

TRANSFORMASI DIGITAL PERKERETAAPIAN DI EROPA DAN INDONESIA

Dahlan¹, Heriyanto Wibowo², Muhammad Fahmi Arsyad³, Aulia Azhar Abdurachman⁴,
Sesaria Mardhiani Rachma Puspita⁵

^{1,3,4,5}Institut Transportasi dan Logistik Trisakti, Jakarta, Indonesia

²Kementrian Pertanian Republik Indonesia

e-mail: ¹A_dahlan_m@yahoo.com, ²Heriy_wibowo@yahoo.com

Abstrak. Dunia perkeretaapian sedang memasuki era digitalisasi, kondisi ini tidak hanya terjadi di dunia maju seperti negara-negara maju di Eropa, Amerika Serikat maupun Cina, juga negara berkembang termasuk Indonesia. Perkembangan teknologi tidak terlepas dari keinginan masyarakat yang menginginkan layanan serba praktis, contohnya di Indonesia masyarakat tidak ingin lagi terbebani dengan pembelian tiket dan tempat atau pelayanan administrasi dan manajemen yang masih manual yang sangat menyita waktu. PT. MRT Jakarta dan PT. KAI sebagai salah satu penyedia jasa transportasi perkeretaapian terus meningkatkan produk dan layanan berbasis teknologi dengan memberikan experience terbaik bagi pelanggan. PT. MRT Jakarta dan PT. KAI terus mengembangkan teknologi digital agar Revolusi industri 4.0 dapat tercapai. Dengan Revolusi Industri 4.0 diharapkan mampu untuk membantu produktivitas dan efisiensi industri perkeretaapian dalam melayani pelanggannya serta dapat menginspirasi berbagai industri lainnya untuk penerapannya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendeskripsikan perkembangan digitalisasi perkeretaapian yang telah terjadi di Eropa dengan perkembangan yang sudah dilakukan di Indonesia. Penelitian menggunakan metode kualitatif dan deskriptif diantaranya dengan melakukan wawancara mendalam kepada beberapa narasumber dari kalangan transportasi yaitu karyawan PT. KAI dan PT. MRT Jakarta. Selain itu juga diperoleh dari studi literatur berupa jurnal ilmiah dan sumber dari internet untuk mengumpulkan data yang terkait dengan perkembangan transformasi digital yang sudah diterapkan pada sistem perkeretaapian Eropa.

Kata kunci: Transformasi digital, revolusi industri 4.0, teknologi digital, perkeretaapian.

Abstract. *The world of railways is entering the era of digitalization, this condition does't only occur in developed countries such as Europe, United States or China, but also in Indonesia. The development of technology cannot be separated from desire of the people who want practical services, for example in Indonesia people doesn't want to be burdened with ticket purchases or manual administrative and management services which are very time consuming. Therefore, PT. MRT Jakarta and PT. KAI continues to improve technology-based products and services by providing best experience for customers. With the Industrial Revolution 4.0, it's hoped it can help productivity and efficiency of railway industry in serving its customers and inspire various other industries to implement it. The purpose of this research is to see the development of railroad digitization that has occurred in Europe with developments that have been made in Indonesia. The method used in this research is qualitative and descriptive interview methods, interviews with several resource persons from the transportation sector by employees of PT. KAI and PT. MRT Jakarta. In addition, it's also obtained from literature studies in the form of journals and sources from the internet to collect data related to the development of digital transformation that has been applied to the European railway system.*

Keywords: *Digital transformation, industrial revolution 4.0, digital technology, railways.*

1. PENDAHULUAN

Digitalisasi hadir di semua aspek kehidupan kita, dan menawarkan peluang dan tantangan yang sangat besar dalam kehidupan sehari-hari masyarakat. Untuk industri kereta api dan transportasi lainnya, revolusi industri keempat menjanjikan akselerasi inovasi yang berkelanjutan di sisi penawaran dan permintaan.

Teknologi digital akan menciptakan peluang baru yang inovatif untuk membawa operasi kereta api ke masa depan, bersama dengan semua karakteristik unik kereta api Hlavatý & Ližbetin, (2021) dan kemampuannya untuk memindahkan orang dan barang pada jumlah yang banyak dan di saat yang sama, untuk menangani transportasi berkapasitas tinggi, agar ramah iklim dan hemat energi, serta menawarkan mobilitas elektro canggih namun hanya membutuhkan sedikit ruang. Salah satu tujuannya adalah untuk meningkatkan kapasitas

jaringan yang ada tanpa membangun rute tambahan. Ketersediaan data untuk semua pihak yang berkepentingan di sektor perkeretaapian akan menjadi hal yang sangat penting, serta menawarkan layanan transportasi yang sangat efisien dan menarik bagi pelanggan. Maka dari itu digitalisasi adalah salah satu alat utama untuk mencapai hal ini dalam lingkungan teknologi yang bergerak cepat.

Dalam tiga tahun belakangan ini adaptasi terhadap kondisi baru dari teknologi digital ini terlihat jelas dengan munculnya konsep Industri 4.0 serta, belakangan ini, Railway 4.0 dan *Digital Railway* Bolivar, (2020). Aplikasi seluler, e-ticketing, kontrol kereta digital, pengaturan sinyal dan lalu lintas, platform digital untuk pemeliharaan prediktif adalah area kunci digitalisasi di sektor perkeretaapian. (Pieriegud, 2018).

2. LANDASAN TEORI

Menghadapi era digital, seluruh *stakeholder* transportasi terus berupaya dalam meningkatkan kemampuan dan menyesuaikan diri dengan perkembangan teknologi, agar pelayanan transportasi menjadi semakin meningkat kedepannya Scordamaglia, (2019). Transformasi digital, sebagai istilah baru dalam literatur bisnis dan teknologi didefinisikan sebagai: “integrasi teknologi digital ke dalam bisnis yang menghasilkan, perubahan dalam operasi bisnis dan penyampaian nilai kepada pelanggan” (Mičić, 2017).

Faktor pendukung utama digitalisasi dapat berkembang sangat pesat diantaranya yaitu (Scordamaglia, 2019):

- *Internet*, Dewasa ini, *smartphone* telah menjadi perangkat utama untuk mengakses internet. Mayoritas lalu lintas online dunia juga berasal dari perangkat tersebut. Laporan Global Digital 2018 mengungkapkan bahwa lebih dari 4 miliar orang di seluruh dunia menggunakan internet - mewakili sekitar 53% dari populasi dunia - dan lebih dari 3 miliar orang menggunakan media sosial untuk berbagi informasi. Secara keseluruhan, perangkat seluler (ponsel cerdas atau tablet) menghasilkan sekitar 60% volume lalu lintas Internet.
- *Internet of Things* (IoT), Produk hasil IoT dan pasar IoT sudah berkembang dengan pesat. Kemunculan IoT mampu menjembatani mesin yang memproduksi data dengan memanfaatkan sensor, dalam perangkat ponsel dan perangkat pintar lainnya untuk mengumpulkan informasi secara *realtime* Nizetić et al., (2020). Semua data yang terkumpul akan dianalisa dan dipakai untuk membuat keputusan serta mengembangkan layanan atau produk yang relevan. Pada tahun 2020, hampir 50 miliar perangkat terhubung ke internet.
- *Cloud computing*, suatu kombinasi dalam pengembangan teknologi dan pemanfaatan teknologi yang berbasis internet. Cloud yang berarti awan sedangkan computing yang berarti komputasi memudahkan kita untuk menyimpan data pada sebuah software. Kelebihan dari sistem ini yaitu efisiensi penggunaan media penyimpanan, keamanan data, fleksibilitas berupa akses kapan saja dan

dimana saja, skalabilitas berupa media penyimpanan yang besar yang terhubung ke internet, serta menghemat biaya karena hanya butuh konektivitas ke internet saja (Hayes, 2008; Sahid et al., 2020).

- *Big data analytics*, membantu organisasi memanfaatkan data mereka dan menggunakannya untuk mengidentifikasi peluang baru. Para pemimpin organisasi berinovasi menggunakan *big data* dan analitik output berupa informasi dalam pendekatan terstruktur, dan berfokus khususnya pada kolaborasi Marshall et al., (2015). Analitik itu, pada gilirannya, mengarah kepada pergerakan bisnis yang lebih cerdas, operasi yang lebih efisien, laba yang lebih tinggi, dan pelanggan yang lebih bahagia.
- *Industri 4.0*, interaksi gabungan dari semua teknologi ini telah mengarah pada Revolusi Industri 4.0, yang merupakan fenomena yang mengkolaborasikan teknologi cyber dan teknologi otomatisasi. Konsep penerapannya berpusat pada konsep otomatisasi yang dilakukan oleh teknologi yang minim utilisasi tenaga kerja manusia dalam pengaplikasiannya, sehingga menghasilkan manajemen waktu yang baik secara eksponensial yang akan berdampak pada kualitas tenaga kerja dan biaya produksi (Chinoracký & Čorejová, 2019).

Empat tingkat transformasi digital, sebagaimana diidentifikasi oleh Roland Berger, Berdasarkan penelitian tentang sektor-sektor utama perekonomian Jerman dan Eropa, adalah (Pieriegud, 2018):

- Data digital, yang, setelah dikumpulkan dan dianalisis, memberikan prediksi dan keputusan yang lebih baik.
- Sistem otomasi, yang meningkatkan kecepatan, dan mengurangi tingkat kesalahan dan biaya pengoperasian.
- Konektivitas, yang menyinkronkan supply chains dan memperpendek siklus inovasi.
- Akses pelanggan digital, yang memungkinkan perusahaan menawarkan transparansi dan layanan baru kepada pelanggan.



Gambar 1: Tingkatan Transformasi Digital (Pieriegud, 2018)

Sistem manajemen lalu lintas digital, platform digital, *e-ticketing*, aplikasi pelacakan, aplikasi *Big Data*, hanyalah beberapa contoh bagaimana sektor kereta api mengimplementasikan teknologi terbaru untuk aplikasi telematika untuk terus meningkatkan pelayanan penumpang dan kargo untuk kepuasan pelanggan (Jalil, 2016).

3. METODE PENELITIAN

Penelitian menggunakan metode kualitatif dan deskriptif. Metode pengumpulan data diantaranya dengan melakukan wawancara mendalam kepada beberapa narasumber dari kalangan transportasi yaitu karyawan PT KAI dan PT MRT Jakarta. Selain itu juga diperoleh dari studi literatur berupa jurnal ilmiah dan sumber dari internet untuk mengumpulkan data yang terkait dengan perkembangan transformasi digital yang sudah diterapkan pada sistem perkeretaapian Eropa.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Digitalisasi Kereta Api di Eropa

Dewasa ini, sistem perkeretaapian Eropa telah membuat peningkatan yang sangat signifikan terhadap komunikasi kepada penumpang. Peningkatan yang telah dilakukan diantaranya (Pieriegud, 2018):

- Situs web yang lebih informatif dan *user friendly*
- Layanan *infotainment on-board*
- Aplikasi seluler yang dapat memberikan informasi secara real-time tentang keberadaan kereta, serta pelayanan pembelian tiket secara *online*
- Informasi jadwal keberangkatan yang ada di stasiun dan halte



Gambar 2: Contoh Mobile Application Sebagai Portal Multimedia Bagi Penumpang (Pieriegud, 2018)

Contohnya sebuah aplikasi seluler ÖBB yang diluncurkan oleh Perkeretaapian Railjet Austria yang memberikan berbagai layanan dan infotainment diantaranya (Pieriegud, 2018):

- Layanan informasi perjalanan kereta, *next stops*, kecepatan kereta, posisi kereta secara real-time.
- Adanya program ÖBB TV yang berisikan berbagai macam video menarik untuk menghibur penumpang selama perjalanan.
- *Free Wi-Fi* yang disediakan didalam kereta bagi penumpang.
- Edisi terbaru dari lebih 20 surat kabar regional, nasional dan internasional.
- Lebih dari 70 majalah ekonomi, olahraga, resep makanan hingga *fashion*.
- *Platform online* untuk music pecinta music klasik dengan daftar putar yang diperbarui setiap bulannya (*Fidelio*).

Contoh lainnya di Jerman, Rusia dan Turki, penumpang dapat mengakses internet berkecepatan tinggi didalam kereta yang sudah difasilitasi WiFi. Tidak hanya itu penumpang juga diijakan dengan berbagai layanan gratis lainnya seperti buku audio, permainan, buku, film, berita, dan layanan anak-anak (Pieriegud, 2018)

Saat ini sistem perkeretaapian Eropa juga sudah mengimplementasikan sistem *Automated Train Operation* (ATO) di daerah perkotaan untuk kereta regional dan lintas negara. Dengan mengusung GoA 4 (*Grade of Automation 4*) maka masinis tidak diperlukan lagi atau bisa disebut dengan *driveless*.

Seperti yang diketahui sistem otomasi dibagi menjadi beberapa level, yaitu GoA 1, GoA 2, GoA 3, dan GoA 4. Pada GoA 1, semua sistem tersebut dioperasikan oleh driver. Sedangkan pada GoA 2 sistem operasi kereta, penutupan pintu dan gangguan tetap dioperasikan oleh driver, sisanya beroperasi secara otomatis. Kemudian pada GoA 3, kereta beroperasi, bergerak dan berhenti secara otomatis tanpa driver, namun tetap ada *train attendant* pada operasi penutupan pintu dan gangguan. Tidak jauh berbeda dengan GoA 3, GoA 4, pada level ini seluruh sistem operasi kereta sudah bergerak secara otomatis.

Selain itu juga ada ETCS (*European Train Control System*) (merupakan bagian dari ERTMS) yang pada dasarnya merupakan ATP (*Automatic Train Protection*) (Pieriegud, 2018). ETCS mengelola persinyalan kereta, control kecepatan, dan rem otomatis, memastikan keamanan. Sementara ATO mengontrol sistem penggerak dan pengereman kereta. Kombinasi antara sistem yang sudah ada yaitu ETCS dengan ATO adalah solusi yang menjanjikan karna dapat memastikan keamanan perjalanan kereta api secara aman, cepat dan efisien dalam pemakaian lintas (Buhl, 2016).



Gambar 2: Integrasi Sistem Kontrol Kereta (Pieriegud, 2018)

B. Internet of Trains

Internet of Trains merupakan bentuk implementasi dari IoT di dunia perkeretaapian. Tujuan utamanya yaitu untuk meningkatkan efisiensi operasi dan pelayanan terhadap pelanggan yang lebih efektif. Solusi baru seperti layanan informasi penumpang dan kargo, pengawasan berbasis video secara real-time yang terintegrasi langsung kepusat control, *smart infrastructure*, *signalling systems*, dan ATO (Scordamaglia, 2019).

Perkembangan digital memberikan peluang unik bagi perkeretaapian tidak hanya untuk tetap relevan, tetapi juga untuk meningkatkan pangsa mereka di pasar logistik secara keseluruhan, dan menjadi bagian integral dari transisi menuju angkutan barang yang lebih ramah lingkungan dan

berkelanjutan. Manfaat potensial digitalisasi meliputi (Muzira & Lawrence, 2019):

- Performa. Sistem otomatis dan prediktif akan mengurangi penundaan dan kerusakan, pengiriman, perutean, dan penjadwalan yang dioptimalkan, peningkatan kapasitas dengan kereta yang semakin berdekatan, biaya yang lebih rendah, dan banyak lagi.
- Daya saing. Solusi digital secara substansial dapat meningkatkan waktu perjalanan, keandalan, pemulihan biaya, keterlaksanaan, dan koordinasi dengan moda lain-semuanya akan meningkatkan keunggulan kompetitif dan pangsa moda kereta barang.
- Peningkatan efisiensi, pengurangan birokrasi, dan biaya transaksi yang lebih rendah, terutama dengan integrasi *blockchain* ke dalam operasi kereta api. Kereta api Rusia dan Kazakh sudah mencari *blockchain* untuk merampingkan operasi dan mengurangi dokumen (Zavyálova, 2018). IBM dan Maersk telah menerapkan percontohan yang sukses juga, dan universitas besar di seluruh dunia sedang melakukan penelitian tentang aplikasi *blockchain* di sektor kereta api.
- Peningkatan keselamatan dan keamanan berkat deteksi halangan trek, deteksi intrusi, dan sistem serupa lainnya yang memungkinkan perkeretaapian menangani berbagai jenis risiko dengan cara yang lebih cerdas dan sistematis.
- Jejak lingkungan yang lebih kecil. Dengan mengoptimalkan pengoperasian kereta api dan memberi kereta api keunggulan kompetitif atas transportasi darat dan udara, digitalisasi siap untuk menurunkan dampak iklim dari logistik.

Dari penjabaran tersebut didapati keunggulan dari penerapan IoT terhadap *stakeholders* diantaranya, yaitu (Nizetić et al., 2020; Pieriegud, 2018):

- Bagi Produsen, akses secara *real-time* tentang informasi mengenai kondisi dan komponen kereta dapat membantu mencegah terjadinya kerusakan
- Bagi Operator Kereta (pemahaman yang lebih baik tentang kebutuhan penumpang; penawaran penambahan layanan tambahan yang bekerjasama dengan mitra: pembaruan *real-time maintenance data* untuk pemeliharaan prediktif)
- Untuk Manajer Infrastruktur (*real-time access* ke data tentang lokasi dan pergerakan kereta api, membantu mengurangi tingkat bahaya terhadap keselamatan penumpang dan sekitar, dan untuk perencanaan pemeliharaan infrastruktur yang dapat mengurangi biaya pemeliharaan)
- Untuk IT Platform (kemungkinan untuk menawarkan layanan *embedded services* yang bekerjasama dengan mitra)
- Bagi penumpang (akses layanan secara *online*, bahkan saat tidak berada di dalam kereta; pembelian dan pembayaran tiket secara otomatis; perencanaan perjalanan yang cepat dan fleksibel)

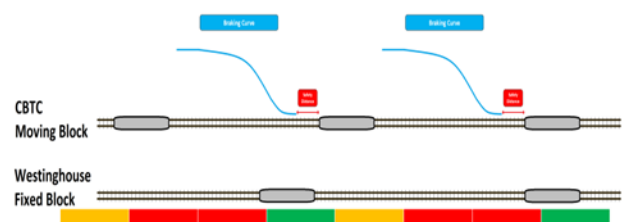
Adapun Keunggulan dari penerapan IoT terhadap regulator yaitu:

- Untuk Sektor Udara, regulator mempersiapkan konsep *Smart Airport* yang menerapkan Teknologi 4.0 dalam pembangunan dan pengembangan bandara
- Untuk Sektor Air, contohnya di Indonesia kementerian perhubungan menciptakan Sistem Inaportnet (Indonesia Port Net) untuk mempercepat pelayanan di Pelabuhan. (di antaranya adalah mempercepat proses laporan kedatangan atau keberangkatan kapal dari 1 hari menjadi 10 menit, mempermudah pengurusan pelayanan kapal karena hanya membutuhkan akses internet)
- Untuk Sektor Perkeretaapian, meluncurkan portal website untuk perizinan badan usaha dengan pola one single submission (OSS), serta sertifikasi SDM perkeretaapian secara daring
- Untuk Sektor Lingkungan, penurunan intensitas emisi gas rumah kaca (GRK) untuk semua sektor transportasi agar lebih ramah lingkungan. Contohnya seperti MRT atau di LRT

C. Transformasi Digital di PT MRT Jakarta

Sistem Persinyalan CBTC (*Communication Based Train Control*)

Dari aspek teknologi, operasional MRT sejak awal memang sarat dengan penggunaan teknologi modern. Seperti *automation technology* pada sistem persinyalan, buka dan tutup pintu otomatis pada perkeretaapian, sistem kontrol perjalanan perkeretaapian, dan berbagai teknologi otomatisasi lainnya. Febriani et al., (2020) Untuk persinyalan, jika dibandingkan dengan PT. KAI, MRT telah menggunakan *moving block* melalui sistem persinyalan *Communication-Based Train Control* (CBTC) yang merupakan teknologi baru di Indonesia (Harriss, 2016; Rhandyverizarie, 2018; Salmiya et al., 2019).



Gambar 3: Fix Block vs CBTC (Jose, 2015)

Sistem persinyalan CBTC yang merupakan sistem persinyalan kereta yang menggunakan Frekuensi Radio (Wifi 2,4 Ghz) sebagai komunikasi data antar sub-sistem yang saling terhubung, antara peralatan ATS yang ada di OCC dengan peralatan *wayside* di sepanjang jalur kereta dan peralatan on-board yang berada didalam kereta.

Standard yang digunakan (Rhandyverizarie, 2018):

- IEEE 1474.1 (*Performance and Functional Requirement*)
- JIS E 3801-1 (*Train Control System using Radio Communication*)

Prinsip persinyalan CBTC (IEEE 1474.1)

(Rhandyverizarie, 2018):

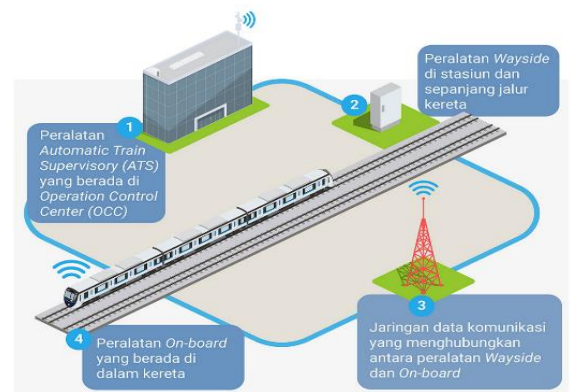
- *High-resolution train location determination, independent of Track circuit*
- *Continuous, high capacity, bidirectional train to wayside data communications*
- *Train-borne and wayside processors performing vital functions*

CBTC merupakan salah satu pengembangan dari sistem pengoperasian kereta api yang menggunakan sistem blok bergerak Harris, (2016). Pada sistem blok bergerak, jarak aman antar kereta api tidak lagi ditentukan oleh blok-blok rel dengan panjang yang tetap, melainkan berdasarkan kecepatan serta posisi dari kereta api yang beroperasi pada suatu rel. Blok bergerak meningkatkan koordinasi peleton kereta yang terkena efek gelombang kejut Diaz de Rivera & Dick, (2021). Dengan demikian jarak aman antar kereta api dapat diminimalkan. Sistem ini akan menyesuaikan blok dengan kecepatan kereta. Semakin cepat jalan kereta, semakin besar bloknya karena semakin besar jarak yang diperlukan kereta untuk berhenti jika terjadi peristiwa darurat Rhandyverizarie, (2018). Dengan *Moving Block headway* yang dihasilkan lebih pendek sehingga daya angkut penumpang lebih banyak karena kapasitas lintas yang lebih besar.

Sistem persinyalan CBTC terbagi atas empat bagian yaitu (Rhandyverizarie, 2018); (Elektron HME, 2019):

- *Automatic Train Supervisory (ATS)*. ATS adalah alat yang berada di Pusat Kontrol atau Operation Control Center (OCC) berfungsi untuk mengawasi operasional kereta, seperti memberi arahan rute ataupun mengatasi penambahan jumlah kereta akibat penambahan lalu lintas, dsb.
- *Wayside CBTC*. Komponen ini berada di sepanjang sisi rel kereta. Alat ini berfungsi untuk menjaga komunikasi antara Pusat Kontrol dan kereta (on-board) selalu terhubung secara real-time.
- *Peralatan On-Board*. Peralatan CBTC dipasang di kereta yang berfungsi sebagai pengatur jalannya kereta, deteksi keberadaan kereta, dll.
- *Operation Control Center (OCC)* atau pusat kendali adalah mengatur operasi kereta secara terpusat.

Di dalam kereta, terdapat peralatan On-board salah satunya yaitu VOB yang memiliki fungsi untuk memberikan informasi sinyal sistem CBTC. Lalu, peralatan *Wayside* yang terdapat di sepanjang jalur kereta akan menangkap sinyal dari perangkat *On-board* sehingga posisi kereta dapat diketahui. Informasi ini kemudian dikirim ke sistem ATS dan ditampilkan di *Programmable Route Control (PRC)* yang berada di OCC. Jadi, posisi kereta dapat diketahui dengan akurat karena “penangkap sinyal” posisi kereta, yaitu *Wayside*, terdapat di sepanjang jalur kereta.



Gambar 4: Alur Kerja Sistem CBTC (Rhandyverizarie, 2018)

Keuntungan pada sistem CBTC (Rhandyverizarie, 2018):

- Lokasi kereta dapat ditentukan secara presisi. Bahkan, bisa menampilkan koordinat pasti dari kereta walaupun berubah sedikit aja.
- Trafik dan kecepatan kereta dapat dengan mudah dipantau dan dikendalikan.
- Terjamin lebih aman, karena sistem yang menggunakan jaringan nirkabel.
- CBTC lebih hemat. Sebab, perlengkapan sistem sepanjang jalur tidak sebanyak fixed block. Sistem ini cocok digunakan untuk negara yang penduduknya banyak dan membutuhkan transportasi dalam waktu singkat karena kereta yang datang tepat waktu.

Sistem CBTC PT. MRT Jakarta juga sudah mengusung GoA 2 (*Grade of Automation 4*) dimana masinis hanya mengoperasikan buka tutup pintu di mainline, berbeda dengan LRT (Light Rapi Transit) yang sudah menerapkan GoA 3 dalam pengoperasian keretanya.

Pelayanan Melalui E-Office, Layanan Pelanggan dan Integrasi Antar Sistem.

Sebagai operator, PT MRT Jakarta berkomitmen untuk terus meningkatkan pelayanan, di antaranya melalui transformasi digital, baik di sistem manajemen melalui e-office, layanan pelanggan, dan operasional yang diintegrasikan dengan sistem pengoperasian perkeretaapian (Churry, 2019).

Selama 2018 juga sudah ada beberapa pencapaian yang berdampak positif bagi peningkatan kinerja operasional manajemen. Di antaranya perusahaan mulai mengembangkan infrastruktur sistem TI berbasis *Enterprise Resource Planning (ERP)* yang berfungsi sebagai sistem integrasi informasi. Sistem ini sudah terintegrasi dengan sistem ICT Perkeretaapian, sejak pertamakali dioperasikan pada Maret tahun 2019 (Churry, 2019)

Selain itu, juga dilakukan pengembangan portal sistem aplikasi terutama untuk mengintegrasikan akses user/akun, sehingga setiap karyawan menggunakan 1 (satu) akun untuk semua aplikasi. Dalam hal ini, di antaranya dilakukan melalui

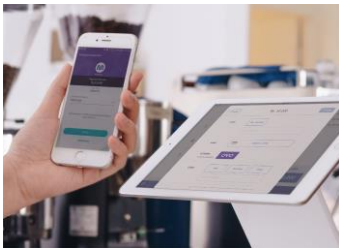
sistem *Single Sign On* (SSO) yang terintegrasi dengan *Active Directory* yang telah dikembangkan sejak tahun 2017 (Churry, 2019).



Gambar 5: e-Office (Picsi, 2018)

Transaksi di UKM Stasiun MRT Gunakan Teknologi Kasir Digital

MRT Jakarta menggandeng Moka, sebuah platform terintegrasi di Indonesia yang terdiri atas POS (aplikasi kasir), toko online, dan lain-lain (Moneter.id, 2020) terkait penyediaan layanan *Point Of Sale* (POS) untuk Usaha Kecil dan Menengah (UKM) yang menjajakan produknya di area stasiun MRT Jakarta. Moka berperan untuk menyediakan fasilitas layanan berupa *hardware*, *software* sekaligus pelatihan khusus bagi para merchant untuk penggunaan sistem kasir digital tersebut (AllRelease.id, 2020).



Gambar 6: Teknologi Kasir Digital Moka (AllRelease.id, 2020)

Dengan adanya kolaborasi bersama Moka sangat membantu menambah pengalaman mobilitas masyarakat selama menggunakan layanan MRT Jakarta, baik dalam menunjang kebutuhan mobilitas mereka maupun pengalaman transaksi di setiap gerai UKM yang tersedia.

Pembelian Tiket Melalui Aplikasi

MRT telah menghadirkan aplikasi MRT-J yang bisa dimanfaatkan untuk membeli tiket MRT dari aplikasi tersebut. Agar lebih praktis, pengguna dapat menggunakan metode pembayaran Dompot Digital DANA, OVO, Link Aja, dll. Setelah pembayaran berhasil, pengguna akan mendapatkan QR Code yang bisa digunakan untuk masuk peron MRT. Cukup dengan pindai QR Code ke alat pemindaian khusus QR Ticketing pada pintu masuk (Reza, 2020).



Gambar 7: Pemesanan Tiket MRT Secara Online

D. Transformasi Digital Operasional PT Kereta Api Indonesia

Transformasi KAI Dari Soal Tiket Hingga Fasilitas Stasiun

PT Kereta Api Indonesia (KAI) terus melakukan transformasi terhadap pelayanan dalam sepuluh tahun belakangan ini. Sejak 2009, PT KAI meningkatkan mutu dan pelayanan kepada pengguna jasa angkutan kereta api.

Adapun yang telah dilakukan PT KAI adalah memodernisasi sistem pertiketan, membuat aplikasi KAI Access, melakukan peremajaan sarana, memperbaiki prasarana dan fasilitas pelayanan di seluruh stasiun, hingga membentuk layanan pusat informasi.



Gambar 8: Aplikasi KAI Access

PT KAI juga melakukan beberapa inovasi demi memberikan layanan terbaik, seperti membuat *Rail Clinic*, *e-boarding pass*, *ticket vending machine*, transaksi non-tunai untuk pembelian tiket, pembenahan konektivitas antarmoda di stasiun, dan pengembangan kawasan *Transit Oriented Development* (TOD) di stasiun-stasiun melalui sinergi BUMN.

Layanan Solusi Korporasi Berbasis IoT

Layanan solusi korporasi berbasis IoT Telkomsel, dipercaya oleh PT Kereta Api Indonesia (PT KAI) untuk mentransformasi operasional armada kereta pembangkit milik PT KAI (Suyudi, 2019).

Melalui unit Telkomsel Enterprise, Telkomsel menghadirkan solusi Industrial Internet of Things dengan layanan *Intelligent Tank Monitoring System* (INTANK) yang kemudian dikembangkan dan dikustomisasi oleh PT KAI dan Telkomsel menjadi solusi baru dengan nama GRAMS, atau *Genset Reliability and Availability Monitoring System*. Solusi ini berfungsi untuk memonitoring performance dan kondisi genset di kereta pembangkit secara real time sehingga dapat dilakukan pencegahan problem sebelum terjadi dan dapat memprediksi jadwal maintenance yang akan dilakukan. Sejumlah faktor pada kereta pembangkit yang dapat GRAMS

pantau meliputi efisiensi kelistrikan (faktor daya, voltase, arus listrik), kondisi mesin (suhu, tekanan oli, rpm), status dan masa operasi mesin, kondisi baterai, hingga lokasi (Suyudi, 2019).

PT KAI Menyediakan Layanan First-Mile Hingga Last-Mile

First-mile yaitu perjalanan dari tempat asal menuju tempat transit transportasi massal sedangkan last mile adalah perjalanan dari tempat transit transportasi massal ke tempat tujuan (Puspa, 2020).

Kolaborasi dilakukan PT. KAI dengan semua penyedia jasa transportasi dimulai dari Gojek, Grab, Blue Bird, hingga pengembangan moda lainnya untuk menciptakan layanan first-mile hingga last-mile. Tak hanya itu, platform pembayaran juga akan diintegrasikan supaya dapat menikmati layanan secara *end to end* (Puspa, 2020)

Masyarakat dapat berkegiatan secara produktif dan efisien melampaui penggunaan kendaraan pribadi yang terkoneksi dengan *pedestrian area*, MRT, halte TransJakarta, dan kereta bandara. Di depan stasiun akan ada tempat berkumpulnya jasa transportasi online di pangkalan bagi ojek online.

Integrasi akan memudahkan masyarakat berpindah dari kendaraan pribadi ke transportasi umum secara tersambung. Sehingga nantinya akan mewujudkan Jakarta sebagai Kota *Transit Oriented Development* (TOD).

Penerapan System Application And Product (SAP) Pada Administrasi Kepegawaian PT KAI

Program SAP sudah diimplementasikan dari tanggal 1 Juni 2010. Solusi SAP ERP (*Enterprise Resource Planning*) untuk mendukung kinerja dan mempermudah sistem pelaporan di berbagai unit kerja baik di Kantor Pusat, Daerah Operasi, serta Divisi regional. Penerapan ini dilakukan bekerja sama dengan PT Telkom Indonesia dan Metrasys Wihono, (2010).

Dengan adanya penerapan SAP ERP, akan menciptakan sebuah platform tunggal yang terinterkoneksi dengan keuangan, sumber daya manusia, dan kegiatan operasional lainnya. Program SAP ERP membuat kegiatan pelaporan menjadi lebih cepat, juga lebih akurat dan bisa meningkatkan pengawasan dalam kegiatan operasional yang dilakukan secara bersama-sama (Wihono, 2010)

SAP ERP juga bisa berguna untuk menentukan apakah rute yang dilalui oleh kereta api bisa ditambah frekuensinya atau bahkan bisa dihapuskan. Selain itu, PT KAI juga dapat merencanakan, melaksanakan, dan memonitor rolling stock, serta kegiatan pemeliharaan terhadap infrastruktur yang dimiliki agar menjadi lebih baik (Jose, 2015).

PT. KAI Gunakan E-Office Untuk Tingkatkan Pelayanan Administrasi dan Manajemen

PT. KAI sudah menggunakan *E-Office* untuk memenuhi kebutuhan informasi bagi karyawan meliputi antara lain efisiensi dan efektifitas kerja, penghematan penggunaan kertas

dan tempat penyimpanan, penghematan waktu pencarian suatu dokumen, meminimalisir resiko kehilangan dokumen dan pelacakan keberadaan dan status dokumen. Penggunaan *E-office* juga merupakan bentuk kegiatan dalam menyampaikan informasi melalui internet secara online. mengenai pesan yang ada di *E-office* yaitu terkait dengan adanya penyebaran informasi persuratan, data diri karyawan, data kesehatan, informasi mengenai slip gaji, peraturan kebijakan PT. KAI, hingga informasi tentang *E-learning* dan adanya forum *chatting*.

5. SIMPULAN

Teknologi digital akan menciptakan peluang baru yang inovatif untuk membawa operasi kereta api ke masa depan. Dari sisi transportasi di bidang perkeretaapian, digitalisasi yang sudah diterapkan di Indonesia diantaranya yaitu sistem manajemen lalu lintas, *e-ticketing*, *signalling systems*, *E-Office*, *e-boarding pass*, dan ERP.

Implementasi teknologi IoT merupakan perwujudan komitmen penyedia jasa layanan khususnya transportasi kereta api dalam mendukung terwujudnya visi Making Indonesia 4.0 dari pemerintah yang mampu mendorong realisasi Revolusi Industri 4.0 di Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- AllRelease.id. (2020). *Kolaborasi Moka dan MRT Jakarta Hadirkan Kenyamanan Transaksi UKM di Stasiun MRT dengan Teknologi Kasir Digital*.
- Bolivar, E. (2020). *Enable Railway 4.0 with next-generation Communications and Network solutions*. Alcatel-Lucent.
- Buhl, E. (2016). *Automatic train operation*, *The Magazine*.
- Chinoracký, R., & Čorejová, T. (2019). Impact of Digital Technologies on Labor Market and the Transport Sector. *Transportation Research Procedia*, 40, 994–1001. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.trpro.2019.07.139>
- Churry. (2019). *Top Digital Awards 2019: MRT Kejar Palayanan Tingkatkan Transformasi Digital*.
- Diaz de Rivera, A., & Dick, C. T. (2021). Illustrating the implications of moving blocks on railway traffic flow behavior with fundamental diagrams. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 123, 102982. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.trc.2021.102982>
- Febriani, D., Mega Olivia, C., Anisah Sholilah, S., & Hidajat, M. (2020). Analysis of Modal Shift to Support MRT-Based Urban Transportation in Jakarta. *Journal of Physics: Conference Series*, 1573(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1573/1/012015>
- Harriss, L. (2016). *Moving Block Signalling*.
- Hayes, B. (2008). Cloud computing. *Communications of the ACM*, 51(7), 9–11.
- Hlavatý, J., & Ližbetin, J. (2021). Innovation in Rail Passenger Transport as a Basis for the Safety of Public Passenger

- Transport. *Transportation Research Procedia*, 53, 98–105.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.trpro.2021.02.013>
- Jalil, M. S. (2016). E-service Innovation: A Case Study of Shohoz.com. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 224, 531–539.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2016.05.432>
- Jose, A. (2015). *Kesuksesan Penerapan Teknologi di PT KAI*.
- Marshall, A., Mueck, S., & Shockley, R. (2015). How leading organizations use big data and analytics to innovate. *Strategy & Leadership*, 43(5), 32–39.
<https://doi.org/10.1108/SL-06-2015-0054>
- Mićić, L. (2017). Digital transformation and its influence on GDP. *ECONOMICS*, 5(2), 135–147.
- Moneter.id. (2020). *Moka Mudahkan Transaksi UKM di Stasiun MRT*.
- Muzira, S., & Lawrence, M. (2019). *The world is going digital – time for the rail industry to jump on board*. World Bank Blogs.
- Nižetić, S., Šolić, P., López-de-Ipiña González-de-Artaza, D., & Patrono, L. (2020). Internet of Things (IoT): Opportunities, issues and challenges towards a smart and sustainable future. *Journal of Cleaner Production*, 274, 122877.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122877>
- Pisci. (2018). *Pengelolaan Electronic Filling System (EFS)*.
- Pieriegud, J. (2018). *DIGITAL TRANSFORMATION OF RAILWAYS*.
- Puspa, A. W. (2020). *Begini Bentuk Kolaborasi PT KAI dengan Gojek dan Grab*. Bisnis.Com.
- Reza. (2020). *Praktis, Beli Tiket MRT Pakai Aplikasi!*
- Rhandyverizarie. (2018). *Mengenal CBTC, Sistem Persinyalan Canggih di MRT Jakarta*.
- Sahid, A., Maleh, Y., & Belaissaoui, M. (2020). Cloud Computing as a Drive for Strategic Agility in Organizations. In *Strategic Information System Agility: From Theory to Practices* (pp. 117–151). Emerald Publishing Limited. <https://doi.org/10.1108/978-1-80043-810-120211007>
- Salmiya, F. U., Ramadhani, N., & Haya, N. S. (2019). *CBTC, Sistem Canggih Pengendali MRT Jakarta*.
- Scordamaglia, D. (2019). *Digitalisation in railway transport: A lever to improve rail competitiveness*.
- Suyudi, T. (2019). *Transformasi Digital Operasional PT Kereta Api Indonesia*.
- Wohono, T. (2010). *PT KAI Implementasi SAP ERP*.
- Zavyálova, V. (2018). *Russian Railways Akan Gunakan Teknologi Blockchain untuk Pemeliharaan Kereta*. Rusia Beyond.