



Tren Riset Global Dalam Manufaktur Lean: Analisis Bibliometrik Publikasi Yang Terindeks Scopus

Tyasto Prima Ahmadi^{1*}, Sumanto², Bagas Adji Nurfadillah³

^{1*,2,3} Universitas Indonesia Mandiri, Indonesia

*Email@korespondensi : typriah@gmail.com¹

Alamat: 1. Lintas Sumatera, Tj. Heran, Kec. Penengahan, Kabupaten Lampung Selatan, Lampung
35592

Korespondensi penulis: typriah@gmail.com

Abstract. *The increasing complexity of global manufacturing systems has elevated the strategic importance of lean manufacturing for enhancing efficiency, productivity, and waste reduction. Despite widespread adoption, the research landscape remains fragmented with no comprehensive mapping of its evolution. This study aims to analyze publication trends, map research clusters, and identify key themes in lean manufacturing using a bibliometric approach. Data were obtained from Scopus for 2010–2022, yielding 2,262 documents. Analysis using VOSviewer and Biblioshiny included publication trend analysis, keyword co-occurrence, co-authorship, citation analysis, and thematic evolution mapping. Findings reveal significant publication growth between 2015 and 2019, followed by a decline. Five major research clusters were identified: lean in construction; manufacturing systems; integration with Six Sigma; sustainability and supply chains; and implementation and human factors. Thematic mapping classified motor themes (lean manufacturing, agile manufacturing), basic themes (lean production, lean construction), niche themes (lean management, surveys), and emerging themes (product design, life cycle). This study provides a comprehensive intellectual map of lean manufacturing research, highlighting the evolution from technical efficiency toward integrated, managerial, and sustainability-oriented approaches.*

Keywords: *bibliometric analysis, lean manufacturing, lean production, research trends, Scopus*

Abstrak. Meningkatnya kompleksitas sistem manufaktur global telah meningkatkan peran strategis lean manufacturing dalam meningkatkan efisiensi, produktivitas, dan pengurangan pemborosan. Meskipun telah diadopsi secara luas, lanskap penelitian masih terfragmentasi tanpa pemetaan komprehensif mengenai perkembangannya. Penelitian ini bertujuan menganalisis tren publikasi, memetakan kluster penelitian, dan mengidentifikasi tema utama lean manufacturing menggunakan pendekatan bibliometrik. Data diperoleh dari Scopus periode 2010–2022 dengan total 2.262 dokumen. Analisis menggunakan VOSviewer dan Biblioshiny meliputi analisis tren publikasi, ko-okurensi kata kunci, kolaborasi penulis, sitasi, dan pemetaan evolusi tematik. Temuan menunjukkan pertumbuhan publikasi signifikan antara 2015–2019, kemudian menurun. Lima kluster penelitian utama teridentifikasi: lean dalam konstruksi; sistem manufaktur; integrasi dengan Six Sigma; keberlanjutan dan rantai pasok; serta implementasi dan faktor manusia. Pemetaan tematik mengklasifikasikan motor themes (lean manufacturing, agile manufacturing), basic themes (lean production, lean construction), niche themes (lean management, surveys), dan tema yang sedang berkembang (product design, life cycle). Penelitian ini memberikan peta intelektual komprehensif mengenai penelitian lean manufacturing, menyoroti evolusi dari efisiensi teknis menuju pendekatan terintegrasi, manajerial, dan berorientasi keberlanjutan.

Kata kunci: analisis bibliometrik, lean manufacturing, lean production, Scopus, tren penelitian

1. LATAR BELAKANG

Peningkatan kompleksitas sistem manufaktur global telah menjadi karakteristik utama industri abad ke-21. Fenomena ini ditandai oleh tingginya variasi produk, volatilitas pasar yang signifikan, serta jaringan produksi yang terdistribusi secara geografis. Dinamika ini memunculkan tuntutan yang semakin tinggi terhadap efisiensi, produktivitas, dan pengurangan pemborosan dalam setiap rantai nilai (Cantamessa & Montagna, 2009; Peças et al., 2022; Rojas & Huamanchahua, 2022). Sebagai respons terhadap tantangan tersebut, lean manufacturing

telah muncul dan berkembang menjadi pendekatan strategis yang fundamental. Berakar pada sistem produksi Toyota, lean manufacturing secara sistematis berfokus pada eliminasi pemborosan, peningkatan nilai tambah, serta mendorong perbaikan berkelanjutan di berbagai konteks industri (Cuggia-Jiménez et al., 2020; Psomas & Antony, 2019; Ramkumar et al., 2021).

Meskipun adopsi lean manufacturing telah meluas secara global, perkembangan riset di bidang ini menghadapi permasalahan utama berupa fragmentasi yang signifikan (Antony et al., 2021). Literatur yang ada menunjukkan keberagaman pendekatan implementasi yang sangat bervariasi, mulai dari sektor manufaktur tradisional hingga konstruksi dan layanan kesehatan, dengan penyesuaian yang sangat spesifik terhadap konteks lokal dan sektoral (Akanbi et al., 2019; Kumar et al., 2020; Majiwala et al., 2020). Akibatnya, hingga saat ini belum ada pemetaan yang komprehensif dan terkini mengenai perkembangan serta arah riset lean manufacturing secara global (Bhamu & Sangwan, 2014; Pakdil et al., 2018; Psomas & Antony, 2019). Kurangnya peta jalan yang utuh ini menghambat pemahaman tentang evolusi intelektual, kluster-kluster penelitian yang dominan, serta bagaimana tema-tema penelitian telah bergeser dari waktu ke waktu (Cuggia-Jiménez et al., 2020; Psomas, 2021).

Berbagai pendekatan telah digunakan dalam literatur untuk mengkaji lean manufacturing. Studi empiris, studi kasus, dan tinjauan naratif merupakan metodologi yang umum ditemui (Hudson, 2017; Jones, 2018; Lin & Evans, 2012). Pendekatan-pendekatan ini memberikan wawasan yang kaya dan mendalam, terutama dalam memahami implementasi di konteks spesifik. Namun, masing-masing pendekatan memiliki keterbatasan. Studi kasus seringkali terbatas pada generalisasi, sementara tinjauan naratif rentan terhadap bias subjektivitas dan belum mampu memberikan gambaran struktural yang komprehensif serta tren global yang sistematis (Hudson, 2017; Jones, 2018; Lin & Evans, 2012; Muraliraj et al., 2018). Untuk mengatasi keterbatasan tersebut, pendekatan analisis bibliometrik dipilih sebagai solusi yang tepat. Analisis bibliometrik menawarkan kemampuan untuk mengidentifikasi pola publikasi, struktur intelektual, kluster penelitian, dan evolusi tema secara sistematis dan objektif berbasis data ilmiah yang besar, seperti Scopus (Baas et al., 2020; Bhushan et al., 2022; Tengku et al., 2022). Dengan memanfaatkan data kutipan, kata kunci, dan kolaborasi, analisis ini dapat memetakan lanskap penelitian secara kuantitatif dan visual (Malmqvist et al., 2019; Mikheev, 2022; Rauniyar et al., 2021). Pendekatan ini memungkinkan identifikasi tren global, aktor-aktor kunci, serta hubungan antar topik yang mungkin tidak terlihat melalui metode review tradisional (Furstenau et al., 2021; Ramkumar et al., 2021).

Berdasarkan latar belakang dan permasalahan yang telah diuraikan, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tren publikasi, memetakan klaster penelitian, serta mengidentifikasi tema utama dan arah pengembangan riset lean manufacturing hingga tahun 2022 dengan menggunakan pendekatan analisis bibliometrik. Secara spesifik, penelitian ini akan menganalisis data publikasi yang terindeks Scopus dari tahun 2010 hingga 2022 untuk mengungkap pola dan tren publikasi global, termasuk pertumbuhan tahunan, distribusi geografis, dan kolaborasi peneliti (Cuggia-Jiménez et al., 2020; Lobato et al., 2021; Singh & Gill, 2016); mengidentifikasi klaster-klaster penelitian utama yang membentuk struktur intelektual bidang lean manufacturing (Furstenau et al., 2021; Gupta, 2016; Ramkumar et al., 2021); serta memetakan evolusi tema penelitian dari waktu ke waktu dan mengidentifikasi topik-topik yang sedang berkembang yang berpotensi menjadi arah riset di masa depan (Buer et al., 2018; Ramkumar et al., 2021; Sharma et al., 2020). Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan peta komprehensif yang berguna bagi para akademisi untuk mengidentifikasi kesenjangan riset, serta bagi praktisi dan pembuat kebijakan untuk memahami arah perkembangan lean manufacturing di era global yang semakin kompleks dan terdigitalisasi.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan analisis bibliometrik untuk mengeksplorasi dan memetakan perkembangan, struktur intelektual, serta tren riset lean manufacturing secara global. Analisis bibliometrik dipilih karena kemampuannya dalam mengolah data publikasi ilmiah dalam jumlah besar secara sistematis, objektif, dan dapat direplikasi, sehingga memungkinkan identifikasi pola, tren, serta hubungan antar elemen penelitian yang sulit diungkap melalui metode tinjauan literatur tradisional (Baas et al., 2020; Bhushan et al., 2022; Tengku et al., 2022). Pendekatan ini memungkinkan pemetaan lanskap penelitian berdasarkan data kutipan, kolaborasi, dan kemunculan kata kunci secara kuantitatif dan visual (Malmqvist et al., 2019; Mikheev, 2022; Rauniyar et al., 2021). Dengan demikian, analisis bibliometrik menjadi instrumen yang tepat untuk menjawab tujuan penelitian yang telah dirumuskan, yaitu menganalisis tren publikasi, memetakan klaster penelitian, serta mengidentifikasi tema utama dan arah pengembangan riset lean manufacturing.

2.2. Sumber Data dan Strategi Pencarian

Data penelitian diperoleh dari basis data Scopus yang dikelola oleh Elsevier. Scopus dipilih sebagai sumber data utama karena memiliki cakupan publikasi ilmiah yang luas dan

multidisiplin, kualitas metadata yang tinggi, serta kelengkapan informasi bibliografis yang memadai untuk analisis bibliometrik seperti data kutipan, afiliasi penulis, dan kata kunci (Baas et al., 2020; Bhushan et al., 2022; Tengku et al., 2022). Penggunaan Scopus juga memastikan bahwa dokumen yang dianalisis berasal dari sumber-sumber terindeks bereputasi baik, sehingga meningkatkan validitas dan reliabilitas hasil penelitian.

Proses pengambilan data dilakukan pada 30 Desember 2022 menggunakan strategi pencarian yang dirancang untuk menangkap publikasi yang secara spesifik membahas lean manufacturing atau lean production. Strategi pencarian dirumuskan dengan mempertimbangkan kebutuhan untuk memperoleh dokumen yang relevan sekaligus membatasi cakupan agar tetap fokus pada topik penelitian. Query pencarian yang digunakan adalah sebagai berikut:

```
TITLE-ABS-KEY("lean manufacturing" OR "lean production") AND PUBYEAR > 2009 AND PUBYEAR < 2022 AND (LIMIT-TO (DOCTYPE, "cp") OR LIMIT-TO (DOCTYPE, "ar")) AND (LIMIT-TO (LANGUAGE, "English")) AND (LIMIT-TO (OA, "all"))
```

Query tersebut dirancang dengan beberapa kriteria inklusi. Pertama, pencarian dilakukan pada kolom judul, abstrak, dan kata kunci (TITLE-ABS-KEY) untuk memastikan bahwa dokumen yang diambil benar-benar relevan dengan topik lean manufacturing. Kedua, rentang tahun publikasi dibatasi dari tahun 2010 hingga 2022 untuk mencerminkan perkembangan riset dalam periode 12 tahun terakhir yang dinamis. Ketiga, jenis dokumen yang disertakan adalah artikel (ar) dan makalah konferensi (cp) sebagai dua bentuk publikasi utama yang merepresentasikan hasil penelitian asli. Keempat, hanya dokumen berbahasa Inggris yang disertakan untuk menjaga konsistensi dalam analisis. Kelima, hanya publikasi dengan akses terbuka (*open access*) yang digunakan untuk memastikan ketersediaan data secara penuh. Berdasarkan kriteria tersebut, diperoleh sebanyak 2.262 dokumen yang menjadi data utama dalam analisis ini.

2.3. Prosedur Pengolahan Data

Data yang diperoleh dari Scopus diekspor dalam format Comma Separated Values (CSV) yang mencakup informasi bibliografis lengkap, seperti judul, nama penulis, tahun publikasi, nama jurnal atau prosiding, abstrak, kata kunci penulis (author keywords), kata kunci indeks (index keywords), serta referensi yang dikutip. Proses pengolahan data dilakukan dalam beberapa tahap.

Tahap pertama adalah pembersihan data (data cleaning). Pada tahap ini, dilakukan pemeriksaan terhadap duplikasi dokumen untuk memastikan tidak ada entri yang sama dihitung lebih dari satu kali. Selanjutnya, dilakukan penyelarasan istilah kata kunci untuk mengatasi variasi penulisan yang serupa, seperti "lean manufacturing" dan "lean production" yang disatukan dalam satu konsep. Variasi bentuk jamak dan tunggal, serta singkatan, juga dinormalisasi untuk memastikan konsistensi dalam analisis ko-okurensi. Normalisasi nama penulis dan afiliasi institusi juga dilakukan untuk mengidentifikasi kontributor dan kolaborasi dengan akurat.

Tahap kedua adalah seleksi data untuk analisis spesifik. Untuk analisis ko-okurensi kata kunci, tipe analisis "*co-occurrence*" dipilih sebagai unit analisis utama karena dianggap paling mencerminkan fokus substansi penelitian yang dilakukan oleh penulis. Kata kunci dengan frekuensi kemunculan rendah ("minimum number of occurrences of a keyword sebesar 50") dikeluarkan dari analisis untuk menghindari noise dan memastikan bahwa kluster yang terbentuk merepresentasikan tema-tema yang signifikan dalam literatur.

2.4. Teknik Analisis Bibliometrik

Analisis bibliometrik dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan dua perangkat lunak utama, yaitu VOSviewer (versi 1.6.20) dan Biblioshiny yang merupakan antarmuka web-based dari paket Bibliometrix dalam lingkungan R. Kedua perangkat lunak ini dipilih karena keunggulannya masing-masing. VOSviewer unggul dalam memvisualisasikan jaringan kutipan, ko-okurensi, dan kolaborasi dalam bentuk peta jaringan yang mudah diinterpretasi (Malmqvist et al., 2019; Rauniyar et al., 2021). Sementara itu, Biblioshiny menawarkan kemampuan analisis statistik yang komprehensif dan visualisasi tematik yang interaktif, serta mendukung analisis evolusi tema dalam periode waktu yang berbeda (Abejón & Moya, 2022; Raman et al., 2022).

Berikut adalah teknik analisis yang digunakan dalam penelitian ini:

1. Analisis Tren Publikasi

Analisis tren publikasi dilakukan untuk mengidentifikasi pertumbuhan jumlah publikasi lean manufacturing dari tahun ke tahun dalam rentang 2010–2022. Data frekuensi tahunan diolah menggunakan fitur Annual Scientific Production dalam Biblioshiny untuk menghasilkan grafik tren. Analisis ini juga dilengkapi dengan identifikasi negara-negara dengan kontribusi publikasi terbanyak serta tren pertumbuhan di kawasan geografis tertentu untuk melihat pergeseran pusat aktivitas riset dari waktu ke waktu.

2. Analisis Co-Occurrence Kata Kunci

Analisis ko-okurensi kata kunci digunakan untuk mengungkap hubungan antar topik penelitian serta membentuk kluster tematik yang merepresentasikan struktur intelektual bidang lean manufacturing. Analisis ini dilakukan menggunakan VOSviewer dengan unit analisis berupa author keywords. Metode penghitungan yang digunakan adalah full counting dengan ambang batas frekuensi kemunculan kata kunci minimum yang ditentukan melalui proses iteratif untuk memastikan keseimbangan antara jumlah kluster dan representasi tematik yang bermakna. Hasil analisis divisualisasikan dalam bentuk peta jaringan di mana ukuran simpul mencerminkan frekuensi kemunculan, jarak antar simpul mencerminkan kedekatan hubungan, dan warna simpul menunjukkan keanggotaan dalam kluster yang berbeda.

3. Analisis Co-Authorship

Analisis ko-authorship digunakan untuk mengidentifikasi pola kolaborasi antar peneliti, afiliasi, dan negara. Analisis ini dilakukan menggunakan VOSviewer dan Biblioshiny untuk menghasilkan peta jaringan kolaborasi. Unit analisis yang digunakan meliputi penulis, institusi, dan negara. Metrik yang dianalisis antara lain jumlah kolaborasi internasional, jaringan kolaborasi utama, serta perubahan pola kolaborasi dari waktu ke waktu.

4. Analisis Sitasi

Analisis sitasi dilakukan untuk mengidentifikasi publikasi, penulis, dan sumber publikasi (jurnal) yang paling berpengaruh dalam bidang lean manufacturing. Analisis ini menggunakan metrik sitasi seperti total sitasi, rata-rata sitasi per tahun, serta h-index yang dihasilkan oleh Biblioshiny. Selain itu, analisis co-citation juga dilakukan untuk mengidentifikasi kelompok referensi yang sering dikutip bersama-sama, yang merepresentasikan aliran pemikiran atau paradigma penelitian yang mendasari suatu kluster (McCain, 1989; Mikheev, 2022).

5. Analisis Evolusi Tematik

Untuk memahami bagaimana tema-tema penelitian dalam lean manufacturing berkembang dan bergeser dari waktu ke waktu, penelitian ini menggunakan pendekatan pemetaan tematik (thematic mapping) yang tersedia dalam Biblioshiny. Pendekatan ini membagi periode penelitian menjadi beberapa sub-periode untuk melacak perubahan fokus riset secara dinamis (Bhushan et al., 2022; Parlina et al., 2020).

Pemetaan tematik menghasilkan klasifikasi topik penelitian ke dalam empat kuadran berdasarkan dua dimensi utama: centrality dan density. Centrality mencerminkan sejauh mana suatu tema terhubung dengan tema-tema lain dalam jaringan penelitian, yang mengindikasikan tingkat kepentingan atau peran sentral tema tersebut. Density mencerminkan tingkat

kematangan atau perkembangan internal suatu tema, yang mengindikasikan seberapa kuat keterhubungan antar kata kunci di dalam tema tersebut. Keempat kuadran tersebut adalah:

- a) **Motor Themes:** Tema dengan centrality dan density tinggi, yang merupakan tema-tema inti yang berkembang dengan baik dan menjadi penggerak utama dalam bidang penelitian.
- b) **Basic Themes:** Tema dengan centrality tinggi namun density rendah, yang merupakan tema-tema fundamental dan lintas sektoral yang penting tetapi belum berkembang secara mendalam.
- c) **Niche Themes:** Tema dengan centrality rendah namun density tinggi, yang merupakan tema-tema terspesialisasi yang berkembang di area terbatas dan memiliki keterkaitan terbatas dengan tema lain.
- d) **Emerging or Declining Themes:** Tema dengan centrality dan density rendah, yang merupakan tema-tema yang sedang muncul atau mulai ditinggalkan.

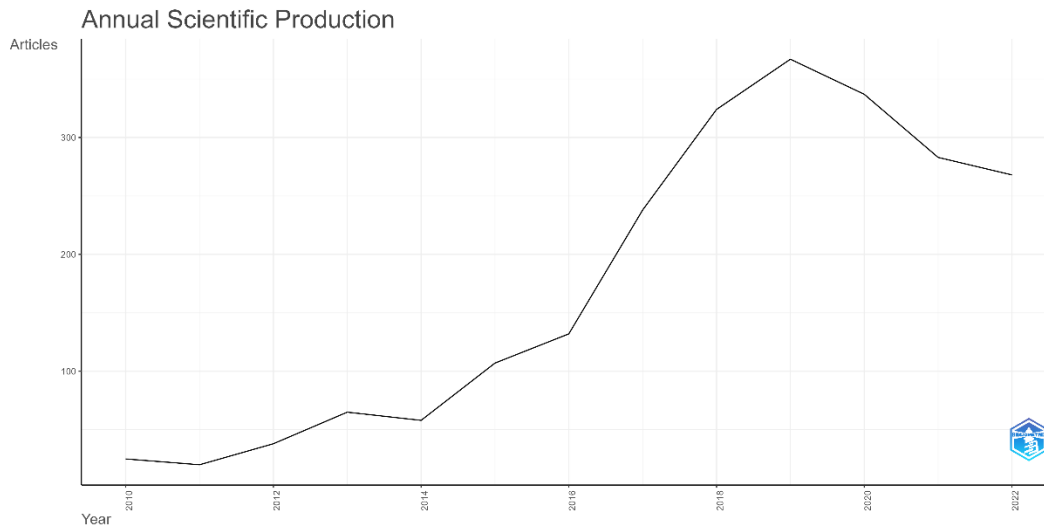
6. Alur Penelitian

Secara keseluruhan, alur penelitian ini terdiri dari empat tahapan utama. Tahap pertama adalah identifikasi dan akuisisi data, yang meliputi perumusan strategi pencarian di Scopus, eksekusi query, serta ekspor data ke dalam format CSV. Tahap kedua adalah pengolahan dan pembersihan data, yang meliputi penghapusan duplikasi, normalisasi istilah kata kunci, dan penyelarasan nama penulis serta institusi. Tahap ketiga adalah analisis bibliometrik, yang meliputi analisis tren publikasi, analisis ko-okurensi, analisis ko-authorship, analisis sitasi, dan analisis evolusi tematik menggunakan VOSviewer dan Biblioshiny. Tahap keempat adalah interpretasi dan sintesis, yang meliputi analisis hasil visualisasi, identifikasi kluster penelitian utama, pemetaan evolusi tematik, serta perumusan temuan dan implikasi penelitian. Seluruh proses ini dirancang untuk memastikan bahwa hasil analisis dapat menjawab tujuan penelitian secara komprehensif dan memberikan kontribusi yang bermakna bagi pengembangan ilmu pengetahuan di bidang lean manufacturing.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Tren Publikasi Lean Manufacturing

Analisis terhadap 2.262 dokumen menunjukkan bahwa penelitian lean manufacturing mengalami pertumbuhan yang signifikan selama periode 2010 hingga 2022 (Gambar 1). Pada awal periode, jumlah publikasi relatif rendah, yaitu sebanyak 25 publikasi pada tahun 2010 dan 20 publikasi pada tahun 2011. Namun, setelah tahun 2013, terjadi peningkatan yang konsisten dan cukup tajam.



Gambar 1. Tren Publikasi 2010-2022

Peningkatan paling signifikan terjadi pada periode 2015 hingga 2019, di mana jumlah publikasi meningkat dari 107 publikasi menjadi 367 publikasi. Lonjakan ini menunjukkan meningkatnya perhatian global terhadap lean manufacturing sebagai pendekatan strategis dalam meningkatkan efisiensi operasional dan daya saing industri. Tren ini juga mengindikasikan adanya integrasi lean manufacturing dengan konsep-konsep baru seperti sistem manufaktur cerdas dan transformasi digital.

Setelah mencapai puncaknya pada tahun 2019, jumlah publikasi mengalami penurunan secara bertahap, yaitu menjadi 337 publikasi pada tahun 2020, 283 publikasi pada tahun 2021, dan 268 publikasi pada tahun 2022. Penurunan ini dapat dikaitkan dengan gangguan global yang memengaruhi aktivitas penelitian, serta kemungkinan adanya pergeseran fokus penelitian ke arah integrasi lean dengan teknologi baru yang belum sepenuhnya terklasifikasi dalam kata kunci yang digunakan.

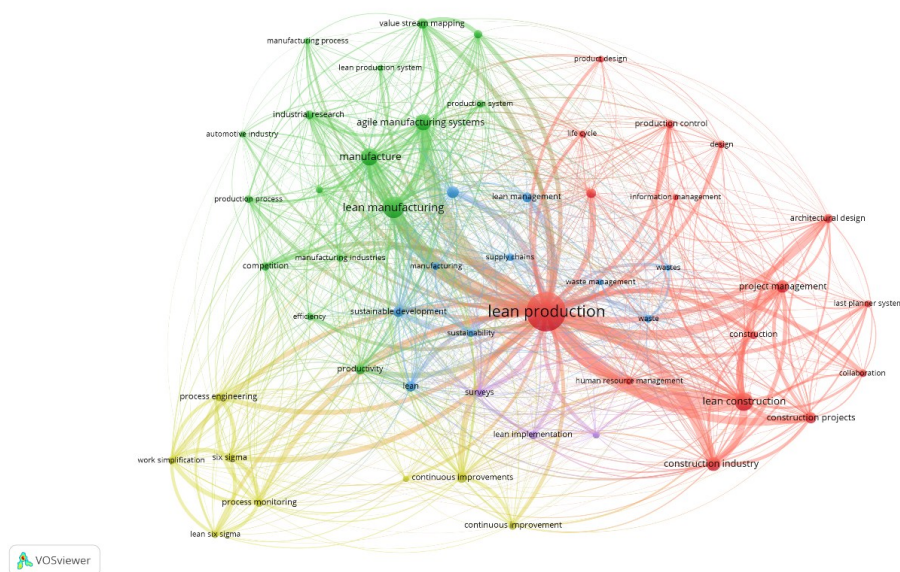
Secara keseluruhan, tren ini menunjukkan bahwa lean manufacturing tetap menjadi topik penelitian yang relevan dan berkembang, meskipun mengalami dinamika dalam jumlah publikasi tahunan.

3.2. Analisis Ko-Okurensi Kata Kunci dan Struktur Intelektual

Hasil analisis ko-okurensi kata kunci menggunakan VOSviewer (Gambar 2) menunjukkan bahwa struktur intelektual penelitian lean manufacturing terbagi ke dalam lima klaster utama yang saling terhubung. Kata kunci “lean production” dan “lean manufacturing” merupakan simpul paling dominan dengan tingkat keterhubungan tertinggi, yang menunjukkan perannya sebagai pusat dari jaringan penelitian.

Berdasarkan hasil visualisasi pada Gambar 2, kluster-kluster yang terbentuk dapat dijelaskan sebagai berikut.

1. Klaster pertama merepresentasikan penerapan lean dalam sektor konstruksi dan manajemen proyek. Klaster ini mencakup kata kunci seperti *lean construction*, *construction industry*, *construction projects*, *project management*, *architectural design*, dan *collaboration*. Dominasi kata kunci tersebut menunjukkan bahwa lean telah berkembang secara signifikan dalam industri konstruksi, khususnya dalam pengelolaan proyek yang kompleks dan kolaboratif.
2. Klaster kedua berfokus pada sistem manufaktur dan optimalisasi produksi. Kata kunci dalam klaster ini meliputi *lean manufacturing*, *manufacture*, *agile manufacturing systems*, *value stream mapping*, *production system*, dan *manufacturing process*. Klaster ini mencerminkan inti dari penelitian lean yang berorientasi pada efisiensi operasional, pengurangan pemborosan, dan peningkatan kinerja sistem produksi.



3. Klaster ketiga berkaitan dengan integrasi lean dengan metode peningkatan kualitas dan efisiensi proses. Kata kunci seperti six sigma, process monitoring, process engineering, work simplification, dan continuous improvement menunjukkan bahwa penelitian lean banyak dikombinasikan dengan pendekatan lain untuk meningkatkan kualitas dan stabilitas proses.
4. Klaster keempat mencerminkan keterkaitan lean manufacturing dengan isu keberlanjutan dan rantai pasok. Klaster ini mencakup kata kunci seperti sustainability, sustainable

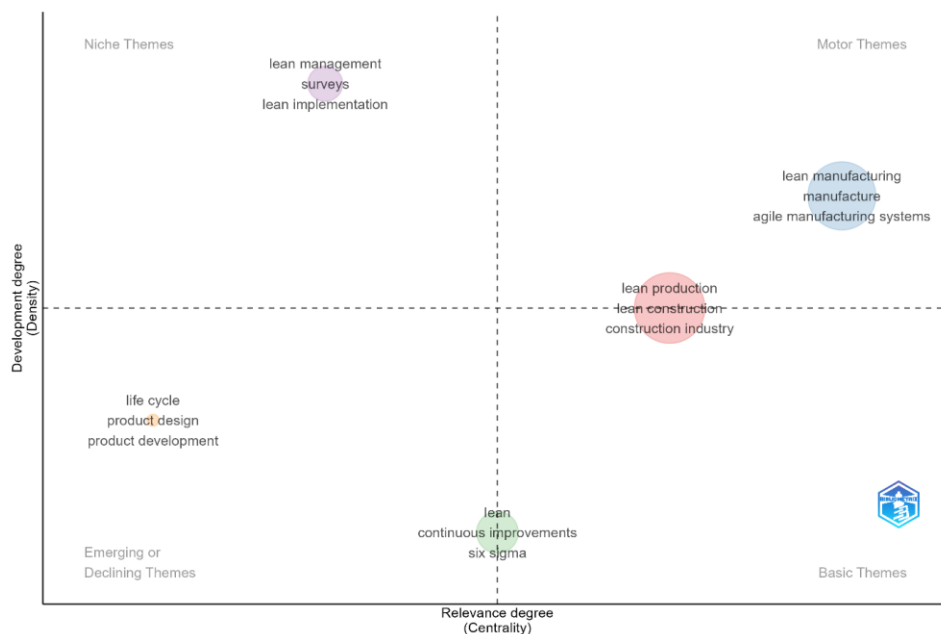
development, supply chains, waste management, dan efficiency. Hal ini menunjukkan adanya pergeseran fokus penelitian menuju integrasi antara efisiensi operasional dan keberlanjutan lingkungan.

5. Klaster kelima berfokus pada aspek implementasi, manajemen, dan faktor manusia dalam lean manufacturing. Kata kunci seperti lean implementation, lean management, human resource management, surveys, dan lean menunjukkan pentingnya faktor organisasi dan perilaku manusia dalam keberhasilan penerapan lean di berbagai konteks industri.

Secara keseluruhan, hasil analisis ini menunjukkan bahwa penelitian lean manufacturing telah berkembang menjadi bidang yang multidimensional. Tidak hanya berfokus pada peningkatan efisiensi produksi, tetapi juga meluas ke sektor konstruksi, integrasi metode peningkatan kualitas, isu keberlanjutan, serta aspek manajerial dan organisasi. Keterhubungan antar klaster juga menunjukkan bahwa perkembangan penelitian lean bersifat integratif dan terus beradaptasi dengan kebutuhan industri modern.

3.3. Analisis Evolusi dan Pemetaan Tematik

Pemetaan tematik (Gambar 3) memberikan gambaran mengenai posisi dan tingkat perkembangan berbagai tema penelitian dalam bidang lean manufacturing.



Gambar 3. Analisis Thematic

Berdasarkan hasil analisis pada Gambar 3, tema-tema penelitian dapat diklasifikasikan ke dalam empat kategori utama.

1. Motor themes mencakup tema-tema seperti lean manufacturing, manufacture, dan agile manufacturing systems. Tema-tema ini memiliki tingkat centrality dan density yang tinggi, yang menunjukkan bahwa tema tersebut tidak hanya penting dalam jaringan penelitian, tetapi juga telah berkembang dengan baik secara konseptual.
2. Basic themes mencakup tema seperti lean production, lean construction, dan construction industry. Tema-tema ini memiliki tingkat centrality yang tinggi namun density yang relatif rendah, yang menunjukkan bahwa tema tersebut merupakan fondasi utama dalam penelitian lean, tetapi masih memiliki ruang untuk pengembangan lebih lanjut.
3. Niche themes mencakup tema seperti lean management, lean implementation, dan surveys. Tema-tema ini memiliki tingkat density yang tinggi namun centrality yang rendah, yang menunjukkan bahwa tema tersebut telah berkembang secara mendalam, tetapi memiliki keterkaitan yang terbatas dengan tema lain dalam jaringan penelitian.
4. Emerging or declining themes mencakup tema seperti product design, product development, dan life cycle. Tema-tema ini memiliki tingkat centrality dan density yang rendah, yang menunjukkan bahwa tema tersebut berada pada tahap awal pengembangan atau mengalami penurunan perhatian dalam literatur.

Analisis ini menunjukkan bahwa arah penelitian lean manufacturing cenderung bergerak dari fokus teknis menuju pendekatan yang lebih terintegrasi, termasuk aspek manajerial, keberlanjutan, dan lintas sektor.

3.4. Implikasi Penelitian dan Arah Masa Depan

Hasil analisis menunjukkan bahwa lean manufacturing telah berkembang menjadi bidang penelitian yang luas dan multidisiplin. Integrasi dengan konsep seperti keberlanjutan, manajemen proyek, dan metode peningkatan kualitas menunjukkan bahwa lean tidak lagi terbatas pada konteks manufaktur tradisional.

Namun demikian, masih terdapat beberapa kesenjangan penelitian yang perlu diperhatikan. Integrasi antara lean manufacturing dengan teknologi digital seperti kecerdasan buatan, analitik data, dan sistem siber-fisik masih relatif terbatas dalam literatur hingga tahun 2022. Selain itu, aspek manusia dan organisasi dalam implementasi lean juga masih memerlukan perhatian lebih mendalam.

Ke depan, penelitian lean manufacturing diharapkan dapat mengarah pada pengembangan model yang lebih adaptif dan terintegrasi dengan teknologi industri modern, serta mampu menjawab tantangan keberlanjutan dan kompleksitas sistem produksi global.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mencapai tiga tujuan utama. Pertama, analisis tren publikasi menunjukkan pertumbuhan signifikan penelitian lean manufacturing pada periode 2015–2019, diikuti penurunan pasca-2019. Kedua, pemetaan klaster penelitian mengidentifikasi lima klaster utama: lean dalam konstruksi; sistem manufaktur; integrasi dengan Six Sigma; keberlanjutan dan rantai pasok; serta implementasi dan faktor manusia. Ketiga, identifikasi tema utama dan arah pengembangan riset menunjukkan bahwa penelitian lean telah berevolusi dari fokus efisiensi teknis menuju pendekatan terintegrasi yang mencakup aspek manajerial, keberlanjutan, dan lintas sektor, dengan kesenjangan penelitian pada integrasi teknologi digital yang masih perlu dikembangkan lebih lanjut.

DAFTAR REFERENSI

- Abejón, R., & Moya, L. (2022). Cross-laminated timber: Perspectives from a bibliometric analysis (2006–2018). *Wood Material Science and Engineering*, 17(6), 429–450. <https://doi.org/10.1080/17480272.2021.1955295>
- Akanbi, O. A., Oyedolapo, O., & Steven, G. J. (2019). Lean Principles in Construction. In *Sustainable Construction Technologies: Life-Cycle Assessment* (pp. 317–348). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811749-1.00010-9>
- Antony, J., Psomas, E., Garza-Reyes, J. A., & Hines, P. (2021). Practical implications and future research agenda of lean manufacturing: a systematic literature review. *Production Planning and Control*, 32(11), 889–925. <https://doi.org/10.1080/09537287.2020.1776410>
- Baas, J., Schotten, M., Plume, A., Côté, G., & Karimi, R. (2020). Scopus as a curated, high-quality bibliometric data source for academic research in quantitative science studies. *Quantitative Science Studies*, 1(1), 377–386. https://doi.org/10.1162/qss_a_00019
- Bhamu, J., & Sangwan, K. S. (2014). Lean manufacturing: Literature review and research issues. *International Journal of Operations and Production Management*, 34(7), 876–940. <https://doi.org/10.1108/IJOPM-08-2012-0315>
- Bhushan, A., Patil, J. P., & Goyal, V. C. (2022). A Decadal Bibliometric Analysis of Water Resources Research. *Water and Energy International*, 65r(9), 6–14.
- Buer, S.-V., Strandhagen, J. O., & Chan, F. T. S. (2018). The link between industry 4.0 and lean manufacturing: Mapping current research and establishing a research agenda. *International Journal of Production Research*, 56(8), 2924–2940. <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1442945>
- Cantamessa, M., & Montagna, F. (2009). Beyond lean manufacturing: Developing an integrated methodology to design effective manufacturing systems. *2008 Proceedings of the 9th Biennial Conference on Engineering Systems Design and Analysis*, 1, 255–262.
- Cuggia-Jiménez, C., Orozco-Acosta, E., & Mendoza-Galvis, D. (2020). Lean manufacturing: A systematic review in the food industry. *Informacion Tecnológica*, 21(5), 163–172. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642020000500163>
- Furstenau, L. B., Sott, M. K., Homrich, A. J. O., Kipper, L. M., Dohan, M. S., López-Robles,

- J. R., Cobo, M. J., & Tortorella, G. L. (2021). An overview of 42 years of lean production: applying bibliometric analysis to investigate strategic themes and scientific evolution structure. *Technology Analysis and Strategic Management*, 33(9), 1068–1087. <https://doi.org/10.1080/09537325.2020.1865530>
- Gupta, S. M. (2016). Lean manufacturing, green manufacturing and sustainability. *Journal of Japan Industrial Management Association*, 67(2E), 102–105.
- Hudson, J. (2017). Identifying economics' place amongst academic disciplines: a science or a social science? *Scientometrics*, 113(2), 735–750. <https://doi.org/10.1007/s11192-017-2519-3>
- Jones, M. D. (2018). Advancing the Narrative Policy Framework? The Musings of a Potentially Unreliable Narrator. *Policy Studies Journal*, 46(4), 724–746. <https://doi.org/10.1111/psj.12296>
- Kumar, V., Mangal, D., & Pandey, P. (2020). Is the Lean Approach Beneficial for the Manufacturing Sector: Review on Literature. In D. R.K., S. A.K., A. D., P. D., & Y. V. (Eds.), *Proceedings of the 2019 8th International Conference on System Modeling and Advancement in Research Trends, SMART 2019* (pp. 379–383). Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. <https://doi.org/10.1109/SMART46866.2019.9117411>
- Lin, L., & Evans, S. (2012). Structural patterns in empirical research articles: A cross-disciplinary study. *English for Specific Purposes*, 31(3), 150–160. <https://doi.org/10.1016/j.esp.2011.10.002>
- Lobato, C. G., Cristino, T. M., Neto, A. F., & Branco Costa, A. F. (2021). Lean System: Analysis of scientific literature and identification of barriers for implementation from a bibliometric study. *Gestao e Producao*, 28(1). <https://doi.org/10.1590/1806-9649.2020V28E4769>
- Majiwala, H., Sharma, S., & Gandhi, P. (2020). Lean and Industry 4.0 Strive to Create Smart Factory Through Integration of Systems: An Exploratory Review. In N. N. & V. S.K. (Eds.), *Advances in Intelligent Systems and Computing: 1122 AISC* (pp. 184–195). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-39875-0_20
- Malmqvist, J., Machado, T., Meikleham, A., & Hugo, R. (2019). BIBLIOGRAPHIC DATA ANALYSIS OF CDIO CONFERENCE PAPERS FROM 2005-2018. In B. J., L. A.B., E. K., K. N., R. J., & S. R. (Eds.), *Proceedings of the International CDIO Conference* (pp. 816–833). Chalmers University of Technology.
- Mccain, K. W. (1989). Mapping Authors in Intellectual Space: Population Genetics in the 1980s. *Communication Research*, 16(5), 667–681. <https://doi.org/10.1177/009365089016005007>
- Mikheev, A. V. (2022). Evolution of Energy Systems Research: Analysis of Documents Co-citation Network. *Energy Systems Research*, 5(3), 57–66. <https://doi.org/10.38028/esr.2022.03.0008>
- Muraliraj, J., Zailani, S., Kuppusamy, S., & Santha, C. (2018). Annotated methodological review of Lean Six Sigma. *International Journal of Lean Six Sigma*, 9(1), 2–49. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-04-2017-0028>
- Pakdil, F., Toktaş, P., & Leonard, K. M. (2018). Validation of qualitative aspects of the Lean Assessment Tool (LAT). *Journal of Manufacturing Technology Management*, 29(7), 1094–1114. <https://doi.org/10.1108/JMTM-12-2017-0268>

- Parlina, A., Ramli, K., & Murfi, H. (2020). Theme mapping and bibliometrics analysis of one decade of big data research in the scopus database. *Information (Switzerland)*, 11(2). <https://doi.org/10.3390/info11020069>
- Peças, P., Faustino, M., Lopes, J., & Amaral, A. (2022). Lean methods digitization towards lean 4.0: a case study of e-VMB and e-SMED. *International Journal on Interactive Design and Manufacturing*, 16(4), 1397–1415. <https://doi.org/10.1007/s12008-022-00975-1>
- Psomas, E. (2021). Future research methodologies of lean manufacturing: a systematic literature review. *International Journal of Lean Six Sigma*, 12(6), 1146–1183. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-06-2020-0082>
- Psomas, E., & Antony, J. (2019). Research gaps in Lean manufacturing: a systematic literature review. *International Journal of Quality and Reliability Management*, 36(5), 815–839. <https://doi.org/10.1108/IJQRM-12-2017-0260>
- Raman, R., Nair, V. K., Prakash, V., Patwardhan, A., & Nedungadi, P. (2022). Green-hydrogen research: What have we achieved, and where are we going? Bibliometrics analysis. *Energy Reports*, 8, 9242–9260. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2022.07.058>
- Ramkumar, B., Harish, V., Renuka, S. D., & Srinivasaiah, R. (2021). Lean manufacturing: A bibliometric analysis, 1970-2020. *Journal of Scientometric Research*, 10(1), 63–73. <https://doi.org/10.5530/JSCIRES.10.1.8>
- Rauniyar, S., Awasthi, M. K., Kapoor, S., & Mishra, A. K. (2021). Agritourism: structured literature review and bibliometric analysis. *Tourism Recreation Research*, 46(1), 52–70. <https://doi.org/10.1080/02508281.2020.1753913>
- Rojas, M. A. L., & Huamanchahua, D. (2022). The Confluence of Lean Manufacturing and Industry 4.0: A Literature Review. In L. M.C. & M. P.S. (Eds.), *2022 IEEE ANDESCON: Technology and Innovation for Andean Industry, ANDESCON 2022*. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. <https://doi.org/10.1109/ANDESCON56260.2022.9989655>
- Sharma, R., Jabbour, C. J. C., & Lopes de Sousa Jabbour, A. B. (2020). Sustainable manufacturing and industry 4.0: what we know and what we don't. *Journal of Enterprise Information Management*, 34(1), 230–266. <https://doi.org/10.1108/JEIM-01-2020-0024>
- Singh, L., & Gill, A. (2016). Emergence of innovative manufacturing firms across asian countries. *Seoul Journal of Economics*, 29(1), 113–149.
- Tengku, T. N. A. B., Busu, M., Kamarudin, S. A., Ahad, N. A., & Mamat, N. A. M. G. (2022). Bibliometric Analysis of Global Scientific Literature on Robust Neural Network. *2022 IEEE International Conference on Computing, ICOCO 2022*, 12–15. <https://doi.org/10.1109/ICOCO56118.2022.10031676>