

## **INDUSTRIAL REVOLUTION 4.0 TOWARDS INDUSTRIAL METAVERSE**

**R. Satriyo Nugroho\* , M. Iswahyudi Maulana, Gian Stanggi Devega Cupu  
Aneke Rintiasti, Aan Anto S., Deny Suryana**

*Balai Standardisasi dan Pelayanan Jasa Industri Surabaya  
Jalan Jagir Wonokromo No. 360, Surabaya, Indonesia 60244*

*\*E-mail: [satriyonugroho@kemenperin.go.id](mailto:satriyonugroho@kemenperin.go.id)*

### **ABSTRAK**

Industri 4.0 merupakan era industri berlandaskan pemanfaatan teknologi internet dan *Cyber Physical System* (CPS). Namun, diperlukan artificial intelligence (AI) untuk menciptakan model bisnis baru bagi perusahaan yang prasyaratnya adalah penggunaan teknologi digital. Pengembangan *metaverse* dapat mengatasi kelemahan teknologi virtual dimensional yang berkembang saat ini, yang mana masih memiliki keterbatasan pada sensasi dan pengalaman yang dirasakan. Sekitar 27,94% dari total penduduk Indonesia memberikan peluang besar untuk masuk ke dunia *metaverse*. Tujuan karya tulisan ini untuk memberikan gambaran bahwa *metaverse* dapat menciptakan ekonomi baru di dunia *metaverse*. Implementasi *metaverse* pada revolusi industri 4.0 dapat dilakukan pada aspek pelatihan karyawan, simulasi serta kolaborasi dan *virtual experience* dan *digital assets*. Dengan menggunakan metode analisis literatur, diperkirakan pengaruh terhadap efisiensi industri terbesar sebesar 81% dan terkecil 20% terhadap aspek pelatihan karyawan, sedangkan utk investasi terbesar sebesar 94% pada aspek simulasi kolaborasi dan terkecil sebesar 13.7% pada pelatihan karyawan. Selain itu, dengan adanya penguatan regulasi UU PDP yang menjadi prioritas Pemerintah saat ini menjadi salah satu dasar hukum perlindungan data pribadi dalam memiliki ruang digital yang sehat demi menyongsong Indonesia yang terkoneksi, semakin digital semakin maju.

**Kata kunci:** revolusi industri 4.0, AI, internet, *metaverse*, *industrial metaverse*

### **ABSTRACT**

*Industry 4.0 is an industrial era which all industrial activities are based on the internet and Cyber Physical System (CPS). However, artificial intelligence (AI) is needed to create new business models for companies whose prerequisite is the use of digital technology. Metaverse development can resolve the weaknesses of today's virtual dimensional technology, which still has limitations on sensations and experiences. It is around 27.94% of the total population of Indonesia provides a great opportunity to enter the world of the metaverse. The purpose of this paper is to provide an illustration that the metaverse can create a new economy in the metaverse world. The implementation of the metaverse in the industrial revolution 4.0 can be done in the aspects of employee training, simulation and collaboration as well as virtual experience and digital assets. By using the literature analysis method, it is estimated that the largest influence on industrial efficiency is 81% and the smallest is 20% on the aspect of employee training, while the largest investment is 94% in the aspect of collaboration simulation and the smallest is 13.7% in employee training. In addition, with the strengthening of the regulation of the PDP Law, which is a priority for the Government at this time, it is one of the legal bases for protecting personal data in having a healthy digital space in order to welcome a connected Indonesia.*

**Keywords:** *industrial revolution 4.0, AI, metaverse, industrial metaverse*

### **PENDAHULUAN**

Industri 4.0 merupakan era industri di mana seluruh entitas yang ada di dalamnya secara *real time* dapat saling berkomunikasi kapan saja dengan berlandaskan pemanfaatan teknologi internet dan Cyber Physical System (CPS) guna mencapai tujuan tercapainya kreasi nilai baru ataupun optimasi nilai yang sudah ada dari setiap proses di industri.

Industri 4.0 diprediksi memiliki potensi manfaat yang besar, diantaranya :

1. Pengembangan produk menjadi lebih cepat, mewujudkan permintaan yang bersifat individual (kustomisasi produk), produksi yang bersifat fleksibel dan cepat dalam menanggapi masalah serta efisiensi sumber daya [1]
2. Perbaikan produktivitas, mendorong pertumbuhan pendapatan, peningkatan kebutuhan tenaga kerja terampil, peningkatan investasi [2]
3. Terwujudnya kustomisasi massal dari produk, pemanfaatan data idle dan perbaikan waktu produksi [3]

Namun, *roadmap* pengembangan teknologi untuk mewujudkan Industri 4.0 masih belum terarah [8]. Hal ini terjadi karena Industri 4.0 masih berupa gagasan yang wujud nyata dari keseluruhan aspeknya belum jelas sehingga dapat memunculkan berbagai kemungkinan arah pengembangan. Selain itu, rendahnya *self perception* yang diciptakan oleh teknologi virtual 2D membuat penggunaanya tidak mendapatkan pengalaman optimal ketika menjelajahi ruang virtual.

Berikutnya adalah mengintegrasikan digitalisasi dan otomatisasi pada platform produk dan produksi. Kedua hal ini menciptakan model bisnis baru bagi perusahaan yang basisnya menggunakan teknologi digital. Teknologi digital dapat tertanam pada robot dan membuat lini produk yang sepenuhnya otomatis, sehingga mendorong pengembangan teknologi manufaktur baru. Teknologi ini juga menghasilkan lebih banyak data yang dapat digunakan untuk peningkatan produksi, penyesuaian produk, dan layanan baru lain yang terhubung dengan IoT. Platform produk ini dapat didefinisikan sebagai sebuah "subsistem dan antarmuka" yang dikembangkan untuk membentuk struktur dimana aliran produk turunan dapat dikembangkan dan diproduksi secara efisien [4]. Platform produk memungkinkan pembuatan produk baru dengan cepat varian dengan menggunakan kembali komponen dan antarmuka [5]. Karena itu, strategi kompetitif seperti pengembangan produk dan platform produksi diadaptasi oleh banyak perusahaan. Sebuah studi tentang konsep platform produksi menunjukkan apa yang menjadi tantangan seperti: (1) tidak ada konsistensi dalam proses pengembangan, (2) divergensi antara pengetahuan tentang platform dan ruang lingkup proyek, (3) komunikasi yang tidak memadai antar departemen dalam perusahaan yang sama, (4) kebutuhan untuk contoh dalam platform dokumentasi, dan (5) kebutuhan alat di penelitian platform produksi [5]. Berdasarkan hal tersebut, dibutuhkan sebuah teknologi tepat guna untuk mengatasi kendala tersebut.

Pengembangan *metaverse* dapat mengatasi kelemahan teknologi virtual dimensional yang berkembang saat ini, yang mana masih memiliki keterbatasan pada sensasi dan pengalaman yang dirasakan [6]. *Metaverse* telah diakui sebagai salah satu teknologi terbesar saat ini [7]. Dalam ruang *metaverse*, seseorang dapat terlibat dalam suatu kegiatan sosial seperti mendiskusikan suatu masalah, berkolaborasi dalam suatu proyek, bermain *game*, maupun belajar dalam teknologi 3D. Teknologi 3D menggantikan teknologi virtual 2D dimana penggunaanya merasakan sensasi lebih *real* dari segi visual, dikarenakan model yang ditampilkan oleh teknologi 3D tersebut. Selain itu, tujuan penggunaan *metaverse* lainnya, yaitu untuk meningkatkan kinerja bisnis dan penjualan. Pada platform *metaverse*, orang menghasilkan atau memproduksi dan tidak hanya mengonsumsi. Contohnya, saat ini gen Z menghasilkan konten di *Youtube* [8]. Dengan perkiraan peluang ekonomi mencapai kurang lebih 1 triliun dolar per tahunnya. Diperkirakan pada 2026, 25% dari masyarakat akan menghabiskan waktu setidaknya 1 jam per hari di *metaverse*. Bahkan, 30% organisasi dunia akan memiliki produk dan layanan yang siap diakses di *metaverse* [8].

Teknologi *Metaverse* ini memiliki perbedaan mendasar dengan teknologi *augmented reality* (AR) maupun *virtual reality* (VR). Ada tiga poin yang membedakannya dari dua teknologi tersebut. Yang pertama, bila studi terkait VR fokus pada pendekatan fisik dan

pemrosesan gambar virtual, *Metaverse* lebih memiliki aspek kuat sebagai layanan dengan konten dan makna sosial yang lebih berkelanjutan untuk kedepannya. Kemudian yang kedua, *Metaverse* tidak mesti menggunakan teknologi AR dan VR. Sehingga, meskipun sebuah *platform* tidak mendukung VR dan AR, *platform* tersebut tetap bisa dianggap sebuah aplikasi *Metaverse* [9]. Terakhir yang ketiga, *Metaverse* memiliki lingkungan terukur yang dapat menampung banyak orang, ini sangat penting untuk memperkuat makna sosial yang ditekankan oleh teknologi ini [10]. Oleh karena itu, penulisan karya tulis ilmiah ini bertujuan untuk memberikan gambaran serta menjelaskan dampak pemanfaatan teknologi *metaverse* pada lingkungan industri dinilai dari aspek efisiensi terhadap industri, regulasi dan investasi.

## **METODE PENELITIAN**

### **1) Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilakukan mulai tanggal 22 – 30 Juni 2022. Dimulai dengan penentuan tema dan judul, pengumpulan literatur pendukung, pelaksanaan analisis dan pengolahan data hingga penyelesaian menjadi naskah karya tulis ilmiah. Seluruh tahapan dilakukan di Balai Standarisasi dan Pelayanan Jasa Industri Surabaya.

### **2) Jenis dan Sumber Data**

Jenis data yang digunakan adalah data sekunder yang dikumpulkan dari berbagai sumber yang ada. Referensi data pada penelitian ini dilakukan dengan mengumpulkan jurnal hasil penelitian terkait dengan penerapan *Metaverse* yang sudah ada sebelumnya.

### **3) Metode Analisis Data**

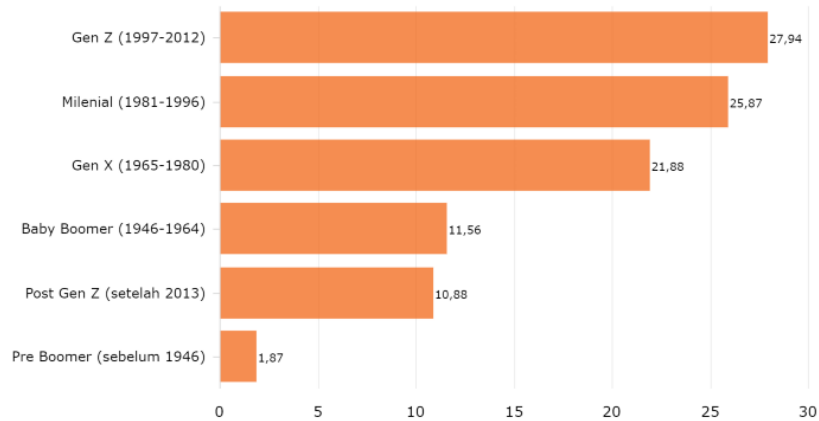
Dalam penelitian ini kami mencoba menganalisis berbagai potensi dari penerapan *Metaverse* yang dapat dimanfaatkan dalam kegiatan Industri dengan membahas dari beberapa aspek antara lain:

1. Pelatihan Karyawan (Employee-Development)
2. Simulasi dan Kolaborasi
3. Virtual Experience & Digital Assets

Dalam penelitian ini menggunakan teknik analisis data berupa analisis isi dengan pendekatan kuantitatif (*quantitative content analysis*). Secara umum analisis isi kuantitatif adalah teknik penelitian ilmiah yang ditujukan untuk mengetahui gambaran karakteristik isi dan menarik inferensi dari isi [22]. Dari hasil analisis jurnal-jurnal dan artikel-artikel penelitian terkait penerapan teknologi *Metaverse* kemudian akan dibahas dan dibuat kesimpulan.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

*Metaverse* dapat dianggap sebagai sebuah revolusi teknologi yang bisa mengubah peradaban manusia. Perpindahan teknologi fisik menuju teknologi digital semakin berkembang dengan hadirnya *Metaverse*. Fenomena *Metaverse* ini melahirkan istilah *Reconstruct the world*. Teknologi *Metaverse* menciptakan dunia virtual melalui teknologi lanjutan dari AR dan VR. *Metaverse* adalah dunia baru masa depan, ditandai dengan era baru, dimana kehidupan yang berjalan secara virtual. Di dunia virtual masa depan ini, manusia akan beraktivitas secara maya atau online di dunia baru. [6]



**Gambar 1.** Sebaran Generasi penduduk di Indonesia

Hasil Sensus Penduduk BPS 2020 menunjukkan penduduk Indonesia didominasi Generasi Z. Total terdapat 74,93 juta atau 27,94% dari total penduduk Indonesia. Generasi Z saat ini diperkirakan berusia 8 hingga 23 tahun. Pada saat ini tidak seluruh usia Generasi Z melakukan produktivitas, akan tetapi dalam tujuh tahun ke depan seluruh Generasi Z akan masuk usia produktif.

Komposisi penduduk terbesar selanjutnya berada di usia produktif, yaitu milenial sebanyak 69.38 juta atau 25,87% dan Generasi X 58,65 juta atau 21,88%. Milenial 1981 hingga 1996, Gen Z 1997 hingga 2012, dan Post Gen Z kelahiran 2013 hingga seterusnya.

Dari data sensus di atas maka peluang untuk memasuki dunia metaverse pun terbuka lebar, terutama dari generasi milenial yang jumlahnya sangat besar. Infrastruktur dan kesiapan metaverse pun harus dipersiapkan setidaknya ada 5 Komponen penting metaverse, diantaranya :

1. Jaringan internet

Komponen utama yang dalam metaverse yakni ada jaringan internet. Tanpa adanya jaringan internet, koneksi menuju dunia virtual ini tentu tidak akan berfungsi.

2. *Virtual Reality*

Komponen metaverse yang kedua yakni *Virtual reality (VR)*. Teknologi dari VR ini adalah alat yang dapat membantu pengguna untuk menjangkau metaverse dengan sempurna.

3. *Augmented Reality*

Komponen *metaverse* yang ketiga yakni ada *Augmented Reality (AR)*. Manusia bisa dengan mudah dalam mencapai tujuannya dengan bantuan teknologi AR ini. Teknologi AR sudah digunakan dalam fitur filter di Instagram atau media sosial lainnya. Bahkan di beberapa *game* pun sudah menerapkan teknologi ini seperti *Pokemon Go* dll.

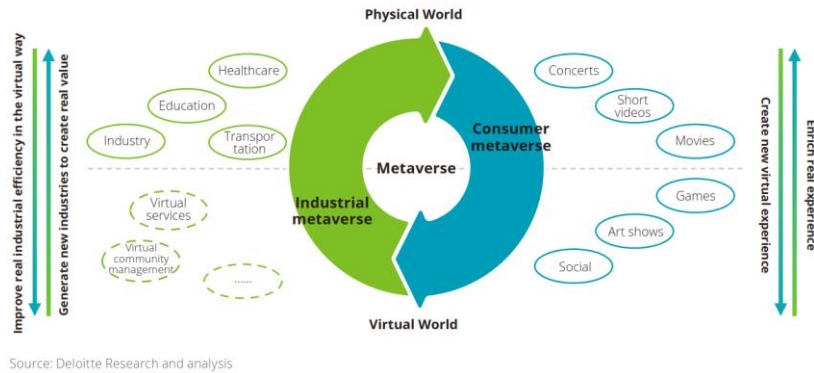
4. *Artificial Intelligence*

Komponen *metaverse* yang keempat yakni ada *artificial intelligence (AI)*. *Metaverse* ini pasti akan membutuhkan AI atau sering kita sebut sebagai kecerdasan buatan agar menjadi lebih sempurna.

5. Sosial ekonomi

Komponen terakhir lain yang juga penting metaverse adalah Sosial Ekonomi. *Metaverse* juga akan sangat membutuhkan dukungan unsur sosial dan ekonomi, agar dapat memaksimalkan pengoperasian dunia virtual layaknya dunia nyata. Demi membangun kehidupan virtual, dalam hal ekonomi, teknologi *cryptocurrency* akan sangat mendukung kehidupan dunia virtual ini [11].

Menurut target layanan yang berbeda, metaverse akan membentuk pola inti ganda, metaverse industri (Industrial Metaverse) mempromosikan efisiensi produksi dunia fisik dan metaverse konsumen (Consumer Metaverse) terkait dunia virtual pribadi. Dua jalur pengembangan yang mengintegrasikan dunia maya dan dunia nyata secara bertahap akan bergabung hingga akhirnya membentuk ekosistem lingkaran tertutup dunia fisik dan dunia virtual.



**Gambar 2.** Ekosistem dari Industrial dan Consumer Metaverse

Untuk metaverse industri yang berkembang dari dunia nyata ke virtual mengacu pada pemanfaatan skenario virtual selama proses pengembangan yang berbasis digital dan online, yang dapat meningkatkan efisiensi kerja di dunia nyata. Model simulasi 3D juga dapat membantu mempercepat proses desain industri, menghemat biaya serta mengurangi potensi bahaya keselamatan dalam pelaksanaannya [12].

### Pelatihan Karyawan

Penggunaan dan pemeliharaan peralatan melalui Virtual daripada menggunakan peralatan fisik juga sudah mulai diterapkan di beberapa perusahaan. Misalnya di Perusahaan di bidang penerbangan *JetBlue* yang melatih teknisinya dengan penerapan VR melalui kemitraan dengan perusahaan software STRIVR. Program yang dibuat dapat membantu teknisi mensimulasikan pesawat dengan pengalaman serealistik mungkin tanpa waktu, biaya dan resiko dari lingkungan dunia nyata. Dengan penerapan ini membuktikan bahwa teknologi *Metaverse* kedepannya dapat menjadi suatu opsi untuk pelatihan karyawan suatu perusahaan yang memiliki kelebihan dibandingkan cara lama yang konvensional. pemanfaat VR untuk pelatihan karyawan menjadi bagian solusi penting yang menjadi issue besar dari pelatihan karyawan. Berikut alasan VR dapat diterapkan sebagai solusi *training* : *Safety Risk* , *Cost Saving*, *Effectively transfer knowledge*.

Ukuran pasar (*market size*) dari pelatihan dan simulasi virtual mencapai \$204,41 miliar pada 2019, dan diproyeksikan akan mencapai \$601,85 miliar pada 2027, tumbuh CAGR 13,7% dari 2020 hingga 2027 [20]. Karyawan baru dapat dengan cepat menjadi akrab dengan mereka tempat kerja dan mengembangkan komunitas dukungan dari rekan kerja dalam pengalaman metaverse. Tidak hanya bantuan ini untuk membuat peserta pelatihan siap dan berjalan dengan cepat, tetapi ini memberikan nilai yang sangat besar bagi bisnis dengan mengurangi selama orientasi. waktu pelatihan dan menciptakan kesan pertama yang tak terlupakan. Laporan menunjukkan efisiensi waktu dan biaya sebesar 81 persen dalam pelatihan [21].

## Simulasi dan Kolaborasi Desain Produk

Manufaktur tidak hanya bagian terpenting dari manajemen rantai pasokan namun juga merupakan rangkaian proses yang sangat kompleks. Ada beberapa komponen yang mempengaruhi proses produksi manufaktur seperti ketersediaan bahan baku, biaya tenaga kerja, biaya persediaan dan permintaan pasar secara keseluruhan. Dalam kasus industri manufaktur, metaverse dapat menerjemahkan ruang digital ini ke dunia fisik, bukan sekadar meningkatkannya [13]. Contoh nyata yang sudah mulai diterapkan dalam hal ini salah satunya dilakukan oleh perusahaan mobil asal Jerman BMW yang bekerja sama dengan NVIDIA. BMW Group dan NVIDIA menghasilkan pendekatan yang benar-benar baru untuk merencanakan sistem manufaktur yang sangat kompleks dengan platform bernama Omniverse. Omniverse sendiri merupakan sebuah platform yang digunakan untuk perencanaan pabrik virtual yang mengintegrasikan berbagai data dalam sebuah aplikasi perencanaan.



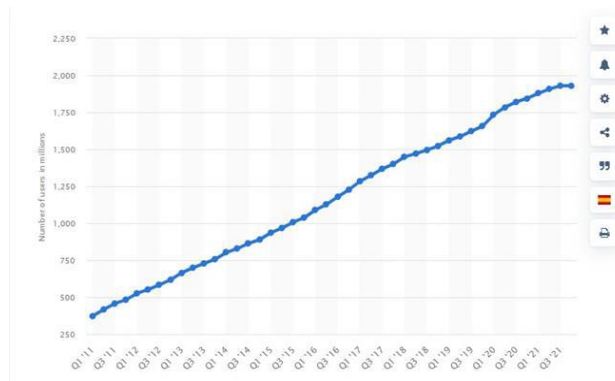
**Gambar 3.** Simulasi Pabrik BMW

Hal ini mendorong beberapa perusahaan juga terdorong untuk membuka jalur pendapatan baru melalui platform canggih tersebut. Pemasaran organik yang mereka lakukan ternyata terbukti menarik jutaan konsumen setiap harinya. Bahkan beberapa perusahaan yang menyediakan peranti metaverse rata-rata mengalami konversi 94% lebih tinggi [23]

Sebagai pemimpin industri, BMW Group dan NVIDIA menetapkan standar baru dalam perencanaan pabrik virtual. Platform ini memungkinkan para tim desain 3D untuk bekerja bersama secara simultan dalam ruang virtual bersama. Untuk merancang dan mengkonfigurasi ulang pabriknya, tim BMW dari seluruh dunia dapat berkolaborasi secara real-time menggunakan paket perangkat lunak yang berbeda seperti Revit, Catia, atau point cloud untuk merancang dan merencanakan pabrik dalam 3D dan semua perubahan dapat dilihat, secara real-time di Omniverse. Dari inovasi baru ini dapat mengurangi waktu perencanaan, meningkatkan fleksibilitas dan presisi, dan pada akhirnya menghasilkan proses perencanaan 30 persen lebih efisien [14].

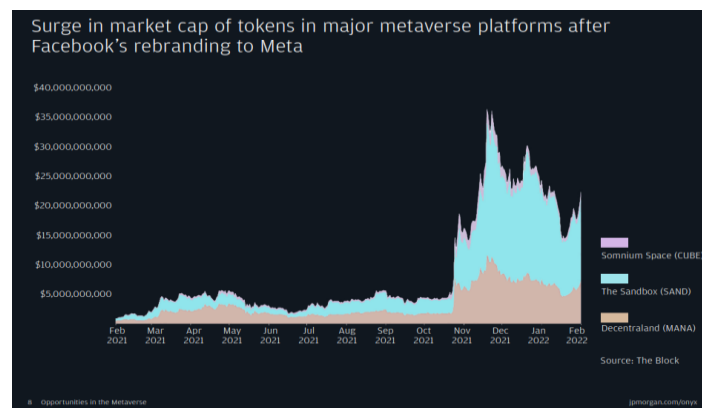
### ***Virtual Experience & Digital Assets***

Hasil analisis memetakan pengguna *Facebook* pada tahun 2021 pada kuartal keempat dengan beberapa pengguna berjumlah 1,929 juta pengguna aktif di dunia. Ini akan membuat Metaverse menjadi teknologi yang banyak digunakan oleh orang-orang di seluruh dunia [15].



**Gambar 4.** Hasil analisis pengguna Facebook pada tahun 2021

Gambar 4 adalah grafik pengguna *Facebook* dengan pengguna aktif hingga kuartal 3 2021, yang jumlahnya meningkat secara signifikan dan konstan dari waktu ke waktu. Dilihat dari relevansi data pengguna *Facebook*, *Metaverse* diprediksi sebagai kemajuan peradaban manusia di dunia. Seiring juga dengan Facebook yang rebranding dan berubah nama menjadi Meta dan fokus untuk mengerjakan proyek berbasis teknologi *metaverse*, oleh karena itu *metaverse* akan menjadi perubahan besar.



**Gambar 5.** Grafik Market cap Platform VirtualLand metaverse

Gambar 5 adalah grafik dari kapitalisasi pasar dari platform metaverse besar yang menyediakan Virtual Land di Metaverse antara lain Somnium Space, Sandbox dan Decentraland. Pada Gambar 5 terlihat terjadi lonjakan yang cukup besar pada bulan November 2021 setelah Facebook yang mengumumkan rebranding ke Meta. Dari sini dapat diketahui bahwa minat antusiasme masyarakat yang cukup besar dari teknologi Metaverse [16]. Hal ini juga dapat digunakan oleh industri untuk melakukan survey terhadap produk baru yang akan diluncurkan melalui metaverse. Pengguna metaverse akan langsung bisa melihat visual dengan menggunakan VR secara lebih detail, sehingga sebuah industri akan mendapatkan data terhadap penilaian produk tersebut untuk dikaji ulang atau langsung bisa di produksi sesuai dengan data survey tersebut.

Dengan optimisme besarnya antusiasme netizen dan revolusi metaverse tentu melibatkan VR dan AR sebagai komponen utamanya. Direktur Pemberdayaan Informatika Kementerian Komunikasi dan Informatika Bonifasius Wahyu Pudjiarto menyebut GDP global berpotensi naik hingga 1,5 triliun dolar AS dari VR dan AR yang merupakan hasil riset per 2019. Pada tahun 2019, data menunjukkan ada peningkatan jumlah tenaga kerja, perkerjaan yang dikaitkan dengan VR dan AR ada sekitar 824 ribu. Namun, dari proyeksi yang dilakukan pada 2030 akan

mencapai 23,3 juta pekerjaan baru. Peluang ekonomi diperkirakan mencapai kurang lebih 1 triliun dolar per tahunnya. Dengan nilai yang sangat besar nilainya, pada tahun 2026, masyarakat menghabiskan waktunya setidaknya 1 jam per hari di metaverse dari 25% total populasi. Bahkan, 30 persen organisasi dunia akan memiliki produk dan layanan yang siap diakses di metaverse [8].

Dalam Metaverse, Avatar merupakan perwujudan virtual dari pengguna dari dunia nyata ke dunia maya. Sehingga dengan adanya avatar ini menjadikan peluang bisnis bagi brand produk fashion untuk diterapkan ke metaverse. Produk digital pada metaverse ini nantinya berbentuk *Non-Fungible Token* (NFT). NFT sendiri adalah aset digital yang diamankan dalam sebuah wadah bernama blockchain. Ketika terjadi transaksi pembelian NFT, maka akan mendapatkan token (*entry*) unik yang terdapat pada buku besar *blockchain*. Hal ini merupakan bukti kepemilikan aset digital. Beberapa brand yang telah memanfaatkan produk digital adalah Gucci yang telah merilis koleksi digital dari pakaian dan produk khususnya di Game Roblox [17]. Contoh lain dari brand olahraga Nike yang baru-baru ini mengakuisisi RTFKT yang merupakan desainer sepatu virtual. RTFKT telah menciptakan konsep menarik antara barang dagangan digital dan fisik (pemilik NFT menerima sepatu fisik yang cocok dengan NFT mereka), dan sedang membangun ekosistem avatar, ruang, dan produk digital, selain perangkat yang dapat dikenakan. Dalam lelang baru-baru ini, sepatu RTFKT terjual hingga \$10.000 untuk sepasang [18].

Dibalik segala kelebihan penggunaan metaverse maupun teknologi internet lainnya, maraknya kasus kebocoran data pribadi di Indonesia, semakin menegaskan bahwa Indonesia butuh sebuah payung hukum. Kementerian Kominfo bersama Komisi I DPR RI telah melakukan pembahasan-pembahasan dan telah menyelesaikan 145 dari total 371 Daftar Inventarisir Masalah (DIM) RUU PDP [19]. Pemerintah menyadari bahwa Indonesia harus semakin mampu memberikan perlindungan hukum terhadap data pribadi untuk mewujudkan ruang digital yang lebih aman. Perlindungan data pribadi menjadi salah satu kunci dalam memiliki ruang digital yang sehat, dimana bertumbuhnya ekonomi digital diikuti oleh teguhnya kedaulatan data Indonesia. Demi menyongsong Indonesia yang terkoneksi, semakin digital semakin maju [19].

Dari beberapa jurnal dan artikel yang telah dikumpulkan, dapat dibuat tabel perbandingan untuk melihat peluang dari implementasi metaverse dalam Tabel 1:

**Tabel 1.** Tabel Perbandingan Kelebihan Metaverse dari beberapa aspek

No	Aspek	Cara Konvensional	Implementasi Metaverse
1	Employee-Development	-Lingkungan/tempat terbatas -Terdapat resiko cedera fisik	-Lingkungan tak terbatas -Akses Mudah dan Flexible (dapat dilakukan dimana saja) -Mengehemat Waktu dan Biaya -Meminimalisir Resiko Cedera
2	Simulation and Collaboration	-Diskusi Melalui Rapat dalam satu ruangan	-Berkolaborasi bersama secara virtual walau terpisah jarak -Mengefisiensi Waktu dan Biaya
3	Virtual Experience & Digital Asset	-Aset Berupa Benda Fisik saja	-Aset Bisa berupa benda fisik dan Virtual(NFT) yang unik -Aset Virtual dapat digunakan untuk Avatar di Metaverse

Berdasarkan 3 aspek yang kita dalam tersebut dapat ringkasan checklist penilaian dari implementasi metaverse pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Check list penilaian beberapa aspek terhadap implementasi *metaverse*

No	Aspek	Efisiensi Industri	Investasi
1	Employee-Development	81%	13.7%
2	Simulasi dan Kolaborasi	30%	94%
3	Virtual Experience & Digital Assets	20%	30%

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian studi literatur yang dilakukan terkait metaverse serta tantangan dan peluangnya di era revolusi industri 4.0, dapat disimpulkan bahwa implementasi metaverse memiliki peluang yang sangat besar untuk dapat menunjang proses produksi suatu produk maupun kegiatan lain berbasis industri menjadi lebih baik lagi. Hal ini didukung dengan jumlah penduduk Indonesia terbesar yang merupakan 27,94% Generasi Z dan 25,87% Generasi Milenial dimana generasi tersebut termasuk generasi produktif yang telah mampu menguasai teknologi berbasis AR, VR, maupun AI. Dari hasil pembahasan, implementasi metaverse memberikan pengaruh besar terhadap efisiensi industri pada aspek pelatihan karyawan sebesar 81% sedangkan pengaruh terkecil ada di aspek virtual experience & digital asset terhadap efisiensi industri yaitu sekitar 20%. Implementasi metaverse juga berpengaruh pada investasi. Investasi terbesar yaitu 94% pada simulasi kolaborasi dan terkecil sekitar 13.7% pada aspek pelatihan karyawan. Selain itu, tantangan lain dalam implementasi metaverse adalah metaverse yang bersifat borderless dapat memunculkan engagement yang lebih besar yang harus dihadapi artinya sebuah industri maupun pelaku industri harus siap dengan international engagement yang lebih luas. Tantangan lain adalah status sosial ekonomi masyarakat yang tidak semua orang mampu mendapatkan akses di era metaverse. Meski demikian, dengan pembiasaan yang dilakukan terhadap teknologi baru ini, maka implementasi dari teknologi ini akan lebih leluasa diterapkan dan tentunya akan sangat membantu untuk meningkatkan kualitas industri 4.0 di masa depan. Selain itu, dengan adanya penguatan regulasi UU PDP yang telah diatur oleh Pemerintah dan DPR dapat menjadi landasan hukum untuk menjaga kedaulatan dan keamanan data akan semakin kokoh.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan Terimakasih penulis sampaikan kepada semua pihak dari keluarga besar Balai Standardisasi dan Pelayanan Jasa Industri Surabaya yang turut membantu dan mendukung dalam penulisan Karya Tulis Ilmiah ini. Penulis berharap Karya Tulis Ini dapat bermanfaat bagi perkembangan teknologi khususnya Metaverse di masa mendatang.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Lasi, H., Fettke, P., Kemper, H.G., Feld, T., dan Hoffmann, M. "Industry 4.0 Bussiness & Information System Engineering 6 (4), p.239, 2014.
- [2] Rusmana, M., Lorenz, M., Gerbert, P., Waldner, M., Justus, J., Engel, P., dan Harnisch, M. "Industry 4.0 : The Future of Productivity and Growth in Manufactory Industries", Boston Consulting Group, p.14, 2015.

- [3] Schmidt, R., Mohring, M., Harting, R.C., Reischtein, C., Neumaier, P., and Jozinovic, P. "Industry 4.0 : Potentials for Creating Smart Products," Empirical Research Results, International Conference on Business Information System, p.16-27, 2015.
- [4] M.H.Meyer and A.P. Lehnerd, "The Power of Product Platforms", The Free Press, 2014.
- [5] Qun, J., Liu, Y., and Grasvenor, R., "A Categorical Framework of Manufacturing for Industry 4.0 and Beyond", Procedia CIRP, Vol. 52, pp.173-178, 2016.
- [6] Indarta, Y., Ambiyar, Agariadne Dwinggo Samala, Ronal Watrianthos, "Metaverse: Tantangan dan Peluang dalam Pendidikan", Jurnal Basicedu Vol. 6, No. 3, 2022.
- [7] Hwang, G., Shu-Yun, "Definition, Roles, and Potencial Research Issues of The Metaverse in Education : an Artificial Intelligence Perspective, Computer, and Education", Artificial Intelligence 3 100082, 2022.
- [8]<https://www.suara.com/tekno/2022/04/05/214607/metaverse-akan-berdampak-ke-semua-aspek-ekonomi> (Diakses pada 27 Juni 2022).
- [9] Park, S.M.,and Kim,Y.G., "A Metaverse: Taxonomy,Componen Applications and Open Challenges",Iee Acess, 10, 4209-4251, <https://Doi.org/10.1109/Access.>, 3140175, 2021.
- [10] Xi, N., Chen, J., Gama, F., Riar, M., and Hamari, J., "The Challenges of Entering The Metaverse : An Experiment On The Effects of Extended Reallyty On Workload", Information Systems Frontiers, <https://Doi.org/10.1007/510796-022-10244-x>, 2022.
- [11]<https://bintangsekolahindonesia.com/teknologi/komponen-penting-metaverse/> (diakses pada 23 juni 2022)
- [12] Delloite, "Metaverse report - Future is here Global XR industry insight", 2022
- [13] <https://zephyrnet.com/id/manufaktur-di-metaverse-seperti-apa-kelihatannya/> (diakses pada 23 Juni 2022)
- [14]<https://blogs.nvidia.com/blog/2021/04/13/nvidia-bmw-factory-future/> (diakses pada 24 Juni 2022)
- [15] Stiwan, A., Baharuddin, H., & Amrozi, Y., "Masa Depan Teknologi Komunikasi Data, Menebak Arah Perkembangannya", Journal of Information of Technology, 1-5, 2020.
- [16] JPMorgan, "Opportunities in Metaverse How businesses can explore the metaverse and navigate the hype vs. reality", 2022
- [17] <https://inmarketing.id/metaverse-marketing-adalah.html> (diakses pada 25 Juni 2022)
- [18]<https://tekno.kompas.com/read/2021/12/16/10020047/akuisisi-rtfkt-nike-siap-jual-sneakers-virtual-di-metaverse> (diakses pada 25 Juni 2022)
- [19]<https://aptika.kominfo.go.id/2021/09/pemerintah-dan-dpr-sepakat-atas-urgensi-hadirnya-uu-pdp/> (Diakses pada 29 Juni 2022)
- [20] <https://www.alliedmarketresearch.com/virtual-training-and-simulation-market> (Diakses pada 29 Juni 2022)
- [21] CoreAxis, "The Rise of Metaverse Learning for Corporate Training", 2022
- [22] Ahmad, Jumal., "Desain Penelitian Analisis Isi (Content Analysis)"
- [23]<https://www.smarteye.id/blog/sejumlah-industri-di-metaverse/> (Diakses pada 30 Juni 2022 )