

## PERAN PROGRAM MAGANG DALAM PENGEMBANGAN TALENTA PADA ERA TRANSISI INDUSTRI 4.0 MENUJU INDUSTRI 5.0: SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW AND BIBLIOMETRIC ANALYSIS

Rina Widhyanty<sup>1</sup>, Sugiono<sup>2</sup>

[rina.widhyanty@students.paramadina.ac.id](mailto:rina.widhyanty@students.paramadina.ac.id)<sup>1</sup>, [sugiyono.skomp@students.paramadina.ac.id](mailto:sugiyono.skomp@students.paramadina.ac.id)<sup>2</sup>

Universitas Paramadina

### ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk menganalisa transisi yang terjadi dalam dunia industri 4.0 menuju industri 5.0 terhadap manajemen talenta yang mengarah pada evaluasi efektivitas strategi reskilling dan sistem magang yang berbasis digital sebagai mekanisme penting untuk menutup kesenjangan keterampilan serta membangun saluran talenta masa depan secara berkelanjutan. Penelitian ini menggunakan tinjauan literatur sistematis dengan menerapkan Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) dalam menjamin transparansi dan mengukur sejauh mana hasil yang sama diperoleh kembali menggunakan metode, data, dan prosedur yang sama. Analisis tematik ini dilakukan berdasarkan artikel jurnal yang terpilih hingga teridentifikasi tren pengembangan kompetensi tenaga kerja. Temuan mengungkapkan bahwa industri 5.0 menuntut pergeseran dari kemampuan teknis murni menuju kompetensi yang mengintegrasikan literasi digital yang berfungsi sebagai jembatan strategis antara pelatihan akademik dan kebutuhan industri, sedangkan strategi reskilling yang didukung secara teknologi AI berpotensi menjadi jalur pembelajaran yang lebih personal dan adaptif. Penelitian ini memiliki keterbatasan ketergantungan pada literatur yang tersedia dan sifat dari paradigma 5.0 yang masih baru, sehingga hasil yang ditemukan bersifat eksploratif dan masih memerlukan validasi melalui studi empiris di masa depan. Organisasi perlu memprioritaskan kemitraan terstruktur dengan institusi lain untuk menyelaraskan kurikulum dengan dinamika pasar dan pengembangan infrastruktur digital yang lebih komprehensif ke seluruh lapisan tenaga kerja. Penelitian ini juga memberikan kontribusi melalui sintesis strategi manajemen talenta yang memposisikan teknologi sebagai pendukung bagi inovasi manusia, bukan pengganti, melainkan pencipta ekosistem yang berpusat pada manusia.

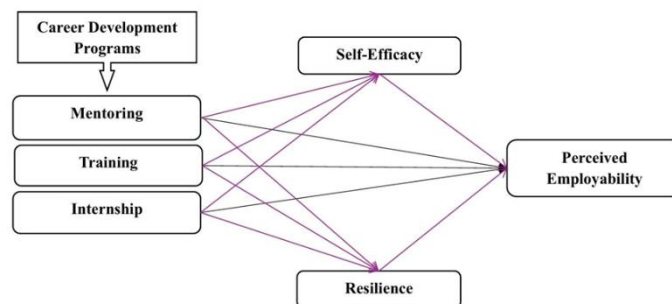
**Kata Kunci:** Industri 5.0, Manajemen Talenta, Magang Digital, Reskilling, Pengembangan Tenaga Kerja, Tinjauan Literatur Sistematis.

### PENDAHULUAN

Industri global terus menunjukkan perkembangan hingga saat ini, perubahan dari industri 4.0 menuju 5.0 melambangkan adanya perubahan yang menjadi dasar dalam industri manufaktur dan rantai pasok yang saat ini mulai beralih dari sekedar otomasi dan efisiensi teknologi menuju integrasi nilai-nilai kemanusiaan, keberlanjutan, dan resiliensi sektor industri (Samuels & Pelser, 2025). Milasari dan Supriandi (2025) juga menyebutkan bahwa industri 5.0 ini memberi kerangka berpikir yang berpusat pada manusia yang mengintegrasikan teknologi canggih dengan perpaduan kreativitas manusia, kecerdasan emosional, serta nilai-nilai keberlanjutan. Nampaknya cukup berbeda dengan industri 4.0 yang berfokus pada sistem otomasi, industri 5.0 lebih kearah penempatan manusia sebagai sumber penciptaan nilai tambah yang terfokus pada kolaborasi antara manusia dan teknologi seperti AI dan cobot atau robotika kolaboratif (Oeij et al., 2024). Seperti yang telah dijelaskan dalam artikel Atay et al (2025) bahwa konsep ini berkaitan erat dengan visi Society 5.0 yang berusaha melakukan pengembangan kemajuan ekonomi melalui penyelesaian masalah sosial dari sistem yang terintegrasi ruang siber dan fisik. Dalam hal ini, tenaga kerja tidak lagi dipandang sebagai biaya operasional, melainkan sebagai sumber daya yang berharga dimana organisasi juga wajib berinvestasi melalui pelatihan dan pendidikan secara terus-menerus (Pelaez-Sanchez et al., 2024).

Di tengah perubahan tersebut, organisasi menghadapi tantangan berupa meningkatnya kesenjangan keterampilan antara lulusan pendidikan dan kebutuhan industri yang terus berkembang akibat revolusi digital (Tee et al., 2024). Perubahan teknologi yang cepat menyebabkan banyak tenaga kerja belum memiliki kompetensi yang sesuai dengan tuntutan pekerjaan modern, khususnya pada bidang yang membutuhkan kemampuan hybrid antara keterampilan digital dan pemahaman operasional secara mendalam (Kriz & Veteska, 2025). Kondisi ini mendorong pentingnya strategi pengembangan talenta melalui reskilling, upskilling, dan experiential learning guna membangun tenaga kerja yang siap menghadapi era industri 5.0 (Ikenga & van der Sijde, 2024).

Salah satu pendekatan yang dinilai mampu menjembatani kesenjangan tersebut adalah program pemagangan. Program magang tidak hanya memberikan pengalaman kerja secara langsung, tetapi juga menjadi sarana pembentukan kompetensi teknis dan nonteknis yang dibutuhkan industri modern. Kebutuhan terhadap soft skills seperti critical thinking, creativity, collaboration, adaptability, dan human agency menjadi semakin penting karena kemampuan tersebut tidak dapat sepenuhnya digantikan oleh teknologi (Poláková et al., 2023). Selain mendukung pengembangan hard skills, sistem magang juga berperan dalam membangun kemampuan belajar adaptif, komunikasi, dan kolaborasi melalui pengalaman kerja nyata yang mendukung kesiapan tenaga kerja masa depan. Perkembangan teknologi digital mulai memengaruhi transformasi sistem pemagangan melalui integrasi digital learning, human-machine collaboration, dan pengembangan talent pipeline berbasis teknologi (Milasari & Supriandi, 2025). Kolaborasi antara institusi pendidikan dan industri juga menjadi elemen penting dalam menciptakan sistem pemagangan yang mampu menghasilkan tenaga kerja sesuai kebutuhan industri 5.0 (Samuels & Pelser, 2025). Dengan demikian, internship tidak lagi hanya dipandang sebagai program praktik kerja, tetapi juga sebagai strategi pengembangan talenta masa depan yang mendukung employability dan workforce readiness secara berkelanjutan.



Gambar 1. Kerangka konseptual

Sumber: Adaptasi dari Salisu, I. et al (2026)

Berdasarkan Gambar 1, internship menjadi salah satu bagian penting dalam program pengembangan karir yang berkontribusi terhadap peningkatan self-efficacy, resilience, dan perceived employability. Hal ini memperlihatkan jika sistem magang memiliki peran strategis dalam membangun kesiapan kerja tenaga kerja masa depan (Atay et al., 2025). Pada era industri 5.0, kebutuhan tersebut semakin meningkat karena organisasi tidak hanya membutuhkan keterampilan teknis, tetapi juga kemampuan belajar adaptif, kolaborasi, komunikasi, dan kesiapan bekerja berdampingan dengan teknologi digital (Kriz & Veteska, 2025). Meskipun penelitian mengenai employability dan pengembangan kompetensi telah banyak dilakukan, sebagian besar penelitian masih berfokus pada pengembangan kompetensi secara umum, hubungan internship terhadap employability, atau transformasi digital tanpa mengaitkannya dengan pengembangan sistem magang berbasis human-centered workforce. Sedangkan penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perkembangan penelitian terkait sistem magang pada era transisi industri 4.0 menuju industri 5.0 melalui pendekatan

Systematic Literature Review. Berdasarkan gap penelitian tersebut, penelitian ini dirumuskan dalam beberapa research questions sebagai berikut:

1. Bagaimana perkembangan tren penelitian terkait sistem magang pada era transisi industri 4.0 menuju industri 5.0?
2. Tema dan faktor apa saja yang paling dominan dalam pengembangan sistem magang digital pada era industri 5.0?
3. Bagaimana peran learning, reskilling, dan human-machine collaboration dalam mendukung pengembangan tenaga kerja melalui sistem magang digital?
4. Bagaimana kolaborasi antara pendidikan dan industri membentuk strategic talent pipeline pada era industri 5.0?

## **LANDASAN TEORI**

### **Landasan Konseptual Industri 5.0 dan Transformasi Tenaga Kerja**

Industri 5.0 muncul sebagai evolusi dari industri 4.0 yang tidak hanya berfokus pada efisiensi teknologi, tetapi juga mengintegrasikan nilai kemanusiaan, keberlanjutan, dan resiliensi industri (Samuels & Pelsner, 2025). Berbeda dengan pendekatan techno-centric pada Industri 4.0, paradigma ini menempatkan manusia sebagai pusat inovasi dan proses kerja melalui kolaborasi dengan teknologi seperti artificial intelligence (AI) dan collaborative robots (Oeij et al., 2024). Konsep ini juga berkaitan dengan society 5.0 yang menekankan integrasi ruang fisik dan siber untuk mendukung penyelesaian masalah sosial dan pembangunan ekonomi berkelanjutan (Atay et al., 2025).

Transformasi tersebut mendorong perubahan kebutuhan tenaga kerja menuju kompetensi hybrid yang menggabungkan keterampilan teknis, kemampuan adaptif, kreativitas, komunikasi, dan kolaborasi (Kriz & Veteska, 2025). Dalam konteks ini, sistem pemagangan mulai dipandang sebagai strategi penting dalam mendukung pengembangan tenaga kerja pada era industri 5.0. Program magang tidak lagi hanya menjadi praktik kerja lapangan, tetapi juga sarana experiential learning yang menghubungkan dunia pendidikan dengan kebutuhan industri secara langsung (Atay et al., 2025). Selain itu, pemanfaatan teknologi seperti Digital Twins (DT), Virtual Reality (VR), dan digital learning turut mendukung transformasi sistem magang yang lebih adaptif terhadap lingkungan kerja modern (Hazrat et al., 2023).

### **Manajemen Talenta Digital**

Manajemen talenta digital pada era industri 5.0 didefinisikan sebagai pendekatan terintegrasi dalam menarik, mengembangkan, dan mempertahankan tenaga kerja yang mampu beradaptasi dengan perubahan teknologi (Atay et al., 2025). Fokus pengembangan talenta kini tidak hanya pada penyediaan tenaga kerja teknis, tetapi juga pada pembentukan strategic talent pipeline yang mendukung kebutuhan industri masa depan (Samuels & Pelsner, 2025). Transformasi manajemen talenta didukung oleh pemanfaatan Management Information Systems (MIS), workforce analytics, dan AI-based learning untuk mendukung pengambilan keputusan berbasis data (Limon, 2025). Teknologi tersebut membantu organisasi mempersonalisasi proses reskilling dan upskilling sesuai kebutuhan individu sehingga pengembangan kompetensi menjadi lebih efektif (Milasari & Supriandi, 2025). Dalam aspek pengembangan, sistem pemagangan digital menjadi salah satu mekanisme penting dalam menjembatani kesenjangan keterampilan antara dunia pendidikan dan industri (Atay et al., 2025). Program magang membantu peserta memperoleh pengalaman kerja nyata, meningkatkan literasi digital, dan memahami kebutuhan industri sejak dini. Dukungan teknologi seperti Digital Twins (DT) dan Virtual Reality (VR) juga memberikan peluang pembelajaran praktis yang aman dan interaktif bagi peserta magang (Hazrat et al., 2023).

### **Strategi Reskilling, Upskilling, dan Pembelajaran yang Berkelanjutan**

Perubahan kebutuhan kompetensi pada era Industri 5.0 mendorong organisasi untuk memprioritaskan strategi reskilling dan upskilling guna menyesuaikan kemampuan tenaga kerja dengan transformasi digital (Samuels & Pelser, 2025). Pengembangan kompetensi tidak lagi hanya berfokus pada keterampilan teknis, tetapi juga pada soft skills seperti kreativitas, komunikasi, critical thinking, dan problem solving yang menjadi bagian penting dari human-centered workforce (Poláková et al., 2023).

Implementasi pengembangan talenta kini mulai mengarah pada personalized learning dengan dukungan AI, Virtual Reality (VR), dan Augmented Reality (AR) untuk menciptakan proses pembelajaran yang lebih interaktif dan adaptif (Milasari & Supriandi, 2025). Pendekatan blended learning yang menggabungkan pembelajaran digital dan pengalaman langsung di lingkungan kerja juga menjadi strategi penting dalam mendukung lifelong learning. Program pemagangan berperan sebagai media experiential learning yang mendukung proses reskilling dan upskilling tenaga kerja. Sistem magang memungkinkan peserta memperoleh pengalaman praktis, memahami budaya kerja industri, serta mengembangkan kemampuan adaptif terhadap perubahan teknologi (Atay et al., 2025). Oleh karena itu, sinergi antara pendidikan, industri, dan teknologi menjadi faktor penting dalam membangun talent pipeline pada era Industri 5.0.

### **Identifikasi Kesenjangan Literatur**

Meskipun penelitian mengenai industri 5.0 terus berkembang, sebagian besar studi masih berfokus pada transformasi digital dan pengembangan kompetensi secara umum dibandingkan implementasi praktis dalam sistem pengembangan tenaga kerja (Oeij et al., 2024). Penelitian mengenai employability dan internship juga cenderung membahas hubungan magang terhadap kesiapan kerja tanpa mengaitkannya dengan pengembangan strategic talent pipeline pada era transisi industri 4.0 menuju industri 5.0. Penelitian terkait sistem pemagangan digital yang mengintegrasikan digital learning, reskilling, human-machine collaboration, dan human-centered workforce masih relatif terbatas (Milasari & Supriandi, 2025). Padahal, sistem magang memiliki potensi besar sebagai mekanisme experiential learning dalam mendukung pengembangan kompetensi hybrid dan kesiapan tenaga kerja masa depan (Poláková et al., 2023). Kesenjangan lain terlihat pada masih terbatasnya penelitian mengenai kolaborasi antara institusi pendidikan dan industri dalam membangun sistem magang digital yang berkelanjutan (Samuels & Pelser, 2025). Oleh karena itu, diperlukan tinjauan literatur sistematis untuk memetakan perkembangan penelitian terkait sistem magang, reskilling, dan human-machine collaboration dalam mendukung pengembangan tenaga kerja di era transisi ke industri 5.0.

### **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini menggunakan pendekatan Systematic Literature Review (SLR) dengan analisis bibliometrik secara kuantitatif untuk mengidentifikasi tren, pola, dan perkembangan penelitian terkait sistem pemagangan pada era transisi industri 4.0 menuju industri 5.0. Pendekatan bibliometrik digunakan untuk memetakan struktur penelitian, hubungan antarkata kunci, serta perkembangan tema penelitian yang berkaitan dengan internship, talent development, dan human-centered workforce. Melalui kerangka Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA), penelitian ini dilakukan secara sistematis, transparan, dan dapat direplikasi dalam proses penelusuran serta seleksi literatur (Atay et al., 2025; Samuels & Pelser, 2025).

Kriteria inklusi dalam penelitian ini meliputi: (1) artikel yang diterbitkan hingga 10 April 2026, (2) publikasi pada rentang tahun 2021–2026, (3) tersedia dalam bentuk full text, dan (4) berfokus pada topik sistem pemagangan, pengembangan talenta, digital learning,

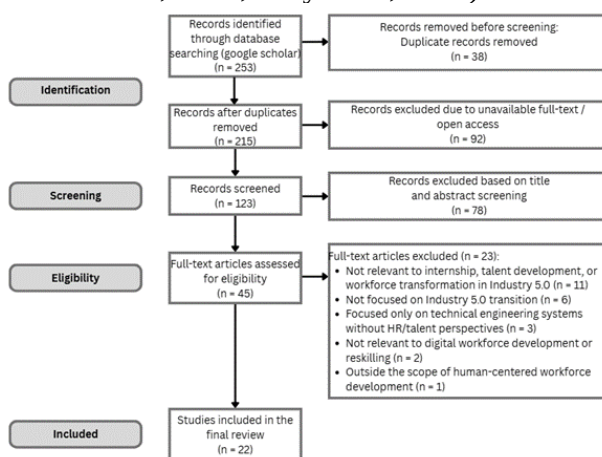
atau human-machine collaboration pada era transisi ke industri 5.0. Sumber data diperoleh dari Google Scholar yang relevan dengan topik penelitian.

Tahap awal penelitian dilakukan melalui penentuan kata kunci menggunakan pendekatan makro, dimulai dari topik umum menuju isu yang lebih spesifik terkait pengembangan talenta dan sistem magang pada era industri 5.0. Penelusuran literatur dilakukan menggunakan kombinasi kata kunci dengan operator Boolean (AND, OR), seperti:

("industry 5.0" AND internship OR "talent management" AND "human-machine collaboration").

Analisis bibliometrik dilakukan menggunakan perangkat lunak VOSviewer untuk memvisualisasikan jaringan bibliometrik seperti co-occurrence keywords, kolaborasi penulis, dan hubungan antartopik penelitian (Veeramani & Arunkumar, 2026; Arshi et al. 2026). Visualisasi tersebut membantu mengidentifikasi tema dominan, pola hubungan penelitian, serta perkembangan topik terkait sistem pemagangan digital dan pengembangan tenaga kerja masa depan. Pendekatan bibliometrik juga memungkinkan pemetaan kontributor utama dan arah perkembangan penelitian secara lebih sistematis (Atay et al, 2025).

Kombinasi antara Systematic Literature Review dan analisis bibliometrik memberikan pemahaman yang lebih komprehensif mengenai perkembangan penelitian terkait sistem pemagangan pada era industri 5.0. Pendekatan ini tidak hanya membantu mensintesis temuan empiris, tetapi juga memetakan tren penelitian, hubungan antar konsep, serta peluang penelitian di masa depan sehingga dapat memberikan wawasan yang lebih mendalam terkait pengembangan strategic talent pipeline dalam menghadapi transformasi industri (Veeramani & Arunkumar, 2026; Atay et al., 2025).



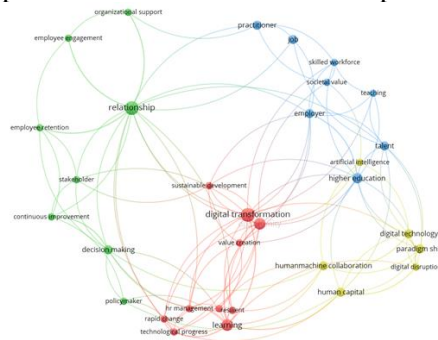
Gambar 2. Kerangka PRISMA

Sumber: Samuels, A.B., & Pelsner, A.-M. (2025)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam systematic literature review ini diperoleh beberapa data visualisasi yang menggambarkan langsung bagaimana kondisi transisi industri 4.0 dan 5.0 ini mempengaruhi sistem pemagangan industri. Visualisasi yang dihasilkan berupa network visualization, overlay visualization, dan density visualization. Setelah didapatkannya network visualization untuk mengidentifikasi hubungan antar tema penelitian terkait penerapan sistem magang, pengembangan kompetensi dan transformasi digital pada industri 4.0 menuju industri 5.0. Dapat terlihat pada Gambar 3, dimana tema digital transformation, learning, higher education, dan relationship menjadi node yang paling dominan pada jaringan penelitian. Tema-tema tersebut mempunyai hubungan yang erat dengan employer, talent, human-

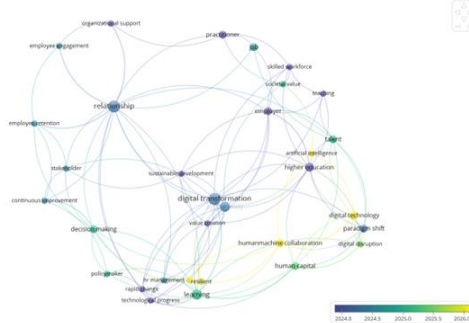
machine collaboration, dan HR management. Jika kita lihat, hubungan diantara higher education, employer, dan talent memperlihatkan adanya keterkaitan diantara institusi pendidikan dan kebutuhan tenaga kerja industri yang berkaitan dengan pengembangan sistem magang sebagai jalur pembentukan talenta masa depan.



Gambar 3. Network Visualization

*Sumber: Pengolahan Data Melalui VosViewer*

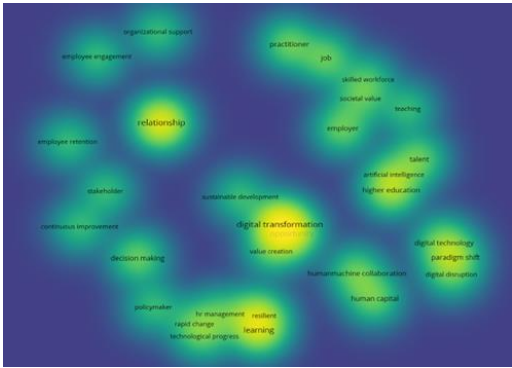
Melalui hasil overlay visualization pada Gambar 4, dapat terlihat bahwa perkembangan tren penelitian pada fase awal didominasi oleh tema relationship, employee engagement, organizational support, dan employee retention. Kemudian penelitian ini berkembang menuju tema digital transformation, learning, higher education, dan talent development. Sedangkan pada fase terbaru, tema human-machine collaboration, digital technology, artificial intelligence, digital disruption, dan paradigm shift menjadi yang paling berkembang. Selain itu, hubungan yang terjadi diantara higher education, learning, employer, dan talent menunjukkan meningkatkan perhatian para peneliti terhadap pengembangan kompetensi yang berlandaskan pengalaman industri dan pembelajaran digital yang berkaitan dengan transformasi sistem magang pada era industri 5.0.



Gambar 4. Overlay Visualization

*Sumber: Pengolahan Data Melalui VosViewer*

Selanjutnya, berdasarkan hasil analisa density visualization yang dilakukan untuk mengidentifikasi tema paling dominan dalam keseluruhan literatur yang ada dapat dilihat pada Gambar 5, dimana area dengan kepadatan paling tinggi terlihat pada tema learning, digital transformation, dan relationship. Sementara tema higher education, human-machine collaboration, digital technology, dan artificial intelligence menunjukkan adanya peningkatan intensitas penelitian mengenai pengembangan kompetensi digital dan kesiapan tenaga kerja di era industri 5.0 ini.



Gambar 5. Density Visualization  
Sumber: Pengolahan Data Melalui VosViewer  
Tabel 1. Penelitian Terdahulu

| No | Penulis & Tahun               | Judul & Jurnal                                                                                                               | Tujuan Penelitian                                                                                                        | Metode Penelitian                                                              | Sampel Penelitian                                                     | Variabel/Konsep Utama                                                              | Temuan Penting                                                                                                           | Keterbatasan Penelitian                                                                    |
|----|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | Chen & Gan (2021)             | "Sustainable Development of Employability of University Students Based on Participation in the IPP"; Sustainability          | Menilai efektivitas Program Promosi Magang (IPP) dalam meningkatkan kemampuan kerja (employability) lulusan di Zhejiang. | Mixed-methods (Survei, Wawancara, Analisis Statistik SPSS, Model Ekonometrik). | 400 maha siswa dan 100 eksekutif bisnis                               | Employability, pemikiran inovatif, komunikasi, pemecahan masalah, tanggung jawab.  | Korelasi positif kuat ( $R^2=0.84$ ) antara magang dan kemampuan kerja, peserta magang lebih menarik bagi pemberi kerja. | Durasi magang seringkali < 3 bulan, beban akademik mahasiswa menghambat partisipasi penuh. |
| 2  | Atay et al. (2025)            | "Sustainable Futures: Redefining Talent Management in Society 5.0"; Sustainable Futures                                      | Mengungkap pendekatan inovatif manajemen talenta untuk mendukung tenaga kerja masa depan di era Society 5.0.             | Kualitatif, Studi Kasus, Analisis Konten (Koefisien Kappa 0.90).               | Ahli dan praktisi dalam panel forum industri.                         | Manajemen talenta, program magang nasional, transformasi digital hibrida.          | Program magang multidisiplin merupakan mekanisme kunci untuk menjembatani pelatihan akademik dengan ekspektasi industri. | Generalisasi terbatas karena konteks spesifik nasional (Turki) dan pendekatan kualitatif.  |
| 3  | Kriz & Veteska (2025)         | "Supporting and Developing Talent in Technical Education in the Context of Industry 5.0"; Communications of Int. Proceedings | Meneliti persepsi pengajar mengenai dukungan talenta dan kesiapan lulusan memasuki pasar kerja 5.0.                      | Kualitatif, Diskusi Kelompok Terfokus (Focus Groups).                          | 10 pengajar sekolah menengah kejuruan dan universitas teknis di Ceko. | Definisi talenta, strategi pedagogis, program studi ganda (dual study), mentoring. | Project-based learning dan kerjasama sistematis dengan dunia kerja (magang/mentoring) mempercepat maturasi profesional.  | Sampel kecil dan dipilih secara bertujuan, risiko perspektif minoritas terabaikan.         |
| No | Penulis & Tahun               | Judul & Jurnal                                                                                                               | Tujuan Penelitian                                                                                                        | Metode Penelitian                                                              | Sampel Penelitian                                                     | Variabel/Konsep Utama                                                              | Temuan Penting                                                                                                           | Keterbatasan Penelitian                                                                    |
| 4  | Oeji et al. (2024)            | "A Conceptual Framework for Workforce Skills for Industry 5.0"; Journal of Innovation Management                             | Mengembangkan kerangka kerja keterampilan tenaga kerja yang berpusat pada manusia, keberlanjutan, dan resiliensi.        | Mixed-method (Tinjauan pustaka, diskusi pakar, konsultasi praktisi).           | ~500 publikasi, 30 pakar, dan 20 praktisi/pengusaha di Eropa.         | Keterampilan hibrida, Teaching/Learning Factories, pengembangan sepanjang hayat.   | Konsep Learning Factories sangat menjanjikan untuk simulasi pembelajaran praktis di lingkungan industri nyata.           | Diskusi kebijakan seringkali mendahului pengumpulan data empiris lapangan yang mendalam.   |
| 5  | Fairuzi Maulana et al. (2026) | "Strategic Human Capital Development: Addressing Indonesia's Digital Stagnation"; Prosiding Seminar Nasional                 | Merumuskan kerangka kerja agar perguruan tinggi bertransformasi menjadi inkubator talenta proaktif.                      | Kualitatif deskriptif, Systematic Literature Review (SLR).                     | 25 literatur akademik primer dan dataset IMDI 2025.                   | Inovasi perguruan tinggi, celah adaptasi tenaga kerja, maturitas digital.          | Perguruan tinggi harus menjadi jembatan strategis untuk mengatasi stagnasi digital melalui kurikulum hibrida.            | Minimnya studi praktis jangka panjang mengenai celah kompetensi di Indonesia.              |
| 6  | Hazrat et al. (2023)          | "Developing a Skilled Workforce: The Potential of DT-Based Teaching"; Sustainability                                         | Meninjau peran Digital Twins (DT) sebagai teknologi pendukung untuk pelatihan tenaga kerja teknis masa depan.            | Systematic Literature Review (SLR).                                            | Berbagai literatur terkait teknologi Digital Twins.                   | Digital Twins, simulasi praktis, pendidikan teknik, lingkungan lab virtual.        | DT menawarkan lingkungan simulasi aman untuk menguasai tugas teknis kompleks sebelum diterapkan di industri.             | Tidak ada data primer baru yang dihasilkan, murni berdasarkan sintesis literatur.          |
| 7  | Poláková et al. (2023)        | "Soft skills and their importance in the labour market under Industry 5.0"; Heliyon                                          | Memetakan permintaan pasar kerja terhadap keterampilan lunak (soft skills) di era Industri 5.0.                          | SLR (PRISMA) dan Analisis Data Sekunder, Portal Kerja.                         | 19.000 organisasi di portal Profesia.s.k (2017-2021).                 | Soft skills (interpersonal), keterampilan digital, permintaan pemberi kerja.       | Terdapat mandat keterampilan lunak yang konstan, kreativitas dan empati tetap tidak tergantikan oleh mesin.              | Lingkup geografis terbatas pada satu negara (Slovakia), data bersifat agregat.             |

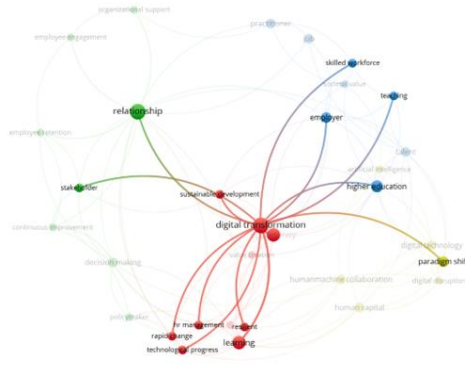
| No | Penulis & Tahun              | Judul & Jurnal                                                                                                                                     | Tujuan Penelitian                                                                                                                                                          | Metode Penelitian                                                                                                  | Sampel Penelitian                                                                         | Variabel/Konsep Utama                                                                                                   | Temuan Penting                                                                                                                           | Keterbatasan Penelitian                                                                                                 |
|----|------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 8  | Pelaez-Sanchez et al. (2024) | "Exploring digital competencies in HEI: validation of instruments for Industry 5.0"; <i>Frontiers in Education</i>                                 | Menganalisis instrumen penilaian untuk mengevaluasi kompetensi digital mahasiswa secara komprehensif.                                                                      | Systematic Literature Review (SLR).                                                                                | 112 artikel (46 fokus pada instrumen penilaian)                                           | Kreativitas, komunikasi, kolaborasi, pemikiran kritis (4Cs).                                                            | Diperlukan integrasi antara pemantauan keterampilan teknis dan interpersonal untuk kesiapan kerja.                                       | Hanya mencakup dokumen bahasa Inggris dan Spanyol, akses instrumen terbatas.                                            |
| 9  | Qevtasi et al. (2025)        | "Toward a human-centric digital workplace: A Shingo-based framework bridging Industry 4.0 and 5.0"; <i>International Journal of Lean Six Sigma</i> | Mengembangkan kerangka kerja berbasis Shingo Model untuk menjembatani efisiensi Industri 4.0 dengan nilai-nilai human-centric Industri 5.0 dalam lingkungan kerja digital. | Pengembangan Kerangka Kerja Konseptual (Framework Development) berdasarkan prinsip-prinsip Operational Excellence. | Literatur dan prinsip-prinsip operasional perusahaan yang sedang bertransformasi digital. | Industri 4.0, Industri 5.0, human-centricity, Shingo Model, Operational Excellence (OPEX), pemagangan (apprenticeship). | Sistem pemagangan dan reskilling berskala besar adalah strategi kunci tim SDM untuk mencapai keunggulan operasional di era Industri 5.0. | Sifatnya masih berupa kerangka kerja konseptual yang memerlukan validasi empiris lebih luas di berbagai sektor industri |
| 10 | Milasari & Supriandi (2025)  | "Trends in Employee Competency Development in the Era of Industry 5.0"; <i>RIGGS</i>                                                               | Memetakan tema utama pengembangan kompetensi dalam ekosistem teknologi hibrida.                                                                                            | SLR Kualitatif dan Analisis Tematik                                                                                | 15 dokumen akademik dari Google Scholar.                                                  | Kompetensi hibrida, kolaborasi manusia-mesin, literasi etika AI.                                                        | Urgensi transisi ke kompetensi hibrida, jalur pelatihan AI yang dipersonalisasi meningkatkan efisiensi belajar.                          | Fokus dominan pada sektor manufaktur, sektor jasa masih kurang tereksplorasi.                                           |
| 11 | Limon (2025)                 | "Workforce analytics in manufacturing: A review of MIS tools"; <i>J. of Sustainable Dev. and Policy</i>                                            | Mengevaluasi dampak Sistem Informasi Manajemen (MIS) pada analitik tenaga kerja.                                                                                           | Meta-analisis.                                                                                                     | 53 studi empiris (2010-2024).                                                             | MIS, analitik tenaga kerja, produktivitas, perencanaan labor.                                                           | Penggunaan dasbor analitik meningkatkan akurasi perencanaan tenaga kerja sebesar 22%.                                                    | Dibatasi oleh kualitas data dan heterogenitas dari studi primer yang dianalisis.                                        |
| No | Penulis & Tahun              | Judul & Jurnal                                                                                                                                     | Tujuan Penelitian                                                                                                                                                          | Metode Penelitian                                                                                                  | Sampel Penelitian                                                                         | Variabel/Konsep Utama                                                                                                   | Temuan Penting                                                                                                                           | Keterbatasan Penelitian                                                                                                 |
| 12 | Samuels & Pelser (2025)      | "Transitioning from Industry 4.0 to 5.0: Talent management insights"; <i>SA J. of HRM</i>                                                          | Mengevaluasi dampak transisi Industri 5.0 pada manajemen talenta dan rantai pasok.                                                                                         | SLR (PRISMA).                                                                                                      | 20 artikel jurnal terpilih dari Scopus & WoS.                                             | Manajemen talenta, keberlanjutan, integrasi AI, reskilling.                                                             | Kolaborasi industri-universitas sangat disarankan untuk menyelaraskan kurikulum dengan kebutuhan pasar.                                  | Terbatas pada literatur bahasa Inggris, aplikasi praktis masih banyak bersifat teoritis.                                |
| 13 | Veeramani & Arunkumar (2026) | "The intersection of HRM and Industry 5.0: a bibliometric review"; <i>Future Business Journal</i>                                                  | Mengidentifikasi tren publikasi dan struktur intelektual MSDM dalam konteks Industri 5.0.                                                                                  | Bibliometrik dan Science Mapping (VOSviewer).                                                                      | 376 publikasi Scopus (2010-2024).                                                         | MSDM berpusat manusia, pengembangan keberlanjutan, teknologi pendukung.                                                 | MSDM memposisikan diri sebagai mediator strategis antara inovasi teknologi dan pengalaman kerja manusia.                                 | Ketergantungan pada satu basis data (Scopus), tidak menawarkan kedalaman kualitatif sejalan analisis konten.            |
| 14 | Arshi et al. (2026)          | "Industry 5.0 through the lens of ergonomics and sustainability"; <i>Sustainable Futures</i>                                                       | Memetakan hubungan antara ergonomi, keberlanjutan, dan Industri 5.0.                                                                                                       | SLR (PRISMA) dan Analisis Bibliometrik.                                                                            | 128 artikel terpilih.                                                                     | Ergonomi kognitif, kesejahteraan pekerja, sistem sosio-teknis.                                                          | Literatur saat ini masih terfragmentasi, perlu desain penelitian interdisipliner yang menyatukan faktor manusia dan teknologi.           | Terbatas pada basis data Scopus dan WoS, tidak menyertakan buku atau tesis.                                             |
| 15 | Vitrano & Micheli (2025)     | "Leveraging Technology for an Ageing Workforce"; <i>Public Health Challenges</i>                                                                   | Meninjau peluang inklusi pekerja lanjut usia melalui teknologi Industri 5.0.                                                                                               | Analisis Literatur.                                                                                                | Berbagai literatur terkait penuaan tenaga kerja dan teknologi.                            | Tenaga kerja lansia, robot kolaboratif (cobots), desain kerja adaptif.                                                  | Teknologi seperti eksoskeleton dapat menigma produktivitas pekerja lansia dengan mengurangi beban fisik.                                 | Masih konseptual, belum melibatkan partisipan manusia.                                                                  |

| No | Penulis & Tahun              | Judul & Jurnal                                                                                                  | Tujuan Penelitian                                                                                                                       | Metode Penelitian                                                                         | Sampel Penelitian                                                                        | Variabel/Konsep Utama                                                                                   | Temuan Penting                                                                                                                                                         | Keterbatasan Penelitian                                                                                      |
|----|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 16 | Tee et al. (2024)            | "Demand for digital skills, skill gaps and graduate employability"; <i>F1000Research</i>                        | Mengidentifikasi celah keterampilan digital lulusan baru di Malaysia dari sudut pandang pemberi kerja.                                  | Kuantitatif, Survei Online.                                                               | 376 pemberi kerja terdaftar.                                                             | Literasi data, komunikasi digital, keamanan, pemecahan masalah.                                         | Celah terbesar ada pada "komunikasi dan kolaborasi digital" keterampilan digital dinilai lebih penting daripada teknis murni.                                          | Data berdasarkan penilaian diri pemberi kerja, terbatas pada wilayah geografis tertentu di Malaysia.         |
| 17 | Galanti et al. (2023)        | "Digitalization and Human Resource Management in Italian SMEs"; <i>Administrative Sciences</i>                  | Menjelaskan bagaimana transformasi digital pasca-pandemi mengubah praktik manajemen SDM di UKM.                                         | Mixed-methods (Wawancara kualitatif & Analisis kuantitatif T-LAB).                        | 30 manajer SDM dan pakar inovasi di Italia.                                              | Digitalisasi, manajemen SDM strategis, faktor manusia, ketangkasan (agility).                           | Digitalisasi menuntut penyeimbangan antara profil teknis dan keterampilan interpersonal karyawan.                                                                      | Bersifat eksploratif, hasil sangat terikat pada konteks budaya kerja di Italia.                              |
| 18 | Galanti et al. (2026)        | "A human-centric approach to technological integration"; <i>Informing Science</i>                               | Merumuskan peran manajer HR sebagai mediator untuk menjamin integrasi teknologi yang berpusat pada manusia di era Industri 5.0.         | Kualitatif (Wawancara semi-terstruktur & Analisis Tematik Corbin-Strauss).                | 14 partisipan (founder, manajer operasional, dan manajer inovasi).                       | Industri 5.0, human agency, kesejahteraan psikologis, reverse mentoring.                                | Manajer HR berperan krusial dalam menjaga kesehatan mental pekerja, reverse mentoring efektif untuk transfer skill digital lintas generasi.                            | Ukuran sampel kecil, hasil perlu divalidasi lebih lanjut melalui studi longitudinal di berbagai sektor.      |
| 19 | Piazer Turcato et al. (2024) | "Workers' Skills and Competencies in the Era of Industry 4.0"; <i>Administrative Sciences</i>                   | Mengidentifikasi keterampilan pekerja Industri 4.0 di Prancis melalui pemetaan ilmiah.                                                  | Analisis Bibliometrik.                                                                    | 84 makalah dari basis data Scopus.                                                       | Kompetensi IT, fleksibilitas kerja, manajemen proyek.                                                   | Diperlukan pendekatan terintegrasi antara kemampuan teknis IT dan manajemen strategis.                                                                                 | Pendekatan kualitatif, tapi menangkap kompleksitas keterampilan nyata.                                       |
| No | Penulis & Tahun              | Judul & Jurnal                                                                                                  | Tujuan Penelitian                                                                                                                       | Metode Penelitian                                                                         | Sampel Penelitian                                                                        | Variabel/Konsep Utama                                                                                   | Temuan Penting                                                                                                                                                         | Keterbatasan Penelitian                                                                                      |
| 20 | Mazurchenko & Zelenka (2022) | "Employees' digital skills development in the automotive industry"; <i>Economic Review</i>                      | Meneliti frekuensi dan hambatan peningkatan keterampilan digital di industri otomotif.                                                  | Mixed-method (Survei & Wawancara).                                                        | 66 perusahaan dan 3 profesional HR.                                                      | Keterampilan digital, hambatan biaya/waktu, dampak pandemi.                                             | Hambatan utama adalah keterbatasan waktu dan biaya, kerja tim digital semakin krusial di Industri 4.0/5.0.                                                             | Sampel sangat kecil dan tingkat pengembalian kuesioner rendah (2%).                                          |
| 21 | Rueda-Castro et al. (2024)   | "Bridging minds and machines in Industry 5.0: neurobiological approach"; <i>Frontiers in Human Neuroscience</i> | Mengevaluasi kesiapan kognitif dan profil neurobiologis talenta masa depan untuk berkolaborasi dengan mesin cerdas di era Industri 5.0. | Experimental, Pendekatan Neurobiologis (Evaluasi neuropsikologis & pengumpulan data EEG). | Mahasiswa teknik (sebagai representasi talenta yang sedang dipersiapkan untuk industri). | Beban kognitif (cognitive load), emosi, kolaborasi manusia-mesin, profil neuropsikologis, Industri 5.0. | Industri 5.0 menuntut talenta dengan kemampuan komunikasi, perhatian detail, dan memori kuat, data EEG dapat memetakan kebutuhan pelatihan/magang yang lebih personal. | Fokus pada populasi mahasiswa (akademik), hasil perlu diuji pada pekerja aktif di lingkungan industri nyata. |
| 22 | Techanamurthy et al. (2025)  | "Industry 4.0 readiness and strategic plan failures in SMEs"; <i>PLOS One</i>                                   | Meneliti kesiapan Industri 4.0 dan alasan kegagalan rencana strategis pada UKM.                                                         | Kuantitatif, Survei.                                                                      | 506 UKM di Malaysia.                                                                     | Kepemimpinan, kompetensi tenaga kerja, infrastruktur digital.                                           | Kompetensi tenaga kerja teridentifikasi sebagai dimensi terlemah dibandingkan visi kepemimpinan.                                                                       | Ketergantungan pada data yang dilaporkan sendiri (self-reported), potensi bias subjektivitas.                |

## Pembahasan

### Transformasi Sistem Magang pada Era Industri 5.0

Transformasi digital menjadi salah satu tema utama dalam pengembangan sistem magang pada era industri 5.0. Dilihat dari visualisasi Gambar 6 menunjukkan bahwa sistem magang tidak lagi hanya berfungsi sebagai pengalaman kerja konvensional, akan tetapi mulai berkembang sebagai sarana pengembangan kompetensi digital dan proses pembelajaran yang adaptif.



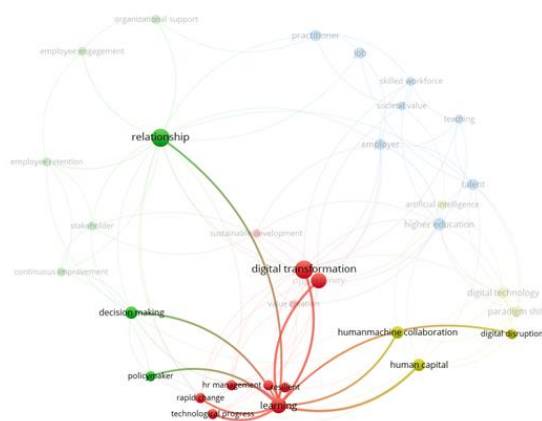
Gambar 6. Network Visualization Tema 1

Sumber: Pengolahan Data Melalui VosViewer

Melalui hubungan digital transformation, learning, higher education, dan employer terlihat bahwa transformasi ini memicu perubahan pola pembelajaran tenaga kerja yang lebih fleksibel dan memiliki basis teknologi. Selain itu, perkembangan teknologi digital juga menjadi salah satu alasan organisasi mulai membutuhkan peserta magang yang tidak hanya memiliki kemampuan teknis, tapi juga memiliki kemampuan beradaptasi dengan teknologi, memiliki literasi digital, dan memiliki kesiapan bekerja dalam lingkungan kerja berbasis teknologi. Sehingga sistem magang pada era 5.0 mulai bergeser menuju pendekatan human-centered dan technology-enabled learning ecosystem.

### Learning dan Reskilling dalam Sistem Magang Digital

Learning dan reskilling juga menjadi fokus yang dominan dalam penelitian terkait industri 5.0. Nampak pada Gambar 7 bahwa perubahan teknologi yang cepat menuntut tenaga kerja untuk terus melakukan peningkatan kompetensi secara berkelanjutan. Pada sistem magang, proses pembelajaran tidak lagi hanya berlandaskan pada observasi kerja, akan tetapi berkembang ke arah experiential learning, adaptive learning, dan pengembangan keterampilan digital berbasis teknologi. Peserta magang juga dituntut mampu beradaptasi dengan perubahan teknologi yang terjadi, memahami sistem digital, dan mampu mengembangkan keterampilan interpersonal dan lebih kolaboratif. Tak hanya itu, perkembangan artificial intelligence dan digital technology juga ikut mendorong organisasi untuk menciptakan sistem pelatihan yang lebih personal dan fleksibel dalam mendukung proses reskilling tenaga kerja di masa depan.



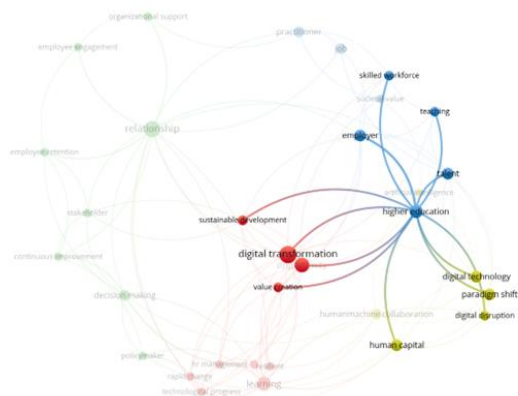
Gambar 7. Network Visualization Tema 2

Sumber: Pengolahan Data Melalui VosViewer

### Higher Education dan Employer Sebagai Talent Pipeline

Berdasarkan hasil visualisasi terlihat adanya hubungan yang erat diantara higher education, employer, talent, dan learning. Hal ini menunjukkan bahwa perguruan tinggi dan industri memiliki peran strategis dalam membangun future talent pipeline pada era Industri

5.0. Sistem magang tersebut menjadi penghubung diantara pembelajaran akademik, kebutuhan industri, dan pengembangan kompetensi tenaga kerja. Program magang memungkinkan mahasiswa memperoleh pengalaman kerja berbasis teknologi, pemahaman terhadap sistem industri digital, dan kesiapan menghadapi perubahan pola kerja di tengah perubahan industri ini. Kolaborasi antara institusi pendidikan dan industri juga menjadi bagian penting dalam memastikan kesesuaian kurikulum dengan kebutuhan kompetensi masa depan. Maka dari itu, sistem magang ini tidak diposisikan sebagai program pelengkap pendidikan akan tetapi sebagai mekanisme strategis bagaimana pengembangan talenta digital pada era industri 5.0.



Gambar 8. Network Visualization Tema 3  
Sumber: Pengolahan Data Melalui VosViewer

### Human-Machine Collaboration dan Kesiapan Peserta Magang

Perkembangan tema human-machine collaboration menunjukkan terjadi perubahan kerja karena era industri 5.0. Teknologi tidak lagi menjadi pengganti manusia, tetapi sebagai alat pendukung dalam upaya peningkatan produktivitas, kreativitas, dan pembelajaran tenaga kerja. Human-machine collaboration, digital technology, artificial intelligence, dan learning memperlihatkan bahwa lingkungan kerja masa depan semakin berbasis kolaborasi antara manusia dan teknologi dimana kondisi ini menuntut peserta magang memahami penggunaan AI tools, mampu bekerja dalam sistem digital, serta memiliki kemampuan problem solving dan adaptasi teknologi. Hal ini menunjukkan bahwa sistem magang digital menjadi media pertama dalam persiapan tenaga kerja adaptif, resilien, dan mampu bekerja dalam ekosistem industri 5.0 dengan basis human-centered innovation.

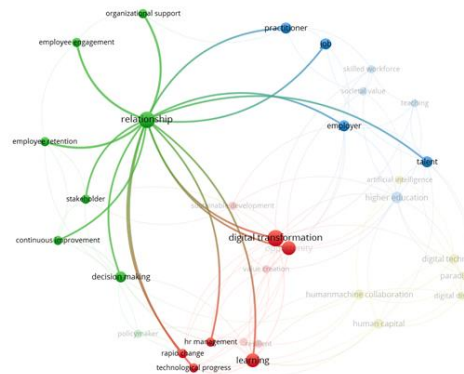


Gambar 9. Network Visualization Tema 4  
Sumber: Pengolahan Data Melalui VosViewer

### Relationship dan Stakeholder Collaboration dalam Sistem Magang

Pada tema relationship memiliki hubungan erat antara stakeholder, employer, organizational support, dan employee retention yang menunjukkan keberhasilan sistem magang di era industri 5.0 ini tidak hanya dipengaruhi oleh kesiapan teknologi dan

kompetensi digital saja, tapi juga oleh kualitas hubungan dan kolaborasi antar pemangku kepentingan. Kemudian hubungan antara perguruan tinggi, industri, dan organisasi menjadi faktor penting dalam menciptakan sistem magang yang mampu mendukung pengembangan kompetensi tenaga kerja secara berkelanjutan. Tak hanya itu, dukungan dari organisasi juga berperan dalam menciptakan lingkungan pembelajaran adaptif, kolaboratif, serta mendukung proses experiential learning peserta magang. Pada tema ini sistem magang tidak hanya berfungsi sebagai sarana transfer keterampilan, tetapi juga sebagai media penguatan hubungan antara pendidikan dan dunia industri dalam membangun future workforce ecosystem.



Gambar 10. Network Visualization Tema 5  
Sumber: Pengolahan Data Melalui VosViewer

### Peran Sistem Magang dalam Pengembangan Talenta pada Era Industri 5.0

Hasil sintesis penelitian menunjukkan bahwa sistem pemagangan berperan penting dalam mendukung pengembangan tenaga kerja pada era transisi industri 4.0 menuju industri 5.0. Sebagian besar penelitian menempatkan internship sebagai bentuk experiential learning yang mampu menjembatani kesenjangan keterampilan antara dunia pendidikan dan industri. Program magang dinilai efektif dalam meningkatkan employability, komunikasi, problem solving, dan literasi digital peserta (Chen & Gan, 2021; Atay et al., 2025). Selain itu, mentoring, project-based learning, selain itu kolaborasi pendidikan dan industri juga mendukung kesiapan kerja tenaga kerja muda (Kriz & Veteska, 2025).

Literatur juga menunjukkan adanya pergeseran kebutuhan kompetensi menuju kompetensi hybrid yang menggabungkan keterampilan teknis dan soft skills seperti kreativitas, komunikasi, kolaborasi, dan adaptabilitas (Poláková et al., 2023). Oleh karena itu, pengembangan sistem magang modern tidak hanya berfokus pada keterampilan teknis, tetapi juga pada pembentukan human-centered workforce yang adaptif terhadap perubahan teknologi (Tee et al., 2024). Integrasi teknologi seperti Digital Twins (DT), Virtual Reality (VR), AI-based learning, dan workforce analytics dinilai mampu mendukung proses reskilling dan upskilling secara lebih efektif (Milasari & Supriandi, 2025). Kolaborasi antara institusi pendidikan dan industri juga berperan penting dalam membangun strategic talent pipeline yang sesuai dengan kebutuhan tenaga kerja masa depan (Samuels & Pelsner, 2025).

Meskipun demikian, sebagian besar penelitian masih berfokus pada employability dan transformasi digital secara umum tanpa membahas sistem pemagangan berbasis human-centered workforce pada era industri 5.0. Penelitian yang mengintegrasikan internship, digital learning, human-machine collaboration, dan strategic talent pipeline juga masih relatif terbatas sehingga diperlukan penelitian lebih lanjut terkait pengembangan sistem magang digital secara berkelanjutan.

## KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa tren penelitian sistem magang pada era transisi industri 4.0 menuju industri 5.0 terus berkembang dengan fokus pada digital learning, talent development, human-machine collaboration, dan human-centered workforce. Sistem magang tidak lagi dipandang hanya sebagai praktik kerja, tetapi sebagai media experiential learning yang mendukung pengembangan kompetensi hybrid melalui integrasi keterampilan teknis, soft skills, reskilling, dan adaptabilitas terhadap teknologi digital.

Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa pemanfaatan teknologi seperti artificial intelligence (AI), Virtual Reality (VR), Digital Twins (DT), dan workforce analytics mendukung proses pembelajaran yang lebih fleksibel dan adaptif. Selain itu, kolaborasi antara institusi pendidikan dan industri berperan penting dalam membangun strategic talent pipeline yang sesuai dengan kebutuhan tenaga kerja masa depan pada era industri 5.0. Meskipun demikian, penelitian mengenai integrasi internship, digital learning, dan human-machine collaboration dalam sistem magang berbasis human-centered workforce masih relatif terbatas. Oleh karena itu, diperlukan penelitian lebih lanjut untuk memperkuat implementasi sistem magang digital yang berkelanjutan di berbagai sektor industri.

## Saran

Pengembangan sistem magang pada era industri 5.0 perlu diarahkan pada integrasi teknologi digital, pengembangan kompetensi hybrid, dan pendekatan human-centered workforce. Institusi pendidikan dan industri disarankan memperkuat kolaborasi melalui digital learning, project-based learning, serta human-machine collaboration untuk mendukung kesiapan tenaga kerja masa depan. Selain itu, pemanfaatan teknologi seperti Artificial Intelligence (AI), Virtual Reality (VR), dan Digital Twins (DT) perlu dioptimalkan guna mendukung proses learning, reskilling, dan experiential learning yang lebih interaktif dan adaptif. Penelitian selanjutnya disarankan mengembangkan model konseptual sistem magang digital yang mengintegrasikan digital internship, reskilling, human-machine collaboration, dan future skills development dalam membangun strategic talent pipeline pada era industri 5.0 menggunakan pendekatan empiris, mixed-methods agar efektivitas implementasi sistem magang digital di industri dapat teruji.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arshi, T., Rawal, P., Virmani, N., Lahri, V., & Jagtap, S. (2026). Industry 5.0 through the lens of ergonomics and sustainability: A bibliometric review. *Sustainable Futures*, 11, 101805. <https://doi.org/10.1016/j.sftr.2026.101805>
- Atay, S., Müftüoğlu, C. T., Gülmez, N., & Şahin, M. (2025). Society 5.0 and talent management: A qualitative study on future trends and solution proposals. *Sustainable Futures*, 9, 100733. <https://doi.org/10.1016/j.sftr.2025.100733>
- Baysal, D., Yıldız, A., Uğurlu, F., Çalış, N., & Duruel, M. (2026). The historical development of human resource management in the world and in Türkiye, and the Industry 5.0 human resource management model and Türkiye. *ASSAM International Refereed Journal*, 29, 43–58. <https://doi.org/10.58724/assam.1918225>
- Chen, Y., & Gan, N. (2021). Sustainable development of employability of university students based on participation in the internship promotion programme of Zhejiang Province. *Sustainability*, 13(23), 13454. <https://doi.org/10.3390/su132313454>
- Galanti, T., De Vincenzi, C., Buonomo, I., & Benevene, P. (2023). Digital transformation: Inevitable change or sizable opportunity? The strategic role of HR management in Industry 4.0. *Administrative Sciences*, 13(2), 30. <https://doi.org/10.3390/admsci13020030>
- Galanti, T., Fantinelli, S., Paganin, G., Fraboni, F., Tommasi, F., Puzzo, G., & Molino, M. (2026). A human-centric approach to technological integration: From interviews with HR managers to guidelines for their interventions. *Informing Science: The International Journal of an Emerging Transdiscipline*, 29, Article 8. <https://doi.org/10.28945/5757>

- Hazrat, M. A., Hassan, N. M. S., Chowdhury, A. A., Rasul, M. G., & Taylor, B. A. (2023). Developing a skilled workforce for future industry demand: The potential of digital twin-based teaching and learning practices in engineering education. *Sustainability*, 15(23), 16433. <https://doi.org/10.3390/su152316433>
- Ikenga, G. U., & van der Sijde, P. (2024). Twenty-first century competencies: About competencies for Industry 5.0 and the opportunities for emerging economies. *Sustainability*, 16(16), 7166. <https://doi.org/10.3390/su16167166>
- Kriz, J., & Veteska, J. (2025). Supporting and developing talent in technical education in the context of Industry 5.0. *Communications of International Proceedings*, 2025(29), Article ID 4626725. <https://doi.org/10.5171/2025.4626725>
- Limon, G. Q. (2025). Workforce analytics in manufacturing: A review of MIS tools for labor planning, absenteeism monitoring, and productivity optimization. *Journal of Sustainable Development and Policy*, 1(1), 90–114. <https://doi.org/10.63125/79gee86>
- Mazurchenko, A., & Zelenka, M. (2022). Employee's digital competency development in the construction and automotive industrial sectors. *Central European Business Review*, 11(1), 41–63. <https://doi.org/10.18267/j.cebr.275>
- Milasari, N., & Supriandi. (2025). Trends in employee competency development in the era of Industry 5.0: A literature review. *Journal of Artificial Intelligence and Digital Business (RIGGS)*, 4(4), 2691–2698. <https://doi.org/10.31004/riggs.v4i4.3643>
- Pelaez-Sanchez, I. C., Glasserman-Morales, L. D., & Rocha-Feregrino, G. (2024). Exploring digital competencies in higher education: Design and validation of instruments for the era of Industry 5.0. *Frontiers in Education*, 9, 1415800. <https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1415800>
- Poláková, M., Suleimanová, J. H., Madzík, P., Copuš, L., Molnárová, I., & Polednová, J. (2023). Soft skills and their importance in the labour market under the conditions of Industry 5.0. *Heliyon*, 9(7), e18670. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e18670>
- Qeytasi, M., Enayati Bidgoli, A., Habibi, M., & Tortorella, G. L. (2025). Toward a human-centric digital workplace: A Shingo-based framework bridging Industry 4.0 and 5.0. *International Journal of Lean Six Sigma*. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-05-2025-0112>
- Rueda-Castro, V., Azofeifa, J. D., Chacon, J., & Caratozzalo, P. (2024). Bridging minds and machines in Industry 5.0: Neurobiological approach. *Frontiers in Human Neuroscience*, 18, 1427512. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2024.1427512>
- Salisu, I., Alshammari, M. M., & Al-Samhi, N. M. (2026). Psychological pathways to perceived employability: A dual-theoretical lens on the mediating roles of self-efficacy and resilience in career development programs. *Frontiers in Education*, 10, 1723538. <https://doi.org/10.3389/feduc.2025.1723538>
- Samuels, A. B., & Pelser, A.-M. (2025). Transitioning from Industry 4.0 to 5.0: Sustainable supply chain management and talent management insights. *SA Journal of Human Resource Management*, 23, a2874. <https://doi.org/10.4102/sajhrm.v23i0.2874>
- Techanamurthy, U., Iqbal, M. S., & Abdul Rahim, Z. (2025). Industry 4.0 readiness and strategic plan failures in SMEs: A comprehensive analysis. *PLoS One*, 20(5), e0324052. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0324052>
- Tee, P. K., Wong, L. C., Dada, M., Song, B. L., & Ng, C. P. (2024). Demand for digital skills, skill gaps and graduate employability: Evidence from employers in Malaysia. *F1000Research*, 13, 389. <https://doi.org/10.12688/f1000research.148514.1>
- Turcato, C. R. P., Pedroso, B., Arnold, M., & Picinin, C. T. (2024). Adapting to Industry 4.0 in France: Essential competencies for future-ready workforce. *Administrative Sciences*, 14(11), 322. <https://doi.org/10.3390/admsci14110322>
- Veeramani, R., & Arunkumar, V. (2026). The intersection of human resource management and Industry 5.0: A bibliometric review of trends, themes, and future directions. *Future Business Journal*, 12, 104. <https://doi.org/10.1186/s43093-026-00815-8>
- Vitrano, G., & Micheli, G. J. L. (2025). Rethinking work in Industry 5.0: Leveraging technology for an ageing workforce. *Public Health Challenges*, 4(1), e70130. <https://doi.org/10.1002/puh2.70130>