

## Peluang Dan Tantangan Sumber Daya Manusia Dalam Penyelenggaraan Pelabuhan Cerdas (*Smart Port*) Nasional Di Masa Revolusi Industri 4.0

Nicholas Dwinovan<sup>1\*</sup>, Arif Rachman Dillah<sup>2</sup>, Fakhri Najmuddin<sup>3</sup>, Kencana Verawati<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Manajemen Pelabuhan dan Logistik Maritim, Universitas Negeri Jakarta, DKI Jakarta, Indonesia

<sup>2</sup>Manajemen Pelabuhan dan Logistik Maritim, Universitas Negeri Jakarta, DKI Jakarta, Indonesia

<sup>3</sup>Manajemen Pelabuhan dan Logistik Maritim, Universitas Negeri Jakarta, DKI Jakarta, Indonesia

<sup>4</sup>Manajemen Pelabuhan dan Logistik Maritim, Universitas Negeri Jakarta, DKI Jakarta, Indonesia

\*Korespondensi : [Nicholasdwinovan0@gmail.com](mailto:Nicholasdwinovan0@gmail.com)

### Abstrak

Kegiatan ini bertujuan mengetahui peluang, tantangan, dan solusi untuk Sumber Daya Manusia (SDM) pelabuhan nasional di Indonesia dalam menghadapi Revolusi Industri 4.0 dan mengembangkan pendidikan yang sudah ada. Permasalahan dan tantangan yang dihadapi oleh masyarakat kepelabuhanan terletak pada penempatan sumber daya manusia, pembaruan aplikasi teknologi di bidang pelayaran, dan daya saing industri pelayaran. Permasalahan terbesarnya adalah ego sektoral yang masih tinggi, misalnya biaya logistik yang mahal di Indonesia. Adapun, tantangan terbesarnya adalah mengkolaborasi pelayanan agar dapat diintegrasikan dan menghilangkan ego sektoral tersebut. Pengembangan teknologi informasi yang menjadi penggerak ekonomi dunia belum sepenuhnya dapat disusul dengan pendidikan saat ini. Penelitian ini merupakan studi literatur yang fokus pada hasil wawancara mendalam (in-depth interviews) dengan beberapa narasumber. Hasil penelitian yang berkaitan dengan pelabuhan cerdas (smart port) menunjukkan bahwa penggunaan automasi dan semi-automasi terkait dengan berkembangnya digitalisasi akan menjadi suatu acuan di dalam pelayanan pelabuhan secara nasional. Selain itu, diperlukan pendidikan yang menghasilkan sumber daya manusia dengan kekhasan maritim melalui pendalaman lebih ilmiah, khususnya pada jurusan Nautika, Teknik, dan Tatalaksana, serta pelatihan bersertifikat tingkat diploma.

**Kata kunci:** Revolusi Industri, Pelabuhan Cerdas, Sumber Daya Manusia.

### Abstract

*This research was designed to assess the opportunities and challenges for human resources of national ports in Indonesia in the Industrial Revolution 4.0, provide relevant solutions, and evaluate and improve existing education. The problems and challenges faced by the port society lie in human resources distribution, connectivity, updates on technological applications in shipping, and the shipping industry's competitiveness. Regarding human resources, experts, especially in the port sector, seem limited in number. Sectoral egotism that, for example, leads to expensive logistics costs, has been reported as the greatest problem, and, accordingly, an integrated collaboration on service provision in this atmosphere poses a significant challenge to human resources in national ports. Moreover, today's education has not been able to catch up with the advancement of Information Technology, which is the engine of the world economy. This research employed a literature study focusing on the results of in-depth interviews with several informants. The results showed that in the context of smart ports, automated and semi-automated systems as a result of digitalization would most likely become a reference in port services nationally. An education that produces human resources with maritime specialties through in-depth scientific analyses (especially in Nautical, Technical, and Management majors) and certified training at the diploma level is highly required.*

**Keywords:** Industrial Revolution, Smart Port, Human Resource.

Submit: April 2024

Diterima: April 2024

Publis: Mei 2024



Amaliah: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY-NC-ND 4.0)

## 1. PENDAHULUAN

Perdagangan modern di masa depan tidak lagi sebatas pertukaran antara kedua belah pihak, melainkan perjanjian kerja sama antarmitra yang saling menggantungkan kekritisan usahanya dan dilakukan dalam ruang geografis, zona waktu, serta batasan yang lebih luas. Terwujudnya perdagangan modern tentu disertai dengan sarana dan prasarana yang modern pula. Salah satunya adalah pembangunan pelabuhan cerdas (smart port). Smart port berperan sebagai perantara industri yang satu dengan lainnya.

Teknologi yang semakin berkembang perlahan akan mendisrupsi seluruh lini bisnis termasuk perihal kebutuhan tenaga kerja. Hal ini tentu bergantung pada Sumber Daya Manusia (SDM) yang berkompeten dalam menjawab tantangan perubahan dan kebutuhan di masa depan. Nanatinya, industri pelabuhan dan pelayaran cenderung membutuhkan sumber daya manusia dengan keterampilan tingkat menengah dan tinggi, sedangkan sumber daya manusia yang sifatnya dapat tergantikan oleh sistem automasi tidak lagi dibutuhkan. Potensi pelabuhan Indonesia dengan jaringan rute pelayaran internasional cukup tinggi: 90 persen perdagangan internasional menggunakan angkutan laut dan 40 persennya melalui Indonesia. Saat ini, terdapat 636 pelabuhan eksisting dan 1.321 pelabuhan baru di Indonesia.

Industri 4.0 mendorong bermunculannya industri-industri cerdas karena diterapkan ke dalam serangkaian teknologi dan organisasi. Industri 4.0 merupakan integrasi dari *Cyber Physical System* (CPS) dan *Internet of Things and Services* (IoT dan IoS) ke dalam proses industri yang meliputi manufaktur, logistik, dan

lainnya [4]. CPS merupakan salah satu aspek Revolusi Industri 4.0 yang sedang berkembang saat ini. Industri 4.0 bermanfaat dalam perbaikan kecepatan fleksibilitas produksi dan peningkatan pelayanan pada pelanggan. Manfaat Industri 4.0 tersebut akan berdampak positif terhadap kondisi perekonomian.

Praktisi Digital Communication Technology, menjelaskan mengenai beberapa karakter industri 4.0; (1) *inter-operability* atau *internet of things*, (2) *transparency* atau *block chain*, (3) *technical assistance* atau saat ini lebih dikenal dengan *big data* dan (4) yaitu *autonomous* [9]. Tujuan dari strategi inisiatif Industri 4.0 yang berasal dari Jerman merupakan transformasi manufaktur industri melalui digitalisasi dan eksploitasi potensi teknologi baru [10]. Jerman sangat berkepentingan karena Industri 4.0 merupakan bagian dari kebijakan rencana pembangunannya yang disebut *High-Tech Strategy 2020*. Kebijakan tersebut bertujuan untuk mempertahankan Jerman agar selalu menjadi yang terdepan dalam dunia manufaktur. Di Jerman dengan beberapa tantangan yang harus diatasi oleh pabrikan, tetapi penerapan prosedur industri 4.0 memiliki potensi besar untuk mengamankan masa depan industri manufaktur. Pada revolusi industri 4.0 khusus pada penciptaan lingkungan pintar dalam sistem produksi dengan prioritas utama adalah perubahan, dalam operasi manufaktur dan teknologi informasi. Revolusi industri 4.0 pada saat ini juga dikenal sebagai *Volatility, Uncertainty, Complexity dan Ambiguity* atau lazim disebut VUCA. Untuk era sebelumnya pada saat belum dilakukannya penggabungan teknologi otomatisasi dengan teknologi siber, beberapa pekerjaan di Pelabuhan dilakukan belum sempurna, maka untuk kedepannya sebagai masukan untuk

pembentukan Sumber Daya Manusia yang baik diusulkan menerapkan beberapa terminologi, seperti regulatory, customer demand, globalization, technology advances, competitive influences, deregulation. Pada era VUCA saat ini, bahwa pembelajaran perlu mempersiapkan tenaga kerja untuk berjuang dalam ekonomi yang lebih *technologically driven dan knowledge based*

Permasalahan yang dihadapi dalam bidang kepelabuhanan secara umum terletak pada kualitas, kuantitas, dan penempatan sumber daya manusia, skema pendanaan alternatif, konektivitas, integrasi, dan pemerataan sarana-prasarana, pembaruan aplikasi teknologi di bidang pelayaran, ratifikasi regulasi internasional di bidang pelayaran, optimalisasi pemanfaatan infrastruktur, serta daya saing industri pelayaran. Dalam manajemen sumber daya manusia, keberadaan tenaga ahli di bidang kepelabuhanan masih terbatas. Pengembangan teknologi informasi sebagai penggerak ekonomi dunia belum sepenuhnya dapat disusul dengan pendidikan saat ini.

Penelitian ini bertujuan mengetahui peluang dan tantangan serta solusi mengenai kesiapan sumber daya manusia pelabuhan nasional di Indonesia dalam menghadapi Revolusi Industri 4.0. Permasalahan yang akan dikaji, yaitu pengembangan pendidikan yang sudah ada, pembangunan sumber daya manusia (kepelabuhan) dengan kekhasan maritim, pengembangan keilmuan khusus di bidang kemaritiman, dan pengembangan pendidikan kepelabuhanan setingkat diploma. Dalam Industri 4.0, smart port diharapkan mampu menerapkan Intelligent Transport System (ITS) melalui teknologi

penyegelan elektronik (e-seal), menggunakan peralatan bongkar muat yang hemat energi dan ramah lingkungan, serta menggunakan bahan bakar yang rendah sulfur. Namun, terdapat perbedaan pendapat dari beberapa pengamat yang menyatakan bahwa saat ini terjadi selisih yang cukup besar antara kondisi industri biasa dengan kondisi Industri 4.0 dalam hal teknologi. Hal ini karena road map pengembangan teknologi untuk mewujudkan Industri 4.0 belum terarah. Dengan kata lain, rancangan Industri 4.0 dan keseluruhan aspeknya belum jelas, sehingga menimbulkan berbagai spekulasi. Pendapat yang sama menyatakan bahwa Industri 4.0 diprediksi akan membawa dampak negatif terutama dari sudut pandang sosial dan ekonomi. Temuan penting ini menunjukkan bahwa Industri 4.0 akan mengarah pada penurunan sumber daya manusia substansial dengan keterampilan yang rendah. Kondisi ini berpengaruh pada negara dengan perbedaan tingkat sosial dan ekonomi yang tinggi.

Pengembangan sumber daya manusia dan pendidikan kemaritiman sangat dibutuhkan, khususnya bagi tenaga ahli kelautan dalam memahami aspek keselamatan, keamanan, dan peraturan. Badan Usaha Milik Negara (BUMN) bersama 13 perusahaan lainnya telah mendirikan universitas bidang kemaritiman dengan mengembangkan pengelolaan pengetahuan berbasis digital. Pengembangan pendidikan kemaritiman diperlukan untuk mengembangkan kurikulum atau menambahkan mata kuliah baru, diutamakan yang mengarah pada teknologi smart port. Penelitian sebelumnya menyatakan bahwa suatu pembangunan dikatakan berhasil

apabila keseluruhannya saling berkelanjutan antara masa lalu, masa sekarang, dan masa depan. Beberapa studi mengenai smart port di dunia digital menyatakan bahwa konsep smart menjadi fitur penting bagi organisasi pelabuhan agar berfungsi sebagai smart hub dalam jaringan transportasi dunia. Kebutuhan SDM berdasarkan prediksi Kemenristek Dikti pada 2017, khususnya untuk pengembangan program studi transportasi laut, sejak 2020 diperlukan 820 orang sampai 2030 diperlukan 2380 orang. Kebutuhan tenaga vokasi pada 2020 diperlukan 151 orang dan sampai 2030 diperlukan sebanyak 438 orang, pada studi vokasi khususnya strata D-I, D-III dan D-IV lebih banyak diperlukan secara operasional. Utamanya diperlukan pada manajemen pelabuhan, nautika dan rekayasa transportasi laut.

Sebagai contoh lainnya, pelabuhan Tanjung Priok sebagai international hub port mempunyai kendala seperti ketertinggalan dalam hal infrastruktur dan suprastruktur juga kinerja operasional pelabuhan, masih tertinggal jika dibandingkan dengan Pelabuhan Singapura. Pelabuhan Tanjung Priok dalam hal ini kurang diminati oleh main line operator (operator utama) dari operator kapal-kapal yang berukuran besar (mother vessel) untuk aktifitas bongkar muat dan transshipment. Peneliti kepelabuhanan menyoroti persyaratan utama dan gagasan utama untuk setiap pelabuhan, merasakan solusi dan juga tantangan terkait dengan kalibrasi dan pengujian sistem penginderaan terdistribusi yang terkait dengan peralatan utama yang menyusun pelabuhan terbesar di dunia, seperti derek dermaga, kendaraan berpemandu otomatis untuk penanganan kontainer dan crane halaman. Untuk menunjang smart port, manfaat industri dapat mewujudkan proses manufaktur yang

efisien, cerdas dan dengan biaya yang layak [21]. Khususnya bagi smart port, diperlukan perbaikan produktivitas, mendorong pertumbuhan pendapatan, peningkatan kebutuhan tenaga kerja terampil, peningkatan investasi [22].

Peneliti lainnya [4] menambahkan, bahwa dengan industri 4.0, industri diharapkan dapat memenuhi kebutuhan pelanggan secara individu, sehingga pengambilan keputusan menjadi lebih optimal serta akan mendapatkan model usaha yang baru. Beberapa peluang bagi tenaga kerja khususnya pada bidang transportasi laut, terutama pada jaringan global yang lebih luas, pengembangan dan peluang bisnis pada teknologi digitalisasi, termasuk pada usaha kecil dan menengah. Sedangkan tantangannya, pada perkembangan teknologi smart port akan mendisrupsi seluruh lini bisnis, termasuk dalam kebutuhan tenaga kerja. Perusahaan akan dihadapi pada tingkat loyalitas karyawan yang rendah, kurang memadainya lingkungan dan fasilitas kerja, tenaga kerja muda yang selalu membutuhkan inovasi, permintaan kompetensi yang tinggi, kualitas layanan yang lebih baik, kemampuan berkomunikasi dalam bahasa asing, dan adanya kemampuan penggunaan teknologi digital.

## 2. METODE PELAKSANAAN

Kegiatan ini dilakukan dengan wawancara mendalam (in-depth interviews) dan proses triangulasi [23]. Teknik yang digunakan ialah dengan mengamati partisipan beserta informan kunci/utama, yang terdiri atas perwakilan perusahaan milik pemerintah sebagai operator usaha kepelabuhanan, akademisi, pengamat, dan/atau organisasi kepelabuhanan. Wawancara tersebut menitikberatkan pada sumber daya manusia di sektor pelabuhan dan

pelayaran. Penelitian ini mengkaji perihal manajemen sumber daya manusia dari segi (1) peluang dan tantangannya, (2) kualitas, kuantitas, kebutuhan, penempatan, kelemahan sumber daya manusia, dan (3) operasional dan mitra kerja. Adapun, perihal teknologi disrupted atau Revolusi Industri 4.0 lebih diutamakan pada tren teknologi kemaritiman, teknologi pendukung baru, sistem aplikasi pengiriman peti kemas melalui pelayaran nasional, revolusi bisnis pelayaran nasional (digitalisasi pelayaran), serta konsep dan implementasi smart port.

### **3. HASIL DAN PEMBAHASAN** **Pengembangan Kualitas Sumber Daya**

Manusia Indonesia memiliki kualitas sumber daya manusia yang relatif sedang. Berdasarkan wawancara mendalam dengan pimpinan utama INSA, tinggi rendahnya kualitas tersebut akan menentukan produktivitas tenaga kerja Indonesia. Saat ini, produktivitas tenaga kerja Indonesia berada pada urutan ke-4 (relatif sedang) di tingkat ASEAN dan urutan ke-11 dari 20 negara anggota *Asian Productivity Organization* (APO). Adapun, daya saing Indonesia berada pada urutan ke-9 di tingkat ASEAN dan urutan ke-36 dari 137 negara yang tercatat dalam *The Global Competitiveness Index 2017-2018*. Indeks pembangunan manusia (IPM atau HDI) Indonesia saat ini bertambah 0,82% menjadi 71,39. Ekonomi Indonesia tahun 2018 mengalami pertumbuhan 5,3% sehingga mampu menciptakan lapangan kerja bagi 2,98 juta orang dan menurunkan tingkat pengangguran terbuka (TPT) menjadi 5,34%. Kondisi tersebut masih

lebih rendah dibandingkan Singapura, Malaysia, dan Brunei Darussalam. Berdasarkan data UNDP, ketiga negara tersebut sudah masuk dalam kategori *very high human development*.

Pengembangan kualitas sumber daya manusia nasional dapat dilakukan dengan menerapkan sistem pendidikan yang lebih fokus pada bidang tertentu. Indonesia memiliki peluang untuk mengejar ketinggalan melalui potensi bonus demografi (demographic dividend) yang akan berakhir maksimal 15 tahun ke depan. Indonesia memiliki pasokan tenaga kerja usia produktif dalam jumlah yang besar dengan rasio ketergantungan yang kecil [24]. Berdasarkan wawancara mendalam dengan narasumber dari Asosiasi Kepelabuhanan (ABUPI), leapfrogging digitalisasi dengan sistem siber secara fisik berproses melalui embedded system, smart sensors, smart systems, CPS, dan cyber physical production systems (CPPS) [7].

### **Tantangan Sumber Daya Manusia dalam Revolusi Industri 4.0**

Tantangan di era Revolusi Industri 4.0 adalah diperlukannya beberapa pembaruan perihal manajemen sumber daya manusia berbasis teknologi serta inovatif dan pembentukan sumber daya manusia yang kompeten di bidangnya [26]. Pengembangan sumber daya manusia menjadi fundamental dalam menjawab Revolusi Industri 4.0. Alokasi dana untuk pendidikan telah disiapkan pemerintah sebesar 20% dari anggaran negara, utamanya untuk peningkatan sumber daya manusia yang berdaya saing ekonomi. Perkembangan teknologi akan mendisrupsi seluruh lini bisnis, termasuk dalam kebutuhan tenaga kerja yang mengarah pada SDM berkompoten dalam menjawab tantangan perubahan dan kebutuhan di

masa depan. Bonus demografi akan berakhir sekitar 15 tahun kedepan. Dalam waktu 20 tahun mendatang, kemungkinan jenis teknologi yang ada sudah kembali berbeda dengan kondisi sekarang. Beberapa tantangan dari generasi milenial menurut laporan IML dapat dilihat dari empat bagian, yaitu tingkat loyalitas terendah karyawan kepada perusahaannya (penyebab utamanya adalah fasilitas dan lingkungan pekerjaan yang kurang memadai), penyebab konflik (milenial selalu membutuhkan inovasi dan berpotensi terlibat dalam konflik dengan generasi tua), kebebasan berpendapat (milenial akan menjadi generasi cerdas sehingga diperlukan pemimpin yang bijaksana), dan kompetensi serta kesenjangan generasi (perbedaan kompetensi antara generasi milenial dan generasi tua).

#### **Revolusi Industri 4.0 berasal dari Eropa.**

Di sana, tidak terdapat permasalahan mengenai ketidakpastian karena menerapkan labor-saving. Pada transportasi berteknologi, pertumbuhan tenaga kerja bukan merupakan kendala dikarenakan penambahan penduduk minus. Hal ini tidak menimbulkan permasalahan bagi Serikat Pekerja di sana. Di Indonesia, permasalahan dengan Serikat Pekerja menjadi pekerjaan rumah bagi pemerintah. Terjadi ketidakseimbangan (un-equilibrium) antara efisiensi dengan pengangguran. Industri 4.0 di masa ekonomi terbuka saat ini menerapkan operasi siber pada kontainerisasi. Dari operasi tersebut, diketahui masih banyak kapasitas bongkar muat yang terbuang. Oleh karena itu, efisiensi dan tanggung jawab sosial harus dibenahi.

Peneliti lainnya menyatakan bahwa ketika suatu negara menerapkan Industri 4.0, maka akan berhadapan

dengan tantangan, seperti perubahan demografi dan aspek sosial, keterbatasan sumber daya, dan keharusan penerapan teknologi ramah lingkungan. Menurut World Maritime University, Transport 2040 [30], implementasi sistem automasi bertujuan untuk mengoptimasi transportasi yang berkaitan dengan efisiensi dan dampaknya pada pekerja. Dampak tersebut, seperti pergeseran (bukan pengurangan) tenaga kerja pada pekerjaan dengan keterampilan rendah, menciptakan permintaan untuk jenis pekerjaan baru, dan permintaan tenaga kerja tidak akan dihilangkan tetapi keterampilan yang dibutuhkan untuk pekerjaan individu akan berubah.

Saat ini, Kementerian Pendidikan Tinggi, telah membuat serangkaian ilmu pendidikan transportasi laut. Secara operasional, Indonesia memerlukan pengembangan pendidikan khususnya dalam bidang kepelabuhanan, yaitu manajemen pelabuhan, manajemen lalu lintas kapal, dan bidang logistik maritim (manajemen terminal). Kemampuan yang disebut sebagai kecerdasan sosial sangat dibutuhkan. Menurut Tanumihardja, salah satu fokusnya adalah perihal kepemimpinan dan membangun hubungan yang saat ini sedang diterapkan di Bank Central Asia.

#### **Strategi**

Menurut pimpinan INSA, cara meningkatkan kualitas sumber daya manusia yang dimiliki adalah dengan mengadakan kursus dan pelatihan vokasi yang menjadi suatu keharusan bagi calon pekerja untuk memenuhi kebutuhan pekerjaan di masa depan. Hal tersebut menjadi strategi yang sebaiknya dilakukan Indonesia dan disertai dengan melakukan perubahan Undang-undang Nomor 13 Tahun 2013 tentang Ketenagakerjaan. Strategi lainnya dapat belajar dari pelabuhan di Rotterdam

yang melakukan perbaikan dan strategi melalui (1) pelabuhan masa depan, yaitu menawarkan solusi digital dengan automasi proses dan memperhatikan aspek transparansi, kecepatan, efisiensi, dan keamanan rantai logistik, (2) navigasi, yaitu aplikasi yang memberikan gambaran tentang rute koneksi yang paling efisien serta mencakup direktori bisnis dengan mitra kerja pelabuhan Rotterdam, serta (3) keberangkatan dan kedatangan kapal, yaitu aplikasi berbasis data kapal yang lengkap dan dapat menunjuk secara langsung target pencapaian di pasar pelabuhan Rotterdam.



Gambar 1. Pelabuhan sebagai *Trade Facilitator*

Beberapa strategi pembangunan sumber daya manusia transportasi laut menurut akademisi dari ITS Surabaya, antara lain dibutuhkannya pola pikir kemaritiman melalui pendidikan yang dapat menimbulkan kecintaan pada laut dan pendidikan tinggi di bidang maritim (pendidikan terapan, pelatihan, sertifikasi sesuai bidang, dan upaya lainnya untuk membangun kompetensi lulusan sesuai jenjang karir). Dengan demikian, pelabuhan akan menjadi fasilitator perdagangan yang saling terkait dengan *landlord* atau *line*

*dedicated terminals* dan operator terminal sebagai model bisnis (Gambar 1).

Menurut pimpinan IPC Surabaya, ancaman dari Revolusi Industri 4.0 ialah kemungkinan hilangnya sekitar 1-1,5 miliar pekerjaan sepanjang tahun 2015-2025 karena tergantikannya posisi manusia dengan mesin otomatis. Di masa yang akan datang, diprediksi 65% murid sekolah dasar di dunia akan bekerja pada pekerjaan yang belum pernah ada di saat ini (U.S. Department of Labor). Adapun, peluangnya adalah era digitalisasi berpotensi memberikan peningkatan *net* tenaga kerja hingga 2,1 juta pekerjaan baru pada tahun 2025 (World Economic Forum).

Revolusi Industri 4.0 di Pelindo III telah diterapkan pada pemetaan kompetensi *soft & hard* karyawan, peningkatan kemampuan sumber daya manusia melalui literasi digital dan program teknologi baru, serta pengembangan sumber daya manusia dengan program beasiswa. Pelindo III mengembangkan sistem automasi untuk proses operasional. Sebagai *pilot project*-nya adalah Pelabuhan Teluk Lamong yang memiliki tiga strategi, yaitu *Automated Stacking Crane (ASC)*, *Container Terminal Tractor (CTT)*, dan *Auto Gate System (AGS)*. Pelabuhan juga diharapkan dapat meningkatkan produktivitas pada kualitas yang konstan, level keamanan dan akurasi, serta stimulasi pengembangan produksi industri lokal.

## Peluang

Berdasarkan informasi dari narasumber lainnya, Industri 4.0 berimplikasi pada dunia transportasi dan logistic yang meliputi perencanaan sumber daya, sistem manajemen gudang, sistem manajemen transportasi, sistem transportasi cerdas, dan keamanan informasi. Sebagai *smart port*, Pelabuhan Teluk Lamong akan meningkatkan fasilitas terminal pada peralatan kontainer di area dermaga kontainer, terutama di bagian internasional dan dermaganya, bagian domestik dan dermaganya, serta di area dermaga *dry bulk*. Tercatat kapasitas dermaga per tahun adalah 712.800 Teus pada kontainer internasional dan 455.544 Teus pada kontainer domestik .

Hasil penelitian menunjukkan bahwa Pelabuhan Teluk Lamong di Jawa Timur yang berkonsep *green port* memerlukan jalan khusus menuju Teluk Lamong agar tidak mengganggu jalan arteri. Pengembangan sumber daya manusia yang diusulkan pada penelitian tahun 2019 di sekitar Pelabuhan Teluk Lamong adalah masyarakat dapat dibina melalui program desa nelayan dan pengembangan ekosistem mangrove sebagai tempat wisata. Revolusi teknologi maritim direncanakan dengan mengembangkan MASS (*Maritime Autonomous Surface Ship*) global pada tahun 2020-2035. Konsep kapal masa depan ialah penggantian anak buah kapal dengan sistem digitalisasi atau komputerisasi, seperti kapal pesisir tanpa kendali yang dikendalikan

jarak jauh, kapal tak berawak, dan kapal di lautan tanpa awak

Cikarang *Dry-Port* telah menerapkan *Intelligent Transport System* (ITS) dalam teknologi penyegelan elektronik untuk mengunci kargo dari *dry-port* menuju pelabuhan. Dengan alat ini, kargo yang diangkut dengan kereta api atau truk kontainer dapat terdeteksi. Apabila segel yang diperiksa oleh petugas Bea Cukai dibuka, maka secara otomatis mengirimkan peringatan kepada petugas di ruang kontrol Cikarang *Dry-Port*. Pengiriman informasi elektronik tersebut didukung oleh GPS. Beberapa inovasi lainnya yang telah dilakukan di Indonesia, antara lain pengaturan lampu lalu lintas menggunakan Sistem Kendali Lalu Lintas Kendaraan atau *Area Traffic Control System* (ATCS) melalui CCTV.

Secara keseluruhan, sumber daya manusia di bidang teknologi informasi yang menjadi penggerak ekonomi dunia belum sepenuhnya dapat disusul dengan pendidikan saat ini. Oleh karena itu, Pendidikan Ahli Kepelabuhanan yang berwawasan teknologi informasi sangat diperlukan. Penyediaan sumber daya manusia untuk meningkatkan efektivitas kinerja UPT dan Unit Kerja di lingkungan Direktorat Jenderal Perhubungan Laut dilakukan dengan penyesuaian struktur organisasi (tugas dan fungsi disesuaikan dengan perkembangan). Saat ini cukup banyak capaian program pendidikan dan pelatihan Matra Laut tahun 2015-2018. Namun demikian, masih dibutuhkan 22.048 Aparatur sipil negara (ASN) dari

lulusan sekolah BPSDM melalui pola pembibitan atau ikatan dinas pada tahun 2018- 2022.

Berdasarkan wawancara mendalam dengan pengamat transportasi laut dari Institut Teknologi Surabaya, kebutuhan sumber daya manusia bidang transportasi laut dapat diproyeksikan dari muatan kargo dan peraturan global (IMO, UNCTAD, MEA) melalui jenjang pendidikan. Kebutuhan program studi yang menghasilkan sumber daya manusia dibagi menjadi jalur kompetensi ke arah jenjang karir dan jumlah kebutuhan ke arah jenjang pendidikan. Kebutuhan sumber daya manusia pelabuhan pada 2020-2030 diproyeksikan sebesar 750-2.380 orang.

Kajian mengenai sumber daya manusia ini bukan untuk membuka pendidikan baru tetapi diarahkan untuk mengembangkan dan memperdalam pendidikan yang sudah ada dengan lebih spesifik lagi. Saat ini, pendidikan kemaritiman hanya terbatas pada tiga jurusan utama, yaitu Nautika, Teknik, dan Tatalaksana. Dengan demikian, diperlukan jurusan yang lebih spesifik atau jurusan yang diarahkan pada pengetahuan mengenai pelabuhan cerdas (*smart port*). Pendidikan vokasi strata D-I, D-III, dan D-IV lebih banyak diperlukan secara operasional, khususnya pada manajemen pelabuhan, nautika, dan rekayasa transportasi laut. Sebagai gambaran umum, setelah melakukan pelayaran, pekerja lulusan jurusan nautika akan bekerja sebagai *port*

*captain* atau *mooring master* yang ilmunya hanya diperoleh dari pengalaman sebagai praktisi. Pengembangan tersebut masih perlu disertai kajian-kajian ilmiah dengan cara memperdalam kurikulum pendidikan atau menambah mata kuliah baru. Sebagai ilustrasi, pada lima tahun terakhir, pihak lembaga pendidikan kemaritiman di Inggris telah mengeluarkan Sertifikat Diploma untuk *Harbour Master* dengan menempuh pendidikan selama 12 bulan atau maksimal tiga semester.

Sertifikat Diploma ini, apabila diterapkan di Indonesia, maka akan diarahkan pada manajemen pengelolaan dan penjagaan keselamatan serta keamanan kapal ketika sedang berlayar. Dalam pengembangannya dapat diarahkan untuk membuat perhitungan stabilitas rencana penyimpanan (*stowage plan*) dan pengawasan benda-benda berbahaya. Pengembangan metode pembelajaran untuk vokasi D-III pada bidang manajemen terminal dan manajemen lalu lintas kapal memiliki perbandingan praktek dengan teori sebesar 70:30. Adapun, untuk vokasi D-IV pada manajemen pelabuhan dan manajemen pelayaran, perbandingan praktek dengan teorinya adalah 60:40.

Penerapan Industri 4.0 yang masih terbatas dalam perusahaan disebabkan oleh keraguan terhadap kegunaannya. Sebagian besar penelitian ini mendukung pendapat peneliti sebelumnya. Seorang peneliti di Italia menyatakan bahwa

dalam implementasinya di Pelabuhan Salerno dan konseptualisasinya sebagai sistem layanan, *smart port* dapat memperkaya literatur mengenai rantai pasokan pelabuhan sekaligus mendukung para operator pelabuhan. Adapun, implementasi *smart port* di Pelabuhan Belawan, Indonesia, menunjukkan bahwa (1) perencanaan pelabuhan yang diatur dalam rencana induk pelabuhan adalah pedoman dan dasar untuk melaksanakan pengembangan pelabuhan, (2) peraturan tata ruang dan zonasi sangat penting dalam persiapan, perencanaan, dan implementasi pengembangan pelabuhan, (3) fasilitas dan kriteria yang diperlukan model *global hub port* belum terpenuhi. Pelabuhan Belawan ini berpotensi untuk sepenuhnya dikembangkan sebagai pelabuhan *hub* regional yang dapat bersaing dengan pelabuhan-pelabuhan utama negara tetangga.

Hasil penelitian ini mendukung kajian pelabuhan di Korea Selatan. Kota Busan sebagai pelabuhan perdagangan dan industry logistic nomor satu di negara tersebut memainkan peran penting dalam industri regional secara keseluruhan. Berbagai usaha dilakukan untuk merevitalisasi industri logistik pelabuhan yang perlu disertai dengan pengembangan berbagai kebijakan dan teknologi yang terkait dengan Industri 4.0.

Peneliti lainnya menyatakan bahwa pelabuhan di Barcelona, Spanyol, memiliki daya saing yang tinggi dalam karakteristik inovasi teknologi dari Industri 4.0. Secara umum, pelabuhan di Barcelona

memberikan banyak informasi melalui program *Portic* atau program lain yang berada di bawah sistem keamanan siber. Tingkat automasi di pelabuhan di Barcelona ternyata membaik walaupun terdapat tekanan internal dari serikat pekerja yang berasal dari buruh pelabuhan (*stevedores*). Kajian yang sama juga dilakukan di Pelabuhan Las Palmas, Spanyol.

Diharapkan dengan hasil penelitiannya tersebut, para akademisi dapat meningkatkan kerja sama dengan industri manufaktur. Jumlah penelitian setiap tahunnya menjadi bukti bahwa para akademisi mulai mengarahkan fokus penelitiannya pada Industri 4.0. Pendapat lainnya menyatakan bahwa industri *smart port* memiliki dampak besar pada penyediaan sumber daya manusia. Keterbatasan sumber daya manusia merupakan tantangan untuk negara yang akan menerapkan Industri 4.0.

Dothy, sebagai pimpinan Terminal Teluk Lamong yang merupakan anak perusahaan Pelindo III, menambahkan bahwa dalam menerapkan konsep terminal ramah lingkungan (*green port terminal*) terdapat beberapa inovasi yang dilakukan. Inovasi tersebut adalah penggunaan sarana dan prasarana yang ramah lingkungan, seperti truk berbahan bakar gas, peralatan angkat listrik, lampu jalan tenaga matahari (*solar cell*), dan Pembangkit Listrik Tenaga Mesin Gas (PLTMG). Konsep automasi dan ramah lingkungan yang diterapkan Terminal Teluk Lamong berpeluang besar untuk menjadikan terminal tersebut sebagai terminal paling

modern di Indonesia, bahkan di Asia. Didukung oleh sistem transaksi *online* selama 24 jam nonstop, pengguna jasa akan semakin mudah dan cepat dalam bertransaksi dengan Terminal Teluk Lamong. Konsep ramah lingkungan dan automasi memberikan nilai tambah terhadap efisiensi biaya logistik.

Berdasarkan kajian informasi dari berbagai narasumber pengguna jasa transportasi laut dan pendapat dari peneliti sebelumnya, maka kebutuhan sumber daya manusia yang berkompeten di era Revolusi Industri 4.0 ini sangat diperlukan untuk menunjang pengelolaan pelabuhan di Indonesia menjadi pelabuhan cerdas (*smart port*). Hal ini memerlukan penyusunan strategi untuk menyongsong persaingan pasar kerja global yang semakin kompetitif karena sangat penting bagi industri kemaritiman Indonesia.

## KESIMPULAN

Sumber Daya Manusia (SDM) yang memiliki kesiapan dalam bekerja dengan kemampuan penggunaan teknologi masih sangat terbatas. Selain perlunya pelatihan secara konsisten, penyediaan laboratorium bongkar muat (simulator) dan penyempurnaan sistem informasi harus terintegrasi dengan instansi terkait. Hasil penelitian ini menunjukkan penggunaan automasi dan semi-automasi seiring dengan berkembangnya digitalisasi yang akan menjadi suatu acuan di dalam pelayanan pelabuhan secara nasional. Kajian Revolusi Industri 4.0 ini, yang dikaitkan dengan *smart*

*port* dan sumber daya manusia dengan kekhasan maritim, merupakan pembahasan yang belum pernah dilakukan sebelumnya dan menjadi suatu penelitian yang baru.

## REFERENSI

- Achmadi, T. (2019). Challenges and Opportunities for Human Resources Shipping in the Industrial Revolution Era 4.0. In \*National Marine Seminar\*.
- Arnita, D. (2014). Tanjung Priok Port Strategy as an International Hub Port: Comparative Study with the Port of Singapore. Bogor Institute of Agriculture, Indonesia.
- Balasingham, K. (2016). Industry 4.0: Securing the Future for German Manufacturing Companies. University of Twente.
- Bonekamp, L., & Sure, M. (2015). Consequences of Industry 4.0 on human labour and work organisation. \*Journal of Business Media Psychology, 6\*, 33-40.
- Botti, A., Monda, A., Pellicano, M., & Torre, C. (2018). The Re-Conceptualization of the Port Supply Chain as a Smart Port Service System: The Case of the Port of Salerno. \*Systems, 5\*(3), 22.
- Creswell, J. W. (2014). \*Research Design: Pendekatan Kualitatif, Kuantitatif, dan Mixed\*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Crnjac, M., Veža, I., & Banduka, N. (2017). From concept to the introduction of industry 4.0. \*International Journal of Industrial Engineering and Management, 8\*(21).
- Directorate General of Sea Transportation. (2019). Challenges and Opportunities for Human Resources Shipping in the

- Industrial Revolution Era 4.0. In \*Marine National Seminar\*.
- Dobrolubsky, A., Ieksarova, N., & Yeksarov, V. (2016). Smart port city of Odessa: brilliant embodiment of Vitruvius theories of beauty. \*Vitruvius Journal of Architecture and Technology and Sustainability, 1\*(1), 1-12.
- Dothy. (2019). Empowering Human Talent The Main Key To Face Industrial Revolution 4.0. In \*National Marine Seminar\*.
- Drath, R., & Horch, A. (2014). Industrie 4.0: Hit or hype? \*IEEE Industrial Electronics Magazine, 8\*(2), 56-58.
- Hartoto, C. (2019). Challenges and Opportunities for Human Resources Shipping in the Industrial Revolution Era 4.0. In \*National Marine Seminar\*.
- Hartoto, C. (2019). Indonesia has the potential of Indonesia to catch up. In \*National Marine Seminar\*.
- Heng, S. (2014). Industry 4.0: Upgrading of Germany's Industrial Capabilities on the Horizon.
- Hermann, M., Pentek, T., & Otto, B. (2016). Design principles for industrie 4.0 scenarios. In \*49th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS)\* (pp. 3928-3937).
- Herry. (2019). Getting to Know Dothy, the Woman Behind the Success of the Lamong Bay Terminal. \*beritakapal.com\*. Retrieved May 28, 2019, from beritakapal.com.
- Indonesia Millennial Report. (2019). Millennials Character Industrial Revolution 4.0. In \*National Marine Seminar\*.
- Jun, W. K., Lee, M. K., & Choi, J. Y. (2018). Impact of the smart port industry on the Korean national economy using input-output analysis. *Transportation Research Part A: Policy and Practice, 118*, 480-493.
- Jun, W. K., Lee, M. K., & Choi, J. Y. (2018). Impact of the smart port industry on the Korean national economy using input-output analysis. \*Transportation Research Part A: Policy and Practice, 118\*, 480-493.
- Kagermann, H., Lukas, W. D., & Wahlster, W. (2013). Final report: Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0.
- Kupriyanovsky, Y., et al. (2018). Smart container, smart port, BIM, Internet Things and blockchain in the digital system of world trade. *International Journal of Open Information Technologies, 6(3)*, 49-94.
- Latief, F. R. (2019). Information Systems in the Transportation and Logistics Industry. In \*National Seminar: Logistics & Transportation Expo 2019\*.
- Lingga, M. A. (2019). The Quality of Indonesian Human Resources is Still Medium. \*Kompas.com\*. Retrieved July 22, 2019, from money.kompas.com.
- Ministry of Transportation of the Republic of Indonesia. (2018). Circular of the Directorate General of Sea Transportation of the Ministry of Transportation of the Republic of Indonesia concerning Sulfur Content Limits on Fuels and Obligations to Deliver Fuel Consumption on Ships. Jakarta: Ministry of Transportation of the Republic of Indonesia.
- Muliawaty, L. (2019). Opportunities and Challenges in Human Resources in the Era of Disruption. \*Policy Journal of Administration Science, 10\*(1), 1-9.

- Neugebauer, R., Hippmann, S., Leis, M., & Landherr, M. (2016). Industrie 4.0-From the Perspective of Applied Research. In \*The 49th CIRP Conference on Manufacturing Systems\* (Vol. 57, pp. 2-7).
- Panjaitan, L. B. (2019). Facing the Opportunities and Challenges of the Industrial Revolution Era 4.0. \*Kompas\*.
- Permana, A. (2019). The design of Teluk Lamong became Eco-Smart Port. Bandung Institute of Technology. Retrieved March 28, 2019, from itb.ac.id.
- Prasetyo, H., & Sutopo, W. (2018). Industry 4.0: Study Classification of aspects and direction of research development. \*Jurnal Teknik Industri, 13\*(1), 17-26.
- Qin, J., Liu, Y., & Grosvenor, R. (2016). A Categorical Framework of Manufacturing for Industry 4.0 and Beyond. \*Procedia CIRP, 52\*, 173-176.
- Rachmawan, D. (2019). Challenges and Opportunities for Human Resources Shipping in the Industrial Revolution Era 4.0. In \*National Marine Seminar\*.
- Rahadian, D. (2019). Challenges and Opportunities for Human Resources Shipping in the Industrial Revolution Era 4.0. In \*National Marine Seminar\*.
- Rojko, A. (2017). Industry 4.0 concept: background and overview. \*International Journal of Interactive Mobile Technologies, 11\*(5), 77-90.
- Rüßmann, M., et al. (2015). Industry 4.0: The future of productivity and growth in manufacturing industries.
- Sakty, K. G. E. (2016). Logistics Road map for Smart Sea Ports. Renewable Energy and Sustainable. \*Renewable Energy and Sustainable Development, 2\*(2), 91-95.
- Solé, M. (2018). Workplace implications of Industry 4.0 at the Port of Barcelona. Lund University.
- Susanti, R. (2019). This is the HR Needed in the Industrial Revolution 4.0. \*Kompas.com\*. Retrieved March 16, 2019, from money.kompas.com.
- Susantono, B. (2014). \*Revolusi Transportasi, Indonesian\*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Yang, Y., Zhong, M., Yao, H., Yu, F., Fu, X., & Postolache, O. (2018). Internet of things for smart ports: Technologies and challenges. \*IEEE Measurements Magazine, 21\*(1), 34-43.