Analisis Dampak dari Revolusi Industri 4.0

di Bidang Kesehatan

Annisa’ Nahdah Hidayaturrahmah

Prodi Kedokteran, Fakultas Kedokteran,

Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Indonesia

*annisanahdah@student.uns.ac.id*

**Abstract.** *Technology, and in this case is Industrial Revolution 4.0, is something that always changes and develops and affects many aspects of human life, one of them is the health sector. It is important for health care workers to know the technological developments in the health sector so that people's welfare can increase and not lose competitiveness with other parties. The method used by researchers in this study is a qualitative method with the method of literature review. There are several technologies used for new discoveries and will continue to be developed, namely CRISPR, the search for new drugs with computational methods, intestinal microbiotics for targeted drug women, and biological systems.*

***Keywords:*** *health, industry, revolution, technology, medical*

1. PENDAHULUAN

Kata ‘revolusi’ menunjukkan perubahan yang radikal dan tiba-tiba. Sejak awal abad ke-18 industrialisasi telah mengalami transformasi luar biasa. Revolusi Industri 1.0 ditandai dengan pengenalan mesin yang didukung oleh pembangkit uap lokal yang memisahkan produksi dari keterbatasan upaya manual manusia. Kemudian, Revolusi Industri 2.0 terjadi pada abad ke-19 dan ditandai dengan perubahan paradigma berikutnya yaitu pengenalan listrik yang memungkinkan distribusi daya yang luas dari fasilitas pusat. Ukuran mesin yang mengecil dan kerjanya yang menjadi lebih cepat terjadi berkat listrik. Revolusi Industri 3.0 ditandai dengan adanya jalur perakitan bertenaga yang terjadi di abad ke-20 dan dengan perkembangan elektronik manufaktur menjadi semakin otomatis. Dengan otomatisasi, muncul peluang untuk mengoptimalkan proses manufaktur dan meningkatkan produktivitas melalui desain mesin yang lebih ergonomis, lebih aman dan fleksibel.

Gagasan Revolusi Industri 4.0 telah ada sejak 2011 dan menstimulasi debat di masyarakat Jerman yang semakin hidup. Wacana yang awalnya hanya terkait dengan pilihan manufaktur tekonologi baru kini telah berkembang menjadi perdebatan yang sedang berlangsung dan mencakup banyak bidang masyarakat. Wacana ini banyak membahas tentang masa depan. Meskipun di negara lain terdapat debat profesional tentang Revolusi Industri 4.0 dan manufaktur internet, di Jerman angka Revolusi Industri 4.0 telah berkembang dan menjadi terkenal hingga menghiasi konferensi di seluruh negeri. Hal ini menandakan diskusi tersebut tidak terlepas dari topik masa depan mengenai kerja dan masyarakat secara keseluruhan. Istilah ‘*marketing-style*’ Industri 4.0 diciptakan dan dipromosikan oleh tiga insinyur, yaitu Henning Kagermann (salah satu pendiri SAP dan merupakan fisikawan), Wolfgang Wahlster (profesor kecerdasan buatan), dan Wolf-Dieter Lukas (pejabat senior di Kementerian Pendidikan dan Penelitian Federal di Jerman dan merupakan seorang fisikawan). Pada tahun 2016, apa yang mereka mulai pada tahun 2011 selama konferensi pers di Hannover Messe menjadi moto utama Forum Ekonomi Dunia.

Saat ini, Revolusi Industri 4.0 yaitu sebuah revolusi digital yang telah terjadi sejak pertengahan abad terakhir. Perpaduan teknologi yang telah mengaburkan batas antara bidang fisik, digital, dan biologi menandai Revolusi Industri 4.0. Revolusi Industri 4.0 dianggap lebih maju dan luas daripada revolusi industri sebelumnya. Teknologi informasi cerdas dari Revolusi Industri 4.0 meliputi kecerdasan buatan, internet, komputasi awan, data besar dan konvergensi seluler pada industri dan layanan yang ada. Secara khusus, semua produk dan layanan dari dunia nyata dengan teknologi baru di berbagai bidang seperti pencetakan tiga dimensi (3D), robotika, bioteknologi, dan nanoteknologi digabungkan oleh Revolusi Industri 4.0.

Terdapat tiga perbedaan antara Revolusi Industri 3.0 dan 4.0 yang menjadi alasan transformasi saat ini merupakan suatu revolusi transformasi baru. Pertama, inovasi dapat dikembangkan dan menyebar jauh lebih cepat dari sebelumnya. Terobosan-terobosan baru pada era ini terjadi pada kecepatan skala eksponensial dan bukan lagi pada skala linear. Kedua, peningkatan output pekerjaan terbukti dengan adanya beberapa bidang keilmuan yang dapat disatukan dan dikonsentrasikan dengan suatu platform serta penurunan biaya produksi marjinal. Kemudian, transformasi ini mengakibatkan perubahan dengan ruang lingkup yang luas sehingga menyebabkan perubahan pada seluruh sistem produksi, manajemen, maupun tata kelola. Ketiga, revolusi secara global ini akan berpengaruh besar dan terbentuk di hampir seluruh negara di dunia, cakupan transformasi ini akan mempunyai dampak menyeluruh pada level sistem di banyak temapat dan terjadi pada setiap bidang industri.

Sektor kesehatan adalah sektor yang paling mungkin mendapatkan keuntungan dari Revolusi Industri 4.0 karena bergabungnya sistem fisika, digital dan biologi, walaupun sektor ini mungkin juga yang paling tidak siap menerima. The Economist Intelligence Unit melakukan survei terhadap 622 pemimpin bisnis dari berbagai industri di seluruh dunia yang memperkuat hal tersebut. Berbagai data secara detail tentang kesehatan dan status kebugaran seseorang dapat dikumpulkan oleh telepon genggam dan alat kebugaran yang dipakai sehari-hari. Data tersebut dapat digunakan untuk penelitian kesehatan dan juga berpotensi unutk mentransformasi kesehatan individu dan keperluan medisnya. Studi yang dilakukan The Economist Intelligence Unit mengatakan bahwa sebagian dokter percaya bahwa teknologi telepon pintar sangat berperan dalam memberdayakan pasien untuk mengatur kesehatan secara proaktif.

Peneliti memilih bidang kesehatan karena kesehatan merupakan unsur yang penting dalam kehidupan manusia. Selain itu, teknologi akan selalu berubah dan berkembang. Jika kita tidak dapat beradaptasi dengan perubahan lingkungan, kita akan berada di belakang persaingan. Dengan mengetahui perkembangan teknologi terkini di bidang kesehatan, diharapkan tenaga kesehatan dapat mengikuti perkembangan terkini untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat.

1. METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kualitatif dengan cara *literature review*. Penelitian kuantitatif merupakan pendekatan penelitian yang mewakili paham positivisme, sementara itu penelitian kualitatif merupakan pendekatan penelitian yang mewakili paham naturalistik (fenomenologis) (Mohammad Mulyadi, 2011:127).

1. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan banyak literatur yang dikaji oleh peneliti, terdapat banyak dampak dari Revolusi Industri 4.0 di bidang kesehatan. Terdapat perubahan dan kemajuan dalam bidang kesehatan, khususnya dalam implan gigi, pembedahan kecantikan, dan onkologi. Perencanaan dan penempatan implan gigi yang tepat dilakukan dengan pencitraan 3D modern dan sistem perencanaan perawatan implan. Pendekatan ini telah diperkenalkan dan diizinkan untuk transfer perencanaan virtual ke prosedur klinis, memungkinkan untuk operasi yang kurang invasif, penempatan implan yang memadai, pengurangan ketidaknyamanan pasca operasi, dan pembuatan struktur prostetik sebelum prosedur bedah.

Bedah ortognatik saat ini telah menggunakan teknologi 3D untuk meningkatkan perencanaan dan hasil bedah. Selama ini teknologi dua dimensi (2D) memiliki keterbatasan untuk mengidentifikasi, terutama untuk pasien dengan asimetri wajah. Namun teknologi 3D memungkinkan presentasi akurat bentuk 3D yang kompleks untuk rekonstruksi model kerangka kraniofasial dan untuk memprediksi hasil akhir. Panduan intraoperatif seperti bidai bedah, panduan penentuan posisi, dan rencana navigasi praoperasi dirancang secara digital dan disiapkan dengan menyimulasikan operasi pada model gambar CT 3D. Usaha yang dibutuhkan untuk belat penutup bedah cetak 3D untuk bedah ortognatik lebih sedikit daripada bidai buatan secara manual menggunakan busur muka konvensional dan model pengecoran gigi pada artikulator.

Selain itu, terdapat potensi *telemedicine* yang dieksplorasi oleh banyak penyedia layanan kesehatan. *Telemedicine* adalah pemantauan dan pengobatan pasien dari jarak jauh melalui sensor yang tersambung ke internet. Pengobatan lansia yang mengidap penyakit kronis diharapkan dapat terbantu oleh adanya *telemedicine.* Kedepannya cek-up medis dimungkinkan untuk dapat dilakukan di rumah warga sendiri dengan nyaman. Selain itu, masyarakat terpencil bisa mendapatkan perawatan medis melalui *telemedicine.* Kombinasi teknologi fisika, digital dan biologi termasuk pil untuk mengatur pelepasan obat, robot yang menanggapi pikiran pasien serta psikoterapi secara *virtual reality* dapat tergabung dalam suatu aplikasi medis di masa depan. Namun, pendapat Uni Eropa mengungkapkan bahwa sekitar 38% eksekutif kesehatan percaya bahwa mereka cukup untuk Revolusi Industri 4.0. Hal ini menyiratkan bahwa upaya penyedia layanan kesehatan untuk mengintegrasikan Revolusi Industri 4.0 ke dalam kebiasaan hidup mereka perlu ditingkatkan. Jika penyedia layanan kesehatan tidak kunjung siap, peran dan bisnis mereka akan diambil alih oleh pasukan dari startups digital.

Terdapat beberapa teknologi yang dipakai di bidang bioteknologi kedokteran dan berkembang pada era Revolusi Industri 4.0:

1. Perkembangan Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeat (CRISPR) / CRISPR- associated protein (Cas) 9 system pesat dalam waktu yang sangat singkat dan telah digunakan untuk berbagai gen target pada manusia, bakteri, ikan zebra, cacing *C. elegans*, tanaman, *Xenopus tropucalis*, tikus, mencit, dll. Metode ini digunakan peneliti untuk membuat *point mutation* (penghapusan atau sisipan) dalam gen target tertentu melalui gRNA tunggal. CRISPR telah mengalami perkembangan selama 20 tahun terakhir dari yang awalnya sebagai alat pengurut DNA dengan fungsi biologis yang tidak diketahui menjadi pengedit genom yang telah berhasil digunakan dalam percobaan dengan berbagai sel. Hal ini berguna dalam biologi sintetis, skrining genom fungsional, modulasi transkripsi, dan terapi gen.
2. Alat komputasi in silico telah membantu pencarian obat baru dengan mengembangkan molekul kecil lebih dari tiga dekade serta merupakan strategi yang sangat efektif untuk mengembangkan suatu obat baru. Selama dekade terakhir telah terjadi peningkatan dalam metode komputasi penemuan obat seperti docking molekuler, pemodelan dan pemetaan pharmafore, desain de novo, pehitungan kemiripan molekuler dan penapisan virtual berbasis urutan protein. Namun seiring berjalannya waktu, dibutuhkan teknologi komputasi in silico yang sangat canggih. Akhirnya muncullah proses *high throughput screening* yang didasarkan oleh program in silico yang lebih canggih dan komputer yang sangat mumpuni. Molekul obat memiliki banyak tantangan untuk menembus berbagai hambatan biologis agar dapat berikatan secara efektif dengan target, bahkan pada konsentrasi rendah. Efek toksik pada organisme dapat ditimbulkan oleh adanya reaksi off-target dari suatu molekul walaupun potensi obat tersebut secara farmakologis cukup tinggi. Permasalahan utama dalam pengembangan suatu obat adalah toksisitas. Seringkali dalam tahap pengembangan, toksisitas baru terdeteksi belakangan.
3. Mikrobiota usus dapat berperan dalam menimbulkan penyakit tertentu pada manusia dan menjaga kesehatan secara langsung. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi antibiotik, probiotik dan prebiotik yang menyebabkan perubahan komposisi mikroba komensal dapat menjadi pendekatan terapi baru. Untuk membantu memahami interaksi kompleks bakteri dan sel “host” serta hubungan mereka secara patofisiologis fenotip dibutuhkan suatu perspektif ‘sistem’, sehingga dapat dilakukan perubahan dalam komposisi mikrobiota usus di status penyakit. Munculnya metagenomik dan metabonomik yaitu teknologi ‘omics’ dapat diterapkan untuk mempelajari tingkat molekuler dari ekologi usus mikroba. Data tersebut akan memberi peluang untuk mengungkapkan fungsi fisiologis dari mikrobiota usus untuk kesehatan manusia. Di masa depan, dalam pengobatan pasien akan memanfaatkan mikrobiota usus untuk berbagai penyakit yang semakin kompleks. Jumlah target potensial mikrobioma pada genom manusia memiliki total lebih dari 3.000 target. Untuk mengatur mikrobioma dan akibatnya memulihkan homeostasis ekologi usus dari host, dapat digunakan kombinasi antibiotik, probiotik dan prebiotik. Platform teknologi ‘omics’ metagenomik dan metabolomik menangkap variasi biokimia secara holistik dan dinamis yang terkait dengan kondisi patofisiologi dari host sehingga pendekatan terapi tersebut dapat dimonitor dan dievaluasi. Hasilnya, integrasi data metabonomik dan metagenomik akan menghasilkan data farmakologi dan klinis yang dapat menjadi dasar pengembangan alat diagnostik dan prognostik yang komprehensif mengenai penyakit kompleks.
4. Korelasi sederhana antara sindrom klinis dan analisis patologis dimulai dari akhir abad ke-19 mendasari pandangan kontemporer penyakit manusia. Pendekatan untuk diagnosis penyakit, prognosis, dan pengobatan ini belum sepenuhnya sempurna dan mempunyai kekurangan serius untuk era modern kedokteran genomik karena cara ini adalah derivatif yang berasal dari analisis reduksionis dan prinsip eksperimentasi walaupun sudah dipakai berpuluh-puluh tahun serta baik bagi dunia keodkteran. Munculnya era baru biologi sistem lebih menjanjikan untuk melihat pengobatan dari sisi holistik karena dapat menguantifikasi perubahan sistem pada manusia. Hal ini dapat menegakkan diagnosis, mendefinisikan predileksi penyakit, mengembangkan strategi pengobatan secara individual berdasarkan patobiologi molekuler modern serta data genom lengkap yang tersedia untuk populasi dan individu. Biologi sistem mengaplikasikan model komputasi dan matematika pada sistem biologis yang kompleks. Pendekatan rekayasa Teknik pada riset biologi ilmiah dalam hal ini digunakan. Contoh pemakaian sistem holistik adalah proyek *sequencing* genom manusia pada tahun 2000 yang merupakan proyek kolaboratif di bidang genetika. Keuntungan menggunakan pendekatan holistik berbasis jaringan adalah bahwa kita dapat mengarakterisasi berbagai macam penyakit dengan suatu sistem yang berdasarkan interaksi molekuler antarsel dan jaringan serta organ tanpa mengikuti prinsip sistem reduksi semiempiris. Pengobatan yang didapatkan dengan biologi sistem ini di masa depan akan membawa revolusi baru untuk praktik kedokteran.
5. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa Revolusi Industri 4.0 adalah penggabungan teknologi otomatisasi dan internet. Revolusi Industri 4.0 memengaruhi banyak hal termasuk bidang kesehatan. Terdapat beberapa teknologi yang digunakan untuk penemuan-penemuan baru dan akan terus dikembangkan, yaitu CRISPR, pencarian obat baru dengan metoda komputasi, mikrobiotik usus untuk penempuan target obat, serta sistem biologi. Selanjutnya hal tersebut akan mengembangkan obat baru untuk meningkatkan kualitas hidup manusia.

1. SARAN

Perkembangan teknologi saat ini yang semakin pesat, terlebih di bidang kesehatan dapat memudahkan masyarakat untuk mengakses informasi tentang kesehatan. Namun, masyarakat harus lebih selektif terhadap informasi yang didapatkan dari internet dan lebih terbuka terhadap perkembangan teknologi terkini. Tenaga kesehatan pun juga sebaiknya selalu mencari perkembangan terbaru di dunia kesehatan untuk memaksimalkan pelayanan kesehatan untuk masyarakat serta untuk memerangi persaingan dengan pihak lain.

1. DAFTAR PUSTAKA

**Buku**

Schwab, K. (2016). *The fourth industrial revolution*. Switzerland: World Economic Forum.

# Jurnal

Lee, M., Yoon, Y., Ryu, G. H., Bok, H. S., Yoon, K., Park, S., & Lee, K. S. (2018). Innovative Distribution Priorities for the Medical Devices Industry in the Fourth Industrial Revolution. *International neurourology journal*, *22*(Suppl 2), S83–S90. doi:10.5213/inj.1836152.076

Han S. (2018). The Fourth Industrial Revolution and oral and maxillofacial surgery. *Journal of the Korean Association of Oral and Maxillofacial Surgeons*, *44*(5), 205–206. doi:10.5125/jkaoms.2018.44.5.205

Pfeiffer S. (2017). The Vision of "Industrie 4.0" in the Making-a Case of Future Told, Tamed, and

Traded. *Nanoethics*, *11*(1), 107–121. doi:10.1007/s11569-016-0280-3

Park H. A. (2016). Are We Ready for the Fourth Industrial Revolution?. *Yearbook of medical informatics*, (1), 1–3. doi:10.15265/IY-2016-052

Gentner, S. (2016). Industry 4.0: Reality, Future or just Science Fiction? How to Convince Today's Management to Invest in Tomorrow's Future! Successful Strategies for Industry 4.0 and Manufacturing IT. *CHIMIA International Journal for Chemistry*, 70(9), pp.628-633.

Badri, A., Boudreau-Trudel, B., & Souissi, A. (2018). Occupational health and safety in the industry

4.0 era: A cause for major concern?. *Safety Science*, *109*, 403-411. doi: 10.1016/j.ssci.2018.06.012

Bosque Ortiz, G., & Hsiang, W. (2018). Medical Technology. *The Yale Journal of Biology and Medicine*, *91*(3), 203–205.

Vivekanantham, S., & Ravindran, R. P. (2014). Technology: changing the focus of medical education?. *Advances in medical education and practice*, *5*, 25–26. doi:10.2147/AMEP.S60738

Tjandrawinata, Raymond. (2016). Industri 4.0: revolusi industri abad ini dan pengaruhnya pada

bidang kesehatan dan bioteknologi. Working Paper of Dexa Medica Group. doi: 10.5281/zenodo.49404.