*", "*bolted connection*", "*welded connection*", "*connection effectiveness*", dikombinasikan dengan operator Boolean AND/OR
- c. Kriteria inklusi:
 - 1) Jenis dokumen: artikel jurnal dan review
 - 2) Bahasa: inggris(dan/atau Indonesia)
 - 3) Rentang tahun: ditetapkan dari tahun 2019 hingga 2025

2.2. Pembersihan Dan Penyaringan Data

- a. Ekspor hasil pencarian dari scopus dalam format CSV/RIS/BibTeX
- b. Lakukan filterisasi:
 - 1) Hapus duplikasi
 - 2) Seleksi berdasarkan kesesuaian judul,abstrak, dan kata kunci dengan topik sambungan baut/las *H-beam*

2.3. Analisis Bibliometrik (R/Bibliometrik)

- a. Impor data ke R (Bibliometrix/Biblioshiny) untuk:
 - 1) Statistik dasar: jumlah publikasi per tahun, penulis jurnal, Negara
 - 2) Analisis sitasi: artikel/jurnal/penulis paling berpengaruh.

- 3) Pemetaan tematik/topik(co-occurrence network, thematic map)

2.4. Visualisasi Jaringan Bibliometrik (Vosviewer)

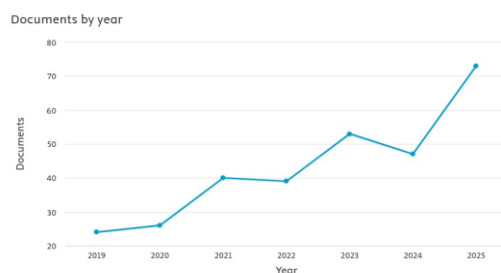
- a. Gunakan file ekspor (Scopus/Bibliometrix) di VOSviewer untuk membangun peta:
 - 1) *Co-author*: jejaring kolaborasi peneliti
 - 2) *Co-citation*: kelompok referensi utama
 - 3) *Keyword co-occurrence*: kluster tema terkait efektivitas sambungan baut dan las

2.5. Interpretasi dan Sintesis

- a. Interpretasikan peta dan indikator bibliometrik untuk:
 - 1) Menggambarkan perkembangan publikasi
 - 2) Mengidentifikasi topik dominan dan celah riset terkait efektivitas sambungan baut vs las pada *H-beam*

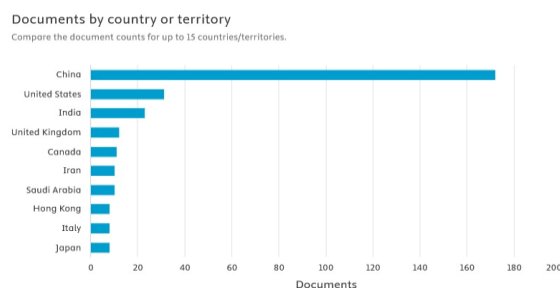
3. Hasil dan Pembahasan

- a. Analisis bibliometrik
 - 1) Tren publikasi



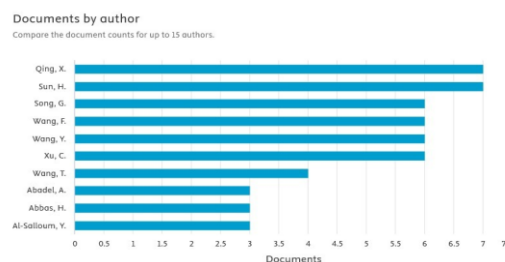
gambar 1. Jumlah publikasi per tahun

Berdasarkan hasil visualisasi bibliometrik pada gambar 1, menunjukkan bahwa jumlah publikasi penelitian mengenai sambungan baut dan las pada struktur baja *H-beam* mengalami peningkatan yang signifikan selama periode 2019–2025. Pada tahun 2019 jumlah publikasi tercatat sekitar 24 dokumen, kemudian meningkat menjadi 26 dokumen pada tahun 2020 dan mencapai sekitar 40 dokumen pada tahun 2021. Pada tahun 2022 jumlah publikasi relatif stabil di kisaran 39 dokumen sebelum kembali meningkat menjadi sekitar 52 dokumen pada tahun 2023. Meskipun terjadi penurunan pada tahun 2024 menjadi sekitar 46 dokumen, jumlah publikasi kembali mengalami peningkatan tajam pada tahun 2025 hingga mencapai lebih dari 70 dokumen. Tren tersebut menunjukkan bahwa penelitian mengenai sambungan baja terus berkembang dan semakin banyak dikaji, khususnya pada aspek kekuatan sambungan, perilaku struktur, analisis numerik, dan evaluasi performa struktur baja terhadap pembebanan dinamis.



gambar 2. Jumlah publikasi berdasarkan negara

Berdasarkan gambar 2, menjelaskan distribusi publikasi berdasarkan negara menunjukkan bahwa Tiongkok mendominasi jumlah dokumen dengan sekitar 175–180 publikasi, jauh melampaui negara lain. Amerika Serikat berada pada posisi kedua dengan sekitar 35 dokumen, diikuti India sekitar 28 dokumen. Negara lain seperti Inggris, Kanada, Iran, Arab Saudi, Hong Kong, Italia, dan Jepang hanya memiliki kontribusi di bawah 15 dokumen. Dominasi Tiongkok menunjukkan tingginya aktivitas penelitian pada bidang sambungan struktur baja yang didukung oleh perkembangan industri konstruksi, pembangunan infrastruktur berskala besar, serta kebutuhan terhadap pengembangan teknologi struktur tahan gempa dan efisiensi konstruksi modern. Secara keseluruhan, visualisasi ini memperlihatkan bahwa perkembangan penelitian sambungan baut dan las pada baja *H-beam* mengalami pertumbuhan yang konsisten. Namun distribusi penelitian masih terpusat pada negara dan kelompok peneliti tertentu yang memiliki kapasitas riset dan produktivitas ilmiah yang tinggi.

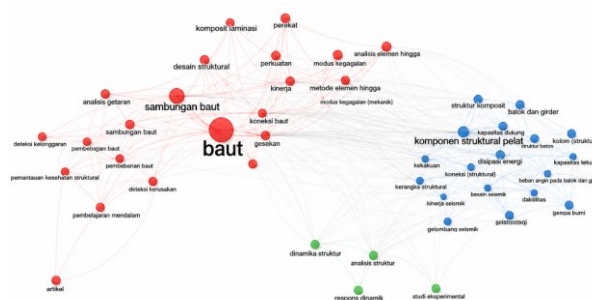


gambar 3. jumlah publikasi penulis jurnal

Berdasarkan visualisasi pada gambar 3, produktivitas penulis, Qing, X. dan Sun, H. menjadi penulis dengan jumlah publikasi tertinggi, masing-masing sekitar 7 dokumen. Penulis lain seperti Sang, G., Wang, X., Wang, Y., dan Xie, C. 4 dokumen. Sementara itu, Abdel, A., Abdás, H., dan Al-Soliman, Y. memiliki kontribusi sekitar 3 dokumen. Dominasi beberapa penulis tersebut menunjukkan bahwa perkembangan penelitian sambungan baut dan las masih terpusat pada kelompok peneliti tertentu yang memiliki intensitas publikasi dan kolaborasi ilmiah yang tinggi, sehingga berperan sebagai pusat pengembangan riset dalam bidang struktur baja.

b. Pemetaan Tematik

1) co-occurrence network

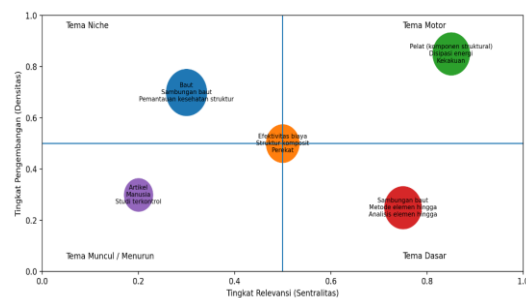


Gambar 4. jaringan co-occurrence sambungan baut dan las baja

Berdasarkan gambar 4, visualisasi jaringan *co-occurrence* menunjukkan bahwa kata kunci “baut” menjadi pusat utama penelitian dengan keterhubungan yang kuat terhadap topik seperti sambungan baut, analisis elemen hingga, desain struktural, deteksi kerusakan, dan pemantauan kesehatan struktural. Klaster merah merepresentasikan dominasi penelitian pada analisis perilaku mekanis sambungan baut menggunakan pendekatan numerik berbasis *finite element method* untuk mengevaluasi distribusi tegangan, deformasi, dan mekanisme kegagalan struktur. Klaster biru menunjukkan fokus penelitian pada komponen struktural baja yang berkaitan dengan kapasitas dukung, daktilitas, disipasi energi, beban gempa, dan stabilitas

struktur, sehingga menegaskan pentingnya sambungan baja dalam meningkatkan ketahanan seismik struktur. Sementara itu, klaster hijau menggambarkan perkembangan penelitian pada analisis respons dinamik dan studi eksperimental untuk mengevaluasi perilaku struktur terhadap getaran dan pembebanan siklik. Secara keseluruhan, penelitian sambungan baut dan las pada baja *H-beam* berkembang menuju pendekatan multidisipliner yang mengintegrasikan analisis numerik, evaluasi dinamis struktur, dan teknologi pemantauan kesehatan struktural[16].

2) thematic map

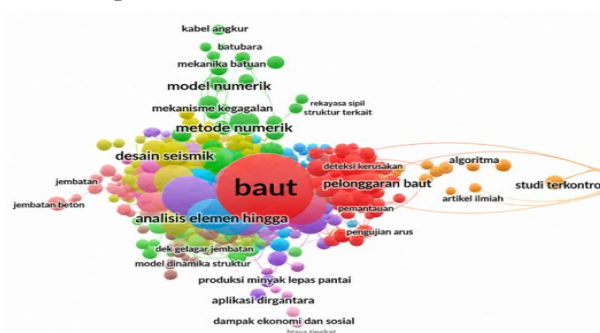


Gambar 5. peta tematik penelitian sambungan baut dan las pada baja h beam

Berdasarkan peta tematik gambar 5, menunjukkan bahwa topik pelat (komponen struktural), disipasi energi, dan kekakuan berada pada kuadran tema motor dengan nilai relevansi dan tingkat pengembangan tertinggi. yang menandakan bahwa tema tersebut menjadi fokus utama dan paling berkembang dalam penelitian sambungan baja *H-beam*. Topik baut, sambungan baut, dan pemantauan kesehatan struktur berada pada kuadran tema niche, yang menunjukkan bahwa penelitian terkait monitoring kondisi sambungan dan evaluasi kerusakan struktur telah berkembang cukup mendalam namun masih terbatas pada bidang tertentu. Pada kuadran tema dasar, topik sambungan baut, metode elemen hingga, dan analisis elemen hingga memiliki tingkat relevansi tinggi tetapi pengembangannya masih rendah[19], sehingga menunjukkan bahwa pendekatan finite element method menjadi dasar utama penelitian sambungan baja dan masih berpotensi untuk dikembangkan lebih lanjut. Sementara itu, topik seperti artikel, manusia, dan studi terkontrol berada pada kuadran tema muncul/menurun yang menunjukkan rendahnya tingkat pengembangan dan keterkaitan terhadap tema penelitian utama. Secara keseluruhan, visualisasi ini memperlihatkan bahwa penelitian sambungan baut dan las berkembang pada aspek performa struktural, ketahanan seismik, serta penguatan analisis numerik berbasis metode elemen hingga.

c. Visualisasi Jaringan Bibliometrik (*Vosviewer*)

1) *Co-citation* /kelompok referensi utama

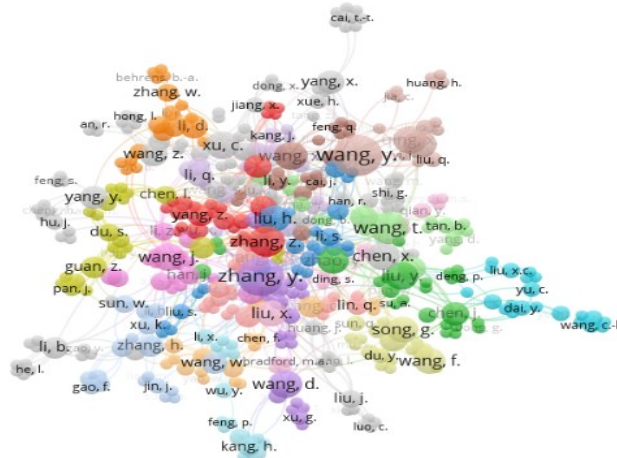


Gambar 6. jaringan ko-sitasi sambungan baut dan las

Berdasarkan gambar 6, menunjukkan jaringan keterkaitan kata kunci (keyword co-occurrence) berdasarkan hasil analisis bibliometrik menggunakan VOSviewer. Setiap node merepresentasikan kata kunci penelitian, sedangkan ukuran node menunjukkan tingkat frekuensi kemunculan kata kunci dalam publikasi ilmiah. Hubungan antar kata kunci

ditunjukkan melalui garis penghubung, sementara perbedaan warna mengindikasikan terbentuknya kluster penelitian yang memiliki keterkaitan tema tertentu. Kata kunci “baut” tampak sebagai node dengan ukuran paling besar sehingga menunjukkan bahwa topik sambungan baut menjadi fokus dominan dalam penelitian struktur baja. Kata kunci tersebut memiliki hubungan yang kuat dengan beberapa topik lain, seperti “pelonggaran baut”, “analisis hingga”, “desain seismik”, “metode numerik”, dan “mekanisme kegagalan”. Kondisi ini menunjukkan bahwa penelitian terkait sambungan baut banyak diarahkan pada analisis perilaku struktur, ketahanan terhadap beban gempa, simulasi numerik, serta identifikasi mekanisme kerusakan sambungan. Selain itu, terbentuk beberapa kluster penelitian lain yang saling berkaitan, meliputi desain struktur, rekayasa sipil, aplikasi lepas pantai, dan pemantauan kerusakan struktur. Hal tersebut mengindikasikan bahwa penelitian sambungan baut berkembang secara multidisiplin dan tidak hanya berfokus pada aspek kekuatan sambungan, tetapi juga mencakup performa struktural, keamanan konstruksi, serta pengembangan metode analisis modern. Secara umum, hasil visualisasi memperlihatkan bahwa kajian mengenai sambungan baut pada struktur *H-beam* terus berkembang dan memiliki keterhubungan penelitian yang luas dalam bidang rekayasa struktur.

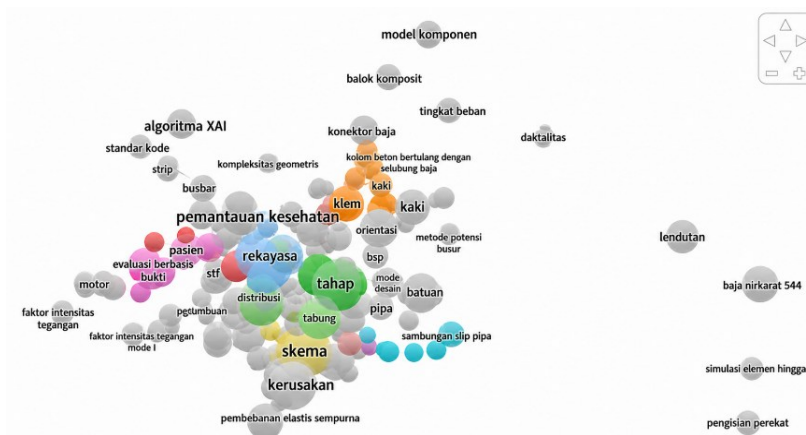
2) Co-author/jejaring kolaborasi peneliti



Gambar 7. jaringan kolaborasi penulis pada sambungan baut dan las pada baja h beam

Berdasarkan gambar 7, memperlihatkan jaringan kolaborasi penulis (co-authorship network) yang diperoleh melalui analisis bibliometrik menggunakan VOSviewer. Setiap node menggambarkan penulis, sedangkan ukuran node menunjukkan tingkat produktivitas publikasi yang dimiliki. Hubungan antar penulis ditunjukkan melalui garis koneksi, sementara perbedaan warna merepresentasikan kelompok atau kluster kolaborasi penelitian tertentu. Beberapa penulis seperti “Wang”, “Zhang”, “Yang”, “Xu”, dan “Chen” tampak sebagai node dengan ukuran lebih besar dibandingkan penulis lainnya. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa penulis-penulis tersebut memiliki kontribusi publikasi yang tinggi dan berperan signifikan dalam perkembangan penelitian terkait sambungan struktur baja. Banyaknya koneksi antar node mengindikasikan adanya intensitas kerja sama ilmiah yang cukup kuat dalam bidang penelitian ini. Selain itu, keberadaan beberapa kluster yang saling terhubung menunjukkan bahwa penelitian berkembang melalui kelompok kolaborasi dengan fokus kajian tertentu. Struktur jaringan yang relatif padat menggambarkan bahwa penelitian mengenai sambungan baut dan las pada struktur *H-beam* telah berkembang secara luas melalui kolaborasi antarpemiliter pada tingkat internasional. Secara umum, visualisasi ini menunjukkan bahwa perkembangan riset sambungan struktur baja didukung oleh jaringan kolaborasi ilmiah yang aktif dan terintegrasi. perkembangan penelitian tidak berdiri sendiri, melainkan terhubung dengan berbagai disiplin lain yang mendukung pengembangan ilmu secara lebih menyeluruh[27].

3) Keyword co-occurrence/kluster tema



Gambar 8. peta jaringan kata kunci

Berdasarkan gambar 8, memperlihatkan jaringan keterkaitan kata kunci penelitian yang diperoleh melalui analisis bibliometrik menggunakan VOSviewer. Setiap node menggambarkan kata kunci penelitian, sedangkan ukuran node menunjukkan tingkat frekuensi kemunculan kata kunci dalam publikasi ilmiah. Hubungan antar kata kunci ditunjukkan melalui garis koneksi, sementara variasi warna menunjukkan adanya kluster penelitian dengan fokus tema tertentu. Beberapa kata kunci yang tampak dominan meliputi “tahap”, “rekayasa”, “skema”, “kerusakan”, “pemantauan kesehatan”, dan “kaki”. Dominasi kata kunci tersebut menunjukkan bahwa penelitian pada bidang struktur dan sambungan baja banyak diarahkan pada pengembangan metode rekayasa, identifikasi kerusakan struktur, sistem pemantauan kondisi struktur, serta pendekatan desain dan analisis konstruksi. Selain itu, terdapat keterhubungan dengan beberapa topik lain seperti “simulasi elemen hingga”, “lendutan”, “daktalitas”, “konektor baja”, dan “balok komposit”. Kondisi ini menunjukkan bahwa perkembangan penelitian telah mengarah pada kajian perilaku mekanis struktur yang lebih kompleks, termasuk evaluasi deformasi, kapasitas struktur, serta penerapan metode numerik dalam analisis rekayasa modern. Hubungan antar kluster yang saling terintegrasi juga mengindikasikan bahwa penelitian berkembang secara multidisiplin pada berbagai aspek rekayasa struktur. Secara umum, hasil visualisasi menunjukkan bahwa penelitian mengenai struktur dan sambungan baja tidak hanya berfokus pada aspek kekuatan material, tetapi juga mencakup pemantauan kondisi struktur, analisis kerusakan, dan pengembangan metode analisis berbasis simulasi numerik.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis bibliometrik menggunakan data Scopus dengan bantuan RStudio dan VOSviewer, penelitian mengenai sambungan baut dan las pada struktur baja *H-beam* mengalami perkembangan yang cukup pesat dalam beberapa tahun terakhir. Jumlah penelitian mengenai sambungan baut dan las pada struktur baja *H-beam* mengalami peningkatan yang signifikan selama periode 2019-2025. Pada tahun 2019 jumlah publikasi penelitian yang tercatat sekitar 24 dokumen, kemudian meningkat pada tahun 2020 menjadi 26 dokumen dan mencapai sekitar 40 dokumen pada tahun 2021. Pada tahun 2022 jumlah publikasi relatif stabil di kisaran 39 dokumen sebelum kembali meningkat pada tahun 2023 menjadi sekitar 52 dokumen, meskipun mengalami penurunan pada tahun 2024 menjadi sekitar 46 dokumen, jumlah publikasi kembali mengalami peningkatan tajam pada tahun 2025 hingga mencapai lebih dari 70 dokumen. Kajian penelitian didominasi oleh analisis kekuatan dan kekakuan sambungan, respons terhadap beban lentur dan geser, distribusi tegangan, mekanisme keruntuhan, serta penerapan metode numerik dan simulasi elemen hingga untuk

mengevaluasi performa struktur. Hasil analisis kata kunci menunjukkan bahwa topik sambungan baut memiliki hubungan yang erat dengan desain seismik, pelonggaran baut, analisis numerik, dan identifikasi kerusakan struktur. Sementara itu, analisis jaringan kolaborasi penulis memperlihatkan adanya kerja sama ilmiah yang aktif dan terintegrasi dalam pengembangan penelitian pada bidang sambungan struktur baja. Selain berfokus pada aspek kekuatan material, perkembangan penelitian juga mengarah pada efisiensi konstruksi, keamanan struktur, dan pengembangan metode analisis modern. Secara umum, sambungan baut dan las memiliki peranan penting dalam mempengaruhi performa keseluruhan struktur baja *H-beam*. Oleh karena itu, perancangan sambungan perlu mempertimbangkan aspek kekuatan, kekakuan, daktilitas, efisiensi konstruksi, serta kemudahan penerapan di lapangan. Hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa peluang pengembangan riset masih terbuka luas, khususnya pada integrasi teknologi numerik, optimasi desain sambungan, serta evaluasi performa struktur terhadap kondisi pembebanan kompleks dan lingkungan ekstrem.

Kontribusi Penulis: Penulisan artikel berjudul "Analisis Tren Penelitian Sambungan Baut dan Las pada Baja H-Beam Menggunakan Pendekatan Bibliometrik" ini dikerjakan secara kolaboratif oleh tim penulis. Penulis pertama bertanggung jawab atas konseptualisasi penelitian, perancangan strategi pencarian literatur, ekstraksi data dari basis data akademik, serta melakukan analisis dan visualisasi bibliometrik menggunakan perangkat lunak pemetaan ilmiah, sekaligus menulis naskah awal secara keseluruhan. Penulis kedua berperan dalam kurasi data melalui proses screening dan validasi artikel terpilih, melakukan analisis komparatif tren publikasi antar tahun, negara, dan kategori sambungan, serta turut menyusun bagian diskusi. Penulis ketiga memberikan kontribusi pada tinjauan substantif terkait perilaku mekanis sambungan baut dan las pada H-Beam, melakukan tabulasi hasil pendukung, serta bertugas dalam penyuntingan akhir dan korespondensi naskah. Seluruh penulis telah menyetujui versi final artikel dan bertanggung jawab penuh atas keakuratan serta integritas isi penelitian.

Pendanaan: Penelitian berjudul "Analisis Tren Penelitian Sambungan Baut dan Las pada Baja H-Beam Menggunakan Pendekatan Bibliometrik" ini merupakan penelitian mandiri yang tidak menerima bantuan pendanaan khusus dari lembaga, institusi, atau pihak manapun. Seluruh biaya yang timbul selama proses penelitian, mulai dari akses basis data akademik, lisensi perangkat lunak analisis bibliometrik, hingga biaya publikasi, ditanggung secara pribadi oleh tim penulis.

Pernyataan Ketersediaan Data: Seluruh data yang digunakan dalam penelitian ini bersumber dari basis data akademik terbuka, yaitu Scopus dan/atau Web of Science, yang dapat diakses melalui institusi masing-masing penulis. Data mentah berupa file ekspor bibliografis (seperti .csv atau .ris) serta hasil visualisasi pemetaan bibliometrik dari perangkat lunak VOSviewer dan Biblioshiny disimpan dan tersedia untuk keperluan verifikasi.

Ucapan Terima Kasih: Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Al-Azhar Medan atas dukungan fasilitas akademik selama penelitian berlangsung. Terima kasih juga disampaikan kepada dosen pembimbing dan rekan-rekan yang telah memberikan masukan serta saran konstruktif dalam penyempurnaan naskah ini. Tidak lupa, ucapan terima kasih kepada keluarga dan seluruh pihak yang telah memberikan dukungan moral sehingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik.

Konflik Kepentingan: Penulis menyatakan bahwa tidak terdapat konflik kepentingan dalam penelitian ini. Seluruh proses penelitian, mulai dari pengumpulan data, analisis bibliometrik, hingga penulisan dan publikasi naskah, dilakukan secara independen tanpa adanya pengaruh atau intervensi dari pihak manapun, baik yang bersifat finansial, komersial, maupun hubungan pribadi yang dapat mempengaruhi hasil dan interpretasi penelitian.

Referensi

- [1] M. Eldeib *et al.*, "Structural behaviour of steel-timber composite elements: an overview," *Low-Carbon Mater. Green Constr.*, vol. 3, no. 1, 2025, doi: 10.1007/s44242-025-00065-x.
- [2] W. Deng *et al.*, "Flexural Behavior of Lap Splice Connection Between Steel-Plate Composite Wall and Reinforced Concrete Foundation Subjected to Impact Loading," *Buildings*, vol. 15, no. 15, 2025, doi: 10.3390/buildings15152707.
- [3] F. Amin *et al.*, "Impact of Carbon Fiber-Reinforced Polymer Sheets and Bolt Diameter on the Seismic Performance Enhancement of Steel Beam-Column Joints," *Eng. Reports*, vol. 7, no. 1, pp. 1–17, 2025, doi: 10.1002/eng2.13022.
- [4] H. Yu *et al.*, "Critical slowing down characteristics of acoustic emission for bolted fractured sandstone failure under stepwise loading," *Geomech. Geophys. Geo-Energy Geo-Resources*, vol. 11, no. 1, 2025, doi: 10.1007/s40948-025-01045-y.
- [5] Y. Zhou, J. Duan, G. Mao, and J. Hong, "Tailored assembly interface for high-performance bolted structures," *Mater. Des.*, vol. 260, no. 2, p. 114965, 2025, doi: 10.1016/j.matdes.2025.114965.
- [6] et al. Syamsuir, "Karakteristik Sifat Mekanik dan Struktur Mikro Baja Karbon Sedang Paska Tempering," *Jktm*, vol. 7, no. 1, pp. 1–7, 2021.
- [7] D. S. -, Sutrimo, Gugun Nugraha, Hanni Maksum Ardi, and Toni Okviyanto, "Analisis Sifat Mekanik Baja Karbon ST 37 Pada Variasi Kuat Arus dan Sudut Kampuh SMAW," *J. Elektro dan Mesin Terap.*, vol. 9, no. 1, pp. 1–10, 2023, doi: 10.35143/elementer.v9i1.5886.
- [8] S. L. Narayana, K. L. Narasimhamu, N. A. Krishna, B. V. V. Naidu, and C. Deekshith, "Effect of chemical treatment on mechanical properties of fiber reinforced composites," *Mater. Today Proc.*, vol. 2022, 2022, doi: 10.1016/J.MATPR.2022.07.128.
- [9] Junaidi and A. Irawan, "725-Article Text-2895-1-10-20230622," *Jitekb*, vol. 7, no. 2, pp. 57–61, 2019.
- [10] Y. Li, L. Jiang, C. Xiong, and W. Peng, "Effect of Different Surface Treatment for Bamboo Fiber on the Crystallization Behavior and Mechanical Property of Bamboo Fiber/Nanohydroxyapatite/Poly(lactic-co-glycolic) Composite," *Ind. Eng. Chem. Res.*, vol. 54, no. 48, pp. 12017–12024, 2015, doi: 10.1021/acs.iecr.5b02724.
- [11] D. S. Wongso, M. Rajagukguk, and Danial, "Studi Perencanaan Proteksi Tegangan Lebih Eksternal Petir Di Plts 1,5 Mw Universitas Tanjungpura," *J. S1 Tek. Elektro UNTAN*, vol. 2, no. 1, pp. 113–125, 2022, [Online]. Available: <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jteuntan/article/download/60256/75676595445>
- [12] B. P. H. Deeves and J. E. Woods, "Experimental investigation of steel-timber shear connections with self-tapping screws," *Constr. Build. Mater.*, vol. 492, no. April, p. 142999, 2025, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2025.142999.
- [13] H. Li, Y. Luo, Y. Guo, Y. Tian, C. Zhou, and R. Lorenzo, "Mechanical properties of bamboo scrimber under bolted connections with steel splints," *Sustain. Struct.*, vol. 5, no. 4, pp. 1–17, 2025, doi: 10.54113/j.sust.2025.000091.
- [14] M. Saripuddin, H. Abbas, H. Parung, and W. H. Piarah, "Analisis Pengaruh Sambungan Kombinasi Las dan Baut terhadap Kekuatan Material," no. Snttm Xiii, pp. 15–16, 2014.
- [15] M. B. Sulistyo *et al.*, "MENGGUNAKAN PROGRAM BANTU ELEMEN HINGGA," vol. 13, no. 3, pp. 199–206, 2019.
- [16] E. Widyaningsih, E. Desmaliana, and M. Ihsan, "Evaluasi Konfigurasi Sambungan Baut Jembatan Rangka Baja dengan Pola Staggered Fastener (Studi Kasus : Jembatan Way Bobot , Pulau Seram)," vol. 7, no. 2, 2021.
- [17] F. Teknik, U. Islam, and J. Q. Teknika, "ANALISIS SAMBUNGAN KONTRUKSI RANGKA ATAP BAJA BERAT IWF PADA BANGUNAN GUDANG MENGGUNAKAN PEMODELAN EKSPERIMENTAL DENGAN SPESIFIKASI SNI 03-1729-2002," vol. 12, no. 1, pp. 121–127, 2022, [Online]. Available: <https://ejournal.unisbablitar.ac.id/index.php/qua>
- [18] A. Bibliometrik, P. Penelitian, and D. A. N. Publikasi, "Analisis bibliometrik: perkembangan penelitian dan publikasi mengenai koordinasi program menggunakan vosviewer," vol. 9, no. 1, pp. 1–8, 2022, [Online]. Available: <https://journal.unilak.ac.id/index.php/pb/%0A1>
- [19] Z. H. Ibupoto *et al.*, "Advances in MoS2 composites for electrocatalytic energy conversion: Synthesis, applications, and future

- perspectives in hydrogen, oxygen, nitrogen, and CO₂ reactions,” *Renew. Energy*, vol. 256, no. PI, p. 124582, 2026, doi: 10.1016/j.renene.2025.124582.
- [20] A. Ajwad, S. Di Benedetto, M. Latour, and G. Rizzano, “Stiffness of welded T-joints with CHS chord members and passing-through longitudinal plates,” *Structures*, vol. 71, no. December 2024, p. 107963, 2025, doi: 10.1016/j.istruc.2024.107963.
- [21] A. Vasilkin and G. Zubkov, “Stress-Strain State of Slip-Critical Connections in Metal Structures, With Regard To the Specifics of Bolt Tension Control,” *Int. J. Comput. Civ. Struct. Eng.*, vol. 21, no. 4, pp. 162–176, 2025, doi: 10.22337/2587-9618-2025-21-4-162-176.
- [22] D. P. Wu, K. Rao, W. Wei, F. Han, and S. Peng, “Experimental Study on Seismic Behavior of Novel Prefabricated RC Joints with Welded Cover-Plate Steel Sleeve and Bolted Splice,” *Buildings*, vol. 15, no. 24, pp. 1–20, 2025, doi: 10.3390/buildings15244579.
- [23] A. Sanli, B. Demirkale, and O. Kanoun, “Real-time detection of loosening torque in bolted joints using piezoresistive pressure-sensitive layer based on multi-walled carbon nanotubes reinforced epoxy nanocomposites,” *Sci. Rep.*, vol. 15, no. 1, pp. 1–9, 2025, doi: 10.1038/s41598-025-89290-9.
- [24] B. Rao *et al.*, “Seismic Performance of T-Shaped Aluminum Alloy Beam – Column Bolted Connections : Parametric Analysis and Design Implications Based on a Mixed Hardening Model,” pp. 1–24, 2025.
- [25] M. Al-mahbashi, H. Elsanadedy, A. Abadel, and T. Almusallam, “Performance of HSC Continuous Deep Beams with Asymmetric Circular Openings : Hybrid FRP Versus Steel Plate Strengthening,” 2025.
- [26] V. L. Las, “Akselerasi : Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Akselerasi : Jurnal Ilmiah Teknik Sipil,” vol. 2, no. 1, 2020.
- [27] F. Jafari and S. Dorafshan, “SDNET 2025- Annotated dataset of steel bolted connection evaluation,” *Data Br.*, vol. 63, 2025, doi: 10.1016/j.dib.2025.112254.
- [28] M. W. Schäfer, M. M. Becker, and S. C. L. Fischer, “Coded excitation strategies to ensure the validity of ultrasound controlled tightening of bolted joints,” *NDT E Int.*, vol. 156, no. June, p. 103467, 2025, doi: 10.1016/j.ndteint.2025.103467.
- [29] H. Nan, J. Qiao, S. Ding, Y. Chen, P. Jiang, and S. Wei, “Strength, deformation and macro and micro-failure performances of the bolted samples under biaxial compression,” *Sci. Rep.*, vol. 15, no. 1, pp. 1–24, 2025, doi: 10.1038/s41598-025-19667-3.
- [30] S. S. Sorour, C. A. Saleh, and M. Shazly, “Integrating machine learning and symbolic regression for predicting damage initiation in hybrid FRP bolted connections,” *Sci. Rep.*, vol. 15, no. 1, pp. 1–19, 2025, doi: 10.1038/s41598-025-02390-4.