

## PERKEMBANGAN ERP BIDANG INDUSTRI MANUFAKTUR ERA TRANSFORMASI DIGITAL

<sup>a</sup>Agus Sulaksono, <sup>b</sup>Julius Nursyamsi

<sup>a</sup>Fakultas Ekonomi, [shonysulaksono@gmail.com](mailto:shonysulaksono@gmail.com), Universitas Gunadarma

<sup>b</sup>Fakultas Ekonomi [julius.nursyamsi2021@gmail.com](mailto:julius.nursyamsi2021@gmail.com) Universitas Gunadarma

### ABSTRACT

The Enterprise Resource Planning (ERP) system has been widely implemented in various companies, especially manufacturing, in both small-medium scale and large enterprises. The purpose of this paper is to provide an overview of ERP developments and discuss current developments and future ERP implementations by utilizing digital innovation in the era of digitalization transformation. This systematic literature review examines 20 Scopus indexed journal articles from 2020-2022 sourced from several publishers such as Taylor & Francis, Emerald, Elsevier, and Springer. This paper explains that ERP has changed and developed with the emergence of cloud computing, as well as digital innovations such as IoT, artificial intelligence, big data, automation, and others. In the future, ERP system development will focus on the use of cloud-based systems and digital combinations such as Robotic Process Automation (RPA) and Artificial Intelligence (AI).

**Keyword:** ERP (Enterprise Resource Planning), Manufacture

### ABSTRAK

Sistem Enterprise Resource Planning (ERP) saat ini telah banyak di implementasi di berbagai perusahaan khususnya manufaktur baik dalam skala small-medium ataupun large enterprise. Tujuan dari penulisan ini adalah untuk memberikan gambaran mengenai perkembangan ERP dan membahas mengenai perkembangan saat ini serta implementasi ERP ke depannya dengan pemanfaatan inovasi digital pada era transformasi digitalisasi. Penulisan systematic literature review ini mengkaji 20 artikel jurnal terindeks scopus dari tahun 2020-2022 bersumber dari beberapa publisher seperti Taylor & Francis, Emerald, Elsevier, dan Springer. Penulisan ini menjelaskan bahwa ERP saat ini telah berubah dan berkembang dengan munculnya cloud computing, serta inovasi digital seperti IoT, kecerdasan buatan, big data, otomasi dan lainnya. Kedepannya pengembangan sistem ERP akan berfokus pada pemanfaatan cloud-based system serta kombinasi digital seperti Robotic Process Automation (RPA) dan Artificial Intelligence (AI).

**Kata Kunci:** ERP (Enterprise Resource Planning), Manufaktur

## 1. PENDAHULUAN

*Enterprise Resource Planning* (ERP) merupakan sebuah sistem digunakan untuk memudahkan industri dalam mengusahakan proses bisnis lebih efisien dalam berbagi informasi pada perusahaan. *Enterprise Resource Planning* (ERP) dikembangkan untuk menjadikan setiap sistem saling dapat terintegrasi sehingga pengelolaannya lebih efektif dan efisien. ERP ini merupakan sebuah sistem mengintegrasikan proses bisnis perusahaan sehingga memfasilitasi interaksi antar unit bisnis dan memberikan kemudahan dalam mengakses informasi secara *realtime* (Katu Shadrack, 2020). Perkembangan teknologi terjadi pada sektor manufaktur perlahan menjadikan *smart manufacturing* salah satunya adanya pemanfaatan ERP sebagai sistem membantu terintegrasinya proses bisnis. Adanya era disrupsi juga saat ini menuntut ERP untuk melakukan perubahan agar dapat digunakan pada sektor manufaktur. Salah satu caranya adalah dengan melakukan interaksi bisnis secara digital. Era disrupsi saat ini terjadi karena adanya digitalisasi pada semua sektor termasuk sektor industri. Perkembangan teknologi pesat merupakan implikasi dari adanya perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Hadirnya industri 4.0 saat ini merupakan era transformasi digital berfokus pada jaringan sistem berupa IoT atau *Internet of Things*. Platform industri 4.0 berfokus pada sistem jaringan dengan bantuan teknologi informasi dan komunikasi sehingga dapat saling terintegrasi dengan pengoptimalan waktu secara tepat atau *realtime*.

## 2. KERANGKA TEORI

ERP adalah suatu perangkat lunak terintegrasi dari berbagai sistem informasi di dalam perusahaan. Adanya sistem ERP pada perusahaan dapat membantu kinerja perusahaan meningkat dan semua prosesnya menjadi lebih efektif dan efisien sehingga pendapatan perusahaan pun ikut meningkat dan resiko dari kesalahan dapat ditimbulkan pun akan menjadi lebih berkurang. Penerapan sistem *Enterprise*

*Resources Planning* memiliki banyak manfaat mulai dari meningkatkan kinerja bisnis, produktivitas, dan posisi kompetitif perusahaan hingga meningkatkan efektivitas biaya dan pengelolaan data operasional lebih baik (Ali et al, 2022). Namun, banyak keterbatasan sistem ERP telah ditemukan seperti kurangnya respon sistem secara real time misalnya terjadi saat adanya perubahan dalam melakukan pemesanan, sistem inventaris, dan saat adanya gangguan pada bagian supply chain. Beberapa kelemahan lain dari sistem ERP adalah adanya risiko keamanan, kurangnya alat terintegrasi dalam melakukan pengambilan keputusan, misalnya dalam melakukan prediksi, optimasi, simulasi, dan analisis data. Masalah integrasi dengan sistem lain dan modifikasi perangkat lunak ERP menjadi kelemahan utama perlu diperbaiki atau dikembangkan lagi untuk sistem ERP kedepannya (Saucedo, 2020). Sistem ERP telah diimplementasikan di berbagai perusahaan khususnya pada perusahaan manufaktur baik dalam skala *small-medium* ataupun *large enterprise*. Manufaktur telah berkembang dan menjadi lebih otomatis, terkomputerisasi, dan kompleks. *Smart manufacturing* adalah sistem sepenuhnya saling terintegrasi dalam proses manufaktur dengan respon *realtime*. Dengan sistem tersebut, tuntutan dari berbagai kondisi manufaktur sering berubah-ubah dapat teratasi dengan lebih cerdas melalui proses otomatisasi dan optimalisasi (Shi Wang et al, 2020).

Pertengahan tahun 2010, Gartner menciptakan istilah ERP *postmodern* menggambarkan strategi teknologi dengan mengotomasi dan menghubungkan bisnis administratif dan operasional perusahaan seperti bagian *finance, human resource, sales, manufacture, dan distribution* saling terintegrasi satu sama lain dalam menjalankan proses bisnis (Katu, 2020). Proses bisnis terdiri dari aktivitas pelaksanaannya terkoordinasi mewujudkan beberapa tujuan bisnis. Aktivitas tersebut dapat berupa aktivitas sistem, aktivitas interaksi pengguna, atau kegiatan manual. Aktivitas manual tidak didukung oleh sistem informasi (Shi Wang et al, 2020). ERP telah mengalami perubahan besar selama enam dekade terakhir dengan peningkatan dari waktu ke waktu. Perkembangan ERP ini dimulai saat tahun 1960-an sebagai *Integration Control*, kemudian mulai dikenal sebagai MRP pada tahun 1970-1980. Dikenal adanya ERP antara tahun 1990-an dan 2000-an berupa ERP tradisional memiliki arsitektur monolitik. Sekitar tahun 2010-an berkembang beberapa platform ERP *postmodern*. Perkembangan fase terbaru ERP belum disebutkan namanya diperkirakan akan terjadi pada tahun 2020. Adanya evolusi ERP ini terjadi karena tuntutan kebutuhan proses bisnis di dorong sebagian besar karena organisasi menghadapi sumber daya semakin berkurang dan tekanan meningkat untuk kualitas dan kuantitas produk atau layanan. Selain itu, saat ini pada industri 4.0 atau era transformasi digital meluncurkan inovasi digital seperti *robotic process automation (RPA), artificial intelligence (AI), transformasi ERP berbasis cloud* (Katu, 2020).

Penulisan ini berfokus pada *literature review* mengkaji 20 artikel jurnal terpilih mengulas mengenai penggunaan ERP pada era digitalisasi saat ini, bahwa ERP telah berkembang pesat sebagai respon terhadap dinamika internal maupun eksternal perusahaan manufaktur. Penulis ingin mengetahui bagaimana arah pengembangan ERP di masa depan dengan memanfaatkan teknologi terbaru pada era transformasi digital dapat diimplementasikan pada industri manufaktur baik di perusahaan besar maupun di UKM.

### 3. METODE PENELITIAN

Metodologi penelitian merupakan serangkaian cara menerapkan beberapa prinsip logis dari kegiatan pengumpulan data, pengolahan data, dan analisis data untuk memecahkan persoalan atau permasalahan tertentu agar mencapai suatu tujuan. Langkah pertama adalah merumuskan pertanyaan dalam penelitian. Langkah kedua adalah mengidentifikasi literatur. Langkah ketiga adalah penyaringan artikel terpilih. Langkah keempat adalah analisis dan sintesis akan disajikan pada bagian ke-3. Langkah kelima adalah kesimpulan.

**Tabel 1.**  
**Langkah-Langkah *Systematic literature review***

<b>Question Research</b>	Bagaimana arah pengembangan ERP dalam industri manufaktur masa depan?
<b>Identifikasi Artikel</b>	Kata kunci pencarian: "ERP", "Future ERP", "Enterprise Resource Planning", dan "Manufacturing"

<b>Penyaringan Artikel</b>	<p>Kriteria terpilih: 1) Tipe dokumen artikel jurnal (open access research article). 2) Artikel dalam Bahasa Inggris.</p> <p>Metode penyaringan: 1) Menyaring judul. 2) Membaca abstrak. 3) Membaca metodologi dan hasil pembahasan. 4) Memilih artikel relevan dan mempelajari artikel secara menyeluruh.</p> <p>Sumber data: Elsevier (6), Emerald (4), Springer (4), Taylor &amp; Francis (6)</p>
<b>Analisis dan Sintesis</b>	Bagian 3
<b>Kesimpulan</b>	Bagian 4

Sebanyak 20 artikel terpilih sesuai kriteria inklusi diterapkan. Artikel terpilih berdasarkan judul relevan dan membaca abstrak pada setiap jurnal. Judul dan abstrak sudah relevan dilanjutkan dengan membaca metode dan hasil utama. Setelah didapatkan beberapa artikel terpilih dilanjutkan tahap terakhir yaitu memverifikasi dengan cara membaca lengkap. Artikel-artikel sesuai kriteria inklusi selanjutnya diklasifikasikan berdasarkan distribusi per jurnal, distribusi tahunan, dan distribusi wilayah. Artikel terpilih berdasarkan database Scopus, enam artikel didapatkan dari Taylor & Francis, empat artikel didapatkan dari Emerald, enam artikel didapatkan dari Elsevier, dan empat artikel didapatkan dari Springer.

### 3.1 Ikhtisar Artikel

Pada bagian ikhtisar artikel menjelaskan mengenai tinjauan singkat dari 20 artikel terpilih. Artikel pertama memberikan gambaran luas tentang sejarah dan perkembangan ERP dan menguraikan perkembangan terkini dengan munculnya inovasi digital seperti *cloud computing*. Pendekatan penelitian dalam artikel ini adalah untuk meninjau literatur baik dari jurnal akademik dan laporan industri di Afrika Selatan. Artikel kedua menerapkan sistem ERP berbasis *cloud computing* dan sistem OEM/ODM untuk *e-commerce business to business (B2B)*, dapat mengurangi biaya dan meningkatkan efisiensi kerja, sehingga meningkatkan daya saing perusahaan di China.

Artikel ketiga menjelaskan mengenai perusahaan di Taiwan menyesuaikan paket ERP agar sesuai dengan kebutuhan spesifik perusahaan dengan berkolaborasi dengan vendor ERP, konflik interpersonal antara staf perusahaan dan konsultan ERP mungkin sering terjadi karena kekhawatiran berbeda dari kedua belah pihak mengenai sistem, fitur, biaya, dan kerangka waktu kerja, dimana menekankan kebutuhan untuk menyelidiki seberapa efektif manajemen konflik (CM) dapat memfasilitasi proyek ERP. Artikel keempat menyajikan hasil *systematic literature review* telah dilakukan untuk mengidentifikasi dan mempresentasikan *state-of-the-art* sistem ERP di Turki, menjelaskan hambatan sistem ERP *on-premise*, dan memberikan solusi umum untuk mengatasi tantangan ini. Dimana menunjukkan bahwa ada kesepakatan umum tentang hambatan sistem ERP *on-premise* dan penelitian lebih lanjut diperlukan untuk memberikan solusi memuaskan terhadap hambatan tersebut.

Artikel kelima mempertimbangkan arsitektur fungsional sistem informasi perusahaan dan melakukan tinjauan aplikasi AI terintegrasi dalam Manajemen Hubungan Pelanggan, Manajemen Rantai Pasokan, Inventaris dan logistik, Perencanaan dan Penjadwalan Produksi, Keuangan dan akuntansi, Manajemen Siklus Hidup Produk dan Sumber Daya Manusia, dengan perhatian khusus pada perusahaan manufaktur di Serbia, dimana AI mengimplementasikan pengambilan keputusan atau otomatisasi ditingkatkan dengan menggunakan model sistem berbasis logika. Artikel keenam mengeksplorasi *Key Influencing Factors (KIFs)* dari perspektif vendor ERP nasional selama pra-implementasi dan selama implementasi proyek ERP. Artikel tersebut melakukan studi metode campuran pada 10 vendor ERP nasional terlibat dalam proyek sektor pemerintah di Arab Saudi. KIF diidentifikasi melalui wawancara mendalam dan diprioritaskan menggunakan multi kriteria metode analisis keputusan.

Artikel ketujuh menjelaskan *critical success factors* ERP dan faktor pendukung *organizational agility* telah diidentifikasi dan diklasifikasikan menggunakan *Decision-Making Trial and Evaluation Laboratory* (DEMATEL), dan kemudian model penerapan fungsi kualitas tiga fase (QFD) telah dirancang untuk memprioritaskan kriteria mempengaruhi dan dipengaruhi di sektor perbankan di Iran. Artikel kedelapan mengeksplorasi prinsip-prinsip desain apa perlu dipertimbangkan dalam sistem ERP untuk humanitarian organizations (HO) di Australia untuk memungkinkan kemampuan rantai pasokan kemanusiaan gesit, adaptif dan selaras (Triple-A) dan mendigitalkan operasi kemanusiaan. Artikel kedelapan mengisi kesenjangan dalam literatur kemanusiaan mengenai desain sistem ERP untuk organisasi kemanusiaan memungkinkan kemampuan rantai pasokan Triple-A dan memajukan pengetahuan tentang tantangan desain ERP oleh HO dalam konteks operasi kemanusiaan.

Artikel kesembilan untuk menjelaskan implementasi sistem *cloud* ERP serta faktor-faktor mendasari dan tantangan mungkin dilakukan oleh pengguna. Artikel tersebut memberikan perbandingan antara sistem ERP tradisional dan Cloud. Dengan demikian meningkatkan kemampuan pembuat keputusan untuk membuat proses pelaporan relevan di UKM di UEA. Artikel kesepuluh menganalisis solusi dalam implementasi sistem dan pasca-implementasi dengan refleksi pada berbagai tingkat ketahanan di tempat kerja wilayah Turki. Artikel tersebut melakukan literatur review terhadap solusi sistem ERP dengan mengevaluasi apakah solusi tersebut diperlakukan sebagai penambah ketahanan atau sebagai penghalang di berbagai tingkat.

Artikel kesebelas menyajikan pendekatan untuk membuat model data berdasarkan data ERP standar akan memungkinkan para insinyur dan arsitek sistem untuk membuat skenario arsitektur strategis dan mengevaluasinya dalam beberapa hal diharapkan, dimana berdampak pada manufaktur dan parameter lain relevan. Dimana perusahaan manufaktur di Denmark diharapkan dapat meningkatnya permintaan untuk produk lebih disesuaikan dengan biaya lebih rendah dan dengan waktu tunggu lebih singkat. Artikel keduabelas menyajikan model pabrik digital Serbia dikembangkan dengan contoh-contoh terpilih, khusus untuk area *Manufacturing Execution System* (MES) di Serbia. *Digital Manufacturing* (DM) adalah basis untuk Industri 4.0 memiliki dimensi sebagai berikut: (i) manufaktur digital berdasarkan orientasi teknologi digital canggih, (ii) produk pintar (mode produksi canggih dan karakteristik baru), dan (iii) rantai pasokan pintar (pengadaan bahan baku dan pengiriman produk jadi).

Artikel ketigabelas membahas tentang manfaat dan keterbatasan penggunaan C-ERP dan E-ERP di domain IIoT dan Smart Factory di India, bersama dengan arah masa depan di era permintaan ERP. Cloud ERP (C-ERP) dan Edge ERP (E-ERP) adalah alternatif dari tradisional, terpusat dan implementasi ERP monolitik untuk menggabungkan manfaat *cloud* dan *edge computing*. Manfaat utama mereka termasuk kemudahan penggunaan, penyeimbangan sumber daya, bandwidth, penghematan biaya, dan privasi/keamanan lebih tinggi. Artikel keempatbelas mengenai sebuah tindakan penelitian dikembangkan di sebuah perusahaan pelaksana ERP dipresentasikan di Portugal, termasuk evaluasi tingkat kematangan sebanyak 45 kegiatan pemeliharaan dan dukungan diusulkan dalam model. Artikel tersebut memverifikasi bahwa di Eropa ada peningkatan tingkat adopsi sistem ERP. Artikel kelimabelas menjelaskan metode pemodelan formal dapat diterapkan untuk mengatasi kompleksitas proses produksi dan berbagai portofolio produk secara khusus mempengaruhi UKM di Jerman. Informasi-informasi tersedia seperti diagram CAD, alat dan bagian diperlukan terkait untuk memberikan bantuan kognitif.

Artikel keenambelas menggambarkan studi kasus aplikasi seluler perusahaan digunakan untuk data menangkap di lokasi terpencil di ladang Minyak India. Kemudian menjelaskan detail implementasi desain serta memberikan rekomendasi untuk integrasi tanpa batas ke sistem *On-premise* (OP) backend. Artikel tersebut membuat perbandingan antara cara dasar membuat aplikasi seluler offline (melalui platform seluler lokal) dengan model pengembangan *cloud* baru. Dengan bantuan KPI (Indikator Kinerja Utama) terukur, kami menyimpulkan efektivitasnya pengembangan di *cloud*. Artikel ketujuhbelas mengusulkan desain dan pengembangan kembar digital untuk studi kasus perusahaan farmasi di Mexico. Dalam konteks rantai pasokan, digital twin mengubah cara mereka melakukan bisnis, menyediakan berbagai pilihan untuk memfasilitasi lingkungan kolaboratif dan pengambilan keputusan berbasis data dan membuat proses bisnis lebih kuat. Artikel kedelapanbelas mengenai studi kasus di perusahaan manufaktur permen dan makanan ringan di Norwegia. Dimana menetapkan metodologi untuk desain dan pengembangan sistem PPC pintar. Sistem smart PPC menggunakan teknologi baru seperti internet, alat

analitik data besar, dan machine learning berjalan di cloud atau perangkat canggih untuk meningkatkan kinerja proses PPC.

Artikel kesembilanbelas mengkaji hambatan budaya ada pada berbagai tahapan proses implementasi ERP, menggunakan studi kasus pada sektor gas dan minyak Timur Tengah di Inggris. Tindakan penelitian AR, dalam hubungannya dengan dokumentasi, observasi, dan wawancara, membantu dalam eksplorasi hambatan budaya kompleks dihadapi selama pra-implementasi (merencanakan dan mengusulkan), implementasi (melakukan), dan pasca implementasi (menilai dan meningkatkan) tahapan proyek ERP dilakukan dalam organisasi minyak dan gas Timur Tengah. Artikel kedua puluh menyajikan pendekatan terintegrasi untuk mengeksplorasi efek Industri 4.0 dan terkait TIK pada rantai pasokan pintar, dengan menggabungkan pengenalan strategi nasional saat ini di Amerika Utara, analisis status penelitian tentang rantai pasokan di bantu TIK dari jurusan dewan penelitian nasional Amerika Utara, dan tinjauan literatur sistematis dari subjek.

**Tabel 2.**  
**Ikhtisar Artikel**

No.	Tahun	Konteks	Teoritis
1	2020	Perkembangan ERP di Afrika Selatan	Literatur Review
2	2020	E-Commerce B2B di China	ERP Cloud
3	2021	Companies customize commercial di Taiwan	Conflict Management dan ERP Customize
4	2020	ERP Lokal di Turki	ERP Cloud and SLR
5	2021	Perusahaan Manufaktur di Serbia	AI, ML, EIS
6	2020	Organisasi Pemerintahan di Arab Saudi	Key Influencing Factors (KIFs)
7	2020	Sektor bank di Iran	Decision-Making Trial and Evaluation Laboratory (DEMATEL) dan QFD
8	2020	Organisasi Kemanusiaan di Australia	Triple-A humanitarian supply chains
9	2020	UKM di UEA	Cloud ERP
10	2020	Pengguna ERP di tempat kerja Turki	Literatur Review
11	2022	Perusahaan Manufaktur di Denmark	Custom ERP
12	2021	area Manufacturing Execution System (MES) di Serbia	Manufaktur digital (DM)
13	2022	Perusahaan Berbasis Industrial Internet of Things (IIoT) dan Smart Factory di India	C-ERP dan E-ERP
14	2021	Action Research di Perusahaan Pelaksana di Portugal	Custom ERP
15	2021	UKM di Jerman	CAD
16	2020	Aplikasi Seluler Perusahaan di Ladang Minyak India	KPIs (Key Performance Indicators)
17	2020	Perusahaan Farmasi di Mexico	Digital twin technology
18	2021	perusahaan manufaktur permen dan makanan ringan di Norwegia	smart production planning and control (PPC)
19	2022	Sektor gas dan minyak di Timur Tengah Inggris	Action research (AR)
20	2022	dewan penelitian nasional di Amerika Utara	literatur sistematis

### 3.2 Klasifikasi Jurnal

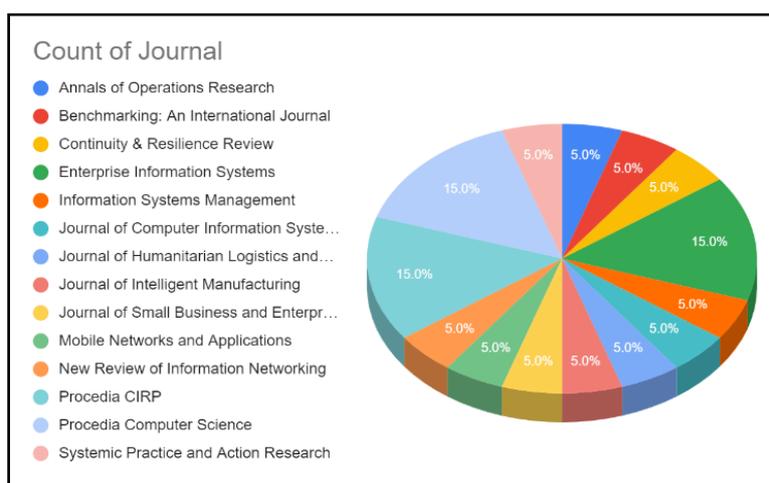
Analisis distribusi per jurnal pada 20 jurnal terpilih di dominasi oleh jurnal Enterprise Information Systems, Procedia CRP, dan Procedia Computer Science dengan masing-masing sebanyak 3 jurnal dan

masing-masing persentase sebesar 15%. Artikel lainnya memiliki publisher jurnal berbeda-beda atau masing-masing satu dengan persentase 5%. Analisis distribusi per jurnal dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3.**  
**Distribusi Jurnal**

Jurnal	Jumlah	Persentase
Annals of Operations Research	1	5.00%
Benchmarking: An International Journal	1	5.00%
Continuity & Resilience Review	1	5.00%
Enterprise Information Systems	3	15.00%
Journal of Computer Information Systems	1	5.00%
Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management	1	5.00%
Journal of Intelligent Manufacturing	1	5.00%
Journal of Small Business and Enterprise Development	1	5.00%
Mobile Networks and Applications	1	5.00%
New Review of Information Networking	1	5.00%
Procedia CIRP	3	15.00%
Procedia Computer Science	3	15.00%
Systemic Practice and Action Research	1	5.00%
<b>Grand Total</b>	<b>20</b>	<b>100.00%</b>

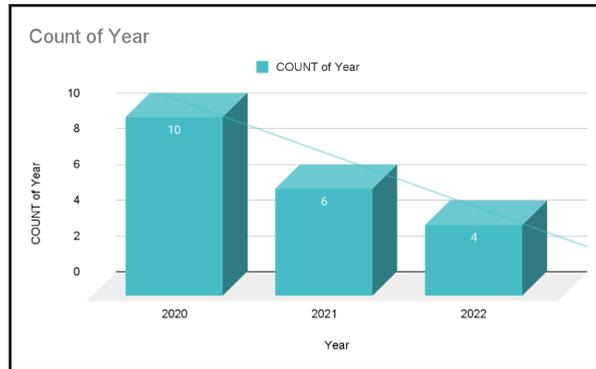
Analisis distribusi per jurnal juga digambarkan dalam bentuk diagram pie chart. Diagram pie chart memudahkan pembaca untuk memperlihatkan persebaran distribusi per jurnal. Diagram pie chart analisis distribusi per jurnal diperlihatkan pada gambar berikut.



**Gambar 1. Pie Chart Distribusi Jurnal**

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini akan menyajikan hasil pengolahan data untuk menemukan beberapa kesimpulan dari analisis dilakukan. Pengolahan data pertama dapat dilihat pada diagram jumlah data per tahun memperlihatkan ketertarikan peneliti terhadap pengembangan ERP dalam manufaktur saat ini. Data ditampilkan dalam bentuk diagram batang dengan rentang tahun dari 2020 hingga 2018.



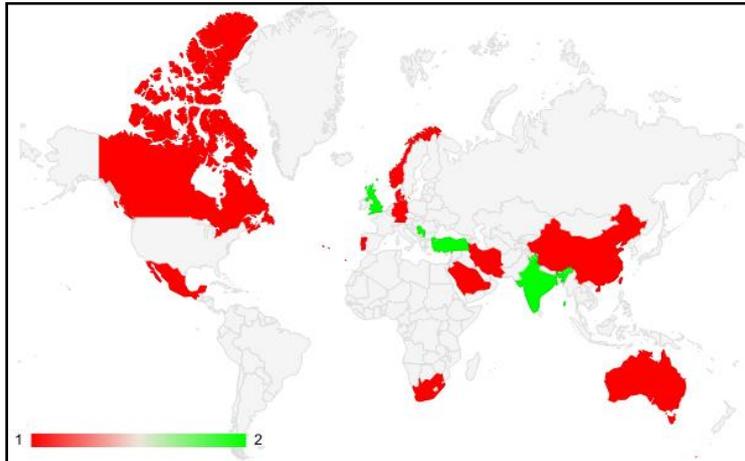
Gambar 2. Diagram Batang Jumlah Data Per-Tahun

Dari diagram diatas dapat dilihat bahwa jumlah penelitian terhadap perkembangan ERP mengalami penurunan dari tahun 2020 hingga 2022. Hal ini dikarenakan peneliti saat ini lebih tertarik dengan perkembangan teknologi dan kecerdasan buatan seperti teknologi autonomus. Selain itu *software* ERP sudah ada saat ini mulai tidak dapat mengikuti perkembangan manufaktur saat ini telah memasuki *smart manufacture*. Sedangkan untuk membuat custom ERP tidaklah mudah karena ERP adalah sebuah sistem menyeluruh. Adapun artikel membahas mengenai ERP berasal dari beberapa negara berikut.

Tabel 4.  
Sebaran Wilayah Artikel Terpilih

Benua	Negara	Jumlah	Persentase
Afrika	Afrika Selatan	1	5.00%
Asia	China	1	5.00%
	India	2	10.00%
	Iran	1	5.00%
	Saudi Arabia	1	5.00%
	Taiwan	1	5.00%
Australia	Australia	1	5.00%
Eropa	Denmark	1	5.00%
	German	1	5.00%
	Norway	1	5.00%
	Portugal	1	5.00%
	Serbia	2	10.00%
	Turkey	2	10.00%
	United Kingdom	2	10.00%
Amerika Utara	Canada	1	5.00%
	Mexico	1	5.00%
<b>Grand Total</b>		<b>20</b>	<b>100.00%</b>

Tabel 4 menyajikan sebaran wilayah dari 20 artikel terpilih. Sebanyak 20 artikel terpilih didominasi oleh wilayah India, Serbia, Turki, dan United Kingdom masing-masing sebanyak 2 artikel dan masing-masing sebesar 10%. Dari data tabel di atas, dapat diketahui mayoritas artikel berasal dari negara benua Asia dan Eropa. Dimana kedua benua tersebut memiliki negara sentra industri manufaktur dunia, yaitu China, German, India, United Kingdom.



**Gambar 3. Peta Sebaran Wilayah**

Dari kedua puluh jurnal tersebut, terdapat beberapa permasalahan di bahas. Adapun permasalahan dan pembahasan singkat dari masing-masing jurnal dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

**Tabel 5.  
Permasalahan ERP**

No.	Judul	Masalah
1	Enterprise Resource Planning: Past, Present, and Future	Berdasarkan artikel ini, penting bagi institusi telah memiliki ERP untuk mempertimbangkan evolusi dengan digital innovation dari single monolithics systems ke cloud based dan postmodern ERP systems terintegrasi dengan teknologi seperti artificial intelligence dan robot process automation.
2	Smart Manufacturing Business Management System for Network Industry Spin-Off Enterprises	Sejauh ini sistem ERP belum fokus pada pengembangan sistem berbasis web. Tren masa depan dalam smart manufacturing berkisar dari digitalisasi manufaktur dan sistem enterprise tingkat lanjut.
3	Exploring the Relationship Between Conflict Management and Transformational Leadership Behaviors for the Success of ERP Customization	ERP sudah ada selama ini hanya bergantung kepada modul ERP sudah tersedia, dalam pengembangan custom ERP belum mempertimbangkan kebutuhan perusahaan karena setiap perusahaan memiliki perbedaan dari segi bidang dijalankan.
4	Obstacle of On-Premise Enterprise Resource Planning Systems and Solution Directions	Biaya ERP masih merupakan masalah paling penting dalam kebutuhan untuk mengadaptasi sistem ERP itu sendiri. Hambatan lainnya adalah harus mengorbankan proses bisnis dijalankan perusahaan untuk diselaraskan dengan modul ERP di buat.
5	AI-Enable Enterprise Information Systems for Manufacturing	Sebuah elemen arsitektur enterprise tingkat tinggi merupakan tempat untuk penelitian masa depan dalam pengembangan artificial intelligence dan pedoman berpotensi untuk restrukturisasi arsitektur enterprise dalam dunia industri, seperti custom ERP mendukung artificial intelligence.

6	The Perspective of National ERP Vendors in Achieving ERP Project Success in Government Organizations: A Case of Saudi Arabia	Hasil dari 10 Vendor ERP bertaraf nasional mengimplementasikan sistemnya ke pemerintahan, masih belum memenuhi kapabilitas dan hasil menunjukkan faktor tambahan yaitu stabilitas manajemen terlihat penting untuk keberhasilan implementasi ERP berdasarkan penilaian KIF (Key Influencing Factors).
7	Developing a QFD model for prioritizing the CSFs of ERP based on the enablers of organizational agility	Perusahaan sejalan dengan perubahan kondisi bisnis dan kebutuhan pelanggan harus dapat mengubah proses bisnis dengan cepat dan efisien. Dengan demikian, kelincahan organisasi, sebagai kombinasi dari kecepatan dan fleksibilitas, menjadi sarana penting untuk inovasi dan kinerja kompetitif dalam lingkungan bisnis kontemporer.
8	Digitizing the field: designing ERP systems for Triple-A humanitarian supply chains	Permintaan tidak dapat diprediksi, kurangnya sumber daya, infrastruktur buruk di lapangan, dan ketergantungan tinggi pada pendanaan donor adalah beberapa tantangan utama mempengaruhi rantai pasokan kemanusiaan.
9	Implementation of cloud ERP in the SME: evidence from UAE	Banyak pengambil keputusan dalam organisasi ragu-ragu dan bingung tentang Cloud ERP, karena tidak memiliki informasi memadai dan komprehensif. Selain itu, beberapa organisasi memiliki kesalahpahaman dari implementasi Cloud ERP seperti, bahaya keamanan dan privasi dari data, menyebabkan peningkatan kemungkinan perlambatan dan pemutusan sistem sehingga menghambat kinerja dan efisiensi organisasi secara keseluruhan.
10	Analysis of enterprise resource planning (ERP) system workarounds with a resilience perspective	Dalam fase implementasi dan pasca implementasi sistem ERP, pengguna dapat mencoba menjalankan sistem dengan cara berbeda dari disarankan oleh data formal, proses, dan prosedur melalui solusi.
11	Scenario-based Portfolio Management: Modeling Future Cost and Effect on Manufacturing	Peningkatan permintaan customized product dengan harga murah dan lead time cepat membuat perusahaan manufaktur menggunakan arsitektur produk modular baik pada product portfolio maupun manufacturing setup. Transisi menuju pengaturan modular menghasilkan ketidakpastian tentang di mana dan apa harus dimodulasi, serta konsekuensinya.
12	Digital Manufacturing as a basis for the development of the Industry 4.0 model	Digital factory melakukan produksi massal berbasis pada Industri 4.0, artinya sistem real-time work order management menjadi kunci utama untuk keberhasilan dalam rantai informasi perusahaan.
13	Cloud- and Edge-based ERP systems for Industrial Internet of Things and Smart Factory	Sistem ERP berpotensi mempengaruhi bisnis inti dan proses pendukung, terutama di domain kompleks dan cyber-fisik seperti Industrial Internet of Things (IIoT) dan Smart Factory. Cloud ERP (C-ERP) dan Edge ERP (E-ERP) adalah alternatif dari implementasi ERP tradisional, terpusat, dan monolitik untuk menggabungkan manfaat Cloud dan Edge Computing.
14	Maintenance and Support Model within the ERP Systems Lifecycle: Action Research in an Implementer Company	ERP menjadi cara untuk meningkatkan efisiensi dan mendapatkan keuntungan lebih dari pesaing. Namun, masalah utama dari beberapa kegagalan implementasi terkait dengan kurangnya dukungan pelanggan dan pemeliharaan memadai. Maintenance and support (M&S) sangat penting dalam siklus sistem ERP.

15	Tool-based automatic generation of digital assembly instructions	Pada UKM, meskipun variasi produk besar dan ukuran batch kecil, kualitas dan waktu pengiriman singkat harus dijamin. Kurangnya pekerja terampil akan menyebabkan penyesuaian lebih besar dari tugas produksi dengan keterampilan individu karyawan. Maka dibutuhkan perangkat lunak untuk menghasilkan instruksi perakitan secara otomatis dari model proses formal.
16	Enterprise Applications Reimagined-Cloud abridges mystery of Mobile Offline Working	Dengan permintaan semakin meningkat dan kemajuan pesat menuju teknologi, sekarang hampir semua aplikasi perusahaan berbasis browser memiliki versi seluler untuk memudahkan aksesibilitas. Jaringan internet menjadi masalah terbesar dalam perkembangan ini. Dalam hal ini <i>cloud computing</i> memudahkan pengembangan aplikasi seluler dapat bekerja secara efisien bahkan dengan akses jaringan terputus-putus.
17	Design and Development of Digital Twins: a Case Study in Supply Chains	Keterbatasan sistem ERP seperti kurangnya respons realtime terhadap dinamika perubahan pesanan, inventaris, dan kemungkinan akibat gangguan rantai pasokan. Masalah integrasi dengan sistem lain dan modifikasi perangkat lunak ERP adalah kelemahan utama perlu diperbaiki. Sehingga dibuatlah desain usulan dan pengembangan Digital Twins berbasis simulator.
18	Designing and developing smart production planning and control systems in the industry 4.0 era: a methodology and case study	Sistem ERP biasanya berat dan tidak mendukung pengambilan keputusan realtime. Penyesuaian jadwal berdasarkan data realtime tidak mungkin dilakukan karena biaya mahal untuk mengintegrasikan dengan perangkat lunak tambahan di luar sistem PPC. Penelitian berfokus pada metodologi untuk desain dan pengembangan sistem smart PPC dengan menggunakan teknologi baru seperti IoT, Big Data, dan machine learning pada cloud untuk meningkatkan kinerja proses PPC.
19	Cultural Challenges of ERP Implementation in Middle-Eastern Oil & Gas Sector: An Action Research Approach	Negara-negara berkembang di Timur Tengah tertinggal dalam pengimplementasian ERP karena perbedaan organisasi dan budaya termasuk pada sektor minyak dan gas. Penelitian ini berfokus pada pemahaman teori dan praktik ERP dengan mengeksplorasi hambatan budaya implementasi ERP di organisasi minyak dan gas. Tantangan budaya diidentifikasi dan dinilai sebelum, selama dan setelah proses implementasi ERP.
20	Smart supply chain management in Industry 4.0: the review, research agenda and strategies in North America	Disrupsi SCM luas akibat COVID-19 menunjukkan pentingnya fleksibilitas dan ketahanan rantai pasokan. Mengembangkan rantai pasok tangguh dan cerdas adalah tugas sangat diperlukan. Munculnya teknologi analisis big data, IoT, blockchain memungkinkan untuk mengembangkan rantai pasokan cerdas. Selain itu, bagaimana menggabungkan teknologi canggih tersebut ke SCM dengan tingkat keputusan berbeda di antara berbagai tahap rantai pasok.

Dari data tabel diatas diketahui bahwa banyak permasalahan dalam pengembangan dan penerapan ERP pada tuntutan industri manufaktur saat ini. Adapun lebih jelasnya inti masalah tersebut dapat dilihat pada grafik dibawah ini.



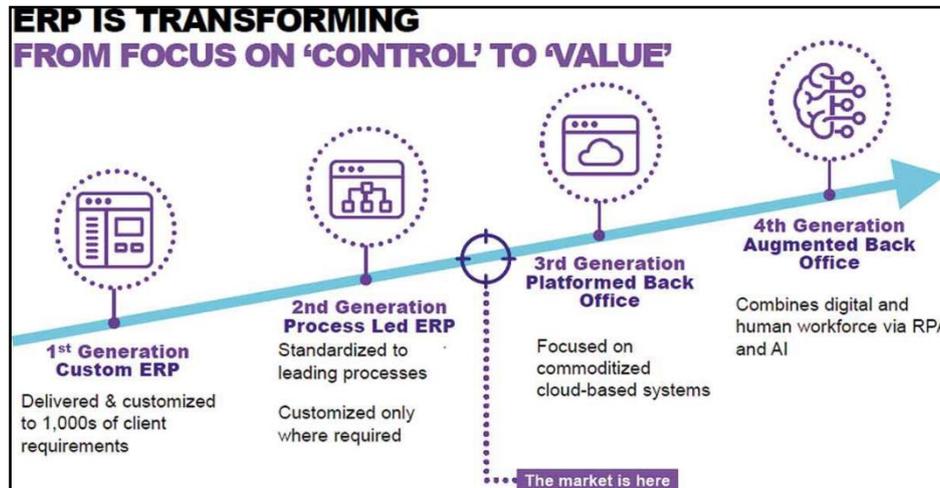
**Gambar 4. Grafik Permasalahan**

Grafik permasalahan digambarkan dengan menggunakan metode word cloud. Grafik ini menunjukkan permasalahan paling sering muncul dalam 20 artikel di bahas. Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa permasalahan paling sering muncul adalah custom ERP menjadi pembahasan utama pada 5 artikel terpilih. Hal ini dikarenakan seiring perkembangan sistem ERP, banyak developer membuat sistem tersebut ke dalam sebuah modul. Sanya, sering kali bisnis proses di buat ke dalam modul tersebut tidak selaras dengan bisnis proses dijalankan setiap perusahaan (Falagara dkk, 2020; Wang dkk, 2021). Selain itu tantangan dalam dunia industri semakin berkembang menuntut perusahaan memanfaatkan teknologi seperti IoT, kecerdasan buatan, dan *cloud computing* untuk mengembangkan konsep smart manufacturing (Prakasha dkk, 2022; Wang dkk, 2020; Zdravkovic dkk, 2021)

Custom sistem ERP adalah salah satu pilihan atau opsi dapat diambil jika suatu perusahaan menginginkan sistem sesuai dengan kebutuhan mereka tanpa bisa ditawar lagi. Custom Sistem ERP artinya membangun sebuah fungsi tidak terdapat pada software ERP akan digunakan. Diperlukan partner developer ERP berpengalaman agar dapat membantu dalam membangun customization ini. Kustomisasi sebuah software ERP bukan merupakan pekerjaan mudah, dengan tingkat resiko kegagalan tidak rendah pula. Partner developer wajib memiliki keahlian teknis dan pengetahuan produk mendalam serta pemahaman bisnis proses baik, karena kustomisasi juga berarti memiliki keunikannya masing-masing bagi tiap solusi untuk setiap kebutuhan.

Jika sistem ERP digunakan oleh perusahaan sudah selaras dengan bisnis proses dijalankan, ERP juga dapat diintegrasikan dengan digital twin merupakan sebuah tiruan digital dari objek fisik dapat digunakan untuk menjalankan simulasi virtual dengan menggunakan data untuk membantu kita melihat apa mungkin terjadi jika kita melakukan penyesuaian tertentu dalam kehidupan nyata. Simulasi dapat dicapai dalam digital twin memungkinkan mengambil data nyata, baik langsung maupun historis, untuk menilai kinerja. Menambahkan Software ERP ke dalam alur kerja otomatis dapat membawa data ini ke tingkat berikutnya, mengambil data dari seluruh rantai distribusi untuk membantu mendeteksi dan merespons gangguan tanpa memengaruhi area bisnis lainnya. Digital twins memasukkan data ke dalam Software ERP dapat menyimpan data pelanggan, termasuk history pembelian dan preferensi, sehingga memberi lebih banyak wawasan tentang perilaku dan demografi pelanggan. Selain itu, simulasi digital dapat digunakan untuk memprediksi perilaku pelanggan, seperti pola pembelian.

Menurut Katuu (2020) ERP mengalami evolusi seiring perubahan industri dan perkembangan teknologi. Sebagian besar perusahaan menghadapi persoalan sumber daya semakin berkurang dan tekanan meningkat untuk kualitas dan kuantitas produk atau layanan. Di sisi lain, abad ke-21 meluncurkan inovasi digital seperti Robotic Process Automation (RPA) dan Artificial Intelligence (AI). Seperti Gambar 5. Evolusi ERP, perkembangan teknologi seiring dengan kebutuhan industri untuk memenuhi tuntutan permintaan membuat ERP ikut berkembang.



Sumber: Mitraa (2020)

Gambar 5. Evolusi ERP

Dengan permintaan semakin meningkat dan kemajuan pesat menuju teknologi, sekarang hampir semua aplikasi perusahaan berbasis browser memiliki versi seluler untuk memudahkan aksesibilitas. Dalam hal ini *cloud computing* memudahkan pengembangan aplikasi seluler dapat bekerja secara efisien bahkan dengan akses jaringan terputus-putus (Mitraa dan Srivastava, 2020). Dengan alasan ini, cloud ERP menjadi salah satu terobosan sangat dibutuhkan saat ini. Selain itu dengan menggunakan cloud ERP akan memudahkan perusahaan untuk memenuhi tuntutan dalam sistem real-time work order management (Oluyisola dkk, 2021; Vukadinovica dkk, 2021).

Selain pengembangan smart manufacturing di perusahaan besar, perusahaan kecil seperti UKM juga harus mulai menyusul otomasi manufaktur diterapkan pada perusahaan besar. Hal ini dikarenakan UKM adalah elemen penting dalam jaringan pemasok perusahaan besar. Sehingga, kesenjangan antara kedua perusahaan tersebut tidak boleh terlalu besar. Meskipun variasi produk besar, dapat disesuaikan dan ukuran batch kecil, kualitas dan waktu pengiriman singkat harus dijamin (Nielsena dkk, 2022; Ruscha dkk, 2021). Dalam hal ini implementasi ERP pada UKM adalah penting. Namun disisi lain, biaya ERP dengan bantuan vendor tidaklah murah. Selain itu, perbedaan budaya dan sektor industri dapat mempersulit proses implementasi (Ali dkk, 2022). Maka, perusahaan perlu membuat sistem ERP sendiri. Pada akhirnya perusahaan harus dapat mengevaluasi dan menjaga sistem ERP telah diterapkan (Alkraiiji dkk, 2020). Masalah utama dari beberapa kegagalan implementasi terkait dengan kurangnya layanan dan bantuan pelanggan serta pemeliharaan sistem memadai (Amadoa dan Belfo, 2021). Maka dari itu maintenance and support sangat penting dalam siklus sistem ERP.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Setelah dilakukan penyaringan, didapatkan 20 artikel untuk menunjang literatur review ini. Ikhtisar artikel mengenai tinjauan singkat pada 20 artikel memiliki objek bergerak di bidang manufaktur dari perusahaan besar maupun UMKM. Dimana teoritis terbanyak menggunakan Cloud ERP, Custom ERP dan literatur review. Analisis distribusi per jurnal pada 20 jurnal terpilih di dominasi oleh jurnal Enterprise Information Systems, Procedia CRP, dan Procedia Computer Science dengan masing-masing sebanyak 3 jurnal dan masing-masing persentase sebesar 15%.

Arah pengembangan ERP di masa depan sangat dipengaruhi oleh tuntutan dan tantangan ada pada perkembangan industri manufaktur. Selain itu pengembangan ERP dituntut untuk memanfaatkan teknologi semakin berkembang, seperti, IoT, kecerdasan buatan, *cloud computing*, big data, otomasi dan lainnya. Kedepannya pengembangan ERP akan berfokus pada cloud-based system serta kombinasi digital seperti Robotic Process Automation (RPA) dan Artificial Intelligence (AI). Tidak hanya di perusahaan besar, implementasi dan pengembangan ERP juga harus dilaksanakan pada UKM. Hal ini dikarenakan UKM adalah elemen penting dalam jaringan pemasok perusahaan besar. ERP dikembangkan harus sesuai

dengan pengembangan konsep smart manufacturing mempertimbangkan sistem real-time, keberagaman variasi produk, dan biaya pengimplementasian sistem ERP itu sendiri. Dengan permasalahan tersebut, saat ini perusahaan dituntut untuk mengembangkan atau membuat sistem ERP nya sendiri (custom ERP).

Saran untuk menyempurnakan penelitian selanjutnya adalah menambahkan model arsitektur dari perencanaan pengembangan custom ERP. Selain itu, developer ERP harus mulai mengembangkan sistem ERP dapat dikustomisasi secara fleksibel selaras dengan bisnis proses setiap perusahaan dan tetap mengembangkan sistemnya mengikuti perkembangan transformasi digital.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ahmadzadeh, A., Abbas, S.A., Arash, S., & Hadi, T. (2020). Developing a QFD model for prioritizing the CSFs of ERP based on the enablers of organizational agility. *Benchmarking: An International Journal*, Vol. 28 No. 4, ISSN: 1463-5771, pp. 1-22, <https://doi.org/10.1108/BIJ-08-2020-0411>.
- [2] Ali Mohammed., Farag Edghiem., & Eman Saleh Alkhalifah. (2022). Cultural Challenges of ERP Implementation in Middle-Eastern Oil & Gas Sector: An Action Research Approach. *Systemic Practice and Action Research*, E-ISSN:1573-9295. <https://doi.org/10.1007/s11213-022-09600-4>.
- [3] Alkrajji, Abdullah Ibrahim., Uchitha Jayawickrama, Femi Olan, Md Asaduzzaman, Maduka Subasinghage & Samantha Gallage. (2020). The Perspective of National ERP Vendors in Achieving ERP Project Success in Government Organizations: A Case of Saudi Arabia. *Enterprise Information Systems*. <https://doi.org/10.1080/17517575.2020.1845811>.
- [4] Amadoa, António, dan Fernando Paulo Belfo. (2021). Maintenance and Support Model within the ERP Systems Lifecycle: Action Research in an Implementer Company. *Procedia Computer Science*. Vol. 181, E-ISSN: 1877-0509, pp. 580-588. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.01.205>.
- [5] Falagara, S.I., William J., Kettinger, & Tina, W. (2020). Digitizing the field: designing ERP systems for Triple-A humanitarian supply chains. *Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management*, Vol. 10, No. 2, ISSN: 2042-6747, pp. 1-30, <https://doi.org/10.1108/JHLSCM-08-2019-0049>.
- [6] Gozukara, Senem Sancar., Bedir Tekinerdogan & Cagatay Catal. (2020). Obstacles of On-Premise Enterprise Resource Planning Systems and Solution Directions. *Journal of Computer Information Systems*. ISSN: 0887-4417. <https://doi.org/10.1080/08874417.2020.1739579>.
- [7] Katuu, Shadrack. (2020). Enterprise Resource Planning: Past, Present, and Future. *New Review of Information Networking*. Vol. 25 No. 1, 37-46. <https://doi.org/10.1080/13614576.2020.1742770>.
- [8] Mitraa, Paulami, dan Garima Srivastava. (2020). Enterprise Applications Reimagined-Cloud abridges mystery of Mobile Offline Working. *Procedia Computer Science*. Vol. 171, E-ISSN: 1877-0509, pp. 761-769. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.04.083>.
- [9] M. Alsharari. N., M. Al-Shboul., & Salem. A. (2020). Implementation of cloud ERP in the SME: evidence from UAE. *Journal of Small Business and Enterprise Development*, Vol. 27, No. 2, pp. 299-327. <https://doi.org/10.1108/JSBED-01-2019-007>.
- [10] Nielsena, Morten Skogstad, Thomas Ditlev Bruno, Ann-Louise Andersena, dan Kjeld Nielsen. (2022). Scenario-based Portfolio Management: Modeling Future Cost and Effect on Manufacturing. *Procedia CIRP*. Vol. 107, ISSN: 2212-8271, pp. 1509–1514. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2022.05.183>.
- [11] Oluyisola, Olumide Emmanuel., Swapnil Bhalla., Fabio Sgarbossa., & Jan Ola Strandhagen.(2021). Designing and Developing Smart Production Planning and Control Systems in The Industry 4.0 Era: A Methodology and Case Study. *Journal of Intelligent Manufacturing*, Vol. 33, ISSN:0956-5515, pp. 331-332. <https://doi.org/10.1007/s10845-021-01808-w>.
- [12] Prakasha, Vijay, Claudio Savagliob, Lalit Gargc, Seema Bawaa, dan Giandomenico Spezzano. (2022). Cloud- and Edge-based ERP systems for Industrial Internet of Things and Smart Factory. *Procedia Computer Science*. Vol. 200, E-ISSN: 1877-0509, pp. 537-545. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.01.251>.
- [13] Ruscha, Tobias, Julius Steurd, Maximilian Königl, Robin Sochorb, Klaus Finkb, Benedikt Stelzlec, Massimo Romanellid, dan Florian Kerber. (2021). Tool-based automatic generation of digital assembly instructions. *Procedia CIRP*. Vol. 99. ISSN: 2212-8271, pp. 454-459. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2021.03.065>.

- [14] Saucedo, Jose Antonio Marmolejo. (2020). Design and Development of Digital Twins: a Case Study in Supply Chains. *Mobile Networks and Applications*, Vol. 25, E-ISSN:2093-5382, pp. 2141–2160. <https://doi.org/10.1007/s11036-020-01557-9>.
- [15] Shi, Wang., Mammen Guo, Yu-Xi Hu, Yu-Ke Chiu & Changqiang Jing. (2020). Smart Manufacturing Business Management System for Network Industry Spin-Off Enterprises. *Enterprise Information System*. ISSN: 1751-7575. <https://doi.org/10.1080/17517575.2020.1722254>.
- [16] Vukadinovica, Vojin, Vidosav Majstorovicb, Jovan Zivkovic, Slavenko Stojadinovicb, dan Dragan Djurdjanovic. (2021). Digital Manufacturing as a basis for the development of the Industry 4.0 model. *Procedia CIRP*. Vol. 104, ISSN: 2212-8271, pp. 1867-1872. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2021.11.315>.
- [17] Wang, Wei-Tsong., Mei-Chun Luo & Yu-Ming Chang. (2021). Exploring the Relationship between Conflict Management and Transformational Leadership Behaviors for the Success of ERP Customization. *Information Systems Management*. ISSN: 0739-9014. <https://doi.org/10.1080/10580530.2021.1913680>.
- [18] Yilmaz, B.D., Sinem, B.K., & Sinem, B. (2020). Analysis of enterprise resource planning (ERP) system workarounds with a resilience perspective. *Continuity & Resilience Review*, Vol. 2, No. 2, ISSN: 2516-7502, pp. 1-18, <https://doi.org/10.1108/CRR-06-2020-0022>.
- [19] Zdravkovic, Milan., Herve Panetto & Georg Weichhart. (2021). AI-Enabled Enterprise Information Systems for Manufacturing. *Enterprise Information Systems*. ISSN: 1751-7575. <https://doi.org/10.1080/17517575.2021.1941275>.
- [20] Zhang, G., , Y., & , G. (2022). Smart Supply Chain Management in Industry 4.0: The Review, Research Agenda and Strategies in North America. *Annals of Operations Research*, ISSN: 0254-5330. <https://doi.org/10.1007/s10479-022-04689-1>.