

## **Analisis Hambatan Inisiatif Industri 4.0 pada Rantai Pasokan Industri di Indonesia**

**Fransisca Dini Ariyanti, Januar Nasution, Karunia Agung Mahardini**

Industrial Engineering Department, Faculty of Engineering,  
Bina Nusantara University  
Jakarta, Indonesia 11480

dini.ariyanti@binus.ac.id, januar\_nasution@binus.ac.id, karunia.mahardini@binus.ac.id

### **Abstrak**

Di negara berkembang, khususnya Indonesia, Industri 4.0 relatif masih baru. Karena inisiatif dari Industri 4.0 dapat mengubah cara produk dirancang, diproduksi, dikirim, dan dibuang, dan mempengaruhi seluruh sistem bisnis. Tujuan penelitian ini, adalah untuk meneliti hambatan utama penerapan Industri 4.0 untuk mencapai arah pengelolaan dalam rantai pasokan. Sehingga dapat di susun daftar prioritas atas hambatan utama yang diidentifikasi. Dalam penelitian ini diidentifikasi delapan belas hambatan inisiatif Industri 4.0, selanjutnya diklasifikasikan pada empat kriteria utama yaitu: Organisasi (O), Teknologi (T), Strategi (S), Legal & Etika (L). Untuk mendapatkan umpan balik dari ahli industry di Indonesia, digunakan survei secara online kepada praktisi industry dan akademisi. Metodenya kombinasi dari EFA, Explanatory Factor Analysis, dan rangking prioritas dengan ANP Analytic Network Process. Hasil prioritas adalah hambatan Organisasi paling penting, diikuti hambatan Teknologi sebagai peringkat kedua, lalu hambatan Strategi sebagai peringkat ketiga, dan hambatan Legal & etika sebagai peringkat terakhir.

**Kata kunci:** Industry 4.0 key obstacle; Supply chain management; Sustainability; Analytical Network Process (ANP); Explanatory Factor Analysis (EFA)

### **Abstract**

*In developing countries, especially Indonesia, Industry 4.0 is still relatively new. Because the initiative from Industry 4.0 could change the way products are designed, manufactured, shipped, and disposed, which would affect entire business systems. The purpose of this study is to examine the main obstacles to implementing Industry 4.0 to achieve a management direction in the supply chain. Therefore the priority list of the main obstacles identified. In this study, eighteen Industry 4.0 initiative obstacles were identified, then classified into four main criteria, namely: Organization (O), Technology (T), Strategy (S), Legal & Ethics (L). Online surveys were used for industry experts and academics to get feedback from industry experts in Indonesia. The method combines EFA, Explanatory Factor Analysis, and priority ranking with the ANP Analytic Network Process. The priority outcomes are the most critical Organizational obstacle, followed by Technology obstacle as the second, Strategy obstacle as the third, and Legal & Ethical obstacle as the last.*

**Keywords:** Industry 4.0 key obstacle; Supply chain management; Analytical Network Process (ANP); Explanatory Factor Analysis (EFA)

## PENDAHULUAN

*Internet of Things, Intelligent Manufacturing, Genius Production* adalah kata-kata yang setara dengan Industri 4.0, telah diakui sebagai kontributor signifikan sehubungan dengan kondisi manufaktur terkomputerisasi dan penggunaan robot. Istilah industri 4.0 berisi berbagai macam teknologi untuk memberdayakan kemajuan *value chain* sehingga mengurangi waktu tunggu perakitan, dan meningkatkan kualitas barang serta pelaksanaan organisasi.

*Industry 4.0* adalah ekspresi trendi saat ini di industri (Hermann et al., 2016). Akhir-akhir ini, asosiasi industri mencari untuk menemukan perspektif dukungan dalam latihan bisnis mereka. Kemudian lagi, perusahaan berusaha untuk memuaskan kecenderungan klien yang terus berubah sambil menjamin perkembangan yang dapat dikelola di industri. (Mangla, et.al, 2018), (Govindan, et.al, 2016), (Luthra, et.al, 2018), (Sarkis, et.al.,2017) (Stock, et.al., 2016). Teknologi modern seperti komputasi *Cloud*, *Internet of things*, data analisis, pencetakan 3D, dan Industri 4.0 diadopsi untuk menciptakan lingkungan bisnis yang inovatif. (Lobo F.A., 2016) Perilaku manajemen rantai pasokan (SCM) secara signifikan berubah oleh teknologi ini termasuk *Industry 4.0*..(Tjahjono, et.al.,2017). *Industry 4.0* yang *maintainability situated idea* atau *artificial intelligent* yang membantu manajer industri secara eksklusif untuk menggabungkan jaminan ekologi dan kegiatan kontrol tetapi juga untuk beberapa proses keamanan, misalnya, kemampuan aset, pekerja dan jaringan kesejahteraan, prosedur yang lebih cerdas dan mudah beradaptasi dalam mengukur rantai pasokannya (Luthra, et.al, 2018)

Sebagian besar konsentrasi pada *Industry 4.0* dianggap sebagai pengaturan segmen manufaktur dan mengabaikan kerangka rantai pasokan. Aktivitas *Industry 4.0* mengubah sistem produksi dan rantai pasokan menjadi sistem produksi cerdas yang sebagian besar bergantung pada kolaborasi digital-fisik dari komponen terkait.(Wang, et.al.,2016) Izin prosedur bisnis dan latihan untuk memasukkan dan membuat kerangka fabrikasi semakin mudah beradaptasi, bijaksana, dan memperhatikan ekologi. (Hofmann, et.al.,2016) Saat ini, *Industry 4.0* secara umum adalah hal yang baru bagi negara-negara berkembang, khususnya di Indonesia dan membutuhkan definisi yang jelas untuk pemahaman dan praktik yang tepat dalam bisnis.

Tujuan penelitian ini untuk mengidentifikasi hambatan utama aktivitas *Industry 4.0* supaya mencapai arah pengelolaan yang baik dalam rantai pasokan. Selanjutnya disusun urutan prioritas hambatan, dengan maksud untuk mengaturnya, supaya kegiatan jaringan produksi *Industry 4.0* menjadi maju, kuat dan terpelihara di negara berkembang, terutama di Indonesia.

## TINJAUAN PUSTAKA

### *Industry 4.0*

*Industry 4.0* sangat diperhatikan dalam perakitan, karena membawa sudut pandang yang baru, yaitu kerja sama antara perakitan dengan inovasi untuk mendapatkan hasil yang paling maksimal dengan penggunaan aset paling sedikit. *Industry 4.0* mulanya diperkenalkan April 2011, oleh perusahaan di Jerman yang menggabungkan perakitan dengan teknologi data. (Luthra, et.al.,2018) Hasil dari usaha bersama ini membawa kemajuan pabrik perakitan yang brilian, yaitu, kepriawaian dalam penggunaan aset, dan adaptasi yang cepat untuk memenuhi tujuan administrasi dan situasi industri saat ini

Bagian inovasi data dari Industri 4.0 terdiri dari *cyber-physical framework (CPS)*, *distributed computing*, and the *Internet of Things (IoT)*. (Kamble, et.al., 2018) CPS membuat seluruh pabrik pemrosesan menjadi serbaguna. Ini adalah kerangka yang

dibentuk oleh kombinasi kerangka fisik; karena perakitan, dikerjakan, misalnya, CNC *computer numerical control*, mesin, pabrik, atau prosesor ke unit pemrosesan, misalnya, PC *personal computer*. Dalam kerangka, PC berjalan sebagai kepala dan mesin berjalan sebagai tubuh, yaitu, karena ada perubahan, pengaturan PC mengambil pilihan dan mewujudkannya melalui berbagai macam mesin. Kerangka tambahan terdiri dari lingkaran kritis: Ketika ada penyesuaian dalam parameter informasi, hasil diubah untuk memenuhi modifikasi pada masukan, sehingga dapat dikatakan bahwa lingkaran kritis berfungsi sebagai kerangka dua arah. Kerangka ini, karena keserbagunaannya yang tinggi, digunakan di klinik medis, kerangka kendali lalu lintas, dan memperhatikan usia dan penyebarannya. Bagian kedua dari kerangka kerja ini adalah komputasi terdistribusi, yang dalam istilah sederhana adalah penyampaian administrasi yang diidentifikasi dengan komputer atau inovasi data seperti server, *data mining*, atau database di web. Ini disebut sebagai *cloud* karena tidak ada di tempat administrasi digunakan, tetapi di area khusus, dan seluruh sistem dibatasi. Titik fokus yang diberikan komputasi terdistribusi adalah aktivitas ekonomi, kecepatan administrasi, ukuran aktivitas yang besar, dan ketersediaan, karena mudah diakses di bagian mana pun di dunia, terlepas dari jarak *cloud* ditemukan. Bagian ketiga dari kerangka kerja adalah IoT, yang mengacu pada asosiasi mesin-ke-mesin tanpa campur tangan manusia.

#### **Industri 4.0 dalam rantai pasokan**

Industri 4.0 mendorong interkoneksi yang sangat diutamakan antara bahan, produk, dan peralatan sambil memenuhi prasyarat klien dalam pengaturan jaringan persediaan. (Luthra,et.al.,2018) Penggunaan kemajuan Industri 4.0 memberdayakan pemeriksaan terus menerus dan pengendalian parameter generasi yang signifikan, misalnya, status pembuatan, pemanfaatan energi, aliran bahan, permintaan klien, dan informasi penyedia. Industri 4.0 dan pengelolaan telah menjadi acuan yang terus meningkat bagi rantai pasokan modern untuk meningkatkan efisiensi dan membangun budaya yang semakin layak. Industri 4.0 dianggap sebagai sikap bisnis lain yang dapat membantu asosiasi bisnis dan masyarakat untuk bergerak menuju perbaikan yang wajar. [6] Industri 4.0 juga disebut sebagai model terbaru dari rantai pasokan. Pabrik pemrosesan yang brilian dapat memiliki bermacam-macam saran dukungan seperti pemanfaatan aset yang ideal, inovasi, dan sebagainya. Hal ini mendasari perlunya penelitian saat ini untuk memahami arah dukungan yang didorong Industri 4.0 dalam rantai pasokan. (Luthra,et.al.,2018 Untuk keuntungan bisnis yang lebih tinggi, istilah Industri 4.0 harus dipahami dengan jelas oleh para administrator. Oleh karena itu, Industri 4.0 membutuhkan terminologi yang disortir secara mendalam dan penelitian pusat untuk definisi tertentu. (Luthra,et.al.,2018 Belakangan ini, Industri 4.0 memasukkan beberapa sudut pandang dan hambatan dalam membangun kondisi bisnis yang layak.

#### **Hambatan kegiatan industry 4.0 untuk keberlanjutan dalam rantai pasokan**

Berdasarkan tinjauan pustaka dan penelitian ahli, temukan delapan belas hambatan inisiatif *industry 4.0* untuk mengembangkan keberlanjutan dalam rantai pasokan, seperti yang ditunjukkan pada tabel 1.

**Tabel 1.** Hambatan inisiatif Industry 4.0 untuk rantai pasokan yang berkelanjutan

No	Hambatan	Pendekatan	Penulis-tahun
1	Rendahnya kesadaran tentang inferensi industry 4.0	Pemahaman yang sangat rendah tentang inferensi Industri 4.0 baik di kalangan peneliti maupun praktisi.	Almada-Lobo (2016); Hofmann and Rusch (2017)

**Tabel 1.** Hambatan inisiatif Industry 4.0 untuk rantai pasokan yang berkelanjutan  
(lanjutan)

No	Hambatan	Pendekatan	Penulis-tahun
2	Kurangnya riset dan pengembangan pada ratifikasi industry 4.0	Industry 4.0 telah disimpulkan oleh berbagai manajer yang berpraktik dengan cara mereka sendiri, karena kurangnya penelitian yang terfokus untuk menangani berbagai aspek adopsi Industry 4.0, meskipun Industry 4.0 mendorong keberlanjutan dalam rantai pasokan..	Schmidt et al. (2015); Hermann et al. (2016)
3	Masalah legitimasi/hukum	Umumnya Industry 4.0 membangun sistem fisik digital di mana berbagai mesin, sensor, kantor, dan orang-orang saling terkait ke web dan memperdagangkan informasi satu sama lain, menghasilkan masalah legal yang kompleks, sehingga perlindungan dan keamanan informasi harus dipertimbangkan dalam membuat informasi didorong rencana tindakan praktis dari Industry 4.0	Schroder (2016); Moller et al. (2017a)
4	Rendahnya visi kemajuan dan system kerja organisasi	Industry 4.0 menjelaskan pendekatan inovatif untuk operasi bisnis dan terutama organisasi manufaktur dengan transformasi digital, yang membutuhkan visi dan misi operasi digital yang jelas	Erol et al. (2016)
5	Kurangnya dukungan dan dedikasi dari Management	Untuk mengembangkan konsep Industry 4.0 yang efektif, dukungan dan dedikasi manajemen untuk menerima perubahan sangat penting.	Gbkalp et al. (2017); Savtschenko et al. (2017); Shamim et al. (2017)
6	Kemampuan karyawan dan masalah ketidak pastian	Karena rantai pasokan menjadi global dan ditandai dengan struktur yang sangat kompleks, tenaga kerja harus dilatih untuk mengetahui proses penting, ketergantungannya, dan interpretasi data untuk menerima digitalisasi di lingkungan manufaktur. Untuk mengadopsi Industry 4.0 yang efektif, profesional bisnis perlu meningkatkan kompetensi dalam mengelola masalah kompleksitas yang terkait dengan analisis data, ruang atau waktu, penggunaan instruksi tertentu.	Erol et al. (2016); Ras et al. (2017)
7	Rendahnya budaya serba terkomputerisasi	Industry 4.0 umumnya bersifat interdisipliner yang membutuhkan digitalisasi untuk menghubungkan berbagai elemen jaringan.	Ras et al. (2017); Schuh et al. (2017)
8	Perilaku ragu-ragu terhadap Industri 4.0	Sebagian besar perusahaan masih baru dan tidak pasti dengan subjek Industri 4.0. Karena potensi keuntungan yang mati rasa, bagian dominan dari usaha ragu-ragu untuk merangkul kemajuan berbasis Industry 4.0..	Muller et al. (2017b); Theorin et al. (2017); Perales et al. (2018)

**Tabel 1.** Hambatan inisiatif Industry 4.0 untuk rantai pasokan yang berkelanjutan  
(lanjutan)

No	Hambatan	Pendekatan	Penulis-tahun
9	Keuntungan finansial yang tidak pasti dari investasi digital	Tidak adanya tingkat pengembalian yang jelas dilihat sebagai salah satu tes signifikan untuk aktivitas industry 4.0 untuk mencapai pengelolaan di rantai pasokan	Kiel et al. (2017); Marques et al. (2017)
10	Tidak adanya pedoman dan konvensi berbagi informasi di seluruh dunia	Untuk mencapai keberhasilan dalam prakarsa Industry 4.0, industri harus mengikuti standar global, protokol berbagi data, dan transfer data dalam mengadopsi teknologi antarmuka informasi modern yang berorientasi pada keberlanjutan dalam jaringan bisnis	Branke et al. (2016)
11	Tidak adanya fondasi dan sistem berbasis web	Hal penting dalam penerapan konsep Industry 4.0 yang efektif adalah infrastruktur yang tinggi, fasilitas dan teknologi berbasis teknologi informasi	Leitao et al. (2016); Bedekar (2017); Pfohl et al. (2017)
12	Tidak adanya kompetensi dalam menerima / menerapkan rencana tindakan baru	Kualitas data adalah salah satu persyaratan terpenting ketika memutuskan untuk berhasilnya adopsi Industri 4.0; di Industry 4.0, beberapa mesin, sensor, sistem produksi, dan peralatan saling berhubungan untuk menghasilkan data yang besar. Ini tidak akan mungkin terjadi tanpa kualitas data yang lebih tinggi.	Khan et al. (2017); Saucedo-Martinez et al. (2017)
13	Rendahnya kualitas informasi yang ada	Kualitas informasi adalah salah satu prasyarat pertama dalam menentukan pilihan dalam pemilihan Industry 4.0 yang efektif, di Industry 4.0, beberapa mesin, sensor, kerangka kerja produksi dan kantor saling berhubungan sehingga menciptakan informasi yang sangat besar. Informasi besar yang dapat diakses dapat membantu supervisor dengan mempraktikkan pengembangan Industry 4.0 untuk masa depan yang dapat dikelola. Ini tidak dapat dibayangkan tanpa kualitas informasi yang lebih tinggi.	Santos et al. (2017)
14	Tidak adanya kombinasi tahapan inovasi	Industri menghadapi tantangan dalam merancang antarmuka yang fleksibel untuk mengintegrasikan berbagai komponen yang heterogen. Jaringan fisik cyber memiliki banyak komponen berbeda yang perlu diintegrasikan dan didukung untuk pertukaran dan analisis data yang efektif di lingkungan produksi..	Zhou et al. (2015)
15	Masalah koordinasi dan upaya bersama	Kolaborasi dan transparansi di antara anggota penting dalam memahami kebijakan organisasi dalam mengadopsi konsep Industry 4.0 dan meningkatkan keberlanjutan rantai pasokan	Lee et al. (2014); Duarte and Cruz-Machado (2017); Pfohl et al. (2017)

**Tabel 1.** Hambatan inisiatif Industry 4.0 untuk rantai pasokan yang berkelanjutan (lanjutan)

No	Hambatan	Pendekatan	Penulis-tahun
16	Masalah keamanan	Salah satu kerentanan keamanan dimulai dari pemasok, yang rentan terhadap serangan <i>phishing</i> dan pencurian kredensial yang memiliki hak istimewa, yang mengakibatkan paparan data massal. Keamanan adalah persyaratan utama untuk mengubah pabrik menjadi faktor yang lebih cerdas dan rantai pasokan menjadi rantai nilai yang lebih cerdas	Sommer (2015); Wang et al. (2016); Pereira et al. (2017)
17	Kurangnya prosedur dan kebijakan pemerintah	Pendekatan dan pos pemerintah sangat penting dalam menciptakan dukungan jaringan produksi melalui Industry 4.0. Analisis kebijakan dan badan pemerintah belum mengungkapkan peta jalan untuk mengubah fungsi bisnis tradisional menjadi lebih pintar dan proses berkelanjutan	BRICS Business Council (2017)
18	Persyaratan terkait keuangan	Dalam Industry 4.0, persyaratan terkait uang dipandang sebagai ujian signifikan di antara asosiasi bisnis untuk membangun kemampuan mereka sejauh peralatan dan mesin canggih, kantor, dan pengembangan prosedur yang wajar..	Dawson (2014); Theorin et al. (2017); Nicoletti, (2018)

### MCDM, Multi Criteria Decision Making

*MCDM Multi Criteria Decision Making* suatu cara pengambilan keputusan yang fokus pada proses pengambilan keputusan yang dapat dilakukan oleh beberapa pihak, berbasis struktur permasalahan, dengan pertimbangan skala prioritas segala aspek yang berpengaruh, dimana adakalanya pada tiap kriteria dalam proses pengambilan keputusan berbanding terbalik. ( R. Jaya, et.al., 2020). MCDM memiliki dua kategori yaitu: Multiple Objective Decision Making (MODM) dan Multiple Attribute Decision Making (MADM). MADM adalah suatu metode dengan mengambil banyak kriteria sebagai dasar pengambilan keputusan, dengan penilaian yang subjektif menyangkut masalah pemilihan alternatif dalam jumlah sedikit (bersifat diskrit). ANP merupakan bagian dari MADM

### ANP, Analytic network Process

Dalam penelitian ini, model penentuan provider yang diusulkan akan dipilih dan diatur menggunakan metode MCDM. Penjelasan di balik memilih strategi MCDM berkaitan dengan kecenderungan klien, bahwa strategi yang dipilih harus: langsung, hasil dapat ditampilkan dalam angka atau grafik, mudah digunakan dan sesuai dengan pemikiran manusia. Ada 8 alasan yang menjadi struktur keseluruhan untuk memilih MCDM (Kirytopoulos, et.al., 2008) khususnya: 1) pilihan informasi diskrit atau konstan; 2) Kondisi pilihan berbeda atau meragukan; 3) Peluang untuk menentukan pilihan ada *trade-off* antar aturan (kompromi); 4) Struktur yang sulit adalah sebagai perkembangan; 5) Jenis informasi (standar, komponen) adalah subjektif, subjektif atau kombinasi keduanya; 6) Teknik yang mudah dipahami dan digunakan; 7) Konsekuensi dari strategi dapat diberikan angka dan grafik; 8) Strateginya sesuai dengan perspektif manusia. Dengan delapan alasan di atas, strategi dinamis Proses Jaringan Analitik (ANP) telah terbukti menjadi teknik yang tepat untuk masalah kebutuhan standar pilihan karena ini mencakup indeks informasional

yang terpisah dan pilihan kondisi dipertanyakan dan memungkinkan kompatibilitas antar tindakan. (Saaty, et.al. 2013) Terlebih lagi, standar tidak menunjukkan rencana permainan progresif, model dapat menjadi batas subjektif dan kuantitatif, yang diidentifikasi satu sama lain (Saaty, et.al. 2013) Selain itu, ANP menurut pandangan manusia, juga mudah digunakan dan dipahami. Sejumlah besar masalah dinamis menggabungkan kondisi di antara variabel dan kolaborasi di dalamnya. Saaty mengusulkan teknik ANP untuk digunakan untuk masalah dengan kondisi inter atau kondisi luar di antara opsi dan standar (Saaty, et.al. 2013).

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dikerjakan melalui tiga tahapan sebagai berikut. Tahap pertama adalah studi pustaka secara sistematis untuk memperoleh pengetahuan yang komprehensif mengenai Industri 4.0. Selanjutnya, dilakukan studi pustaka mengenai hambatan atau kendala dalam menerapkan Industri 4.0. Tujuan dari identifikasi kendala utama dalam kegiatan industri 4.0 untuk mencapai arah manajemen rantai pasokan yang efektif bagi para pelaku industri di Indonesia. Dengan mengetahui kendala-kendala utama tersebut, ke depan dapat dilakukan penataan agar penerapan industry4.0 semakin diperkuat. Dari hasil studi pustaka tersebut diperoleh 18 hambatan atau kendala terkait Industri 4.0 dengan acuan dari hasil penelitian oleh (Luthra, et.al,2018) sebagai dasar dari penelitian yang dirangkum dalam Tabel 1.

Tahap kedua dalam penelitian ini adalah membuat klasifikasi dari delapan belas hambatan inisiatif Industri 4.0, kedalam empat kriteria utama yaitu: Organisasi (O), Teknologi (T), Strategi (S), Legal & Etika (L). Sehingga terdapat delapan belas sub kriteria., yaitu: O1 sampai O6, T1 sampai T4, S1 sampai S4 dan L1 sampai L4 yang di rangkum pada tabel 2.

Tahap ketiga dilakukan survei berbasis kuesioner. Penyebaran kuesioner kepada responden ahli baik akademisi maupun praktisi sektor manufaktur di area Jabodetabek.

**Tabel 2.** Tabel daftar responden kuesioners

Responden	Jenis Industri	Pengalaman
Senior Manager	Food & beverage packaging	20 tahun lebih
Supply chain Executive	Flavours & Fragrances	15 tahun lebih
General manager	National Fashion branded	15 tahun lebih
3 Lecturer	Industrial Engineering Education	10 – 20 tahun

Profil dari responden ahli, antara lain: Senior Manager yang bekerja sebagai praktisi pada perusahaan global terkemuka kemasan makanan minuman, perusahaan multinasional perasa makanan dan wangi-wangian, perusahaan nasional bahan makanan, perusahaan fashion nasional. Sedangkan dari pihak akademisi, antara lain beberapa Dosen Teknik Industri berpengalaman 10 – 20 tahun. Para praktisi dan akademisi ini tergabung pada BKTI, Badan Kerjasama Teknik Industri PII, Persatuan Insinyur Indonesia . Berdasarkan pengetahuan dan pengalamannya, peran responden pada tahap 2 adalah memilih 18 sub kriteria untuk masuk dalam 4 kriteria utama, melalui jawaban kuesioner setuju dan tidak setuju. Selanjutnya para responden memberikan penilaian dari angka 1 sampai 9, untuk perbandingan berpasangan antar kriteria.

Berbagai alat dan metodologi kualitatif dan kuantitatif, seperti pengembangan instrumen dan pengumpulan data, metode ANP yang digunakan dalam penelitian ini diterapkan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

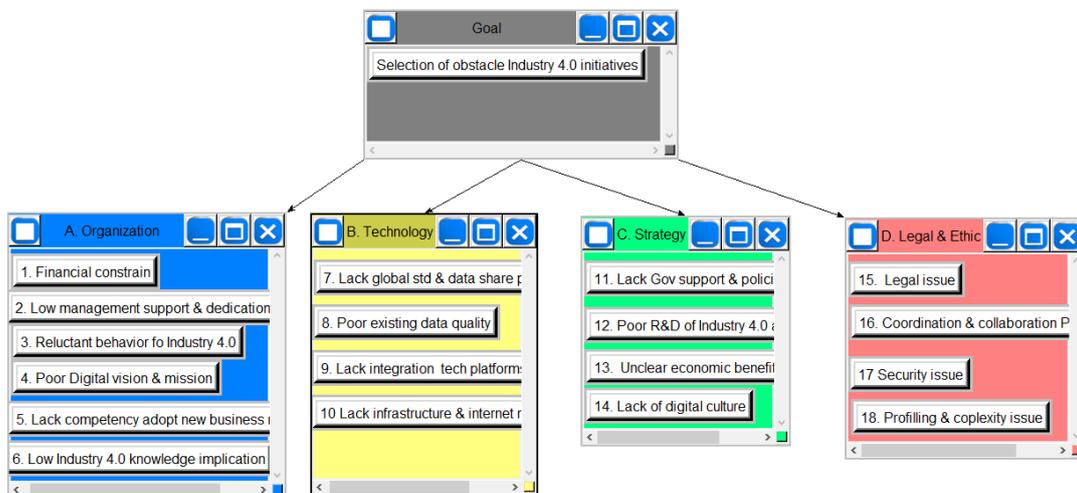
**Hasil tes Data Kuesioner**

Dalam penelitian ini, Organisasi (O), Teknologi (T), Strategi (S), Legal & Etika (L) ditetapkan sebagai empat kriteria utama hambatan dalam inisiatif Industri 4.0. Pada sub kriteria terdapat 18 kendala yaitu O1 sampai O6, T1 sampai T4, S1 sampai S4 dan L1 sampai L4 sesuai rangkuman tabel 3.

**Tabel 3.** Klasifikasi hambatan atas inisiatif Industri 4.0

Criteria	Sub-criteria of obstacle to Industry 4.0 initiatives
Organizational (O)	Financial constraints (O1) Low management support and dedication (O2) Reluctant behavior towards Industry 4.0 (O3) Poor company digital operations vision and mission (O4) Lack of competency in adopting/applying new business models (O5) Low understanding on Industry 4.0 implications (O6)
Legal and ethical (L)	Legal issues (L1) Problem of coordination and collaborations (L2) Security issues (L3) Profiling and complexity issues (L4).
Strategic (S)	Lack of governmental support and polices (S1). Poor research & development on Industry 4.0 adoption (S2). Unclear economic benefit of digital investments (S3) Lack of digital culture (S4).
Technology (T)	Lack of global standards and data sharing protocols (T1). Poor existing data quality (T2) Lack of integration of technology platforms (T3) Lack of infrastructure and internet based networks (T4).

Penilaian relasi dan prioritas antar Kriteria utama, antar sub kriteria dan hubungan antara langkah-langkah diperoleh dari hasil kuesioner dari responden ahli baik akademisi maupun ahli praktisi manufaktur di Indonesia. Sesuai dengan anggapan ini, struktur organisasi dibingkai. Sesuai dengan struktur jaringan, kriteria dan subkriteria dianggap sebagai asosiasi, kritik juga, koneksi. Jaringan ini di rangkum pada Gambar 2



**Gambar 2.** Model Jaringan ANP untuk selesi hambatan atas inisiatif pada Industry 4.0

Merangkum pendapat responden ahli, Pemerintah Indonesia mendukung dan menyediakan beberapa fasilitas keuangan seperti Pengurangan pajak R&D hingga 300% dan beberapa pendorong bagi industri untuk melangkah maju menerapkan industri 4.0. Pihak Industri harus berhitung antara penyediaan Capex capital expenditure untuk software, hardware and sumber daya manusia dengan strategi jangka pendek dan menengah yang telah ditetapkan dalam anggaran. Karena penelitian ini dilakukan di tengah masa pandemi Covid-19 di Indonesia yang berlangsung sejak Maret 2020 yang lalu, dimana ada pembatasan perjalanan dan kerumunan, sampai penelitian ini dituliskan Juni 2021, maka responden ahli bersikap hati-hati sambil menganalisa perkembangan situasi, terutama hal fluktuasi permintaan pelanggan di industri terkait arus kas perusahaan. Dari antara empat kriteria utama, pada kriteria Organisasi, responden ahli mayoritas memilih hambatan keuangan sebagai prioritas, selanjutnya masalah dukungan dan dedikasi management. Walaupun adanya pembatasan perjalanan dan kerumunan terkait pandemic Covid 19, juga dapat dijadikan momentum pendorong untuk menerapkan Industri 4.0, responden ahli mayoritas menyoroti kriteria teknologi seperti kurangnya protocol standard data global dan data sharing, kualitas data, dan beragamnya platform teknologi yang digunakan serta terbatasnya infrastruktur di tiap industry. Terkait data sharing, industry flavour dan fragrance yang memiliki high technology formula, harus menjaga supaya data sharing terbatas pada data umum. Kriteria utama selanjutnya adalah strategi. Dikutip dari laman Kemenperin, Pemerintah Indonesia sedang berproses menuju revolusi industry 4.0. Ada peluncuran peta jalan Making Indonesia 4.0 pada 4 April 2018 oleh Presiden Joko Widodo. Melalui roadmap ini, Indonesia berupaya merevitalisasi sektor manufaktur dan membangun ekonomi berbasis inovasi. Untuk mendorong adopsi Industry 4.0, Pemerintah Indonesia meluncurkan INDI 4.0 untuk mengukur kesiapan industri menerapkan Industry 4.0, berupa Pusat inovasi dan pengembangan sumber daya manusia, yaitu bangunan untuk menampung lima fasilitas, pusat pameran, pusat kemampuan, Ekosistem industri 4.0, pusat penyampaian, dan pusat inovasi [30]. Semua upaya pemerintah ini dimasa pandemic selama tahun 2020 – 2021, lebih dilakukan secara daring, terkendala pembatasan perjalanan dan kerumunan, sehingga sosialisasi belum menjangkau seluruh industry, terlebih pusat perhatian tertuju pada penanganan pandemic. Beberapa kendala pada kriteria strategi yang dikemukakan responden ahli, yaitu masih tumpang tindih nya peraturan dan kebijakan Industry 4.0 oleh pemerintah, kontroversi hal berkurangnya lapangan kerja atas penggunaan robotisasi, upaya perlindungan dari pemerintah atas pembajakan data penting.

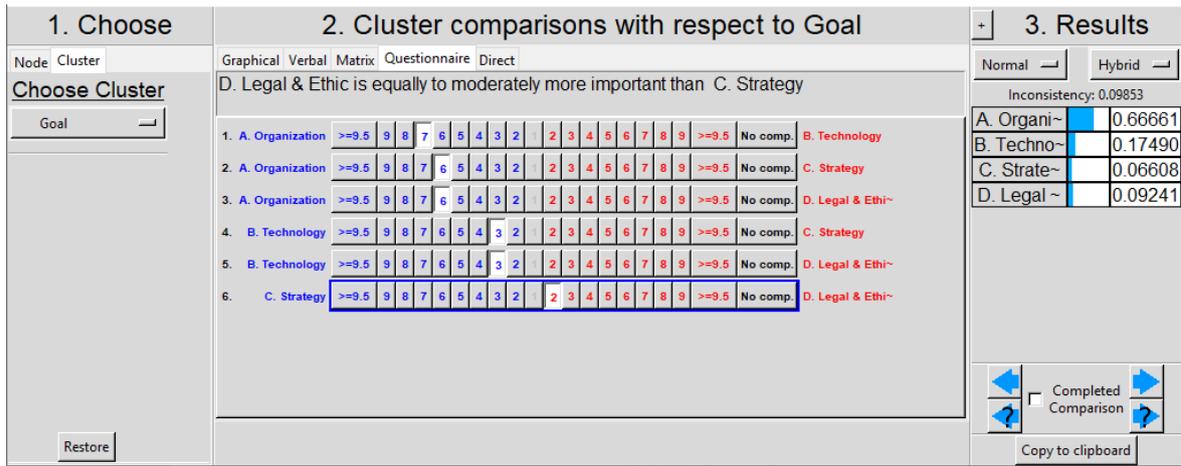
Selanjutnya pada kriteria utama keempat Hukum dan Etika, kendala yang dikemukakan responden ahli mengenai digitalisasi berupa: keabsahan tandatangan elektronik dan paperless dokumen, cybernotary dan keabsahan akta notaris. Sub kriteria kemanan digital menyoro hal keamanan data.

Pada level pertama, adalah Tujuan, yaitu pemilihan dan prioritas hambatan dalam inisiatif Industri 4.0. Pada level kedua, adalah empat kriteria utama O, T, S dan L. Pada setiap kriteria utama, terdapat sub kriteria, yang sesuai dengan klasifikasinya. Software Super decision digunakan untuk menganalisis dan memprioritaskan kriteria dan subkriteria berdasarkan pilihan ahli untuk perbandingan berpasangan dalam kuesioner.

Rangkuman

2. Node comparisons with respect to Selection of obstacl~	
Graphical Verbal Matrix Questionnaire Direct	
Comparisons wrt "Selection of obstacle Industry 4.0 initiatives" node in "A. Organization" clust er	
1. 1. Financial co~	>=9.5 9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 No comp. 2. Low manageme~
2. 1. Financial co~	>=9.5 9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 No comp. 3. Reluctant be~
3. 1. Financial co~	>=9.5 9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 No comp. 4. Poor Digital~
4. 1. Financial co~	>=9.5 9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 No comp. 5. Lack compete~
5. 1. Financial co~	>=9.5 9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 No comp. 6. Low Industry~
6. 2. Low manageme~	>=9.5 9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 No comp. 3. Reluctant be~
7. 2. Low manageme~	>=9.5 9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 No comp. 4. Poor Digital~
8. 2. Low manageme~	>=9.5 9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 No comp. 5. Lack compete~
9. 2. Low manageme~	>=9.5 9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 No comp. 6. Low Industry~
10. 3. Reluctant be~	>=9.5 9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 No comp. 4. Poor Digital~
11. 3. Reluctant be~	>=9.5 9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 No comp. 5. Lack compete~
12. 3. Reluctant be~	>=9.5 9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 No comp. 6. Low Industry~
13. 4. Poor Digital~	>=9.5 9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 No comp. 5. Lack compete~
14. 4. Poor Digital~	>=9.5 9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 No comp. 6. Low Industry~
15. 5. Lack compete~	>=9.5 9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 No comp. 6. Low Industry~

**Gambar 3.** Perbandingan berpasangan antar Sub-kriteria (sumber: screen shot dari Superdecision software)



**Gambar 4.** Perbandingan klaster to memilih prioritas kriteria utama

Hasil prioritas kriteria utama ini di anggap valid, bila nilai *inconsistency* kurang dari 0,1

**Tabel 4.** Hasil pembobotan Kriteria utama

No.	Criteria	Score		Percentage	
		Score	Percentage	Score	Percentage
1	Organization	0,66661	66,661%		
2	Technology	0,17490	17,490%		
3	Strategy	0,09241	9,241%		
4	Legal & Ethic	0,06608	6,608%		
<b>Weight</b>		$\Sigma 1$	$\Sigma 100\%$		

**PENUTUP**

**Simpulan**

Penelitian ini mengungkap bahwa di antara empat Kriteria utama hambatan atas inisiatif Industri 4.0, para ahli manufaktur di Indonesia menilai, bahwa hambatan Organisasi memegang signifikansi yang paling penting diikuti oleh hambatan Teknologi sebagai peringkat kedua, lalu hambatan Strategi sebagai peringkat ketiga, dan hambatan Legal & etika sebagai peringkat terakhir. Penelitian ini adalah upaya dasar untuk berkontribusi pada promosi/sosialisasi bahwa inisiatif Industri 4.0 perlu diupayakan karena memberikan kerangka kerja dan rantai pasokan yang lebih cerdas dan layak, bagi industry di Indonesia.

**DAFTAR PUSTAKA**

Govindan, K., Seuring, S., Zhu, Q., Azevedo, S.G., (2016). Accelerating the transition towards sustainability dynamics into supply chain relationship management and governance structures. *Journal of Clean Production*. Vol.112,1813-1823

Hermann, M., Pentek, T., Otto, B., (2016). Design principles for industrie 4.0 scenarios. In: 2016 49th *Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS)*, January, IEEE, pp. 3928-3937

Hofmann, E., & Rüsçh, M. (2017). Industry 4.0 and the current status as well as future prospects on logistics. *Computers in industry*, Vol. 89, 23-34.

Kamble S, Gunasekaran A and Gawankar S, (2018), “Sustainable Industry 4.0 framework: A systematic literature review identifying the current trends and future perspectives”, *Process Safety and Environmental Protection*, vol: 117 pp: 408-425

- Kemenperin, Kementerian Perindustrian Republik Indonesia. (2019 – 2023). Making Indonesia 4.0, INDI Award, Revolusi Industri 4.0
- Kirytopoulos, K., Leopoulos, V., & Voulgaridou, D. (2008). Supplier selection in pharmaceutical industry. *Benchmarking: An International Journal*. Vol 15 no 4
- Lobo, F. A. (2016). Industry 4.0: what does it mean to the semiconductor industry?. *Solid State Technology*, Vol. 59(8), 18-22.).
- Luthra S., & Mangla S., (2018), “Evaluating challenges to Industry 4.0 initiatives for supply chain sustainability in emerging economies”, *Process Safety and Environmental Protection* vol: 117 pp: 168-179
- Mangla, S.K., Luthra, S., Jakhar, S., Tyagi, M., Narkhede, B., (2018). Benchmarking the logistics management implementation using Delphi and fuzzy DEMATEL. *Benchmarking: International Journal*, Vol. 25,6.
- Saaty, T. L. & Vargas, L. G. (2013). *Decision Making with the Analytic Network Process. International Series in Operations Research & Management Science* 195. DOI:10.1007/978-1-4614-7279-7\_1, Springer Science+Business Media New York.
- Sarkis, J., & Zhu, Q. (2018). Environmental sustainability and production: taking the road less travelled. *International Journal of Production Research*, 56(1-2), 743-759.
- Stock, T., Seliger, G., (2016). Opportunities of sustainable manufacturing in industry 4.0. *Procedia CIRP* Vol. 40, 536-541
- Tjahjono, B., Esplugues, C., Ares, E., & Pelaez, G. (2017). What does industry 4.0 mean to supply chain?. *Procedia Manufacturing*, Vol.13, 1175-1182
- Wang, S., Wan, J., Li, D., & Zhang, C. (2016). Implementing smart factory of industrie 4.0: an outlook. *International journal of distributed sensor networks*, Vol. 12(1), 3159805.