

PERANCANGAN *SERIOUS SIMULATION GAME* SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN MATURITAS INDUSTRI 4.0 UNTUK INDUSTRI MANUFAKTUR

Adizty Suparno¹, Romadhani Ardi²

¹) Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana, Jl. Meruya Selatan, Kembangan, Jakarta Barat 11650

²) Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, Depok 16424, Indonesia
Email: adiztysuparno@gmail.com, romadhani.ardi@ui.ac.id

Abstrak

Industri 4.0 adalah perubahan yang diharapkan menjadi revolusi dalam proses bisnis perusahaan. Revolusi yang dilakukan tidak jauh dari transformasi yang berisiko gagal apabila kurang memahami langkah dalam proses menuju digitalisasi perusahaan. Pendekatan maturitas Industri 4.0 dapat membantu membuat *roadmap* transformasi langkah demi langkah. Penelitian ini menggunakan metode pembelajaran *Serious Simulation Game* (SSG) sehingga tidak hanya memberikan informasi mengenai fungsi teknologi tetapi juga memberikan umpan balik dalam bentuk simulasi. Perancangan dilakukan dengan mempertimbangkan elemen yang terkait dalam transformasi digital dan uji coba untuk memastikan pembelajaran tersampaikan dengan baik. Tingkat efektifitas permainan diuji dengan melakukan *pretest* dan *posttest* kepada pemain. Berdasarkan uji yang dilakukan terjadi peningkatan pemahaman pemain dengan nilai rata-rata nilai 28 poin. Hasil evaluasi terhadap permainan menunjukkan pemain setuju lebih memahami transformasi digital setelah menyelesaikan permainan. Permainan yang dirancang membantu membangun mental model pemain dalam membuat keputusan dalam menerapkan teknologi dari Industri 4.0 dengan unsur menyenangkan.

Kata kunci: Industri 4.0; Maturitas; *Serious Simulation Game*; Manufaktur; Transformasi

Abstract

Industry 4.0 is a change that is expected to be a revolution in the company's business processes. The revolution that is being carried out is not far from a transformation that risks failure if you do not understand the steps in the process of digitalizing the company. The Industry 4.0 maturity approach can help create a step-by-step transformation roadmap. This study uses the *Serious Simulation Game* (SSG) learning method so that it not only provides information about the function of technology but also provides feedback in the form of a simulation. The design is carried out by considering the elements involved in digital transformation and testing to ensure learning is conveyed properly. The level of effectiveness of the game was tested by conducting a *pretest* and *posttest* on the players. Based on the tests, therecrease in player understanding with an average value of 28 points. The results of the evaluation of the game show that players agree to better understand digital transformation after completing the game. The game is designed to help build mental models of players in making decisions in applying technology from Industry 4.0 with fun elements.

Keywords: *Industry 4.0*; *Maturity*; *Serious Simulation Game*; *Manufaktur*; *Transformation*

PENDAHULUAN

Berdasarkan survey (McKinsey&Company, 2018), Indonesia adalah negara kedua paling optimis untuk menghadapi industri 4.0 dengan 78% optimis. Survey tersebut juga

berlanjut kepada perusahaan yang telah menerapkan industri 4.0 dan dihasilkan bahwa hanya 13%. Hal tersebut menunjukkan perbandingan terbalik antara keoptimisan dan penerapannya. Penelitian di perusahaan khususnya manufaktur Indonesia telah dilakukan untuk mengetahui hambatan yang membuat perusahaan belum melakukan transformasi industri 4.0 yang menunjukkan selain pendanaan adalah masalah kompleksitas dalam mengintegrasikannya (Partama & Farizal, 2019). Pada dasarnya integrasi merupakan salah satu urutan paling tertinggi dalam industri 4.0 (Schuh, 2017). Kegiatan yang dilakukan dalam suatu perusahaan untuk meningkatkan kondisi berdasarkan maturitas tentunya berbeda. Namun, maturitas tetap diperlukan sebagai patokan untuk melakukan transformasi industri 4.0 (Schumacher et al., 2019). Pemerintah Indonesia pun mendukung teraplikasinya industri 4.0 dengan meluncurkan *Indonesia Industry 4.0 Readiness Index* atau disebut juga INDI 4.0 untuk mengukur tingkat kesiapan manufaktur dalam bertransformasi menuju industri 4.0 (Paryanto et al., 2018).

Serious simulation games merupakan sarana pembelajaran yang terbebas dari rasa ragu akan kegagalan dan dapat mengubah model berpikir (Hidayatno et al., 2018). Pengembangan *serious simulation game*, dikenal sebuah filosofi *Triadic Game Design*, yaitu filosofi perancangan *serious simulation game* yang menekankan pada keseimbangan 3 unsur permainan yaitu: *reality, meaning, dan play* (Harteveld, 2011). Sehingga SSG dapat menjadi salah satu solusi media pembelajaran untuk lebih memahami dan kreatif dalam menyusun strategi transformasi digital pelaku industri.

TINJAUAN PUSTAKA

Industri 4.0

Schwab (2016) menjelaskan Industri 4.0 sebagai pembaharuan dari perkembangan dan teknologi dengan kata kunci digitalisasi dan teknologi informasi. Hal tersebut diperlukan untuk mengidentifikasi megatrend yang terjadi dengan menggunakan teknologi. Industri 4.0 sendiri memiliki tiga gugus bagian yaitu fisik, digital, dan biologis. Gugus fisik merupakan teknologi pendukung megatrend dalam bentuk nyata seperti kendaraan otomatis, 3D printing, dan penggunaan robot canggih. Sedangkan gugus fisik tidak memiliki bentuk nyata seperti sensor dan segala yang berhubungan dengan konektivitas yang di jembatani oleh Internet of Things (IoT). Gugus biologi merupakan inovasi biologis yang berhubungan dengan genetik dan DNA. Teknologi Penggerak Industri 4.0. Teknologi industri 4.0 sudah tergolong banyak namun adapun teknologi yang menjadi *penggeraknya* (André, 2019) adalah *Additive Manufacturing, Autonomus Robot, User Interface, Sensor, Big Data, dan Cloud*.

Pilar Industri 4.0

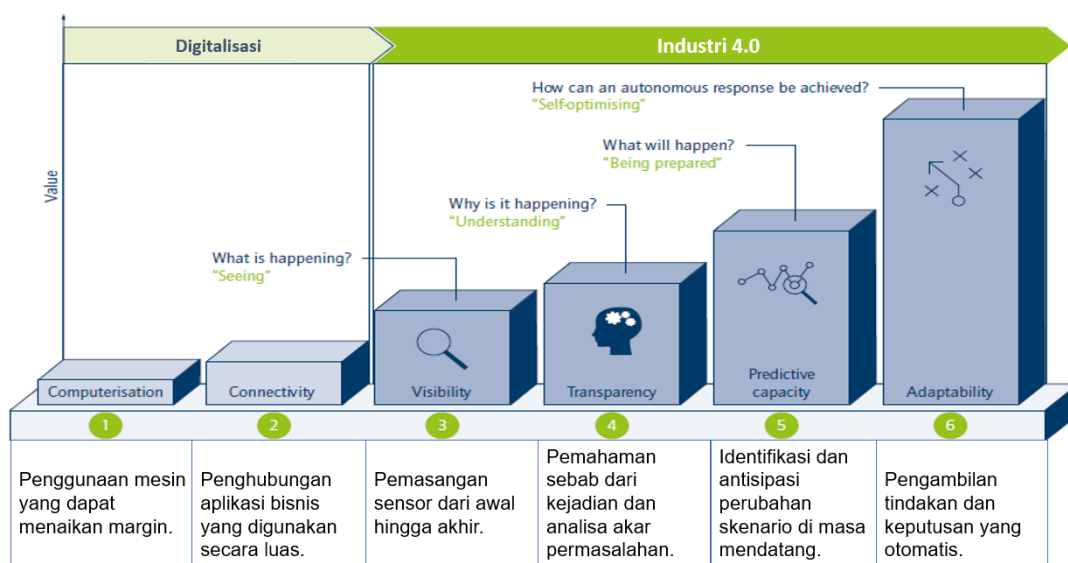
Penerapan Industri 4.0 tidak hanya berada pada teknologi saja. Teknologi tidak dapat optimal jika tidak digunakan dengan dengan sumber daya yang tepat. Oleh karena itu terdapat pilar yang harus dipenuhi sebelum adanya penerapan teknologi. Pilar tersebut adalah pekerja (Baena et al., 2017). Pekerja tersebut terbagi menjadi tiga kategori yaitu pendidik, integrasi, dan teknik sehingga dapat saling mendukung untuk berkembang secara berkelanjutan. Tentunya untuk dapat berjalan dengan baik perlu adanya keterlibatan dari organisasi dan pemimpin perusahaan. Peran kepemimpinan digital direkomendasikan untuk mendukung perkembangan model bisnis dalam orientasi industri 4.0 (Mihardjo et al., 2019).

Pada sisi digital memiliki pilar internet dan *cybersecurity*. Internet merupakan tulang punggung untuk mempertahankan konektivitas setiap bagian organisasi perusahaan (Rao & Prasad, 2018). Menghadapi tingkat otomatis yang tinggi dimulai dari komunikasi Machine To Machine (M2M), Internet of Things (IoT), dan hingga *Cloud* diperlukan koneksi internet

hingga sekelas 5G. Hal tersebut dapat membantu data *real time* dari sistem yang sudah terintegrasi yang pada akhirnya membantu mempercepat pengambilan keputusan dan strategi perusahaan. Sedangkan dengan adanya data yang bergerak melalui internet tentunya memnimbulkan resiko *cyberattack*. Hal tersebut menyebabkan *cybersecurity* tidak dapat dilepaskan dari keterkaitan transformasi industri 4.0 (Lezzi et al., 2018). Dampak dari *cyberattack* bisa dapat beragam dimulai dari gangguan operasi hingga asset organisasi (Lezzi et al., 2018).

Maturitas Industri 4.0

Schuh et al., (2017) memaparkan tingkat maturitas dalam industri 4.0 menjadi enam bagian, yaitu komputerisasi, konektifitas, transparansi, visibilitas, kapasitas prediksi, dan kemampuan beradaptasi. Tingkat awal maturitas adalah komputerisasi, pada tahap ini perusahaan sudah menerapkan kegiatan yang berulang lebih efisien dengan bantuan komputer atau mesin semi otomatis namun masih belum terintegrasi informasi satu dan lainnya. Secara bertahap maturitas terus berkembang mulai mengimplementasikan *Enterprise Resource Planning* yang sesuai dengan kebutuhan dan didukung dengan pelatihan agar dapat diterapkan dengan baik (Hanum et al., 2020). Maturitas dilanjutkan hingga tingkat keenam yang merupakan kemampuan beradaptasi, pada tingkat ini perusahaan sudah dapat mengambil keputusan yang kompleks dengan secepat mungkin dengan beradaptasi dari perubahan lingkungan bisnis. Tujuan akhirnya adalah sistem dapat mengambil keputusan sendiri tanpa perlu bantuan manusia.



Gambar 1. Tahapan Maturitas Industri 4.0

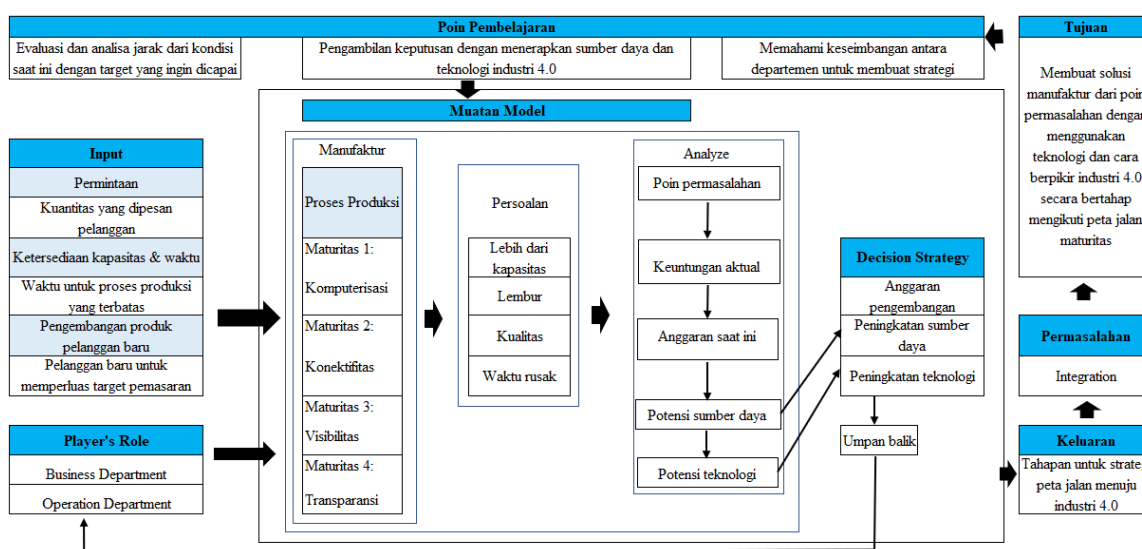
Sumber: Schuh et al., (2017)

Serious Simulation Game

Istilah *serious game* diperkenalkan ulang oleh (Sawyer, 2002) yang dalam penelitiannya menyadari para peneliti mulai menggunakan teknik hiburan untuk tujuan yang lebih dari sekedar hiburan. *Serious game* ini mengacu pada ide inovatif peneliti dalam menggunakan kebaruan ini dalam industri permainan dengan tidak memisahkan konten permainan dengan tujuan yang lebih serius. Menurut (Iuppa & Brost, 2010), *serious game* dirancang untuk (1) pemindahan serta penguatan pengetahuan dan keterampilan, dan (2) Teknik dan konten persuasif yang bertujuan mengubah perilaku sosial atau pribadi. Istilah simulasi pada penelitian ini mengacu kepada definisi dari (Iuppa & Brost, 2010) sebagai

lingkungan virtual yang berupaya mereplikasi secara akurat tugas atau pengalaman untuk pelatihan atau tujuan pendidikan tertentu. *Simulation game* merupakan lingkungan eksperimental, berbasis aturan dan interaktif, di mana pemain belajar dengan mengambil tindakan dan dengan mengalami efeknya melalui mekanisme umpan balik yang secara sengaja dibangun di dalam dan di sekitar permainan (Mayer, 2009). *Serious simulation games* merupakan sarana pembelajaran yang terbebas dari rasa ragu akan kegagalan dan dapat mengubah model berpikir (Hidayatno et al., 2018).

Lukosch et al. (2018) mengembangkan sebuah kerangka kerja dalam mendesain sebuah permainan simulasi dengan tujuan serius (*serious simulation game*). Kerangka kerja ini menggabungkan beberapa pendekatan perancangan permainan, yaitu pendekatan (Harteveld, 2011) dan (Peter & Westelaken, 2014) dengan fase *debriefing* yang dideskripsikan oleh (Kriz, 2010). Model konseptual SSG dalam manufaktur yang memiliki masukan dan muatan model berbasis proses produksi yang bertujuan untuk menyelesaikan masalah berdasarkan pola pikir digitalisasi dan berfokus pada poin pembelajaran dari permainan yang dibuat (Suparno & Ardi, 2020).



Gambar 2. Model Konseptual

METODE PENELITIAN

Kerangka Kerja Perancangan Permainan

Kerangka kerja dengan konsep dan dasar yang kuat untuk meningkatkan desain permainan, dan penggunaan permainan simulasi, memperbaiki dari sisi perspektif bentuk dan konten permainan. Penggunaan konsep ilmiah, metode dan instrumen untuk merancang dan mengembangkan permainan pada kerangka kerja yang dikembangkan dengan 7 langkah utama:

1. Menganalisis elemen-elemen dari sistem nyata.
2. Mendefinisikan tujuan atau target keseluruhan dari permainan.
3. Mengambil keputusan elemen realitas terpilih yang mendukung masalah dunia nyata serta tujuan permainan.
4. Mendefinisikan bagaimana elemen-elemen terpilih direpresentasikan dalam permainan.
5. Mendefinisikan bagaimana pemain dapat menggunakan dan bertindak berdasarkan elemen-elemen ini dalam permainan.
6. *Testing and redefining the game design* (menguji dan mendefinisikan ulang desain permainan).

7. Merancang sesi permainan termasuk pembekalan dan instrumen penelitian tambahan untuk memberikan umpan balik yang informatif untuk para pemain dan juga para peneliti.

Pelaksanaan

Permainan yang telah dirancang disempurnakan dengan menguji coba purwarupa. Verifikasi dan validasi dilakukan dengan responden ahli dalam bidang perancangan permainan. Evaluasi awal untuk penerapan Industri 4.0 secara bertahap dilakukan untuk mengetahui tingkat efektivitas permainan.

Evaluasi

Tahap evaluasi dilakukan dengan melakukan permainan terhadap responden yang menjadi pemain dengan latar belakang manufaktur. Pemain diberikan *pretest* dan *posttest* untuk membuktikan permainan signifikan dan mencapai tujuan permainan. Evaluasi terhadap permainan juga dilakukan untuk mendapatkan umpan balik dari pemain.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Menganalisa elemen dunia nyata

Elemen-elemen industri 4.0 adalah teknologi, sumber daya dan pemain. Cakupan tersebut berada dalam sistem manufaktur internal. Elemen tersebut akan dianalisa satu persatu untuk menyediakan model nyata dari sistem industri 4.0. Teknologi (*Technology*) Penelitian ini menggunakan enam teknologi industri 4.0 yang dikenal secara umum dari dasar hingga yang sudah maju yaitu perangkat sensor, tampilan pengguna, otomatisasi robot, manufaktur aditif, *big data*, *cloud*. Aktor dalam permainan yang dibuat secara umum aktor yang terlibat dalam sebuah manufaktur adalah departemen operasi dan bisnis. Target kerja antara aktor dianalisa untuk merancang permainan sehingga target antara aktor perlu di intrepetasikan sebagai pilar dari logika permainan. Keterlibatan aktor dari perusahaan terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Keterlibatan Aktor Secara Umum dalam Perusahaan

Aktor	Peran dan Tanggung Jawab	Spesifikasi	Output
Manajer Operasi	Aliran Produksi	Manajemen Operasi	Produk tepat waktu
Manajer Bisnis	Aliran Keuntungan	Manajemen keuntungan dan konsumen	Memperkecil perbedaan antara keuntungan yang diperkirakan dan keuntungan aktual

Mendefinisikan tujuan game secara keseluruhan

Tujuan game yang harus dilengkapi sebagai unsur makna oleh pemain adalah untuk mencapai profit yang paling tinggi dari beberapa skenario pengambilan keputusan dalam industri 4.0 yang memiliki model maturitas. Tujuan utama dalam pembelajaran permainan ini termasuk:

- a) Mengerti penentuan teknologi industri 4.0 yang prioritas dengan keterbatasan yang ada.
- b) Mengerti koordinasi adalah kunci untuk integrasi di industri 4.0.
- c) Mengerti tahapan transformasi berdasarkan tingkat maturitas.
- d) Mengerti dibutuhkannya pengambilan keputusan yang konsisten untuk menerapkan industri 4.0.

Memutuskan elemen dari dunia nyata

Transformasi bertahap yang menjadi target dari pemain diwujudkan dalam bentuk tingkat maturitas. Penelitian ini menerapkan tingkat maturitas dari hingga tingkat keempat dimana perusahaan sudah dapat mengevaluasi dari sebuah atau beberapa kejadian dan mengetahui akar permasalahan yang disebut *pain point*. Hubungan variabel keputusan menjadi acuan untuk pembuatan model konseptual pada Gambar 2 yang menggambarkan aktifitas internal manufaktur serta bagaimana menghadapi masalah dengan bantuan teknologi industri 4.0 untuk menyelesaikannya.

Tabel 2. Hubungan Variabel Keputusan dengan Poin Pembelajaran

Aktor	Tipe Keputusan	Variabel Keputusan	Ketertarikan dan/atau Keluaran dari masing-masing aktor	Kemampuan berpikir	Poin Pembelajaran	Keluaran Pembelajaran
Operasi	Operasional	Penjadwalan produksi	Tidak ada gangguan tak terduga dalam proses produksi	<i>Analyzing</i>	Perencanaan prioritas produksi	Pemahaman fungsi teknologi dan sumber daya untuk memperbaiki masalah manufaktur yang ada
	Strategi	Target produksi tercapai	Mengurangi cacat dan mempercepat produksi			
Bisnis	Operasional	Anggaran biaya pengembangan perusahaan	Pengembangan sesuai kebutuhan	<i>Analyzing</i>	Pemanfaatan anggaran jangka pendek dan panjang	Pembangunan sumber daya pendukung teknologi
	Strategi	Keuntungan yang sesuai target	Pengembangan memberikan peningkatan keuntungan yang signifikan			

Mendefinisikan bagaimana elemen dituangkan ke dalam game

Proses mengartikan keluaran pembelajaran dalam bentuk mekanisme pembelajaran yang dibutuhkan maka digunakan kerangka kerja oleh. Secara sederhana, model LM-GM memiliki dua sumbu. Kerangka LM-GM terlampir pada Tabel 3 dengan pembagian aktor departemen operasi dan bisnis yang memiliki output berbeda. Kerangka tersebut kemudian diartikan kedalam komponen permainan yang ditampilkan pada Tabel 4 yang menunjukkan adanya simulasi operasional yang memberikan umpan balik.

Berdasarkan masukan permainan yang dibutuhkan dari spesifikasi baik dari segi desain, konseptual model, dan kerangka LM-GM maka dilakukan pemberian data berdasarkan masukan yang diperlukan pemain dalam permainan adalah sebagai berikut:

- a. Data teknologi yang berpengaruh untuk industri 4.0
- b. Data sumber daya yang berpengaruh untuk industri 4.0
- c. Data permintaan
- d. Data biaya investasi teknologi
- e. Data biaya investasi sumber daya

Tabel 3. LM-GM Permainan

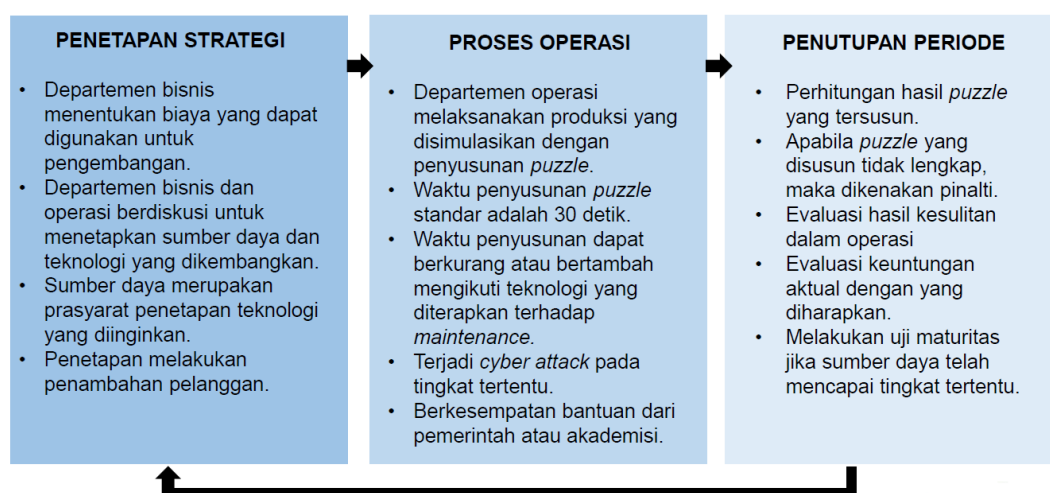
Aktor	Peran dan Tanggung Jawab	Spesifikasi	Keluaran	Game Mechanics	Learning Mechanics
Departemen Operasi	Aliran Produksi	Manajemen operasi	Produk tepat waktu	Action Points, Assessment, Collaboration, Resource Management, Pareto Optimal	Assesment, Collaboration, Hypothesis, Reflect/Discuss
Departemen Manager	Aliran Keuntungan	Manajemen keuntungan dan pelanggan	Menurunkan perbedaan antara keuntungan yang diperkirakan dengan aktual	Action Points, Assesment, Collaboration, Resource Management, Pareto Optimal	Assesment, Collaboration, Hypothesis, Reflect/Discuss

Tabel 4. Translasi LN GM ke Permainan

Aktor	Variabel Keputusan	Kepentingan/keluaran dari masing-masing aktor	Kemampuan Berpikir	Game Mechanics	Learning Mechanics	Masukan dalam elemen permainan	Translasi elemen permainan	Translasi game mechanic
Departemen Operasi	Penjadwalan produksi	Tidak ada gangguan proses produksi	Menganalisa	Poin Tindakan, Penilaian, Kolaborasi, Manajemen sumber daya, Pareto Optimal	Penilaian, Kolaborasi, Hipotesis, Mencerminkan/Membahas	Kuantitas produk yang dipesan pelanggan	Kartu pelanggan	Mensimulasikan operasional penerapan teknologi industri 4.0
	Target produksi tercapai	Mengurangi cacat dan mempercepat produksi				Waktu produksi dan teknologi	Puzzle setiap pelanggan	
Departemen Bisnis	Anggaran biaya pengembangan perusahaan	Pengembangan sesuai kebutuhan	Menganalisa	Poin Tindakan, Penilaian, Kolaborasi, Manajemen sumber daya, Pareto Optimal	Penilaian, Kolaborasi, Hipotesis, Mencerminkan/Membahas	Keuntungan aktual yang dihasilkan	Uang hasil penyusunan puzzle	Umpan balik dari strategi penerapan industri 4.0
	Keuntungan yang sesuai target	Pengembangan memberikan peningkatan keuntungan yang signifikan				Sumber daya dan teknologi	Kartu sumber daya dan teknologi	

Mendefinisikan bagaimana pemain menggunakan elemen tersebut

Permainan ini dirancang sebagai sebuah manufaktur yang ingin bertransformasi ke industri 4.0 guna mengejar trend yang sudah terjadi. Akan tetapi terdapat permasalahan dimana keuntungan yang didapatkan tidak maksimal karena pesanan yang tidak dapat terpenuhi tepat waktu. Aliran permainan dari *serious simulation game* yang dirancang. Gambar 3 merupakan aliran permainan dilakukan dengan pengulangan setiap periode waktu dari penetapan strategi, proses operasi dan penutupan periode.



Gambar 3. Aliran pengulangan permainan

Permainan dijalankan dengan panduan *game master* sebagai pemantau seluruh peraturan game yang berjalan. *Game master* juga memberikan skenario khusus selama permainan seperti adanya *cyberattack* atau pelanggan baru yang muncul. Hal tersebut dilakukan untuk membuat pemain aktif untuk menyusun strategi dan berdiskusi antar perannya.

Pengujian dan mendefinisikan ulang rancangan permainan

Uji coba dari permainan yang telah dirancang untuk melihat apakah alur dari permainan sudah sesuai dengan target dan mudah dimainkan. Pada tahapan ini proses verifikasi dan validasi dilakukan untuk tiga elemen dalam permainan tersebut. Uji coba 1 merupakan hasil dari purwarupa pertama. Pada uji coba satu, purwa rupa masih perfokus pada pembelajaran sehingga unsur hiburan pada permainan menjadi tidak dapat dirasakan oleh pemain. Sehingga dilakukan penyederhanaan instruksi permainan. Tabel 5 menunjukkan umpan balik dari pemain dari uji coba 1.

Tabel 5. Perbaikan dari Uji Coba 1

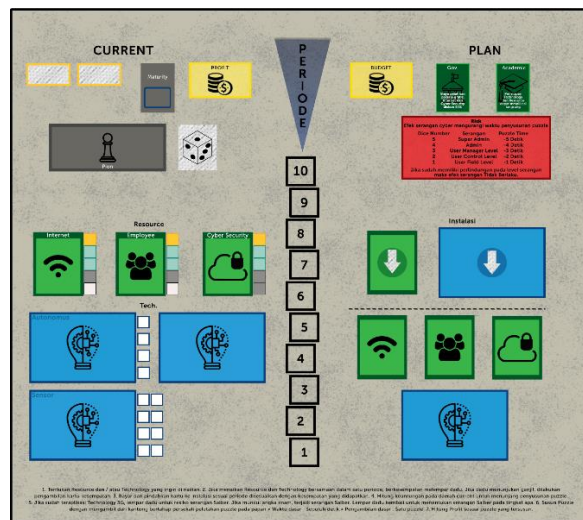
Uji Coba 1	
Umpan balik dari Pemain	Perbaikan yang dilakukan
Keinginan untuk mengikuti tahap maturitas hanya terasa pada sisi sumber daya sedangkan tidak untuk teknologi.	Peningkatan efek dari penerapan teknologi secara bertahap.
Keseimbangan divisi produksi dan harga upgrade perlu lebih diperhatikan.	Memasukan elemen utilitas pada produksi.
Terlalu rumit dengan adanya formulir yang setiap aktor berbeda – beda sedangkan harus berdiskusi bersama juga dengan form masing - masing.	Pengurangan formulir menjadi 1.

Setiap aktor memiliki kepentingan sendiri dengan cara menghitung yang berbeda – beda. Sebaiknya dibuat lebih sederhana.	Penyederhanaan cara mengisi formulir.
Jumlah aktor terlalu banyak dan seharusnya bisa digabung.	Menjadi 1 aktor operasi 1 aktor bisnis
Kuis peningkatan <i>maturity</i> di satu sisi membuat menjadi menantang namun di sisi lain menjadi menghilangkan nilai <i>fun</i> pada game.	Kuis dibuat lebih mudah

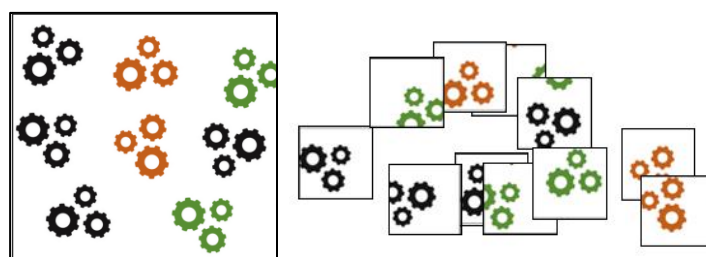
Tabel 6 menunjukkan uji coba 2 setelah melakukan perbaikan cara permainan dari purwarupa 1. Pada uji coba 2 mendapatkan umpan balik berupa tampilan dari permainan, penyeimbangan Biaya dan penyederhanaan instrument dari perlu menggunakan alat tulis dan formulir menjadi menggunakan *puzzle*. Gambar 4 merupakan papan permainan dengan keterangan yang lebih detail dan keterangan cara permainan. Gambar 5 adalah puzzle yang digunakan sebagai pengganti formulir.

Tabel 6. Perbaikan dari Uji Coba 2

Uji Coba 2	
Umpan balik dari Pemain	Perbaikan yang dilakukan
Peraturan permainan sulit diingat secara berurutan	Revisi papan permainan menjadi lebih informatif dan dapat membimbing alur permainan
Biaya yang dibayar terlalu beragam	Menyederhanakan biaya yang terkait
Pengisian formulir terlalu memakan waktu	Mengubah formulir sebagai proses produksi menjadi penyusunan puzzle



Gambar 4. Papan Permainan



Gambar 5. Contoh *Puzzle* dalam Proses Produksi

Umpan balik uji coba terakhir pada uji coba ketiga ditunjukkan pada Tabel 7. Masukan yang diberikan sudah mengarah pada kenyamanan bermain.

Tabel 7. Perbaikan dari Uji Coba 3

Uji Coba 3	
Umpan balik dari Pemain	Perbaikan yang dilakukan
Ukuran kartu terlalu besar untuk di papan	Mengganti ukuran kartu sesuai dengan papan permainan
Pion untuk papan mudah bergeser	Menambahkan fitur magnet pada bagian pion dan papan
Terdapat puzzle yang terlalu memakan waktu	Menyederhanakan jumlah potongan <i>puzzle</i>

Validasi juga dilakukan berdasarkan *Triadic Game Design* yang membagi elemen perancangan game menjadi tiga elemen utama yang harus ada. Berdasarkan validasi tersebut dilakukan beberapa perbaikan yang signifikan untuk pemain agar tidak terbebani dan informasi industri 4.0 yang ingin disampaikan tetap tercapai.

Tabel 8. Hasil Validasi

Elemen	Peran	Perbaikan
<i>Reality</i>	Pelatihan	Perlu ada persamaan definisi dan persepsi yang sama mengenai industri 4.0 yang diberikan melalui tujuan permainan
	Perusahaan	Proses transformasi dimulai dari internal Keuntungan yang signifikan harus terlihat dari proses transformasi industri 4.0
<i>Play</i>	<i>Game board design</i> dan <i>layout</i>	Papan permainan menunjukkan alur bermain
		Pengisian formulir disederhanakan Jumlah aktor yang terlibat diminimalisir
<i>Meaning</i>	Poin pembelajaran	Pembuatan pertanyaan <i>pretest</i> dan <i>posttest</i> yang mudah dimengerti dan spesifik.
		Memastikan pada proses <i>briefing</i> pemain memahami peran & keputusannya, serta tujuan yang harus dicapai. Pada proses <i>debriefing</i> harus ada umpan balik yang diberikan oleh pemain melalui diskusi dan kuesioner.

Merancang sesi permainan dari debriefing dan penelitian tambahan untuk menghasilkan umpan balik

Sesi permainan yang dirancang untuk menilai peningkatan pemahaman pemain dilakukan dengan mengadakan *pretest* dan *posttest*. Kemudian setelah permainan juga dilakukan diskusi mengenai permainan untuk mendapatkan umpan balik dari pemain sebagai pertimbangan perbaikan untuk permainan

Pembahasan

Permainan yang telah dilakukan memberikan hasil yang dapat dibandingkan. Hal tersebut ditunjukkan pada Tabel 2 yang memberikan informasi bahwa nilai *Posttest* pemain lebih besar dari *Pretest*. Sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa pemahaman pemain meningkat setelah melakukan permainan.

Tabel 9. Hasil *Pretest* dan *Posttest*

No	<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>	Selisih
1	35	80	45
2	25	65	40
3	65	85	20
4	60	80	20
5	70	90	20
6	55	70	15
7	35	70	35
8	30	65	35
9	45	70	25
10	60	85	25

Tabel 9 menunjukkan adanya peningkatan yang positif dari hasil tes yang dilaksanakan sebelum (*pretest*) dan sesudah (*posttest*) proses bermain. Hasil tersebut mengindikasikan bahwa permainan berhasil meningkatkan kemampuan dan pemahaman peserta terkait transformasi industri 4.0 pada dengan tingkat maturitas.

Selain proses *pretest* dan *posttest* dilakukan juga pengisian kuesioner untuk evaluasi permainan dan memberikan ide terhadap pemain untuk umpan balik permainan. Hasil evaluasi pemain terhadap permainan terlihat pada Tabel 10 kuesioner diberikan dengan skala 1 untuk terendah dan 7 untuk tertinggi.

Tabel 10. Evaluasi Peserta terhadap Permainan

No.	Poin Evaluasi	<i>Min</i>	<i>Max</i>	Std dev	Kesetujuan
1	Sebelum permainan, saya merasa termotivasi untuk mempelajari Industri 4.0	3	6	0,77	71%
2	Setelah permainan, saya merasa lebih termotivasi untuk mempelajari strategi Industri 4.0	5	7	0,60	89%
3	Permainan memiliki tujuan yang jelas	5	6	0,40	83%
4	Permainan memiliki instruksi permainan yang jelas	5	6	0,46	81%
5	Saya telah mencapai pemahaman (lebih lanjut) mengenai latar belakang teori mengenai konsep inti dari strategi Industri 4.0	5	7	0,67	93%
6	Saya telah mencapai pemahaman (lebih lanjut) mengenai latar belakang teori mengenai peta jalan transformasi industri 4.0	5	7	0,64	90%
7	Saya telah mencapai pemahaman (lebih lanjut) mengenai Industri 4.0 business model	5	7	0,64	90%
8	Konsep utama strategi Industri 4.0 dapat dipelajari secara efektif dengan berpartisipasi dalam sesi permainan	6	7	0,40	97%
9	Sesi permainan meningkatkan kesadaran akan resiko dalam Industri 4.0	6	7	0,46	90%
10	Sesi permainan meningkatkan kesadaran akan kelebihan dan kekurangan tiap strategi Industri 4.0	5	7	0,66	94%
11	Poin pembelajaran dapat diterapkan dalam dunia nyata	5	7	0,63	86%
12	Permainan memiliki level kompleksitas yang sesuai	5	7	0,80	80%
13	Permainan merefleksikan proses Industri 4.0 dalam dunia nyata	5	7	0,60	83%
14	Saya menikmati permainannya	6	7	0,46	96%
15	Permainannya memotivasi saya untuk ingin menang/berhasil	7	7	0,00	100%
16	Saya terbawa larut ke dalam permainan	6	7	0,46	96%

Pada Tabel 10 terlihat pada poin 1 yang merupakan pertanyaan yang dirasakan pemain sebagai motivasi pemain dalam mempelajari industri 4.0 berada pada nilai 5 dan 6 tetapi pada poin 14 hingga 16 menunjukkan nilai 7 yang mengartikan pemain menikmati permainan yang dirancang. Pemain juga menjadi lebih aktif memberikan umpan balik permainan pada fase *debriefing* untuk diperbaiki kedepannya.

Secara garis besar, keseluruhan permainan membuat peserta merasa termotivasi untuk menemukan strategi yang tepat dan berhasil meminimalisir perbedaan keuntungan yang ditargetkan dengan aktual. Peserta juga mendapatkan gambaran di dunia nyata mengenai bagaimana seharusnya transformasi industri 4.0 yang bertahap. Hal tersebut menunjukkan rancangan permainan sudah pada jalur yang benar dimana antara proses verifikasi dan validasi menunjukkan bahwa konsep utama yang dibutuhkan sudah terdapat dalam permainan. Evaluasi dalam mengukur pemahaman peserta perlu dikembangkan kembali dengan peserta pada bidang manufaktur yang lebih banyak agar hasil yang didapatkan benar merepresentasikan tujuan perancangan permainan yaitu penyediaan media pembelajaran strategi untuk bidang manufaktur yang sesungguhnya.

PENUTUP

Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan, *serious simulation game* yang telah dibuat dapat membantu pembelajaran pemain untuk mengambil keputusan yang sesuai kebutuhan perusahaan. Pemain termotivasi bermain dengan batasan permainan berdasarkan elemen dari dunia nyata yang disederhanakan.

Permainan yang dibuat masih berfokus kepada menyamakan persepsi terkait industri 4.0 secara internal perusahaan. Tujuan utamanya adalah dapat membantu perusahaan mengevaluasi *pain point* atau titik yang membuat perusahaan sulit berkembang dengan solusi berdasarkan industri 4.0. Sehingga perusahaan dapat menggali dan mengimplementasikan industri 4.0 secara bertahap. Posttest yang dilakukan menunjukan peningkatan pemahaman pemain dengan nilai rata-rata peninggkatan sebesar 28 poin.

DAFTAR PUSTAKA

- André, J.-C. (2019). *Industry 4.0 Paradoxes and Conflicts*. John Wiley & Sons, Inc.
- Baena, F., Guarin, A., Mora, J., Sauza, J., & Retat, S. (2017). Learning Factory: The Path to Industry 4.0. *Procedia Manufacturing*, 9, 73–80. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.04.022>
- Hanum, B., Haekal, J., & Prasetio, D. E. (2020). The Analysis of Implementation of Enterprise Resource Planning in the Warehouse Division of Trading and Service Companies, Indonesia. *International Journal of Engineering Research and Advanced Technology*, 06(07), 37–50. <https://doi.org/10.31695/ijerat.2020.3621>
- Harteveld, C. (2011). Triadic Game Design. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53, Issue 9). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Hidayatno, A., Desyanto, A., & Iman, M. (2018). *Bermain untuk Belajar*. LeutikaPrio.
- Iuppa, N., & Brost, T. (2010). *End-to-End Game Development_ Creating Independent Serious Games and Simulations from Start to Finish-Focal Press*.
- Kriz, W. C. (2010). A systemic-constructivist approach to the facilitation and debriefing of simulations and games. *Simulation and Gaming*, 41(5), 663–680. <https://doi.org/10.1177/1046878108319867>
- Lezzi, M., Lazoi, M., & Corallo, A. (2018). Cybersecurity for Industry 4.0 in the current literature: A reference framework. *Computers in Industry*, 103, 97–110. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2018.09.004>
- Mayer, I. S. (2009). The gaming of policy and the politics of gaming: A review. *Simulation*

- and Gaming*, 40(6), 825–862. <https://doi.org/10.1177/1046878109346456>
- McKinsey&Company. (2018). Reinigorating ASEAN Manufacturing for the Future. *McKinsey&Company*, 26.
- Mihardjo, L. W. W., Sasmoko, S., Alamsjah, F., & Elidjen, E. (2019). Digital leadership role in developing business model innovation and customer experience orientation in industry 4.0. *Management Science Letters*, 9(11), 1749–1762. <https://doi.org/10.5267/j.msl.2019.6.015>
- Partama, Y. I., & Farizal, M. D. (2019). Industri 4.0: Analisis Hambatan dalam Penerapannya pada Industri Manufaktur di Indonesia. *Seminar Dan Konferensi Nasional IDEC 2019, 2018*, 2–3.
- Paryanto, Sulaksono, S., Riznanto, B., & Rakhmawan, C. (2018). *Indonesia Industry 4 . 0 Readiness Index*.
- Peter, V., & Westelaken, V. (2014). *The evolution of discipline: a framework of evaluating simulation game*.
- Rao, S. K., & Prasad, R. (2018). Impact of 5G Technologies on Industry 4.0. *Wireless Personal Communications*, 100(1), 145–159. <https://doi.org/10.1007/s11277-018-5615-7>
- Sawyer, ben. (2002). *Serious games: Improving public policy through game-based learning and simulation*.
- Schuh, G. (2017). *Industrie 4.0 Maturity Index*.
- Schumacher, A., Nemeth, T., & Sihn, W. (2019). Roadmapping towards industrial digitalization based on an Industry 4.0 maturity model for manufacturing enterprises. *Procedia CIRP*, 79, 409–414. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2019.02.110>
- Suparno, A., & Ardi, R. (2020). Design of Serious Simulation Games (SSG) as Learning Media for the Industry 4.0 Road Map in Indonesian Manufacturing. *ACM International Conference Proceeding Series*, 135–140. <https://doi.org/10.1145/3400934.3400960>