

KEBERLANJUTAN ORGANISASI:

PENDEKATAN KONTEMPORER DALAM TEKNIK INDUSTRI

Editor:
Joniarto Parung
Jerry Agus Arlianto
Ivan Kristianto Singgih



KEBERLANJUTAN ORGANISASI: PENDEKATAN KONTEMPORER DALAM TEKNIK INDUSTRI

Editor:

Joniarto Parung
Jerry Agus Arlianto
Ivan Kristianto Singgih



KEBERLANJUTAN ORGANISASI: PENDEKATAN KONTEMPORER DALAM TEKNIK INDUSTRI

Penulis: Joniarto Parung, Jerry Agus Arlianto,
Ivan Kristianto Singgih, Eric Wibisono, Yenny Sari,
Indri Hapsari, Esti Dwi Rinawiyanti, Amelia Santoso,
Gunawan, Evy Herowati, Ryandhika Tyar Pratama,
Rahman Dwi Wahyudi, Vonny Yudianto

Editor: Joniarto Parung, Jerry Agus Arlianto,
Ivan Kristianto Singgih

Copy Editor:
Thomas S. Iswahyudi

Desain Sampul & Tata Letak:
Indah S. Rahayu

ISBN: 978-623-8038-46-6

Cetakan Pertama Oktober 2024

Penerbit:
Direktorat Penerbitan dan Publikasi Ilmiah
Universitas Surabaya

Anggota IKAPI & APPTI
Jl. Raya Kalirungkut Surabaya 60293
Telp. (62-31) 298-1344
E-mail: ppi@unit.ubaya.ac.id
Web: ppi.ubaya.ac.id

Hak cipta dilindungi Undang-undang.
Dilarang memperbanyak karya tulis ini
dalam bentuk dan dengan cara apapun
tanpa izin tertulis dari penerbit.

PRAKATA

Bunga Rampai ini berisi kumpulan tulisan yang terkait dengan konsep dan aplikasi keilmuan Teknik Industri. Bab-bab disusun mengikuti urutan pendekatan makro ke pendekatan mikro. Makro diuraikan dalam lingkup rantai pasokan menuju aplikasi keilmuan teknik Industri di dalam perusahaan.

Buku ini dimaksudkan sebagai panduan dan referensi bagi para profesional, akademisi, dan mahasiswa yang tertarik dalam bidang *supply chain*, teknologi inovasi, dan keberlanjutan. Buku ini menghadirkan beragam topik yang relevan dengan perkembangan terbaru dalam industri dan praktik bisnis. Kami berharap buku ini dapat memberikan wawasan yang mendalam dan bermanfaat bagi para pembaca dalam memahami dan mengatasi tantangan yang ada.

Berikut ini adalah gambaran singkat dari setiap bab yang dibahas dalam buku ini:

Bab 1: Tantangan, Risiko, Peluang dan Strategi Menghadapi Kompleksitas Rantai Pasokan Era Inovasi Teknologi

Bab ini membahas tentang berbagai tantangan yang dihadapi dalam mengelola rantai pasok di era teknologi inovatif, serta peluang yang dapat dimanfaatkan. Dilengkapi dengan strategi-strategi yang dapat diterapkan untuk menghadapi kompleksitas tersebut, bab ini memberikan panduan praktis bagi para profesional dalam meningkatkan efisiensi dan efektivitas *supply chain*.

Bab 2: *Multi-Objective Vehicle Routing Problem*: Perkembangan Penelitian Pemanfaatan *Drone* dalam Pengiriman Barang

Bab ini mengulas beberapa penelitian terbaru dalam masalah multi-

objektif rute pengiriman barang, khususnya yang menggunakan *drone* sebagai alat transportasi. Konsep multi-objektif dijelaskan bagi pembaca awam, selanjutnya beberapa penelitian terbaru di bidang ini dikaji, dan diakhiri dengan kesimpulan kelebihan dan kekurangan yang disarikan dari penelitian yang dibahas.

Bab 3: Optimasi Rute Sekumpulan *Drone* Pemadam Kebakaran

Pada bab ini, pembaca akan diajak untuk menjelajahi penggunaan teknologi *drone* dalam pemadaman kebakaran. Fokus utamanya adalah pada optimasi rute sekumpulan *drone*, yang dapat meningkatkan respons dan efisiensi dalam penanganan kebakaran. Penjelasan tentang definisi permasalahan optimasi ini akan membantu pembaca memahami aplikasi teknologi ini secara lebih mendalam.

Bab 4: Penerapan Aplikasi Pintar MyMat© sebagai Instrumen Penilaian *Sustainability Maturity* pada Industri Perikanan di Indonesia

Bab ini memperkenalkan MyMat©, sebuah aplikasi pintar yang dikembangkan untuk menilai tingkat kematangan keberlanjutan pada industri perikanan di Indonesia. Pembaca akan mendapatkan gambaran tentang cara kerja aplikasi ini, serta manfaatnya dalam membantu perusahaan perikanan meningkatkan praktik keberlanjutan mereka.

Bab 5: Pemanfaatan *Web Scraping* dalam Pengumpulan Ulasan Wisatawan untuk Pengembangan Pariwisata

Bab ini mengulas penggunaan teknik *web scraping* untuk mengumpulkan ulasan wisatawan dari berbagai platform *online*. Informasi yang diperoleh kemudian dianalisis untuk mengembangkan strategi pengembangan pariwisata. Pembaca akan menda-

patkan wawasan tentang cara memanfaatkan data yang tersedia secara *online* untuk meningkatkan sektor pariwisata.

Bab 6: Identifikasi Faktor Implementasi Tanggung Jawab Sosial Perusahaan untuk Mencapai Keberlanjutan

Bab ini membahas tentang faktor-faktor yang mempengaruhi implementasi tanggung jawab sosial perusahaan (CSR) dalam industri manufaktur. Dengan mengidentifikasi faktor-faktor kunci, bab ini memberikan panduan bagi perusahaan dalam mengembangkan strategi CSR yang efektif untuk mencapai keberlanjutan.

Bab 7: Pendekatan *Multi-Echelon Inventory* dalam Pendistribusian Produk

Pada bab ini, pembaca akan diajak untuk memahami konsep *multi-echelon inventory* dan penerapannya dalam pendistribusian produk. Penjelasan tentang bagaimana pendekatan ini dapat meningkatkan kinerja rantai pasok dan mengurangi biaya inventarisasi disajikan secara detail, lengkap dengan studi kasus dan contoh aplikasi nyata.

Bab 8: *Operational Efficiency Through Procurement*

Pada bab ini, pembaca akan mempelajari bagaimana efisiensi operasional dapat dicapai melalui praktik pengadaan yang efektif. Penjelasan tentang strategi pengadaan, pemilihan vendor, dan tantangan yang dihadapi akan membantu pembaca dalam meningkatkan kinerja operasional perusahaan.

Bab 9: *Data Analytics* dalam Analisis Data Resmi

Bab ini memberikan penjelasan tentang penggunaan *data analytics* dalam analisis data statistik resmi. Pembaca akan diperkenalkan dengan berbagai teknik dan alat analisis yang dapat digunakan untuk menggali wawasan dari data statistik, serta aplikasi praktisnya dalam berbagai sektor.

Bab 10: Model *Self-Assessment* untuk Mengukur Kesesuaian dari Kompetensi Alumni Teknik Industri pada Posisi *Sales Executive* di BUMN

Pada bab ini, pembaca akan diajak untuk mempelajari tentang *self-assessment tool* yang digunakan untuk mengukur kesesuaian dari kompetensi alumni Teknik Industri pada posisi *sales executive* di BUMN. Pembaca akan dipandu untuk memahami kriteria penerimaan dan cara penetapan bobot kriteria untuk pelaksanaan pengukuran yang efektif.

Kami berharap buku ini dapat menjadi sumber inspirasi dan panduan praktis bagi para pembaca dalam menghadapi tantangan dan memanfaatkan peluang di era teknologi dan keberlanjutan. Selamat membaca!

Surabaya, Oktober 2024

Joniarto Parung

DAFTAR ISI

Prakata.....	iii
Daftar Isi.....	vii
Daftar Tabel.....	xi
Daftar Gambar.....	xiii
Daftar Kontributor.....	xv
 Bab 1 Tantangan, Risiko, Peluang dan Strategi Menghadapi Kompleksitas Rantai Pasokan Era Inovasi Teknologi.....	 1
1.1 Kompleksitas Rantai Pasokan.....	2
1.2 Tantangan dan Peluang dalam Kompleksitas Rantai Pasokan.....	 5
1.3 Strategi Memanfaatkan Peluang dalam Kompleksitas Rantai Pasokan.....	 10
Referensi.....	16
 Bab 2 <i>Multi-Objective Vehicle Routing Problem:</i> Perkembangan Penelitian Pemanfaatan Drone dalam Pengiriman Barang.....	 19
2.1 Teori Dasar <i>Multi-Objective</i> <i>Optimization</i> (MOO).....	 21
2.2 Aplikasi MOO dalam <i>Vehicle Routing</i> <i>Problem</i>	 24
2.3 Simpulan.....	26
Referensi.....	27

Bab 3	Optimasi Rute Sekumpulan <i>Drone</i> Pemadam Kebakaran.....	31
3.1	Pendahuluan.....	32
3.2	Pendeteksian dan Pemadaman Api dengan Menggunakan <i>Drone</i>	33
3.3	Model Optimasi Rute <i>Drone</i>	34
3.4	Implikasi Manajerial.....	36
	Referensi.....	38
Bab 4	Penerapan Aplikasi Pintar MyMat® Sebagai Instrumen Penilaian <i>Sustainability Maturity</i> pada Industri Perikanan di Indonesia.....	41
4.1	Studi Kasus Industri Perikanan dan Pemilihan Dua Perusahaan Sektor Perikanan Sebagai Obyek Penelitian.....	43
4.2	MyMat© Sebagai Instrumen Penilaian <i>Sustainability Maturity</i>	46
4.3	Hasil Penilaian <i>Maturity Level</i> dan Analisis Perbandingan.....	49
4.4	Simpulan.....	54
	Referensi.....	55
Bab 5	Pemanfaatan <i>Web Scraping</i> dalam Pengumpulan Ulasan Wisatawan untuk Pengembangan Pariwisata.....	57
5.1	Pendahuluan.....	58
5.2	Teknologi <i>Web Scraping</i> dan <i>Python</i>	60

	5.3 Contoh Penggunaan <i>Web Scraping</i>	64
	5.4 Simpulan.....	71
	Referensi.....	72
Bab 6	Identifikasi Faktor Implementasi Tanggung Jawab Sosial Perusahaan untuk Mencapai Keberlanjutan.....	73
	6.1 Pendahuluan.....	74
	6.2 Tinjauan Pustaka.....	76
	6.3 Metodologi Penelitian.....	78
	6.4 Hasil dan Diskusi.....	82
	6.5 Simpulan.....	86
	Referensi.....	87
Bab 7	Pendekatan <i>Multi-echelon Inventory</i> dalam Pendistribusian Produk.....	93
	7.1 Sistem Distribusi.....	94
	7.2 <i>Multi Echelon Inventory</i>	95
	7.3 Pendekatan <i>Multi Echelon Inventory</i> untuk Sistem Distribusi.....	97
	7.4 Simpulan.....	105
	Referensi.....	105
Bab 8	Operational <i>Efficiency Through Procurement</i>	107
	8.1 Pendahuluan.....	108
	8.2 Pengadaan dan Efisiensi Operasional.....	109
	8.3 Peranan Sumber Daya Manusia.....	110
	8.4 Praktik Terbaik dalam Pengadaan.....	110

	8.5 Tantangan Mendatang.....	113
	8.6 Simpulan.....	114
	Referensi.....	114
Bab 9	Data <i>Analytics</i> dalam Analisis Data Resmi.....	117
	9.1 Pendahuluan.....	118
	9.2 Klasifikasi Data <i>Analytics</i>	119
	9.3 Riset pada Data Resmi.....	123
	9.4 Simpulan.....	128
	Referensi.....	129
Bab 10	Model <i>Self-Assessment</i> untuk Mengukur Kesesuaian dari Kompetensi Alumni Teknik Industri pada Posisi <i>Sales Executive</i> di BUMN.....	131
	10.1 Metode Dasar.....	132
	10.2 Langkah-Langkah Penelitian.....	135
	10.3 Simpulan.....	147
	Referensi.....	147
	Riwayat Hidup Penulis.....	149

DAFTAR TABEL

Tabel	1.1 Tantangan, Peluang dan Strategi Menghadapi Kompleksitas Rantai Pasokan (dari Berbagai Sumber).....	6
Tabel	6.1 Profil Perusahaan Responden.....	79
Tabel	6.2 Praktik CSR di Tingkat Fungsional.....	81
Tabel	6.3 Hasil Analisis Faktor Dengan Rotasi Varimax.....	83
Tabel	7.1 Perhitungan Nilai (Q,n).....	103
Tabel	10.1 Kriteria <i>Subjektif</i>	137
Tabel	10.2 Kriteria <i>Objective</i>	138
Tabel	10.3 Kriteria Mutlak.....	139
Tabel	10.4 Kriteria yang Digunakan dalam Penilaian	141
Tabel	10.5 Model <i>Self-Assessment</i> Kriteria <i>Subjective</i>	141
Tabel	10.6 Model <i>Self-Assessment</i> Kriteria <i>Objective</i> ..	143
Tabel	10.7 Penerapan Model <i>Self-Assessment</i> Kriteria <i>Subjective</i>	145
Tabel	10.8 Penerapan Model <i>Self-Assessment</i> Kriteria <i>Objective</i>	146

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Tantangan Rantai Pasokan.....	5
Gambar 2.1	<i>Decision Space dan Objective Space..</i>	22
Gambar 2.2	Contoh <i>Objective Space</i> Dengan Beberapa Solusi.....	23
Gambar 3.1	Perkembangan Teknologi <i>Drone</i> dalam Berbagai Sektor.....	31
Gambar 3.2	<i>Drone</i> Pemadam Kebakaran Komersial	32
Gambar 3.3	Ilustrasi Permasalahan Optimasi Rute <i>Drone</i> Pemadam Kebakaran.....	33
Gambar 3.4	Alternatif Metode Optimasi Beserta Karakteristiknya.....	37
Gambar 4.1	Proses Bisnis Perusahaan Perikanan Secara Umum.....	45
Gambar 4.2	Tampilan SMART App CSMM.....	49
Gambar 4.3	<i>Output</i> Isian MyMat© untuk VNN.....	51
Gambar 4.4	Grafik Perbandingan <i>Capaian Maturity Level</i> Pada Dua Perusahaan Perikanan...	52
Gambar 5.1	Proses <i>Web Scraping</i> dari <i>Google Map..</i>	70
Gambar 5.2	Hasil <i>Web Scraping</i> dari <i>Google Map....</i>	71
Gambar 7.1	<i>Echelon Inventory</i>	96
Gambar 7.2	Sistem Distribusi <i>Two-Echelon</i>	97
Gambar 9.1	Klasifikasi <i>Machine Learning</i>	122
Gambar 9.2	Tiga Elemen Analisis.....	124
Gambar 9.3	Ilustrasi Sumber Data dalam Tabel.....	126
Gambar 9.4	Model Riset.....	126

Gambar 9.5	<i>Knime Workflow</i>	127
Gambar 9.6	Ilustrasi Visualisasi Hasil Analisis.....	128

DAFTAR KONTRIBUTOR

1. Joniarto Parung (jparung@staff.ubaya.ac.id)
2. Jerry Agus Arlianto (jerry@staff.ubaya.ac.id)
3. Ivan Kristianto Singgih (ivanksinggih@staff.ubaya.ac.id)
4. Eric Wibisono (ewibisono@staff.ubaya.ac.id)
5. Yenny Sari (ysari@staff.ubaya.ac.id)
6. Rahman Dwi Wahyudi
(rahman.dwi.wahyudi@staff.ubaya.ac.id)
7. Vonny Yudianto (vonnyyudianto@gmail.com)
8. Indri Hapsari (indri@staff.ubaya.ac.id)
9. Esti Dwi Rinawiyanti (estidwi@staff.ubaya.ac.id)
10. Amelia Santoso (amelia@staff.ubaya.ac.id)
11. Gunawan (gunawan@staff.ubaya.ac.id)
12. Evy Herowati (evy@staff.ubaya.ac.id)
13. Ryandika Tyar Pratama (ryandhikatzp@gmail.com)

Teknik Industri-Fakultas Teknik Universitas Surabaya

1

TANTANGAN, RISIKO, PELUANG DAN STRATEGI MENGHADAPI KOMPLEKSITAS RANTAI PASOKAN ERA INOVASI TEKNOLOGI

Joniarto Parung

Banyak variasi definisi tentang rantai pasokan namun pada buku ini rantai pasokan mengutip Chopra dan Meindl, bahwa rantai pasokan terdiri dari semua pihak yang terlibat, langsung atau tidak langsung, dalam memenuhi permintaan pelanggan. Rantai pasokan tidak hanya mencakup produsen dan pemasok, tetapi juga transportasi, gudang, pengecer, dan bahkan pelanggan itu sendiri. Dalam setiap organisasi, seperti produsen, rantai pasokan mencakup semua fungsi yang terlibat dalam menerima dan memenuhi permintaan pelanggan. Globalisasi dan inovasi teknologi yang sangat pesat telah membuat rantai pasokan menjadi kompleks untuk dikelola. Kompleksitas juga dapat timbul dari berbagai sumber lain seperti jumlah dan keragaman pemasok, pelanggan, produk, proses, peraturan, teknologi, dan pasar. Meskipun kompleksitas dapat menimbulkan tantangan yang signifikan bagi manajemen rantai pasokan, kompleksitas juga dapat menawarkan peluang

bagi inovasi, diferensiasi, dan penciptaan nilai. Oleh karena itu, penting bagi manajer rantai pasokan untuk memahami sumber dan dampak kompleksitas, dan mengembangkan strategi efektif untuk mengelolanya.

1.1 KOMPLEKSITAS RANTAI PASOKAN

Secara sederhana rantai pasokan mencakup kelompok organisasi atau perusahaan yang berpartisipasi dan saling terhubung sebagai jaringan yang memberi nilai tambah pada aliran input yang diubah dari sumber asalnya hingga menjadi produk akhir atau jasa yang diminta oleh konsumen akhir (Lu, 2011). Globalisasi pada pemasok, produsen dan pelanggan yang semakin meluas menyebabkan manajemen rantai pasokan menjadi semakin kompleks. Kompleksitas rantai pasokan semakin nyata karena berbagai faktor penggerak di antaranya sebagai berikut.

1. **Variasi Keanggotaan.** Anggota rantai pasokan sangat bervariasi dari rantai pasokan dengan dua anggota sampai jumlah yang sangat banyak. Pada era inovasi teknologi, transaksi produk atau jasa dipermudah menggunakan internet atau aplikasi maka setiap organisasi dan setiap pribadi dengan mudah dapat masuk dan keluar dari suatu rantai pasokan. Kondisi tersebut berakibat kepada peningkatan jumlah pemasok, produsen dan pelanggan secara signifikan.
2. **Perubahan Preferensi Pelanggan.** Kekuatan saluran rantai pasokan semakin bergeser ke arah konsumen akhir, artinya apa yang diinginkan, diharapkan atau disukai konsumen akhir menjadi pendorong utama dinamika dalam rantai pasokan, bukan lagi apa yang direncanakan oleh produsen. Konsumen akhir sekarang lebih sering menuntut peningkatan manfaat produk, layanan terbaik sekaligus penurunan harga. Pada sisi lain kustomisasi produk telah menjadi hal yang lumrah di

banyak segmen pasar karena keunikan produk telah menjadi kebutuhan setiap pelanggan. Rantai pasokan menjadi kompleks karena perlu melakukan penyesuaian agar diperoleh keragaman produk.

Keanekaragaman produk serta penyesuaian produk memerlukan keahlian yang berbeda, jenis sumber daya yang berbeda, material berbeda sampai ke jaringan yang berbeda.

3. **Perkembangan Teknologi.** Berbagai teknologi baru secara dramatis telah mengubah proses bisnis sehari-hari dalam rantai pasokan. Beberapa contoh teknologi baru yang telah memengaruhi praktik rantai pasokan di antaranya *Internet Things (IoT)*, *big data*, *AI*, *blockchain*, *3D printing*, dan robotika (Waller & Fawcett 2014). Teknologi baru telah merespons kebutuhan terhadap pelacakan *real-time* dan sistem pengiriman yang akurat membuat manajemen rantai pasokan semakin banyak terlibat dengan inovasi teknologi. Namun disadari, bahwa teknologi yang terus berubah sering berkorelasi langsung dengan investasi yang besar sehingga banyak juga rantai pasokan memerlukan waktu untuk melakukan penyesuaian. Meskipun transisi membutuhkan waktu, tetapi memanfaatkan teknologi baru adalah kunci untuk masuk ke dalam industri yang semakin kompetitif ini.

Penelitian yang dilakukan oleh Piya et al. (2017) mengelompokkan kompleksitas *supply chain* dalam tiga kelompok sesuai penggerakannya, yaitu kompleksitas internal, kompleksitas eksternal dan kompleksitas *interfacial*.

Kompleksitas internal terkait dengan kesulitan yang ditimbulkan dalam berbagai entitas organisasi. Hal ini dapat mencakup produk, proses, serta terkait dengan aspek organisasi itu sendiri. Faktor pendorong ini selanjutnya dapat dikategorikan ke dalam permasalahan strategis dan operasional. Isu-isu strategis adalah

isu-isu yang perlu ditangani pada tingkat yang lebih tinggi dalam hierarki manajemen seperti struktur organisasi, variasi produk, skill dan motivasi karyawan, dll. Di sisi lain, isu-isu taktis harus ditangani di tingkat yang lebih rendah di antaranya proses manufaktur, *sharing* informasi, komunikasi internal, logistik dan transportasi, dll.

Kompleksitas eksternal terletak di luar struktur organisasi. Jenis kompleksitas ini terkait dampak langsung oleh faktor lingkungan, seperti perubahan teknologi dan tindakan pesaing yang tidak dapat dikendalikan oleh perusahaan. Pesaing dapat mempunyai pengaruh yang dominan terhadap kompleksitas eksternal, karena mereka dapat mengembangkan produk atau jasa lebih cepat dan efisien dengan menerapkan teknologi canggih yang tidak disadari oleh perusahaan. Penggerak kompleksitas eksternal dapat juga menyebabkan reaksi yang memicu peningkatan biaya operasional.

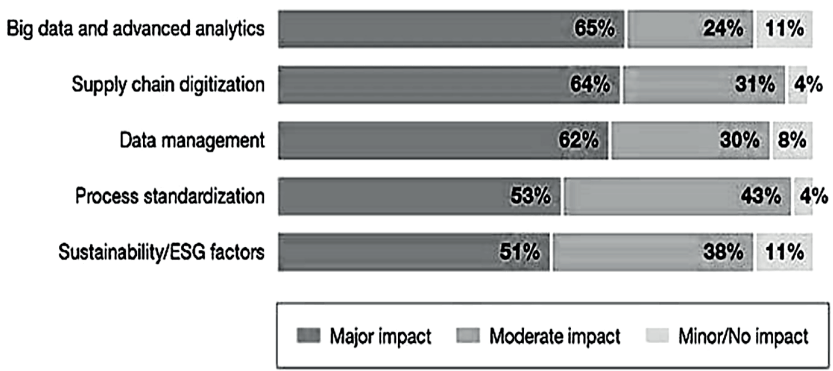
Faktor pendorong kompleksitas eksternal dapat dikategorikan lebih lanjut berdasarkan permasalahan yang terkait dengannya. Faktor pendorong tersebut terkait dengan isu pasar atau isu kemasyarakatan. Isu pasar mencakup kompleksitas akibat perubahan kebutuhan pelanggan, tindakan pesaing, inovasi teknologi, dan siklus hidup produk. Isu kemasyarakatan mencakup undang-undang yang terkait dengan yurisdiksi regional, domestik, dan internasional. Hal ini juga mencakup standar dan peraturan yang diberlakukan oleh berbagai organisasi, serta masalah hukum dan politik.

Di antara kompleksitas internal dan eksternal, terdapat beberapa faktor pendorong dalam hubungan pemasok dan pelanggan yang menciptakan kompleksitas yang disebut kompleksitas *interfacial*. Pendorong ini pada dasarnya terkait dengan masalah penawaran dan permintaan serta melibatkan aliran informasi dan material. Faktor pendorong yang berkaitan dengan kompleksitas

interfacial terbagi menjadi permasalahan operasional dan strategis. Permasalahan operasional seperti sinkronisasi proses dan informasi yang tidak tepat antarmitra, serta ketidakcocokan mitra dan penggunaan sistem informasi yang tidak kompatibel antarmitra menimbulkan kekacauan dan kebingungan. Selain permasalahan operasional, permasalahan strategis seperti jumlah pemasok, lokasi pemasok, keragaman pelanggan dan budaya perusahaan juga akan memengaruhi tingkat kompleksitas.

1.2 TANTANGAN DAN PELUANG DALAM KOMPLEKSITAS RANTAI PASOKAN

Manajemen rantai pasokan bertujuan untuk mengoptimalkan aliran barang atau jasa dari sumber awal sampai ke konsumen akhir. Namun untuk mencapai tujuan ini rantai pasokan memiliki berbagai tantangan. Menurut *American Productivity & Quality Center* atau APQC (akses 17 Juli 2024 pukul 23.10), tantangan yang dihadapi rantai pasokan dengan urutan dampak terbesar yaitu: *big data* dan analitik lanjutan, digitalisasi rantai pasokan, data manajemen, standarisasi proses dan keberlanjutan (lihat Gambar 1.1).



Gambar 1.1 Tantangan rantai pasokan (sumber APQC).

Pada sisi lain, tantangan dalam kompleksitas rantai pasokan akan memunculkan peluang yang secara ringkas dapat dilihat pada Tabel 1.1. Secara detail tantangan sekaligus peluang yang ditimbulkan dalam kompleksitas rantai pasokan dapat diuraikan sebagai berikut.

Tabel 1.1 Tantangan, Peluang dan Strategi Menghadapi Kompleksitas Rantai Pasokan (dari Berbagai Sumber)

No.	Tantangan	Peluang	Strategi
1.	Ketidakpastian permintaan	<i>Sharing</i> data <i>real time</i> mengurangi ketidakpastian	Kolaborasi dan komunikasi intensif untuk prediksi permintaan
2.	Gangguan pasokan	Diversifikasi pemasok	Transparansi, <i>Multi-factories</i> , dan pengembangan produk dengan alternatif material
3.	Kustomisasi produk	Merespons dinamika pasar dan permintaan pelanggan dengan konsep <i>agile</i> dan teknologi	Segmentasi, diferensiasi rantai pasokan dan kolaborasi
4.	Globalisasi sumber, produsen dan pelanggan	Pemanfaatan teknologi untuk meningkatkan aliran rantai pasokan	Integrasi dan kolaborasi

1.2.1 Ketidakpastian dan Variabilitas Permintaan

Kompleksitas setiap rantai pasokan memicu kesulitan dalam memprediksi besarnya jumlah permintaan di setiap tahapan rantai pasokan. Kesulitan terjadi antara lain karena preferensi dan kebiasaan pelanggan yang dinamis, tindakan pesaing yang langsung memengaruhi keputusan pelanggan, kondisi alam

termasuk berbagai bencana yang memengaruhi kelancaran distribusi material dan barang. Kebiasaan konsumen telah berubah seiring dengan semakin banyaknya belanja yang beralih ke *online* dan pelanggan mulai mengharapkan pengiriman yang cepat dan terjangkau, bahkan gratis. Kesulitan tersebut menjadi tantangan yang membutuhkan berbagai strategi untuk mengurangi dampaknya terhadap kesuksesan rantai pasokan.

Permintaan yang fluktuatif telah menjadi tantangan yang sangat sulit di pasar saat ini. Hal ini semakin kompleks karena pola belanja pelanggan yang berkembang pesat dan viralitas produk di dunia *e-commerce*. Bisnis modern sering kali melihat peluang dengan mengombinasikan data historis dan riset pasar untuk memperkirakan permintaan dengan lebih akurat dan bersiap menghadapi fluktuasi yang diprediksi.

Selain itu, untuk mengatasi tantangan variabilitas permintaan ini, banyak perusahaan menerapkan rantai pasokan digital, sistem virtual yang menyediakan data dan wawasan *real-time* mengenai permintaan dan memastikan para pengambil keputusan di seluruh rantai pasokan memiliki pemahaman yang sama untuk menetapkan perkiraan permintaan. Guan et al. (2020) menawarkan *information sharing* untuk mengatasi tantangan ketidakpastian permintaan ini, agar rantai pasokan dapat mengambil manfaat sebagai satu *entity*.

1.1.2 Potensi Gangguan Pasokan

Selain aspek permintaan yang sulit diprediksi, rantai pasokan juga rentan terhadap gangguan kelancaran pasokan sehingga akan memengaruhi jumlah dan kualitas persediaan. Kelancaran pasokan dalam rantai pasokan sangat dipengaruhi oleh faktor yang tidak dapat dikendalikan organisasi, misalnya bencana alam, pemogokan buruh, perubahan peraturan dan kebijakan. Agar disrupsi pasokan dapat diminimalisasi maka diversifikasi pemasok perlu dilakukan untuk

mengurangi ketergantungan pada satu sumber (Golmohammadi & Hassini, 2020). Proses kontrol kualitas material atau produk dari pemasok yang ketat akan membantu memastikan pemasok memenuhi standar kualitas dan kinerja yang ketat sehingga meminimalkan kemungkinan masalah atau gangguan kualitas. Selain itu, perencanaan kontinjensi mengembangkan pengadaan bahan baku atau komponen alternatif akan membangun ketahanan rantai pasokan untuk beradaptasi terhadap kejadian tak terduga dan menjaga kesinambungan pasokan dengan cepat.

Belajar dari pengalaman Jepang setelah gempa bumi 11 Maret 2011, yang berakibat lumpuhnya pasokan komponen elektronik khususnya *flash NAND*, *dynamic random access memory* (DRAM), *microcontrol*, *panel liquid-crystal display* (LCD), dan komponen otomotif ke seluruh dunia (Arto et al., 2015) maka Jepang mendirikan pabrik di berbagai lokasi untukantisipasi disrupsi pasokan.

1.1.3 Kustomisasi Produk

Saat ini tuntutan pelanggan terhadap ragam, kualitas dan kuantitas produk atau jasa semakin meningkat. Kondisi ini menyebabkan rantai pasokan juga harus menawarkan produk dan jasa yang lebih luas, dengan fitur dan spesifikasi yang berbeda untuk setiap pelanggan. Kustomisasi ini pada satu sisi akan meningkatkan biaya tinggi sehingga apabila tidak dapat dikelola dengan baik maka akan berakibat kepada kebangkrutan. Pengalaman Shoes of Prey, sebuah pabrik sepatu yang mendapatkan penghargaan global pada tahun 2013 menjadi tidak menjual apa pun pada tahun 2019 yang terjadi karena tingginya biaya yang terkait dengan penyesuaian model sesuai keinginan pelanggan dan ketidakmampuan untuk mencapai adopsi pelanggan massal (Pallant et al., 2020).

Tantangan atas tuntutan kustomisasi produk pada sisi lain

menimbulkan peluang rantai pasokan untuk memenuhi preferensi pelanggan yang beragam dan dinamis dengan menawarkan lebih banyak pilihan, fitur, dan konfigurasi. Sebagai contoh, rantai pasokan pakaian dapat menggunakan kompleksitas rantai pasokan untuk menawarkan berbagai ukuran, warna, gaya, dan bahan untuk produknya, dan bahkan memungkinkan pelanggan mendesain pakaian mereka sendiri secara *online*. Hal ini dapat meningkatkan kepuasan pelanggan dengan memberi mereka kontrol dan nilai lebih atas pembelian mereka.

1.1.4 Globalisasi Pasokan, Produsen, dan Pelanggan

Saat ini banyak sekali rantai pasokan beroperasi dalam lingkungan global, yaitu bahwa pasokan, produsen, pusat distribusi, pengecer, perusahaan transportasi, bahkan konsumen berada pada multi-wilayah atau negara. Hal ini berarti rantai pasokan terkait juga dengan berbagai bahasa, hukum yang berbeda, mata uang yang berbeda dan infrastruktur yang berbeda sehingga membutuhkan koordinasi, komunikasi, dan kolaborasi yang lebih kompleks.

Globalisasi rantai pasokan secara langsung terkait dengan panjang pendeknya rantai pasokan untuk membawa satu produk atau jasa dari pemasok sampai ke pelanggan akhir. Menurut Gurtu dan Jonny (2021), semakin panjang suatu rantai pasok maka semakin besar pula risiko kegagalan rantai pasok tersebut. Rantai pasokan memiliki banyak pemain atau anggota. Banyaknya pemain menimbulkan risiko dan tantangan yang lebih besar. Namun, membangun rantai pasokan yang kuat memerlukan biaya yang mahal sehingga globalisasi rantai pasokan juga terkait dengan tantangan bisnis yang perlu dihadapi. Tantangan global ini pada sisi lain menjadi peluang bagi rantai pasokan untuk meningkatkan pasar produk atau jasa yang ditawarkan.

Keempat kelompok tantangan tersebut sekaligus meningkatkan

risiko dalam rantai pasokan. Risiko dalam rantai pasokan berupa disrupsi yang dapat juga disebabkan oleh faktor embargo perdagangan, ketegangan geopolitik, peraturan baru, bencana alam, atau hal lainnya. Gangguan-gangguan tersebut memiliki dampak luas terhadap operasional, profitabilitas, dan kepuasan pelanggan sehingga perusahaan perlu proaktif mengatasi potensi risiko. Perusahaan dapat meminimalkan kemungkinan terjadinya gangguan dan memitigasi dampak gangguan, menjaga kesinambungan dan ketahanan operasional agar tidak terjadi kehabisan persediaan, peningkatan biaya, kerusakan reputasi, dan hilangnya pangsa pasar.

Berbagai tantangan dan risiko yang disebutkan itu menyisakan pertanyaan, bagaimana mengatasi tantangan tersebut agar sebuah rantai pasokan tetap eksis bahkan berkembang? Tantangan yang diuraikan sebelumnya dihadapkan pada serangkaian risiko yang semuanya berasal dari sumber eksternal, namun akan berakibat ke sumber-sumber internal yang selanjutnya akan memberi tekanan kepada rantai pasokan untuk melakukan peningkatan produktivitas dan mengurangi biaya dengan menghilangkan pemborosan (Enyinda et al., 2008). Perusahaan-perusahaan dalam rantai pasokan yang tidak memiliki kemampuan untuk mengelola risiko dan ketidakpastian akan menanggung risiko gangguan arus material dan informasi mereka yang pada gilirannya dapat mendatangkan kerugian langsung yaitu hilangnya kepercayaan konsumen, kinerja keuangan yang buruk, dan penurunan nilai para pemegang saham.

1.3 STRATEGI MEMANFAATKAN PELUANG DALAM KOMPLEKSITAS RANTAI PASOKAN

Bagian sebelumnya sudah menjelaskan, bahwa kompleksitas rantai pasokan adalah kenyataan yang dihadapi banyak organisasi dalam lingkungan bisnis yang global dan dinamis di era ino-

vasi teknologi yang sangat gencar saat ini. Kompleksitas ini memunculkan berbagai tantangan yang dapat melemahkan bahkan “membunuh” rantai pasokan yang tidak siap, tetapi pada sisi lain juga memunculkan peluang bagi rantai pasokan yang adaptif untuk lebih berkembang. Menurut Simchi-Levi et al. (2000), manajemen rantai pasok seharusnya mengintegrasikan pemasok, produsen, distributor, gudang, dan *retailer* sehingga barang dagangan diproduksi dan didistribusikan pada jumlah yang tepat, ke lokasi yang tepat, dan pada waktu yang tepat, untuk meminimalkan biaya sistem secara keseluruhan dengan persyaratan layanan yang memuaskan. Namun dalam praktiknya seringkali mekanisme koordinasi rantai pasokan menjadi tantangan berat karena operasi masing-masing anggota rantai pasokan yang merupakan entitas ekonomi yang terpisah dan mandiri, sulit menyatukan langkah untuk memperoleh manfaat dari koordinasi di antara mereka.

Pada bagian ini akan dibahas beberapa strategi yang dapat membantu organisasi memanfaatkan peluang dalam kompleksitas rantai pasokan untuk memperoleh keunggulan kompetitif. Strategi-strategi tersebut adalah sebagai berikut.

1.3.1 Kolaborasi dan Komunikasi Intensif untuk Prediksi Permintaan

Kolaborasi dan mempertahankan komunikasi yang terbuka merupakan strategi meraih peluang untuk membuat prediksi permintaan yang lebih akurat menggunakan teknologi untuk analisis prediktif maupun sharing data *real time* bagi sesama anggota rantai pasokan dan internal perusahaan.

Berkomunikasi dan berkolaborasi dengan mitra dapat membantu mengingatkan perusahaan kalau ada gangguan, kekurangan atau masalah yang terjadi sehingga secara bersama akan mengatasi masalah tersebut untuk menjaga kontinuitas pasokan. Operasi

internal juga dapat ditingkatkan dengan komunikasi yang efektif, karena proses yang terisolasi mungkin memiliki redundansi atau inefisiensi yang tidak perlu dan dapat diperbaiki dengan mengambil pandangan holistik terhadap rantai pasokan.

Kolaborasi dan komunikasi sangat penting untuk mengoordinasikan aliran informasi, material, dan uang di seluruh rantai pasokan, serta untuk menyelesaikan konflik, mengelola risiko, dan berinovasi dalam solusi. Namun, mencapai kolaborasi dan komunikasi dalam rantai pasokan yang kompleks bukanlah tugas yang mudah, karena melibatkan kepentingan anggota rantai pasokan. Salah satu bentuk kolaborasi untuk meningkatkan keakuratan prediksi adalah *Collaborative Planning and Forecasting Replenishment* (CPFR) yaitu kerjasama untuk perencanaan dan peramalan permintaan yang berfokus pada peningkatan kolaborasi eksternal antara pemasok dan pengecer dengan mengadopsi waktu peramalan bertahap dan persediaan yang bertingkat untuk menghasilkan rencana rantai pasokan yang terintegrasi (Parsa et al., 2020).

Untuk memaksimalkan peluang kelancaran pasokan melalui kolaborasi dan komunikasi dalam rantai pasokan yang kompleks maka diperlukan peran inovasi teknologi. Teknologi dapat menjadi pendorong kolaborasi dan komunikasi yang kuat dalam rantai pasokan yang kompleks, karena teknologi dapat memfasilitasi berbagi data, visibilitas *real-time*, otomatisasi, integrasi, dan analisis. Sebagai contoh, *platform* berbasis *cloud* memungkinkan mitra rantai pasokan yang berbeda untuk mengakses dan memperbarui informasi yang sama. Namun, disadari, bahwa teknologi tidak dapat menggantikan elemen kolaborasi dan komunikasi manusia, yang memerlukan keterampilan, sikap, dan perilaku yang tidak mudah ditiru oleh mesin.

Kondisi komunikasi manusia juga dipengaruhi oleh budaya

sehingga kolaborasi dan komunikasi harus memerhatikan peran budaya. Budaya dapat memiliki dampak yang signifikan terhadap cara orang berkolaborasi dan berkomunikasi dalam rantai pasokan yang kompleks. Budaya dapat memengaruhi nilai, keyakinan, asumsi, harapan, dan preferensi mereka. Misalnya, budaya dapat mempengaruhi cara orang memandang dan menangani ketidakpastian, risiko, kekuasaan, waktu, dan konflik. Oleh karena itu, penting untuk memahami dan menghormati perbedaan budaya di antara mitra rantai pasokan, dan mengembangkan landasan visi bersama yang dapat menumbuhkan rasa saling percaya dan kerjasama. Namun, budaya juga dapat menjadi sumber peluang, karena dapat memberikan keragaman, kreativitas, dan inovasi pada rantai pasokan, serta keunggulan kompetitif di pasar global.

1.3.2 Transparansi, *Multi-factories*, dan Pengembangan Produk dengan Alternatif Material

Adanya tantangan disrupti pasokan dapat membuka peluang terbukanya diversifikasi pasokan. Agar diversifikasi pasokan dapat diterapkan maka diusulkan strategi transparansi, *multi-factories* di berbagai tempat yang berdekatan dengan sumber bahan baku, dan pengembangan produk dengan alternatif bahan baku. Transparansi yang dimaksud adalah transparansi jumlah, jenis, kualitas dan biaya material atau komponen yang dibutuhkan dalam rantai pasokan. Penggunaan teknologi *blockchain* dapat memberikan catatan transaksi yang aman dan transparan.

Tuntutan kualitas, kecepatan dan kesinambungan pasokan dalam perspektif global telah mendorong produsen untuk tidak terpaku berproduksi pada satu lokasi saja. Menurut Sun et al. (2015), semakin banyak pabrik yang beralih dari jaringan produksi terpusat ke desentralisasi untuk memperoleh kepuasan pelanggan yang lebih baik. Lebih lanjut Lohmer dan Lasch (2020) mengatakan, bahwa

pabrik-pabrik yang tersebar secara geografis dapat memberikan potensi penghematan biaya dan meningkatkan efisiensi, walaupun akan memiliki keterbatasan seperti kendala kapasitas dan biaya tenaga kerja.

1.3.3 Segmentasi, Diferensiasi Rantai Pasokan, dan Kolaborasi

Meningkatnya perhatian terhadap kustomisasi sebagai upaya untuk meningkatkan dan menghasilkan produk atau jasa yang spesifik untuk meningkatkan kepuasan pelanggan akhirnya berkembang ke arah *mass customization* atau kustomisasi massal yang oleh Fogliatto dan da Silveira (2008) didefinisikan sebagai kemampuan untuk menghasilkan produk dan layanan yang dirancang secara pribadi dengan biaya mendekati produksi massal. Hal ini dimungkinkan oleh serangkaian teknologi canggih termasuk sistem manufaktur fleksibel (*Flexible Manufacturing System*, FMS), desain berbantuan komputer (*Computer Aided Design*, CAD), dan jaringan informasi. Selama dekade terakhir, kustomisasi massal telah berkembang dari fokus awal pada kemampuan manufaktur untuk menghasilkan variasi dengan biaya rendah hingga penekanan yang lebih luas pada koordinasi rantai pasokan dan keterlibatan pelanggan dalam proses perancangan, produksi, dan penyampaian produk dan layanan.

Kustomisasi ini telah membuka peluang kolaborasi untuk mendorong kenaikan permintaan melalui penyediaan sistem yang lincah (*agile*) merespons perubahan preferensi keinginan individual pelanggan. Dengan memahami dan merespons preferensi dan kebutuhan pelanggan, perusahaan dapat menciptakan pengalaman yang benar-benar individual dan bermakna. Karena sangat individual, rantai pasokan berpotensi mengalami kegagalan karena biaya tinggi seperti yang disebutkan oleh Fogliatto dan da Silveira (2008)

di pabrik sepatu yang akan mengaplikasikan *mass customization* secara utuh.

Kunci sukses kustomisasi massal adalah data. Perusahaan harus mengumpulkan dan menganalisis data pelanggan untuk memahami preferensi dan kebutuhan setiap pelanggan. Strategi untuk meraih peluang sukses adalah membagi pelanggan dalam beberapa segmen agar dapat ditangani secara khusus dengan ruang lingkup yang lebih kecil dan khusus. Kolaborasi dengan semua pemangku kepentingan untuk merancang, memproduksi, dan mengantar produk yang *customized* menjadi suatu keharusan untuk meraih sukses. Tantangan yang sering muncul dalam kolaborasi adalah adanya ketidakpuasan dari peserta kolaborasi terhadap benefit atas kontribusi mereka dalam kolaborasi sehingga perlu diantisipasi sebelum kolaborasi diformalkan (Parung & Bititci, 2008; Ukko & Saunilla, 2020). Segmentasikan dan diferensiasi rantai pasokan digunakan juga dengan tujuan mengatasi kompleksitas. Segmentasi dilakukan berdasarkan kebutuhan dan preferensi kelompok pelanggan, kategori produk, atau segmen pasar yang berbeda.

1.3.4 Integrasi dan Kolaborasi

Tantangan lain dalam rantai pasok yang kompleks globalisasi rantai pasokan yang kalau ditangani dengan baik akan membuka peluang terbukanya *supplier*, produsen, atau pelanggan baru yang membuka peluang untuk memanfaatkan teknologi untuk meningkatkan aliran rantai pasokan. Aliran yang lancar akan meningkatkan dan mempercepat transaksi bisnis.

Pengelolaan rantai pasok global yang kompleks dilakukan dengan mengintegrasikan dan berkolaborasi dengan mitra rantai pasokan, seperti pemasok, pelanggan, distributor, atau penyedia layanan pihak ketiga. Hal ini dapat melibatkan berbagi informasi,

sumber daya, risiko, dan manfaat, serta mengoordinasikan rencana, keputusan, dan tindakan di seluruh rantai pasokan. Integrasi dan kolaborasi dapat membantu meningkatkan visibilitas, ketangkasan, daya tanggap, dan ketahanan rantai pasokan.

REFERENSI

- Arto, I., Andreoni, V., & Rueda Cantuche, J. M. (2015). Global impacts of the automotive supply chain disruption following the Japanese earthquake of 2011. *Economic Systems Research*, 27(3), 306–323. <https://doi.org/10.1080/09535314.2015.1034657>
- Chod, J., Trichakis, N., & Tsoukalas, G. (2019). Supplier diversification under buyer risk. *Management Science*, 65(7), 3150–3173. <https://doi.org/10.1287/mnsc.2018.3095>
- Enyinda, C. I., Ogbuehi, A., & Briggs, C. (2008). Global supply chain risks management: A new battleground for gaining competitive advantage. *Proceedings of ASBBS*, 15(1), 278–292.
- Fogliatto, F. S., & da Silveira, G. J. (2008). Mass customization: A method for market segmentation and choice menu design. *International Journal of Production Economics*, 111(2), 606–622. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2007.02.034>
- Golmohammadi, A., & Hassini, E. (2020). Review of supplier diversification and pricing strategies under random supply and demand. *International Journal of Production Research*, 58(11), 3455–3487. <https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1705419>
- Guan, Z., Zhang, X., Zhou, M., & Dan, Y. (2020). Demand information sharing in competing supply chains with manufacturer-provided service. *International Journal of*

- Production Economics*, 220, 107450. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.07.023>
- Gurtu, A., & Johny, J. (2021). Supply chain risk management: Literature review. *Risks*, 9(1), 16. <https://doi.org/10.3390/risks9010016>
- Lohmer, J., & Lasch, R. (2021). Production planning and scheduling in multi-factory production networks: A systematic literature review. *International Journal of Production Research*, 59(7), 2028–2054. <https://doi.org/10.1080/00207543.2020.1797207>
- Lu, D. (2011). Fundamentals of supply chain management. Ventus Publishing Aps, Frederikesberg.
- Mentzer, J. T., DeWitt, W., Keebler, J. S., Min, S., Nix, N. W., Smith, C. D., & Zacharia, Z. G. (2001). Defining supply chain management, *Journal of Business Logistics*, 22(2), 1–25. <https://doi.org/10.1002/j.2158-1592.2001.tb00001.x>
- Min, S., Zacharia, Z. G., & Smith, C. D. (2019). Defining supply chain management: In the past, present, and future. *Journal of Business Logistics*, 40(1), 44–55. <https://doi.org/10.1111/jbl.12201>
- Pallant, J., Sands, S., & Karpen, I. (2020). Product customization: A profile of consumer demand. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 54, 102030. <https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2019.102030>
- Parsa, P., Shbool, M. A., Sattar, T., Rossetti, M. D., & Pohl, E. A. (2020). A collaborative planning forecasting and replenishment (CPFR) maturity model. *International Journal of Supply Chain Management*, 9(6), 49–71. <https://doi.org/10.59160/ijscm.v9i6.4875>
- Parung, J., & Bititci, U. S. (2008). A metric for collaborative networks. *Business Process Management Journal*, 14(5), 654–674. <https://doi.org/10.1108/14637150810903048>

- Simchi-Levi, D., Kaminsky, P., & Simchi-Levi, E. (2000) *Designing and Managing the Supply Chain-Concepts, Strategies, and Case Studies*. Boston: McGraw-Hill, Irwin.
- Snyder, L. V., & Shen, Z. J. M. (2019). *Fundamentals of Supply Chain Theory*. New Jersey: John Wiley & Sons.
- Sun, X. T., Chung, S. H., & Chan, F. T. (2015). Integrated scheduling of a multi-product multi-factory manufacturing system with maritime transport limits. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 79, 110–127. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2015.04.002>
- Ukko, J., & Saunila, M. (2020). Understanding the practice of performance measurement in industrial collaboration: From design to implementation. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 26(1), 100529. <https://doi.org/10.1016/j.pursup.2019.02.001>

2

MULTI-OBJECTIVE VEHICLE ROUTING PROBLEM: PERKEMBANGAN PENELITIAN PEMANFAATAN *DRONE* DALAM PENGIRIMAN BARANG

Eric Wibisono

Problem penentuan rute adalah salah satu problem kompleks di bidang logistik. Problem ini dijumpai oleh individu, misalnya dalam pencarian jarak terpendek antara dua tempat memanfaatkan teknologi seperti *Google Map*, maupun oleh industri, misalnya dalam penentuan rute pengiriman oleh armada transportasi yang dimiliki suatu perusahaan. Berdasarkan tingkat kompleksitasnya, Wibisono (2018) membagi masalah pengaturan rute menjadi tiga tingkatan, yaitu: *shortest path problem* (SPP) yaitu pencarian jarak terpendek antara dua titik; *traveling salesman problem* (TSP) yaitu penentuan rute perjalanan mengunjungi beberapa titik; dan *vehicle routing problem* (VRP) yaitu pengaturan rute pengiriman barang oleh beberapa kendaraan ke beberapa konsumen. SPP dapat diselesaikan secara efisien dan optimal, artinya, solusi terbaik dapat ditemukan dalam waktu polinomial. Berbeda dengan SPP, TSP dan VRP termasuk problem *NP-Hard* dan tidak dapat diselesaikan

dalam waktu polinomial. Kemampuan komputasi saat ini yang semakin tinggi menumbuhkan minat para peneliti mengembangkan algoritma-algoritma yang lebih efisien bagi TSP, seperti pada Yilmaz et al. (2024), dan VRP, namun belum semuanya mencapai hasil yang memuaskan.

Khusus untuk VRP, varian problem berkembang cukup banyak misalnya dengan batasan *time window*, *pickup and delivery*, dll. sesuai kondisi riil di lapangan (Braekers et al., 2016). Semakin kompleks varian tersebut, semakin sulit pula solusi problem didapatkan. Selain variasi yang ditimbulkan oleh batasan masalah, VRP dapat diformulasikan dengan lebih dari satu tujuan (objektif). Selain objektif primer seperti minimasi biaya atau jarak, objektif sekunder dapat ditambahkan misalnya minimasi jumlah armada, minimasi keterlambatan, dan lain-lain.

Pada problem distribusi produk (Fernando et al., 2024; Wibisono et al., 2017), misalnya, mengirim barang dengan dua mobil lebih fisibel dibanding dengan satu mobil karena perusahaan memiliki dua sopir yang harus ditugaskan, meskipun distribusi dengan satu mobil menghasilkan biaya yang lebih rendah. Dalam contoh ini, biaya minimal dan keseimbangan beban kerja sopir merupakan dua objektif yang harus dioptimalkan. Dalam *humanitarian logistics*, misalnya dalam pengiriman *drone* untuk memotret area terdampak bencana, *drone* harus dapat bekerja dengan cepat agar bencana dapat segera tertangani. Tetapi selain itu, jumlah *drone* yang optimal perlu ditentukan memperhatikan lama waktu *drone* dapat beroperasi karena kapasitas baterai. Kedua contoh di atas adalah contoh aplikasi VRP dengan multi-objektif atau yang disebut dengan *multi-objective vehicle routing problem* (MO-VRP).

Penelitian-penelitian awal pada MO-VRP pernah dirangkum sebelumnya dalam Josefowicz et al. (2008). Tetapi semenjak

itu belum ada lagi *review* yang komprehensif meskipun banyak penelitian yang dipublikasikan. Martin dan Wibisono (2024) mencoba merangkum beberapa penelitian terbaru dalam MO-VRP sekaligus mengusulkan taksonomi untuk mengelompokkan beberapa penelitian terakhir. Tulisan ini bermaksud melanjutkan kajian tersebut dengan memasukkan beberapa penelitian baru untuk dibahas, khususnya studi kasus MO-VRP yang memanfaatkan teknologi pengiriman menggunakan *drone*. Bagian selanjutnya dari tulisan ini adalah teori dasar *multi-objective optimization* (MOO) untuk memberi gambaran bagi pembaca yang awam terhadap konsep tersebut, dilanjutkan dengan kajian literatur pada beberapa penelitian VRP dalam beberapa tahun terakhir khususnya yang memanfaatkan teknologi *drone* dalam pendistribusian barang.

2.1 TEORI DASAR *MULTI-OBJECTIVE OPTIMIZATION* (MOO)

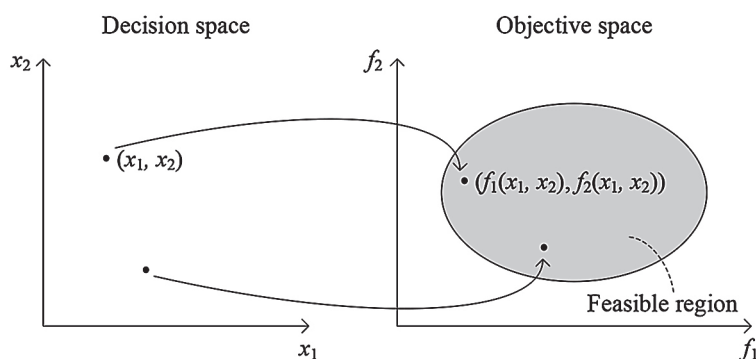
Problem MOO secara umum dapat diformulasikan sebagai berikut.

$$\begin{array}{lll}
 \text{min/max} & f_m(\mathbf{x}), & m = 1, 2, \dots, M \\
 \text{subject to} & g_j(\mathbf{x}) \geq 0, & j = 1, 2, \dots, J \\
 & h_k(\mathbf{x}) = 0, & k = 1, 2, \dots, K \\
 & x_i^{(L)} \leq x_i \leq x_i^{(U)}, & i = 1, 2, \dots, n
 \end{array}$$

Formulasi tersebut mendeskripsikan beberapa hal berikut. Pertama, terdapat $M \geq 2$ fungsi objektif untuk dioptimalkan. Pengertian optimal di sini bukan menghasilkan satu solusi terbaik, tetapi **satu himpunan** solusi yang tidak saling mendominasi (*non-dominated set of solutions*) atau dikenal dengan istilah *Pareto front* yang akan dijelaskan selanjutnya. Kedua, terdapat J pertidaksamaan dan K persamaan yang membatasi *feasible region*. Ketiga, setiap

variabel keputusan x_i memiliki batas bawah $x_i^{(L)}$ dan batas atas $x_i^{(U)}$.

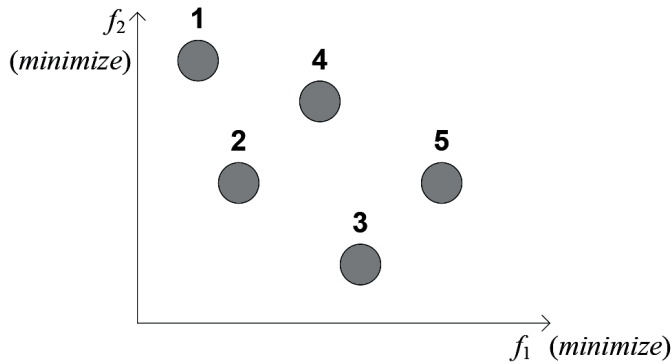
Seperti problem program linier pada umumnya, suatu titik solusi $\mathbf{x}$ adalah suatu vektor variabel keputusan yang terdiri atas $x_1 \dots x_n$. Dalam MOO, karena ada lebih dari satu fungsi tujuan, setiap vektor solusi $\mathbf{x}$ memiliki nilai pada setiap fungsi tujuan $f_1 \dots f_M$. Jika daerah untuk vektor $\mathbf{x}$ disebut *decision space* dan daerah untuk vektor $\mathbf{f}$ disebut *objective space* maka pemetaan dari vektor $\mathbf{x}$ ke vektor $\mathbf{f}$ dapat ditunjukkan seperti pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Decision space dan objective space.

Solusi-solusi yang dihasilkan pada *objective space* selanjutnya akan diuji untuk menentukan Pareto *front*. Perhatikan contoh pada Gambar 2.2 dengan lima titik solusi pada *objective space* dengan dua fungsi tujuan, f_1 dan f_2 , yang hendak diminimumkan. Setiap pasang titik akan dibandingkan untuk melihat apakah satu titik mendominasi titik lainnya. Suatu titik solusi $\mathbf{x}_1$ mendominasi $\mathbf{x}_2$ jika:

- semua solusi $\mathbf{x}_1$ tidak lebih jelek dari solusi $\mathbf{x}_2$ pada semua fungsi tujuan;
- ada solusi $\mathbf{x}_1$ yang lebih baik dari solusi $\mathbf{x}_2$ pada setidaknya satu fungsi tujuan.



Gambar 2.2 Contoh *objective space* dengan beberapa solusi.

Jika titik 1 mewakili solusi dari x_1 , titik 2 mewakili solusi dari x_2 dst., kemudian f_1^1 adalah nilai f_1 dari titik 1 dan f_2^1 adalah nilai dari f_2 titik 1 maka terlihat bahwa:

- $f_1^1 < f_1^2$ tetapi $f_2^1 > f_2^2$ sehingga dikatakan **titik 1 dan titik 2 tidak saling mendominasi**;
- $f_1^2 < f_1^4$ dan $f_2^2 < f_2^4$ sehingga dikatakan **titik 2 mendominasi titik 4**;
- $f_1^1 < f_1^4$ tetapi $f_2^1 > f_2^4$ sehingga dikatakan titik 1 dan titik 4 tidak saling mendominasi, tetapi karena titik 4 terdominasi oleh titik 2, maka titik 4 bukan merupakan anggota himpunan solusi yang tidak saling mendominasi.

Dari perbandingan berpasangan kelima titik tersebut akan ditemukan bahwa anggota himpunan solusi yang tidak saling mendominasi atau Pareto *front* adalah titik 1, 2, dan 3. Untuk uraian yang lebih jelas, pembaca dapat merujuk pada Wibisono et al. (2023a).

Lima titik solusi pada contoh ini belum tentu merupakan titik-titik solusi pada *front* terluar dari *objective space*. Karena itu, dari sisi metodologi, efektivitas dari suatu algoritma MOO ditinjau dari

kemampuannya mencari Pareto *front* sejauh mungkin, sedangkan dari sisi efisiensi dapat diukur dari waktu komputasi algoritma.

2.2 APLIKASI MOO DALAM *VEHICLE ROUTING PROBLEM*

Dalam kasus MO-VRP, cukup banyak penelitian yang telah dipublikasikan. Tetapi dibandingkan model klasik VRP yang telah ada sejak 1956, MO-VRP baru dikenal di awal tahun 2000-an. Banyak algoritma yang telah dicoba dikembangkan dan mayoritas menggunakan pendekatan hibridisasi yaitu gabungan dari metode-metode yang sudah ada (Wibisono & Jittamai, 2017; Miranda et al., 2018; Long et al., 2019). Upaya perbaikan dari algoritma yang pernah diusulkan juga terus menjadi perhatian peneliti (Wibisono et al., 2013b) namun tidak selalu mendapatkan hasil yang baik.

Adanya objektif tambahan selain objektif klasik seperti minimasi biaya akan meningkatkan kompleksitas problem sehingga pendekatan eksak jarang sekali digunakan pada kasus MO-VRP. Pendekatan yang lebih sering dipakai adalah metaheuristik. Contoh penelitian dengan pendekatan metaheuristik untuk MO-VRP misalnya dapat dilihat pada Ghannadpour dan Zarrabi (2019) yang mengusulkan suatu pendekatan *evolutionary algorithm* baru untuk kasus MO-VRP dengan armada heterogen dan batasan *time window*. Hasil eksperimen algoritma usulan diklaim penulis lebih baik daripada metode MO-VRP populer yang digunakan sebagai pembanding yaitu *elitist non-dominated sorting genetic algorithm* (NSGA-II). Contoh penelitian lain dengan metode metaheuristik untuk MO-VRP adalah Mulumba et al. (2023) dengan *large neighborhood search* dan Li et al. (2024a) dengan *swarm intelligence*. Hal menarik dari kedua artikel ini adalah penggunaan *drone* sebagai armada transportasi. Perbedaan

signifikan dari *drone* dengan armada transportasi darat seperti truk adalah kemampuan *drone* melintas secara Euclidean mencari jarak terpendek antara dua titik sehingga faktor kesulitan akibat jarak asimetris dan ketidakpastian karena kemacetan menjadi minimal. Dengan kemajuan teknologi transportasi menggunakan *drone*, pengaturan rute kini tidak lagi terbatas di jalan raya. Logistik dalam kasus *healthcare* seperti distribusi darah (Tanjung et al., 2023) maupun penanganan area terdampak bencana (Faiz et al., 2024) yang masih bertumpu pada transportasi darat, memiliki banyak keterbatasan.

Masih banyak penelitian VRP terkini yang menggunakan *drone* sebagai armada transportasi baik yang dikendalikan (Meng et al., 2023; Montemanni et al., 2024) maupun yang tidak berawak (Li et al., 2024b; Morim et al., 2024). Empat artikel ini mengkaji pemanfaatan *drone* dalam kasus VRP dengan satu fungsi tujuan. Meng et al. (2023) membahas salah satu varian klasik VRP yaitu *pickup and delivery* dengan *multi-visit* atau yang juga populer dengan istilah lain dalam varian VRP yaitu *split delivery*. Montemanni et al. (2024) membahas penerapan *drone* dalam *last-mile logistics* atau tahap pengiriman terakhir hingga sampai ke konsumen. Penelitian ini mengkaji peluang kolaborasi *drone* dalam proses logistik yang dimungkinkan karena *drone* dapat bertemu di udara. Li et al. (2024b) meneliti VRP dengan armada udara tak berawak (*unmanned aerial vehicle*). Model metaheuristik yang digunakan adalah *Discrete Particle Swarm Optimization* (DPSO), sedangkan Morim et al. (2024) mengenalkan varian VRP baru yaitu VRP dengan *robot station* (VRP-RS). Model metaheuristik yang diusulkan adalah *General Variable Neighborhood Search* (GVNS) yang berhasil dibuktikan lebih baik daripada metode metaheuristik klasik *Simulated Annealing*. Dua penelitian ini dapat

disebut sebagai pionir dalam pengembangan metode pengaturan rute yang mengakomodasi perkembangan sistem transportasi dengan *autonomous vehicle*.

VRP menggunakan *drone* juga terdapat pada kasus MO-VRP (Gonzalez-R et al., 2024; Wen et al., 2024). Gonzales-R et al. (2024) juga membahas pemakaian *drone* dalam *last-mile logistics* dengan pendekatan *multi-visit*. Dua objektif yang dimodelkan adalah keseimbangan *service time* dan dampak lingkungan. Algoritma yang diusulkan dikembangkan dari *Simulated Annealing*. Wen et al. (2024) juga membahas MO-VRP dalam *last-mile logistics* dengan memodelkan dua objektif yaitu total biaya jarak dan kepuasan pelanggan. Penulis merancang algoritma berbasis *Genetic Algorithm* dengan operator yang dikembangkan secara heuristik, yaitu gabungan antara operator *crossover* dan mutasi yang dilanjutkan dengan *voting-based ensemble algorithm* dalam pemilihan *offspring* untuk menjadi anggota populasi pada iterasi berikutnya.

2.3 SIMPULAN

Dari contoh-contoh tersebut, dapat disimpulkan mulai muncul beberapa penelitian dalam ruang lingkup MO-VRP pada jalur udara, bukan lagi pada jalur darat atau maritim, dengan menggunakan *drone*. Logistik menggunakan *drone* memiliki kelebihan tersendiri seperti kemampuan armada *drone* dalam berkolaborasi, penggunaan jalur terpendek *Euclidean* jika tidak ada halangan fisik bangunan alam atau gedung bertingkat tinggi, bebas kemacetan, dan kontrol yang bisa dilakukan dari jarak jauh.

Di sisi lain, *drone* memiliki kapasitas angkut yang kecil. Keterbatasan ini menyebabkan *drone* lebih cocok digunakan dalam *last-mile logistics* untuk pengiriman tahap terakhir kepada konsumen.

Alternatif lain pemanfaatan *drone* dalam problem pengaturan rute adalah dalam *humanitarian logistics* untuk memantau (memotret) area terdampak bencana. Dalam ruang aplikasi ini, kapasitas *drone* tidak lagi relevan dan problem lebih tepat masuk ke dalam kelompok *multiple* TSP (m-TSP) daripada VRP. Jika dipadukan dengan konsep multi-objektif, model baru yang dihasilkan adalah MO-mTSP.

Berbagai perkembangan terakhir, baik dalam rumpun ilmu pengaturan rute TSP dan VRP maupun kombinasi metodologinya dengan MOO yang bertumpu pada algoritma metaheuristik, semakin membuka lebar medan penelitian di bidang ini. Secara khusus untuk MO-VRP, masih terbuka ruang untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi dari algoritma. Efektivitas berarti kemampuan algoritma dalam menemukan sebaran Pareto *front* (*non-dominated set of solutions* atau solusi yang tidak saling mendominasi), sedangkan efisien berarti kecepatan waktu algoritma dalam menemukan Pareto *front* yang baik. Perlu juga dicatat bahwa publikasi yang dibahas di tulisan ini mayoritas berasal dari satu penerbit yaitu Elsevier dan masih banyak topik penelitian pada rumpun yang sama dalam jurnal dari penerbit lain.

REFERENSI

- Braekers, K., Ramaekers, K., & Van Nieuwenhuysse, I. (2016). The vehicle routing problem: State of the art classification and review. *Computers & Industrial Engineering*, 99, 300–313. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2015.12.007>
- Faiz, T. I., Vogiatzis, C., & Noor-E-Alam, M. (2024). Computational approaches for solving two-echelon vehicle and UAV routing problems for post-disaster humanitarian operations. *Expert Systems with Applications*, 237, 121473. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2023.121473>

- Fernando, W. M., Thibbotuwawa, A., Perera, H. N., Nielsen, P., & Kilic, D. K. (2024). An integrated vehicle routing model to optimize agricultural products distribution in retail chains. *Cleaner Logistics and Supply Chains*, 10, 100137. <https://doi.org/10.1016/j.clscn.2023.100137>
- Ghannadpour, S. F., & Zarrabi, A. (2019). Multi-objective heterogeneous vehicle routing and scheduling problem with energy minimizing. *Swarm and Evolutionary Computation*, 44, 728–747. <https://doi.org/10.1016/j.swevo.2018.08.012>
- Gonzalez-R, P. L., Sanchez-Wells, D., & Andrade-Pineda, J. L. (2024). A bi-criteria approach to the truck-multidrone routing problem. *Expert Systems with Applications*, 243, 122809. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2023.122809>
- Josefowicz, N., Semet, F., & Talbi, E.-G. (2008). Multi-objective vehicle routing problems. *European Journal of Operational Research*, 189(2), 293–309. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2007.05.055>
- Li, H., Wang, F., & Zhan, Z. (2024a). Drone routing problem with swarm synchronization. *European Journal of Operational Research*, 314(2), 477–495. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2023.10.015>
- Li, X., Yan, P., Yu, K., Li, P., & Liu, Y. (2024b). Parcel consolidation approach and routing algorithm for last-mile delivery by unmanned aerial vehicles. *Expert Systems with Applications*, 238, 122149. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2023.122149>
- Long, J., Sun, Z., Pardalos, P. M., Hong, Y., Zhang, S., & Li, C. (2019). A hybrid multi-objective genetic local search algorithm for the prize-collecting vehicle routing problem. *Information Sciences*, 478, 40–61. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2018.11.006>

- Martin, I., & Wibisono, E. (2024). A proposed taxonomy for literature review in multi-objective vehicle routing problems. *AIP Conference Proceedings*, 2838(1), 020007. <https://doi.org/10.1063/5.0179691>
- Meng, S., Guo, X., Li, D., & Liu, G. (2023). The multi-visit drone-assisted pickup and delivery problem with time windows. *European Journal of Operational Research*, 169, 102990. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2023.10.021>
- Miranda, D. M., Branke, J., & Conceição, S. V. (2018). Algorithms for the multi-objective vehicle routing problem with hard time windows and stochastic travel time and service time. *Applied Soft Computing*, 70, 66–79. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2018.05.026>
- Montemanni, R., Dell’Amico, M., & Corsini, A. (2024). Parallel drone scheduling vehicle routing problems with collective drones. *Computers and Operations Research*, 163, 106514. <https://doi.org/10.1016/j.cor.2023.106514>
- Morim, A., Campuzano, G., Amorim, P., Mes, M., & Lalla-Ruiz, E. (2024). The drone-assisted vehicle routing problem with robot stations. *Expert Systems with Applications*, 238, 121741. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2023.121741>
- Mulumba, T., Najy, W., & Diabat, A. (2023). The drone-assisted pickup and delivery problem: An adaptive large neighborhood search metaheuristic. *Computers and Operations Research*, 161, 106435. <https://doi.org/10.1016/j.cor.2023.106435>
- Tanjung, S. C., Wibisono, E., & Prayogo, D. N. (2023). Robust multi-objective optimization model for the integration of blood production and distribution planning. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 22(1), 101–112. <https://doi.org/10.23917/jiti.v22i1.20115>

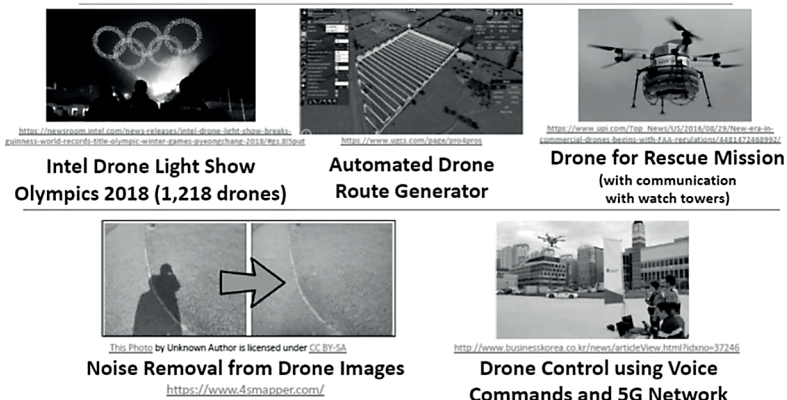
- Wen, X., Wu, G., Li, S., & Wang, L. (2024). Ensemble multi-objective optimization approach for heterogeneous drone delivery problem. *Expert Systems with Applications*, 249, 123472. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2024.123472>
- Wibisono, E., & Jittamai, P. (2017). Multi-objective evolutionary algorithm for a ship routing problem in maritime logistics collaboration. *International Journal of Logistics Systems and Management*, 28(2), 225–252. <https://doi.org/10.1504/IJLSM.2017.086357>
- Wibisono, E., Santoso, A., & Sunaryo, M. A. (2017). Improving delivery routes using combined heuristic and optimization in a consumer goods distribution company. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 273, 012022. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/245/1/012022>
- Wibisono, E. (2018). *Logika logistik: Teknik dan metode pemrograman dalam problem-problem pengaturan rute*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Wibisono, E., Singgih, I. K., & Hapsari, I. (2023a). *Pengambilan keputusan multikriteria: Teori dan aplikasi*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Wibisono, E., Tiro, N. S., & Prayogo, D. N. (2023b). A proposed metaheuristic for solving multi-objective heterogeneous vehicle routing problems with time windows. *Journal of Surveys in Fisheries Science*, 10(2S). <https://doi.org/10.17762/sfs.v10i2S.1308>
- Yilmaz, C., Cengiz, E., & Kahraman, H. T. (2024). A new evolutionary optimization algorithm with hybrid guidance mechanism for truck-multi drone delivery system. *Expert Systems with Applications*, 245, 123115. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2023.123115>

3

OPTIMASI RUTE SEKUMPULAN *DRONE* PEMADAM KEBAKARAN

Ivan Kristianto Singgih

Perkembangan teknologi *drone* telah berkembang pesat dalam berbagai sektor, di antaranya: logistik pengiriman barang (Kim et al., 2023), pengambilan gambar dan video pasca-bencana (Singgih et al., 2020), penyiraman material cair pada area pertanian (Mogili & Deepak, 2018), dsb., seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Perkembangan teknologi drone dalam berbagai sektor.

Untuk memastikan *drone* dioperasikan secara efektif dan memberi manfaat bagi penggunaanya, berbagai studi perlu dilakukan, termasuk studi terkait desain sistem *drone* dan strategi pengoperasiannya.

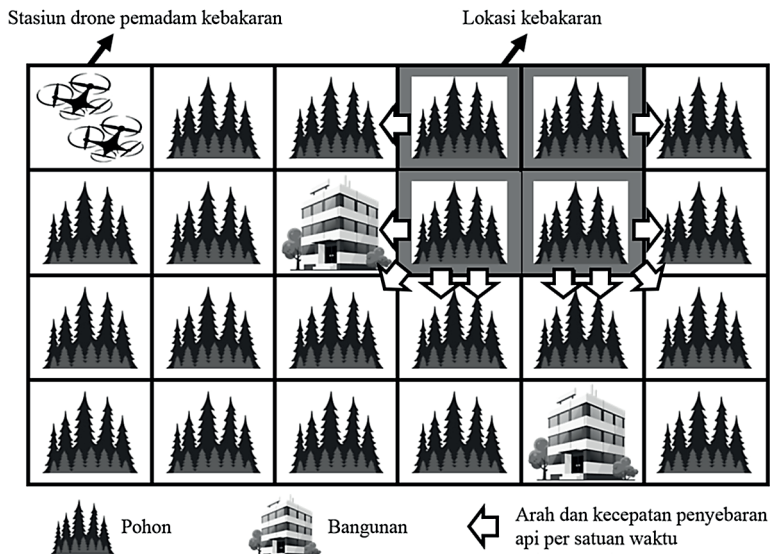
3.1 PENDAHULUAN

Beberapa negara, termasuk Portugal dan Tiongkok, telah mengembangkan *drone* untuk memadamkan api (Hongfei Aviation Technology, 2024; Kesteloo, 2024). *Drone* memiliki kelebihan karena dapat bergerak bebas menuju lokasi kebakaran (tanpa tergantung pada jalan raya yang ada) dalam waktu singkat. *Drone* juga dapat mengakses lokasi yang sulit dan terpencil yang sulit diakses oleh kendaraan pemadam kebakaran. Pemadaman api oleh *drone* dapat dilakukan dengan menyemburkan air ataupun menembakkan materi pemadam api (Aeromotus, 2024). Contoh *drone* pemadam kebakaran dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 *Drone* pemadam kebakaran komersial.

Studi ini membahas masalah penentuan jalur beberapa *drone* pemadam kebakaran (Gambar 3.3). Informasi yang dipertimbangkan adalah tingkat kepentingan setiap area di lokasi kebakaran (misalnya bangunan lebih penting daripada pepohonan), area tempat api sedang berkobar, dan arah potensi serta kecepatan penyebaran api. Untuk meminimasi total kerusakan akibat kebakaran, beberapa *drone* diterbangkan sekaligus untuk melakukan pemadaman api pada area tertentu.



Gambar 3.3 Ilustrasi permasalahan optimasi rute *drone* pemadam kebakaran.

3.2 PENDETEKSIAN DAN PEMADAMAN API DENGAN MENGGUNAKAN *DRONE*

Sebelum melakukan pemadaman api, operator *drone* harus mengetahui area yang terbakar beserta dengan besarnya api yang

sedang menyala pada setiap area pengawasan. Informasi kondisi api pada setiap area tersebut dapat diperoleh dari data sensor panas yang tersebar pada area pengawasan maupun dari data foto satelit yang mengidentifikasi warna api (bila membandingkannya dengan warna area pada kondisi normal). Kedua metode ini memiliki keterbatasan. Sensor panas yang terpasang dapat terbakar sehingga tidak dapat terus memberikan informasi terkait perkembangan kondisi api, terutama pada pasca-kebakaran. Sedangkan foto satelit hanya dapat melihat kondisi api dari atas dan dapat memiliki keterbatasan resolusi untuk memahami kondisi bangunan dan orang yang berada pada lokasi kebakaran.

Salah satu solusi pendeteksian kondisi api dan area yang sedang diawasi (bangunan, orang, dsb.) adalah dengan menggunakan *drone* juga untuk melakukan pengambilan gambar dan video secara *real-time*. Informasi ini perlu diperbarui dan disampaikan secara rutin kepada pengendali *drone* sehingga rute terbang *drone* untuk pemadaman api dapat disesuaikan sewaktu-waktu. Hal ini penting, mengingat ada faktor ketidakakuratan prediksi pergerakan api, cuaca, dsb. Pengumpulan dan pelaporan data dengan menggunakan *drone* secara berkelanjutan dapat dilakukan dengan memanfaatkan teknologi komunikasi yang terus berkembang pesat, contohnya 5G (Yigit et al., 2023). Segala fleksibilitas pengambilan dan pengiriman data ini memungkinkan pengendali *drone* untuk mencari jadwal terbaik untuk memperbarui rute *drone* berdasarkan kondisi yang terus berubah.

3.3 MODEL OPTIMASI RUTE *DRONE*

Model optimasi rute drone terdiri atas tujuan, parameter input, batasan masalah, dan variabel keputusan, yang dijelaskan seperti berikut.

Tujuan

Meminimasi total dampak kebakaran. Setiap objek yang terbakar diberikan nilai dampak tertentu. Sebagai contoh: bangunan memiliki nilai dampak yang lebih besar daripada pohon. Untuk kasus yang lebih kompleks, bangunan dengan ukuran yang lebih besar dan memiliki fungsi lebih penting dapat memiliki nilai dampak yang lebih besar daripada bangunan lainnya.

Parameter

Parameter yang digunakan dalam model optimasi rute *drone* ini adalah sebagai berikut.

- Jumlah periode penerapan model. Nilai ini akan menentukan sejauh apa evaluasi dampak kebakaran dilakukan karena api bergerak pada setiap periode dan dampak api dapat menjadi semakin besar ketika api tidak dipadamkan.
- Target pengawasan yang dibagi menjadi area lebih kecil berbentuk kotak. Setiap area tidak beririsan satu sama lain.
- Area tempat stasiun *drone* berada. Pada studi ini, dipertimbangkan hanya ada sebuah stasiun saja.
- Waktu tempuh yang diperlukan oleh *drone* untuk berpindah dari area yang satu ke area lainnya. Asumsi yang digunakan adalah: (1) semua *drone* bergerak dengan kecepatan yang sama dan (2) nilai percepatan dan perlambatan *drone* dapat diabaikan untuk perhitungan waktu tempuh.
- Tingkat kepentingan setiap area di lokasi kebakaran (misalnya area yang berisi bangunan lebih penting daripada pepohonan).
- Area yang sedang terbakar.
- Arah dan kecepatan pergerakan api dari setiap area yang sedang terbakar.
- Jumlah *drone* pemadam kebakaran yang dapat diterbangkan.

- Kapasitas bahan pemadam yang dapat dibawa oleh setiap *drone* setelah pengisian.
- Total volume atau jumlah unit bahan pemadam yang harus disemprotkan pada waktu yang sama oleh satu atau lebih *drone* sekaligus untuk mematikan api pada sebuah area. Nilai ini akan menentukan jumlah *drone* yang perlu mengunjungi sebuah area pada waktu yang sama (berdasarkan kapasitas bahan pemadam yang tersisa pada *drone*).

Batasan masalah

Batasan pada model optimasi rute *drone* adalah sebagai berikut.

- Setiap *drone* harus memulai dan mengakhiri perjalanannya pada stasiun *drone*.
- Setiap *drone* hanya dapat bergerak ke satu area terdekat, baik secara horizontal, vertikal, ataupun diagonal (bila mengacu dari gambar tampak atas pada Gambar 3.3).
- Jumlah *drone* yang dapat berada pada sebuah area yang sama terbatas.

Variabel keputusan

Variabel keputusan pada model ini adalah.

- Rute terbang setiap *drone* (area awal dan area tujuan perjalanan).
- Waktu *drone* berangkat dari setiap area.
- Bahan pemadam yang digunakan oleh setiap *drone* saat tiba di area tertentu.

3.4 IMPLIKASI MANAJERIAL

Pada situasi kebakaran, penentuan rute pergerakan *drone* perlu dilakukan dalam waktu yang singkat dengan informasi selengkap

mungkin. Kendala yang dapat dihadapi karena kedua kondisi tersebut adalah sebagai berikut. Pencarian rute yang dilakukan dalam waktu yang singkat akan membatasi kualitas rute yang dihasilkan. Yang dimaksud di sini adalah dampak kebakaran tidak dapat diminimasi secara optimal. Terkait dengan informasi yang lengkap untuk penentuan rute *drone*, informasi yang semakin lengkap (contohnya: jumlah area yang dipertimbangkan) akan mengakibatkan waktu komputasi semakin lama pula (Singgih et al., 2020; Singgih & Kim, 2020).

Solusi yang umumnya digunakan untuk mengatasi keterbatasan tersebut adalah: (1) mengembangkan algoritma yang membutuhkan waktu komputasi yang lebih singkat (dibandingkan dengan metode lainnya seperti model matematis), (2) membagi masalah penentuan rute *drone* menjadi beberapa *subproblem* yang diselesaikan secara terpisah sebelum hasil tiap *subproblem* digabungkan menjadi solusi masalah utuh (yang mencakup seluruh area pengawasan). Alternatif metode optimasi yang dapat digunakan untuk poin yang pertama ditunjukkan pada Gambar 3.4.

Metode	Kualitas Solusi	Waktu Komputasi
Aturan sederhana (shortest processing time, earliest due date, etc)	Sedang	Singkat
Pemodelan matematis (mixed integer linear programming, integer programming, etc)	Optimal	Lama
Exact methods (dynamic programming, branch-and-bound, etc)	Optimal	Lama
Heuristik/algoritma (local search, 2-Opt, cluster-first route-second, etc.)	Sub-optimal	Sedang
Metaheuristik (genetic algorithm, harmony search, etc)	Sub-optimal	Sedang
Simulasi	Baik	Sedang
Gabungan beberapa pendekatan (hybrid algorithms, matheuristics, etc)	Baik	Sedang
Gabungan dengan machine learning	Baik	Sedang

Gambar 3.4 Alternatif metode optimasi beserta karakteristiknya.

Model penentuan rute *drone* yang dibuat harus diuji dan divalidasi oleh para pengambil keputusan untuk memastikan bahwa rute *drone* yang dihasilkan dapat meminimasi dampak kebakaran dengan baik.

REFERENSI

- Aeromotus. (2024, July 29). *Fire fighting drone UAVs with dry powder fire extinguishing agent boom launcher*. Aeromotus. <https://www.aeromotus.com/product/fire-fighting-drone-uavs/>
- Hongfei Aviation Technology. (2024, July 29). *HZH CF30 urban firefighting drone – with fire fighting missile*. Hongfei Aviation Technology. <https://www.hongfeidrone.com/hzh-cf30-urban-firefighting-drone-with-fire-fighting-missile-product/>
- Kesteloo, H. (2024, July 29). *How firefighting drones might outsmart wildfires in Portugal*. DroneXL. <https://dronexl.co/2023/07/05/how-portugese-firefighting-drones-wildfires/>
- Kim, D., Seong Ko, C., & Moon, I. (2023). Coordinated logistics with trucks and drones for premium delivery. *Transportmetrica A: Transport Science*, 1–29. <https://doi.org/10.1080/23249935.2023.2282963>
- Mogili, U. R., & Deepak, B. B. V. L. (2018). Review on application of drone systems in precision agriculture. *Procedia Computer Science*, 133, 502–509. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.07.063>
- Singgih, I. K., & Kim, B. I. (2020). Multi-type electric vehicle relocation problem considering required battery-charging time. *European Journal of Industrial Engineering*, 14(3), 335. <https://doi.org/10.1504/EJIE.2020.107697>
- Singgih, I. K., Lee, J., & Kim, B.-I. (2020). Node and edge drone surveillance problem with consideration of required observation

- quality and battery replacement. *IEEE Access*, 8, 44125–44139. [https://doi.org/10.1109/ ACCESS.2020.2976122](https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2976122)
- Singgih, I. K., Yu, O., Kim, B.-I., Koo, J., & Lee, S. (2020). Production scheduling problem in a factory of automobile component primer painting. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 31(6), 1483–1496. [https://doi.org/ 10.1007/s10845-019-01524-6](https://doi.org/10.1007/s10845-019-01524-6)
- Yigit, Y., Nguyen, L. D., Ozdem, M., Kinaci, O. K., Hoang, T., Canberk, B., & Duong, T. Q. (2023). TwinPort: 5G drone-assisted data collection with digital twin for smart seaports. *Scientific Reports*, 13(1), 12310. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-39366-1>

4

PENERAPAN APLIKASI PINTAR MYMAT® SEBAGAI INSTRUMEN PENILAIAN *SUSTAINABILITY* *MATURITY* PADA INDUSTRI PERIKANAN DI INDONESIA

Yenny Sari, Rahman Dwi Wahyudi, Vonny Yudianto

Dalam penggunaan *maturity model* untuk mengukur level kesiapan organisasi terhadap penerapan *corporate sustainability*, diperlukan metode pengumpulan data untuk mengukur tingkat pencapaian *maturity level* (Sari et al., 2020). Terdapat beragam metode pengumpulan data yang dapat digunakan, pengumpulan data dapat langsung mewawancarai perwakilan organisasi atau membagikan kuesioner untuk menentukan tingkat kedewasaan organisasi. Misalkan metode pembagian kuesioner dan wawancara (Brookes *et al.*, 2014) atau kuantifikasi seluruh aspek kemudian menggunakan beberapa formulasi matematis sehingga angka yang didapat akan memiliki *range* 0-100 (Vivares *et al.*, 2018).

Dari seluruh metode yang pernah digunakan, metode yang paling sering digunakan adalah wawancara dan kuesioner. Penggunaan metode kuesioner dan wawancara cenderung lambat karena harus mengunjungi organisasi satu per satu sehingga cakupan

organisasi yang dapat dianalisis tingkat kedewasaannya sangat terbatas sekali karena membutuhkan banyak waktu. Namun, evaluasi melalui metode ini memberikan hasil yang lebih komprehensif dengan analisis yang lebih mendalam.

Proses evaluasi yang memakan waktu lama diantisipasi dengan pembuatan *self-assessment smart application*. Aplikasi yang dirancang ini bertujuan untuk menarik banyak pengguna (perusahaan) agar bisa melakukan evaluasi diri dengan lebih mudah. Rancangan aplikasi ini telah diajukan dan memperoleh sertifikat hak cipta sesuai Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta (Sertifikat No. EC00202015078 Tahun 2020), aplikasi ini kemudian dikenal dengan nama **MyMat**®. Kata “**Mat**” di sini merujuk kata “**Maturity**” dan “**My**” artinya “milikku”.

Kelebihan dari aplikasi ini adalah memiliki tampilan yang menarik dan kemampuan *smart* untuk melakukan kalkulasi dengan sendirinya. Melalui aplikasi ini, pengguna (organisasi) dapat melakukan *assessment* untuk mengetahui posisi *sustainability maturity* organisasi saat ini dan pengguna diberi rekomendasi untuk dapat mencapai *maturity level* yang lebih tinggi (Sari et al., 2020). Hal ini akan membantu organisasi untuk membuka wawasan dan mulai berpikir mengenai langkah-langkah (*action plan*) yang harus dirumuskan agar dapat mencapainya (Okongwu et al., 2013).

Penelitian ini merupakan jenis *case study research*, penerapan aplikasi pintar MyMat® dilakukan pada dua perusahaan yang bergerak di sektor industri perikanan dengan tujuan yang ingin dicapai sebagai berikut.

1. Identifikasi dan evaluasi tingkat kedewasaan (*maturity level*) kondisi perusahaan perikanan dengan menggunakan instrument penilaian *sustainability maturity* MyMat®.
2. Implementasi di dua perusahaan di sektor yang sama juga dapat memberikan manfaat studi perbandingan (*benchmarking*).

Dalam penulisan penelitian ini, sistematika sub bab ini akan dijabarkan dalam tiga bagian utama, yaitu:

- (i) pemilihan industri perikanan dan dua perusahaan sebagai objek penelitian untuk studi kasus,
- (ii) MyMat© sebagai instrument penilaian sustainability *maturity*, dan
- (iii) hasil penilaian dengan MyMat© dan *benchmarking analysis*.

4.1 STUDI KASUS INDUSTRI PERIKANAN DAN PEMILIHAN DUA PERUSAHAAN SEKTOR PERIKANAN SEBAGAI OBJEK PENELITIAN

Studi kasus ini ingin mengevaluasi tingkat kedewasaan penerapan keberlanjutan di organisasi dan menggunakan MyMat© sebagai instrumen penilaian. Objek penelitian berupa dua perusahaan yang bergerak di industri perikanan. Hal ini dikarenakan banyak perusahaan perikanan di Indonesia yang belum memikirkan pentingnya penerapan *corporate sustainability* dalam keberlanjutan usahanya. Sebaliknya, penerapan *corporate sustainability* (Ashrafi et al., 2019; Elkington, 2013) dinilai akan membawa manfaat keberlanjutan dan menjadi kebutuhan karena hal-hal berikut ini.

- Aspek *Profit*. Mayoritas industri perikanan berorientasi pada ekspor. Dalam menjawab kebutuhan pasar ekspor, banyak persyaratan konsumen yang harus dipenuhi oleh perusahaan agar bisnis tetap bisa berlanjut. Orientasi *profit* menjadi hal yang umum bagi industri ini. Perusahaan harus mampu mengelola kebutuhan dan tuntutan tersebut dengan baik.
- Aspek *Planet*. Dalam industri ini, kondisi alam merupakan salah satu parameter yang penting untuk dijaga. Hal ini dikarenakan sumber utama atau bahan baku utama yang digunakan berasal dari laut atau perairan. Apabila perusahaan tidak melakukan

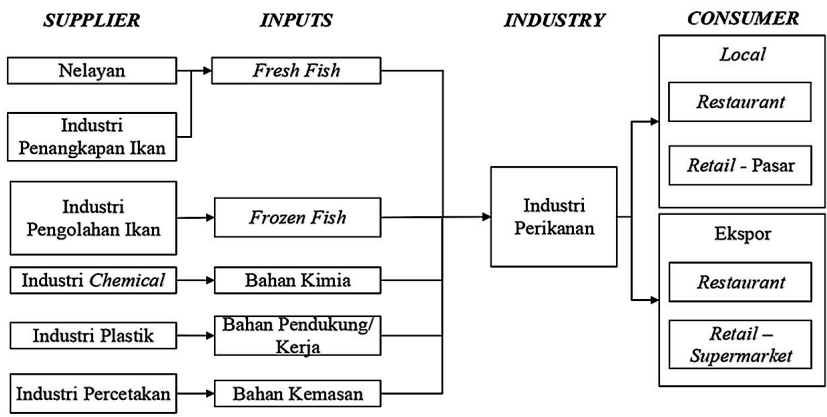
pengawasan terhadap cara dan jumlah penangkapan ikan maka hal ini dapat menyebabkan kelangkaan jenis ikan tersebut serta dapat merusak ekosistem yang ada. Selain itu juga, apabila terjadi pencemaran akibat ulah manusia maka dapat menyebabkan hasil tangkapan tidak memiliki kualitas yang baik.

- Aspek *People*. Industri perikanan di Indonesia kebanyakan masih padat karya. Kementerian Perindustrian dan Perdagangan Indonesia juga melihat potensi industri ini dalam menyerap penggunaan tenaga kerja untuk kegiatan operasional dan produksi sehingga berbagai upaya dilakukan untuk mendorong sektor industri perikanan menjadi potensi ekonomi yang lebih besar. Selain penyerapan tenaga kerja, industri ini juga memberikan peluang mata pencaharian kepada para nelayan, walaupun nelayan bukanlah karyawan utama di dalam perusahaan, tetapi perusahaan tetap perlu menunjang kehidupan mereka agar kehidupan mereka dapat berkecukupan dan membantu perusahaan dalam memperoleh ikan dari laut.

Gambar 4.1 menjelaskan secara ringkas proses bisnis yang ada pada perusahaan di industri perikanan. Umumnya, bahan baku industri perikanan terdiri dari ikan segar, ikan beku, bahan kimia (seperti: klorin, CO, dan lainnya), bahan pendukung/kerja (seperti: plastik polietilen, nilon, *strapping band* plastik, dan lainnya), dan bahan kemasan (seperti: kardus, dan lainnya). Semua bahan baku tersebut umumnya didapatkan langsung dari industri yang berkaitan, namun untuk bahan baku ikan, perusahaan memperolehnya dari berbagai sumber seperti nelayan, industri penangkapan ikan, dan industri pengolahan ikan.

Industri perikanan memiliki kegiatan utama yaitu melakukan ekspor. Ekspor yang dilakukan tertuju pada negara Amerika, Eropa,

sebagian Asia dan kadang kala Australia. Penjualan ke pasar lokal merupakan pilihan perusahaan, umumnya untuk varian produk yang tidak diminati atau berbeda dengan pasar ekspor ataupun produk dengan kelas kualitas yang lebih rendah. Pasar lokal yang dituju biasanya adalah restoran kecil (seperti: depot, warung, atau kantin), restoran besar (seperti: waralaba), dan juga ritel. Penjualan lokal yang dilakukan pun lebih banyak pada produk dengan nilai tambah (seperti: bakso, nugget, kaki naga, dan lainnya).



Gambar 4.1 Proses bisnis perusahaan perikanan secara umum.

Berikut adalah dua perusahaan yang terlibat dalam penilaian dengan instrumen ini.

- (i) VNN adalah salah satu industri perikanan yang berlokasi di Pasuruan, Jawa Timur. Tenaga kerja yang dimiliki terdiri atas pekerja borongan dan pekerja tetap, jumlah pekerja yang dimiliki sekitar 350 karyawan, 250 orang di antaranya bekerja di rantai produksi. Produk yang dihasilkan beragam sehingga proses produksi dilakukan berdasarkan permintaan pelanggan. Perusahaan ini juga melakukan pengolahan terhadap banyak

jenis ikan. Jenis-jenis ikan tersebut adalah kakap, kerapu, tenggiri, marlin, tuna, dan lainnya. Selain ikan, adapun jenis lain yang diolah oleh perusahaan ini seperti gurita atau telur ikan. Perusahaan ini tidak hanya mengambil bahan baku dari pemasok (seperti ikan tangkap), melainkan juga melakukan budidaya terhadap ikan lele. Jenis pengolahannya pun beragam, yaitu *Whole Round WR* (utuh), *Whole Guttred Scaled WGS & WG* (tidak ada sisik dan/atau isi perut), *Headless HL* (tidak ada kepala, sisik, dan isi perut), loin, steak, dan fillet.

- (ii) DFSI adalah perseroan terbatas yang didirikan di Jakarta, bergerak di bidang perikanan laut. Kegiatan operasionalnya meliputi pengumpulan, pembelian, pengangkutan hasil perikanan, pengolahan dan *cold storage*, perdagangan ekspor-impor, perdagangan antar-pulau/daerah atau lokal. Perusahaan ini memiliki karyawan melebihi 500 orang (per 31 Desember 2018). Perusahaan ini juga melakukan pengolahan terhadap banyak jenis ikan, di antaranya adalah kakap merah, kerapu, tuna, tenggiri, kakap putih, kakap malabar, dan lain-lain. Adapun jenis lain yang diolah oleh perusahaan ini, seperti: sotong, *octopus*, dan cumi-cumi. Pengolahan setiap jenis bahan bakunya pun beragam, misalnya fillet *natural/ portion*, *Steak Skin*, *Whole Gilled*, *Guttred Whole Clean Ball*, *Cut Boiled*, dan lain. Perseroan ini juga memproduksi berbagai macam produk olahan *seafood* dengan beberapa merek yang berbeda.

4.2 MYMAT© SEBAGAI INSTRUMEN PENILAIAN SUSTAINABILITY MATURITY

SMART App adalah suatu aplikasi pintar yang dirancang karena dipicu oleh proses penilaian yang menggunakan instrumen pengukuran kuesioner dan wawancara dengan berbagai keterbatasannya, seperti keengganan perusahaan untuk terbuka

menyampaikan kondisi perusahaan karena kekhawatiran terhadap hasil pengukuran, kesulitan akses perusahaan secara geografis untuk jangkauan implementasi yang lebih luas atau kemandirian instrumen pengukuran ini (Edgeman & Williams, 2014) tanpa kebergantungan kepada pihak lain, seperti peneliti atau *surveyor*.

Aplikasi ini juga bertujuan untuk menarik lebih banyak perusahaan agar bisa melakukan evaluasi diri dengan lebih mudah tanpa harus tergantung kepada justifikasi peneliti untuk menghasilkan tingkat kedewasaan tertentu. Kelebihan dari aplikasi ini adalah memiliki tampilan yang menarik dan sudah dapat melakukan kalkulasi dengan sendirinya. Calon pengguna (perusahaan) dapat mengetahui posisi perusahaan saat ini terkait perjalanannya menerapkan *corporate sustainability* (Elkington, 2013). Sebagai *output*, aplikasi bukan hanya menampilkan capaian saat ini namun disertai arahan menuju tingkat kedewasaan yang lebih tinggi sehingga perusahaan mendapatkan gambaran bagaimana strategi serta *action plan* perlu dirumuskan agar perusahaan dapat mencapai tingkat kematangan yang lebih baik (Comuzzi & Patel, 2016).

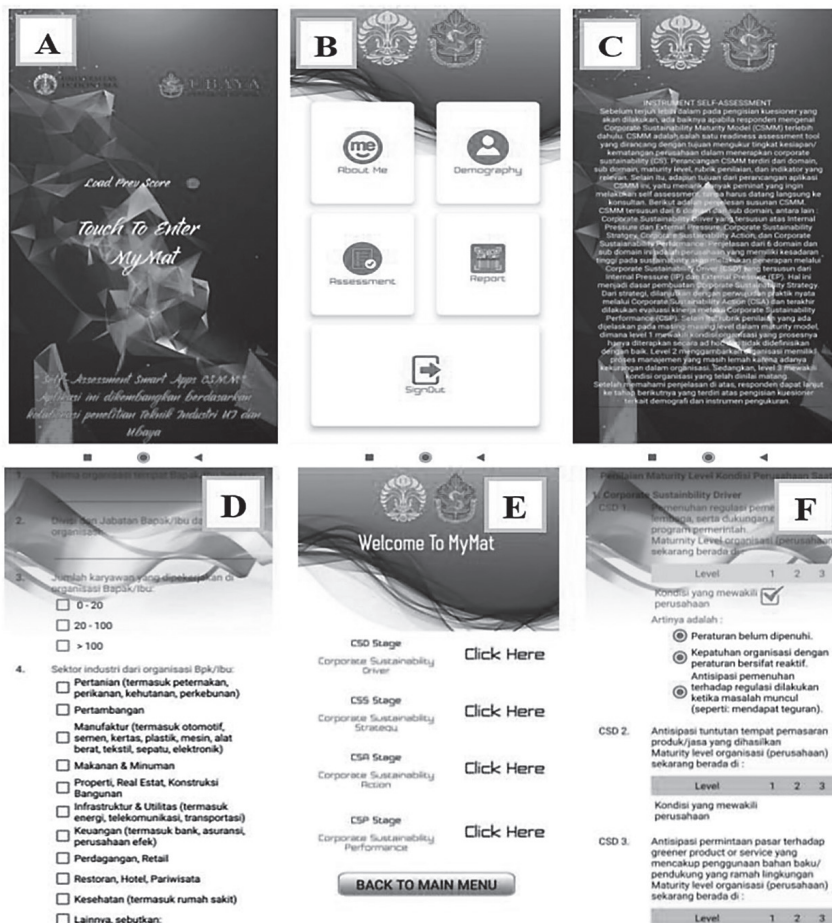
Gambar 4.2 menunjukkan *user interface* MyMat©. Aplikasi ini dirancang dengan mempertimbangkan pentingnya sebuah *user interface* (Perea & Giner, 2017) sebagai tampilan grafis dan wadah interaksi antara pengguna dengan aplikasi.

- Tampilan A merupakan tampilan awal saat aplikasi dibuka.
- Tampilan B adalah tampilan menu yang terdapat pada aplikasi, yang berisi lima menu, yaitu:
 - 4.2.1 menu “*about me*” berisi pengantar CSMM,
 - 4.2.2 menu “*demography*” berisi isian profil organisasi,
 - 4.2.3 menu “*assessment*” berisi pertanyaan-pertanyaan yang ada di instrumen pengukuran,

4.2.4 menu “*report*” berisi capaian *Level* saat ini dan arahan rekomendasi ke *Level* yang lebih baik dan

4.2.5 menu “*sign out*” untuk keluar dari aplikasi.

- Jika menu “*about me*” ditekan maka muncul Tampilan C.
- Jika menu “*demography*” ditekan maka akan muncul Tampilan D. Menu ini berisikan pertanyaan-pertanyaan seputar latar belakang perusahaan.
- Apabila menu “*assessment*” ditekan maka akan muncul Tampilan E. Pada menu ini, pengguna akan melakukan *self assessment* dengan menjawab pertanyaan dalam instrumen pengukuran. Setelah pengguna selesai mengisi, aplikasi akan melakukan kalkulasi dengan sendirinya serta hasil kalkulasi tersebut akan muncul pada Tampilan E.
- Terakhir, menu “*report*” akan menampilkan laporan dari *self assessment* yang telah dilakukan (Tampilan F) dan memberikan usulan kepada pengguna mengenai hal yang perlu diperhatikan apabila mau mencapai tingkat kematangan tertentu.



Gambar 4.2 Tampilan SMART App CSMM.

4.3 HASIL PENILAIAN MATURITY LEVEL DAN ANALISIS PERBANDINGAN

Sebelum penilaian dilakukan dengan menggunakan instrumen pengukuran yang telah dirancang, ada beberapa “*terms & condition*” yang perlu dipenuhi agar hasil penilaian valid dan akurat, sebagai berikut.

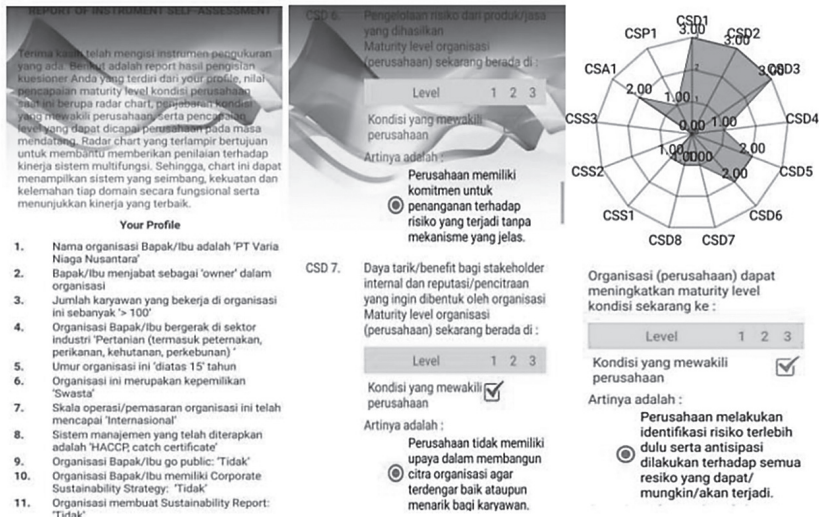
- (a) Untuk setiap *maturity domain*, disediakan dua jenis pertanyaan yaitu pertanyaan esai dan pilihan berganda. Jawaban pertanyaan esai diharapkan mampu memberikan preposisi terhadap kondisi capaian organisasi/perusahaan. Jawaban pilihan berganda berguna bukan hanya sebagai deskripsi capaian kuantitatif untuk menunjukkan capaian kinerja di *maturity domain* tertentu.
- (b) Sifat dominan penggunaan hasil dari instrumen penilaian kesiapan organisasi ini adalah evaluasi diri demi perbaikan berkesinambungan. Untuk itulah, pendekatan konsep *maturity model* digunakan dalam membangun instrumen ini demi kebermanfaatan preskripsi. Organisasi tidak hanya terjebak pada satu hasil akhir penilaian, namun organisasi mendapatkan gambaran capaian tingkat kematangan di tiap *maturity domain* serta peta jalan atau resep peningkatan tingkat kematangan di domain tersebut.
- (c) Pengisian instrumen penilaian ini dilakukan oleh pengambil keputusan tertinggi organisasi atau pihak yang ditunjuk berhak dan layak oleh manajemen puncak.

4.3.1 Current Maturity Level

Gambar 4.3 berikut meringkas hasil penilaian capaian tingkat kedewasaan untuk perusahaan VNN. Penilaian memetakan 13 domain yang digunakan dalam penilaian *sustainability maturity*. Nilai tiap domain ada pada kisaran 0 – 3, dengan nilai 3 adalah nilai optimal, yang berarti perusahaan telah dewasa untuk penerapan keberlanjutan pada domain tersebut. Gambar ini juga menunjukkan bahwa perusahaan VNN hanya memiliki 3 dari 13 domain yang *mature*, sisanya adalah peluang peningkatan. Perusahaan akan memperoleh preskripsi (resep) *action plan* untuk menaikkan *maturity level*.

4.3.2 Benchmarking

Dalam suatu proses pengukuran kinerja, organisasi seringkali menuntut atau menginginkan suatu ukuran global mengenai hasil akhir. Dengan bobot masing-masing domain, nilai indeks kinerja untuk organisasi VNN dapat diperoleh melalui perhitungan bobot dikalikan nilai capaian per domain dan diperoleh bahwa:



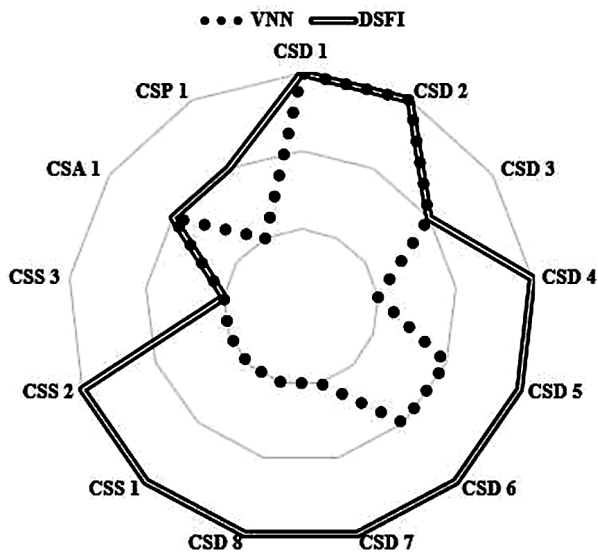
Gambar 4.3 Output isian MyMat© untuk VNN.

$$8,29\%(3) + 7,56\%(3) + 6,73\%(2) + 7,74\%(1) + 7,84\%(2) + 6,22\%(2) + 7,49\%(1) + 7,16\%(1) + 8,46\%(1) + 8,47\%(1) + 8,70\%(1) + 7,62\%(2) + 7,74\%(1) = 1,6.$$

Indeks kinerja *sustainability maturity* VNN adalah sebesar 1,6 dan DSFI yaitu sebesar 2,6 dari nilai maksimum 3.

Gambar 4.4 memberikan gambaran bahwa terdapat perbedaan pencapaian antara kedua perusahaan. Beberapa info dan analisis deskriptif terkait dijelaskan sebagai berikut.

Secara keseluruhan, DSFI memiliki tingkat kedewasaan yang lebih tinggi daripada VNN untuk semua domain. DSFI hanya memiliki 1 *sub-domain* yang masih berada di *Level 1 (initial)*, 3 *sub-domain* di *Level 2 (manage)*, dan 9 *sub-domain* lainnya telah mencapai *Level 3 (mature)*. Sedangkan, VNN memiliki 7 *sub-domain* yang masih berada di *Level 1*, 4 *domain* yang berada di *Level 2*, dan 2 *domain* yang sudah mencapai *Level 3*.



Gambar 4.4 Grafik perbandingan capaian *maturity level* pada dua perusahaan perikanan.

Untuk domain Corporate Sustainability Driver (CSD), capaian DSFI rata-rata sudah berada di tingkat *maturity* yang ideal kecuali terkait isu penggunaan bahan baku atau *supplier* yang memiliki *eco label* (CSD3). Sedangkan, capaian VNN yang berada di tingkat *maturity* yang ideal hanya ada dua *sub-domain* yaitu pemenuhan regulasi dan antisipasi tuntutan pasar (CSD1

dan CSD2). Fenomena ini terlihat lazim untuk semua perusahaan perikanan yaitu perusahaan patuh terhadap regulasi, terlibat dalam berbagai asosiasi dan memiliki berbagai sertifikasi produk atau sistem manajemen karena didesak oleh kepentingan ekspor.

Kesenjangan utama yang sangat mencolok di antara kedua perusahaan tersebut adalah *sub-domain* CSD4, CSD7 dan CSD8. VNN perlu mengkomodasikan ide/tuntutan perubahan dari kepemimpinan ke arah *sustainability* serta realisasi filosofi/prinsip/nilai yang dianut perusahaan ke dalam sesuatu yang lebih nyata. Fokus manajemen perusahaan yang berorientasi pada kinerja keuangan perlu diperluas ke manajemen strategis yang mencakup kepemilikan visi misi dan realisasi nilai-nilai keberlanjutan yang nantinya akan berpengaruh pada daya tarik/*benefit* bagi *stakeholder internal* dan reputasi/pencitraan yang ingin dibentuk serta *goals* yang hendak dicapai organisasi.

Untuk domain Corporate Sustainability Strategy (CSS), capaian CSS1 dan CSS2 menunjukkan kesenjangan yang mencolok (DSFI di *Level* ideal sedangkan VNN di *Level* awal). Kesenjangan ini sangat terlihat dikarenakan VNN masih belum memiliki visi misi dalam menjalankan proses bisnisnya sehingga pemimpin perusahaan tidak pernah mendedikasikan visi misi dan *goals*-nya ke pihak karyawan dalam menjalankan perusahaan. Hal ini berakibat pada ketidaktahuan para pekerja terhadap tujuan atau *goals* yang ingin dicapai perusahaan, pemimpin pun sulit mengemukakan komitmennya dalam menjalankan usahanya dan sulit bagi *top management* melakukan perumusan terhadap strategi perusahaan.

Kesulitan perusahaan membangun strategi perusahaan mengakibatkan *top management* juga akan kesulitan membuat kebijakan untuk mengawasi pelaksanaan strategi perusahaan dan tidak akan ada pengawasan pelaksanaan strategi secara maksimal. Capaian kedua perusahaan untuk *sub-domain* CSS3 sama-sama

berada di tingkatan awal. Kedua perusahaan dinilai tidak memiliki divisi khusus dalam mengeksekusi *sustainability program* ataupun menyelaraskan seluruh *stakeholder* untuk memiliki pandangan yang sama terhadap penerapan strategi *sustainability*.

Untuk *domain Corporate Sustainability Action (CSA)* dan *Performance (CSP)*, capaian kedua perusahaan untuk *program sustainability* (CSA) sama-sama di *Level 2 (managed)*, selain kegiatan filantropi yang menjadi hal yang lazim bagi semua perusahaan di Indonesia, kegiatan *sustainability* kedua perusahaan juga mencakup internal seperti strategi efisiensi penggunaan sumber daya maupun eksternal seperti program CSR. Domain terakhir yang memiliki perbedaan hasil pencapaian di kedua perusahaan adalah terkait kinerja *triple bottom line* (CSP). Hal ini dikarenakan DSFI mampu mengintegrasikan dua aspek *sustainability*, yaitu sosial dan ekonomi, sedangkan VNN masih berfokus pada manfaat ekonomi saja.

4.4 SIMPULAN

Aplikasi *self-assessment* MyMat© yang dirancang telah mampu diterapkan pada dua perusahaan perikanan, dan aplikasi ini dapat digunakan secara mandiri untuk mengukur tingkat kedewasaan perusahaan dalam menerapkan prinsip berkelanjutan. Kedua perusahaan yang terlibat adalah perusahaan perikanan perseroan terbatas dengan jumlah karyawan yang banyak, yang sebelumnya telah menerapkan berbagai perilaku berkelanjutan. Hasil penilaian menunjukkan bahwa *maturity level* untuk VNN adalah sebesar 1,6 dari nilai maks. 3 (atau setara dengan 53%) dan DSFI adalah sebesar 2,6 (atau setara dengan 87% dari nilai maks. 3).

Aplikasi ini juga memiliki kemampuan untuk rekomendasi (manfaat preskripsi) kepada perusahaan untuk meningkatkan

penerapan *corporate sustainability*, namun keterlibatan dua perusahaan di atas mampu memberikan analisis perbandingan (*benchmarking*), VNN dapat melihat potensi capaian *maturity level* yang lebih baik karena capaian tersebut ada pada DSFI.

Dalam keidealisme penggunaan *maturity model*, organisasi diminta untuk tidak hanya menitikberatkan pada nilai akhir suatu indeks kinerja yang kemudian digunakan untuk kepentingan *image builder*, akan tetapi lebih berfokus pada manfaat preskriptif. Daripada suatu nilai akhir yang dapat mengarah ke arah pemeringkatan organisasi mana yang lebih baik kinerja keberlanjutannya atau tingkat kedewasaannya, perusahaan sebaiknya lebih berfokus pada domain-domain perbaikan, melakukan *upgrading* dari satu tingkat ke tingkat selanjutnya, mengerahkan proses perbaikan yang inkremental. Melalui idealisme ini, MyMat© memang dirancang dan digunakan untuk tujuan deskriptif sekaligus preskriptif bagi para perusahaan yang ingin meningkatkan *maturity level*.

REFERENSI

- Ashrafi, M., Acciaro, M., Walker, T. R., Magnan, G. M., & Adams, M. (2019). Corporate sustainability in Canadian and US maritime ports. *Journal of Cleaner Production*, 220, 386–397. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.02.098>
- Brookes, N., Butler, M., Dey, P., & Clark, R. (2014). The use of maturity models in improving project management performance: An empirical investigation. *International Journal of Managing Projects in Business*, 7(2), 231–246. <https://doi.org/10.1108/IJMPB-03-2013-0007>
- Comuzzi, M., & Patel, A. (2016). How organisations leverage Big Data: A maturity model, *Industrial Management & Data Systems*, 116(8), pp. 1468–1492. <https://doi.org/10.1108/IMDS-12-2015-0495>

- Edgeman R., & Williams, J. A. (2014), Enterprise self-assessment analytics for sustainability, resilience and robustness, *The TQM Journal*, 26(4), 368–381. <https://doi.org/10.1108/TQM-01-2014-0012>
- Elkington, J. (2013). Enter the triple bottom line. In A. Henriques & J. Richardson (Eds.), *The triple bottom line* (pp. 23–38). London: Routledge.
- Okongwu, U., Morimoto, R., & Luras, M. (2013), The maturity of supply chain sustainability disclosure from a continuous improvement perspective, *International Journal of Productivity and Performance Management*, 62(8), 827–855. <https://doi.org/10.1108/IJPPM-02-2013-0032>
- Perea, P., & Giner, P. (2017). *UX design for mobile: Design apps that deliver impressive mobile experiences*. Birmingham: Packt Publishing Ltd.
- Sari, Y., Hidayatno, A., Suzianti, A., Hartono, M., & Susanto, H. (2020), A corporate sustainability maturity model for readiness assessment: A three-step development strategy, *International Journal of Productivity and Performance Management*, 70(5), 1162–1186. <https://doi.org/10.1108/IJPPM-10-2019-0481>
- Vivares, J. A., Sarache, W., & E. Hurtado, J. (2018). A maturity assessment model for manufacturing systems. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 29(5), 746–767. <https://doi.org/10.1108/JMTM-07-2017-0142>

5

PEMANFAATAN *WEB SCRAPING* DALAM PENGUMPULAN ULASAN WISATAWAN UNTUK PENGEMBANGAN PARIWISATA

Indri Hapsari

Industri pariwisata terus berkembang pesat seiring dengan kemajuan teknologi digital. Di Indonesia, potensi untuk mengembangkan pariwisata digital cerdas sangatlah besar. Salah satu teknologi yang dapat dimanfaatkan adalah *web scraping* yang dikombinasikan dengan pemrograman Python (Igual & Seguí, 2017). Teknologi ini dapat mengumpulkan *big data* dalam jumlah besar dari berbagai sumber secara efisien, memungkinkan pengelola wisata untuk mendapatkan informasi yang relevan dan akurat guna meningkatkan pengalaman wisatawan.

Bab ini akan mengulas beberapa teknologi yang dapat diterapkan dalam pariwisata digital cerdas di Indonesia, termasuk *web scraping* untuk pengelolaan data, analisis prediktif, dan layanan wisatawan yang dipersonalisasi menggunakan Python (McKinney,

2018). Sebagai studi kasus, akan dibahas penggunaan pustaka Python untuk mengumpulkan informasi destinasi wisata di Surabaya, yang kemudian dapat dianalisis, misalnya untuk membedakan antara destinasi wisata yang populer dan yang kurang populer. Dengan memahami dan menerapkan teknologi pariwisata digital cerdas, pengelola wisata dapat menciptakan pengalaman yang lebih menarik, interaktif, dan memuaskan bagi pengunjung, sekaligus meningkatkan efisiensi operasional dan daya saing destinasi wisata.

5.1 PENDAHULUAN

Industri pariwisata telah menjadi salah satu sektor paling dinamis dan berkembang pesat di seluruh dunia, termasuk di Indonesia. Dengan keindahan alam yang menakjubkan, kekayaan budaya yang beragam, dan keramahan penduduk lokal, Indonesia memiliki potensi besar untuk menjadi destinasi wisata unggulan internasional. Namun, untuk mewujudkan potensi ini secara maksimal, diperlukan inovasi dan adaptasi terhadap perkembangan teknologi digital.

Pariwisata digital cerdas adalah konsep revolusioner yang memanfaatkan kekuatan teknologi informasi dan komunikasi (TIK) untuk mengubah layanan pariwisata. Ini bukan hanya tentang meningkatkan efisiensi operasional, tetapi juga menciptakan tingkat kegembiraan baru bagi wisatawan. Teknologi ini, yang mencakup penggunaan perangkat *mobile*, *big data*, *Internet of Things* (IoT), dan kecerdasan buatan (AI), memungkinkan pengumpulan, analisis, dan pemanfaatan data untuk menciptakan layanan yang lebih personal, responsif, dan terintegrasi sehingga meningkatkan pengalaman wisatawan secara keseluruhan.

Salah satu teknologi kunci yang mendorong pariwisata digital cerdas adalah *web scraping*, teknik yang kuat untuk mengumpulkan

data dari situs *web* secara otomatis. Ketika digabungkan dengan bahasa pemrograman Python, yang dikenal karena kesederhanaan dan kekuatannya, *web scraping* menjadi alat yang sangat berharga untuk mengumpulkan informasi relevan bagi pengelola pariwisata. Data ini dapat mencakup harga tiket, ulasan wisatawan, tren perjalanan, dan informasi penting lainnya, yang memberdayakan pengelola untuk membuat keputusan yang lebih baik dan lebih terinformasi.

Penerapan pariwisata digital cerdas masih dalam tahap perkembangan di Indonesia, namun hasil yang menjanjikan sudah mulai terlihat. Di era pariwisata yang dinamis, selalu menjadi yang terdepan dan memahami kebutuhan wisatawan yang terus berubah sangat penting untuk kesuksesan. *Web scraping*, teknik ekstraksi data yang canggih, telah muncul sebagai alat berharga bagi pengelola pariwisata di Indonesia. Ini memungkinkan mereka untuk memanfaatkan informasi *online* untuk meningkatkan operasi dan memberikan pengalaman pelanggan yang luar biasa. Misalnya, agen perjalanan dapat mengumpulkan data harga seperti tiket pesawat, hotel, dan atraksi wisata untuk menawarkan paket yang kompetitif. Pengelola destinasi dapat menganalisis ulasan wisatawan untuk mengidentifikasi kekuatan dan kelemahan dari umpan balik yang diberikan oleh wisatawan (Liu, 2020). Badan pariwisata dapat memantau tren dan preferensi wisatawan dari media sosial, blog perjalanan, dan forum *online* untuk mengembangkan strategi pemasaran yang lebih efektif.

Beberapa destinasi wisata utama telah mulai mengintegrasikan teknologi ini untuk meningkatkan daya tarik dan kenyamanan bagi wisatawan. Misalnya, data *real-time* dapat digunakan untuk mengelola keramaian di tempat wisata populer atau menganalisis ulasan wisatawan untuk meningkatkan kualitas layanan. Dengan pemahaman yang lebih mendalam tentang pariwisata digital

cerdas, pengelola pariwisata dapat mengoptimalkan pengalaman wisatawan, meningkatkan efisiensi operasional, dan pada akhirnya, mendukung pertumbuhan pariwisata yang berkelanjutan di Indonesia.

5.2 TEKNOLOGI *WEB SCRAPING* DAN PYTHON

Sinergi antara *web scraping* dan pemrograman Python memungkinkan pengelola pariwisata untuk mengubah data mentah menjadi wawasan yang dapat ditindaklanjuti. Kecerbagaunaan dan kemampuan pemrosesan data Python memungkinkan pengumpulan, pembersihan, dan analisis data *scraping* secara efisien sehingga industri pariwisata dapat menemukan pola dan tren yang bermakna (Nelli, 2015; Igual & Seguí, 2017). Pendekatan berbasis data ini mendukung pengambilan keputusan yang akurat, optimalisasi operasional, dan kepuasan pelanggan.

Web scraping adalah proses otomatisasi pengumpulan data dari situs *web*. Dengan *web scraping*, pengelola pariwisata dapat mengekstrak informasi berharga yang tersedia secara publik di internet dan menggunakannya untuk berbagai tujuan analitis. Dalam pariwisata digital cerdas, *web scraping* memungkinkan pengelola pariwisata untuk mengumpulkan data seperti harga tiket, ulasan wisatawan, dan tren perjalanan secara efisien. Teknologi ini sangat bermanfaat karena banyaknya informasi yang tersedia di *web*, yang sering kali tidak terstruktur dan tersebar di berbagai sumber.

Web scraping melibatkan ekstraksi dan penyimpanan data dari halaman *web* dalam format yang lebih terstruktur, seperti *spreadsheet* atau *database*. Proses ini mencakup empat langkah utama. Pertama, program mengakses atau meminta halaman *web* yang akan diekstraksi menggunakan permintaan HTTP. Selanjutnya, program menggunakan *parser* HTML untuk memahami struktur

halaman dan mengidentifikasi data yang relevan. Langkah ini diikuti dengan ekstraksi data, yaitu pengambilan informasi yang diinginkan berdasarkan elemen HTML spesifik. Akhirnya, data yang diekstraksi disimpan dalam format yang diinginkan untuk analisis lebih lanjut.

Python menjadi populer untuk *web scraping* karena kesederhanaan dan kemudahannya untuk dipelajari, bahkan bagi pemula. Bahasa pemrograman ini memiliki pustaka yang kuat dan dirancang khusus untuk *web scraping*, seperti BeautifulSoup, Scrapy, dan Selenium. Python juga memiliki komunitas yang besar dan aktif, menyediakan banyak sumber daya dan dukungan (Nelli, 2015). Dukungan ini mencakup dokumentasi resmi, forum diskusi, kursus *online*, paket pustaka, serta acara dan konferensi.

Alat dan pustaka Python yang umum digunakan dalam *web scraping* meliputi BeautifulSoup, Scrapy, dan Selenium. BeautifulSoup adalah pustaka Python yang menyederhanakan penguraian dokumen HTML dan XML, memungkinkan pengguna untuk dengan mudah menavigasi, mencari, dan memodifikasi pohon *parse* yang dibuat dari dokumen tersebut. Pustaka ini dapat menangani berbagai struktur dokumen HTML dan XML, bahkan yang mungkin tidak valid. Metode yang sederhana dan intuitif membuat pengguna dapat dengan mudah menavigasi elemen-elemen dalam dokumen, serta mendukung pencarian fleksibel berdasarkan nama *tag*, atribut, teks, dan lainnya.

Scrapy, di sisi lain, adalah kerangka kerja *web scraping* yang kuat dan cepat, dirancang untuk *scraping* skala besar. Scrapy memungkinkan pengguna untuk menulis *spider* yang dapat dengan efisien merayapi dan mengekstrak data dari banyak halaman *web*. Scrapy dirancang untuk merayapi situs *web* dengan cepat, menghemat waktu dan sumber daya. Fleksibilitasnya memungkinkan pengguna untuk menyesuaikan *spider* mereka

guna menangani berbagai jenis situs *web* dan struktur data. Selain itu, Scrapy menyediakan mekanisme *pipeline* untuk memproses data yang diekstraksi sebelum menyimpannya ke dalam *database*, file, atau sistem penyimpanan lainnya. *Pipeline* menawarkan cara yang terstruktur untuk melakukan berbagai jenis pemrosesan data, seperti pembersihan data, validasi, pengayaan, transformasi, dan penyimpanan.

Selenium adalah alat yang mengotomatisasi interaksi dengan *browser* dan sangat berguna untuk *scraping* halaman *web* yang memerlukan interaksi dinamis, seperti pengisian formulir atau navigasi melalui beberapa halaman. Selenium dapat sepenuhnya mengontrol *browser*, memungkinkan interaksi dengan elemen-elemen pada halaman *web*. Selenium mendukung berbagai browser, termasuk Chrome, Firefox, dan Safari. Selain untuk *web scraping*, Selenium juga sering digunakan untuk menguji aplikasi *web*.

Pengelola pariwisata dapat mengumpulkan dan menganalisis data dari berbagai sumber *web* secara efisien dengan memanfaatkan pustaka Python ini. Teknologi ini tidak hanya membantu dalam pengambilan keputusan yang lebih baik tetapi juga memungkinkan layanan personal yang lebih sesuai dengan kebutuhan dan preferensi wisatawan.

Web scraping melibatkan beberapa langkah penting untuk mengakses, mengekstrak, dan menyimpan data situs *web*. Berikut adalah langkah-langkah untuk *web scraping* menggunakan Python:

Langkah pertama dalam *web scraping* adalah menentukan tujuan dan mengidentifikasi situs *web* yang menyediakan data relevan. Misalnya, jika tujuannya adalah untuk mengumpulkan ulasan wisatawan dari situs *web* perjalanan untuk menganalisis kepuasan wisatawan, sumber data mungkin termasuk TripAdvisor, Agoda, atau situs *web* resmi destinasi wisata.

Langkah kedua adalah memahami bagaimana data diatur

pada halaman *web*, dengan dilakukan pemeriksaan elemen HTML menggunakan alat inspeksi *browser* seperti DevTools di Google Chrome. Elemen HTML yang diminati adalah tag yang berisi data yang diinginkan (misalnya `<div>`, `<p>`, `<span>`).

Langkah ketiga adalah mengakses halaman *web* menggunakan *library* seperti `requests` untuk mengirim permintaan HTTP dan mengakses halaman *web*.

Langkah keempat adalah memproses konten halaman *web* menggunakan *library* seperti `BeautifulSoup` untuk memproses konten HTML dan menavigasi elemen yang relevan.

Langkah kelima adalah menemukan dan mengekstrak data menggunakan `BeautifulSoup` untuk mencari elemen HTML yang berisi data yang diinginkan dan mengekstraknya.

Langkah keenam adalah menyimpan data yang diekstrak dalam format yang dapat dianalisis lebih lanjut, seperti CSV, JSON, atau *database* (Emery, 2018).

Tidak semua situs *web* dapat di-*scrap*. Tantangan teknis yang ditemui selama *web scraping* termasuk *captcha*, batasan akses, dan perubahan struktur HTML. Ada aturan dan kebijakan yang ditetapkan oleh situs *web* yang sedang di-*scrap*, termasuk keberadaan *file robots.txt* yang membatasi penggunaan data.

Web scraping memungkinkan pengambilan data berharga dari berbagai situs *web*. Berikut beberapa contoh situs *web* yang sering di-*scrap* untuk mendapatkan data yang relevan.

Situs *Web* Pariwisata:

- TripAdvisor: Menyediakan ulasan wisatawan, peringkat, foto, dan informasi umum tentang tempat wisata.
- Booking.com: Menawarkan ulasan pengunjung, harga akomodasi, dan ketersediaan kamar.
- Airbnb: Memberikan ulasan pengguna, deskripsi properti,

harga, dan ketersediaan penginapan.

- Agoda: Menyediakan informasi hotel seperti nama, alamat, peringkat, jumlah ulasan, harga kamar, fasilitas, kebijakan pembatalan, detail kamar, dan ulasan pelanggan.
- Traveloka: Menawarkan data penerbangan, informasi hotel, dan paket wisata yang mencakup destinasi, harga, dan ulasan pelanggan.
- Google Map: Menyediakan data tempat yang sudah dibagi dalam beberapa kategori, *rating*, jumlah *review*, alamat, *website*, nomor telepon, dan ulasan pengunjung.

Situs *Web E-commerce*:

- Tokopedia dan Shopee: *Platform e-commerce* ini menyediakan data produk seperti nama, harga, deskripsi, spesifikasi, ketersediaan stok, informasi penjual, dan ulasan pelanggan.

Situs *Web* lainnya:

- Situs *web* berita: Menyediakan artikel berita, opini, dan komentar yang dapat dianalisis untuk memahami tren dan sentimen publik.
- Situs *web* media sosial: Menawarkan data postingan, komentar, dan interaksi pengguna yang dapat digunakan untuk menganalisis perilaku dan preferensi pengguna.
- Situs *web* pemerintah: Menyediakan data statistik, laporan, dan dokumen resmi yang dapat digunakan untuk penelitian dan analisis kebijakan.

5.3 CONTOH PENGGUNAAN *WEB SCRAPING*

Dalam dunia pariwisata yang dinamis, data memegang peranan penting dalam mendorong pengambilan keputusan strategis dan meningkatkan pengalaman pengunjung secara keseluruhan.

Web scraping, dikombinasikan dengan fleksibilitas Python, memberdayakan para pengelola pariwisata di Indonesia untuk mengumpulkan wawasan berharga dari berbagai sumber *online*. Dengan memanfaatkan data ini secara efektif, pengelola pariwisata dapat mempersonalisasi rekomendasi, mengoptimalkan operasional, dan merancang kampanye pemasaran yang tertarget, yang pada akhirnya mengarah pada pengalaman yang lebih memuaskan dan tak terlupakan bagi wisatawan.

Web scraping memungkinkan pengelola pariwisata untuk mengumpulkan dan menganalisis ulasan wisatawan dari berbagai *platform*, termasuk TripAdvisor, Booking.com, dan Airbnb. Dengan memahami preferensi dan kebutuhan pengunjung, operator pariwisata dapat menyesuaikan rekomendasi mereka dengan minat masing-masing individu, memastikan pengalaman perjalanan yang lebih personal dan memuaskan.

Pengumpulan data secara *real-time*, yang difasilitasi oleh sensor IoT atau *web scraping* dari sumber informasi pengunjung *real-time*, memungkinkan pengelola pariwisata untuk secara proaktif mengelola keramaian di destinasi wisata populer. Pendekatan berbasis data ini memastikan pengalaman yang lebih lancar dan aman bagi pengunjung, meminimalkan kepadatan dan meningkatkan kepuasan secara keseluruhan.

Dengan melakukan *web scraping* pada *platform* media sosial seperti Twitter, pengelola pariwisata dapat mengidentifikasi topik yang sedang tren dan diskusi populer terkait destinasi mereka. Wawasan berharga ini memungkinkan mereka untuk mengembangkan kampanye pemasaran yang tertarget, yang sesuai dengan minat dan preferensi calon pengunjung sehingga memaksimalkan efektivitas kampanye.

Studi Kasus: *Web Scraping* Google Maps untuk Data Pariwisata Surabaya

Dalam studi kasus ini, *web scraping* akan digunakan untuk mengekstrak informasi dari Google Maps untuk destinasi wisata di Surabaya, Indonesia. Tujuannya adalah untuk mengumpulkan data mengenai URL, nama, alamat, kode pos, situs *web*, jumlah ulasan, dan *rating*. Data yang komprehensif ini akan dimanfaatkan untuk merancang kampanye pemasaran yang efektif guna menarik lebih banyak pengunjung ke berbagai atraksi wisata di Surabaya.

Langkah-langkah yang ditempuh untuk melakukan *web scraping* pada studi kasus ini sebagai berikut.

1. Menentukan Sumber Data
Web yang akan di-*scrap* adalah Google Map > Surabaya > Things to Do yang menghasilkan alamat *web* sebagai berikut:
<https://www.google.com/maps/search/Things+to+do/@-7.2755971,112.6302826,12z/data=!3m1!4b1?entry=ttu>
2. Mengumpulkan Data Lokasi
Data yang akan dikumpulkan adalah data URL, nama, *rating*, jumlah *review*, alamat, *website*, nomor telepon, dan ulasan pengunjung dari kunjungan destinasi wisata yang ada di Surabaya.
3. Menyimpan dan Menggunakan Data
Data diekstraksi dan disimpan dalam format yang dapat dianalisis lebih lanjut yaitu .csv.

Berikut adalah contoh *coding* yang dibangun untuk mendapatkan informasi setiap destinasi wisata. *Coding* Python ini dijalankan di Visual Studio Code versi 1.88.1, menggunakan pustaka BeautifulSoup versi 4.12.3, dan *browser* Safari versi 17.4.

```

import time
from selenium import webdriver
from selenium.webdriver.common.by import By
from selenium.webdriver.common.keys import Keys
from selenium.webdriver.safari.options import Options
from bs4 import BeautifulSoup
import csv

# Fungsi untuk ekstrak item dari page source
def extract_items(soup):
    extracted_elements = soup.select('a.hfpxyzc')
    items = []
    for element in extracted_elements:
        aria_label = element.get('aria-label')
        href = element.get('href')
        items.append({'ele': aria_label, 'url': href})
    return items

# Fungsi untuk scrape item dengan scrolling dan
# loading lebih banyak content
def scrape_items(driver, item_count, scroll_delay=2):
    items = []
    while len(items) < item_count:
        soup = BeautifulSoup(driver.page_source,
                              'html.parser')
        new_items = extract_items(soup)
        if not new_items:
            break # jika tidak ada items baru, exit
        items.extend(new_items)
        driver.execute_script("window.scrollTo(0,
document.body.scrollHeight);")
        time.sleep(scroll_delay)
    return items[:item_count]

# Fungsi untuk mengunjungi setiap link dan extract
# detail tambahan
def goto_links(driver, items):
    new_items = []
    for item in items:
        result_obj = {}
        time.sleep(3)
        driver.get(item['url'])
        time.sleep(2)
        soup = BeautifulSoup(driver.page_source,
                              'html.parser')

```

```

        result_obj['url'] = item['url']
        result_obj['title'] =
soup.title.text.replace('- Google Maps', '').strip()

        result_selector = soup.select('.CsEnBe')
        field_obj = {}
        for element in result_selector:
            aria_label = element.get('aria-label')
            if aria_label:
                if aria_label.startswith('Address'):
                    field_obj['Address'] =
element.select_one('.AeaXub .rogA2c').text
                    field_obj['Pincode'] =
''.join(filter(str.isdigit,
field_obj['Address'].split(',')[-1]))
                    elif aria_label.startswith('Phone'):
                        field_obj['PhoneNo'] =
element.select_one('.AeaXub .rogA2c').text
                        elif aria_label.startswith('Plus
code'):
                            field_obj['Plus_code'] =
element.select_one('.AeaXub .rogA2c').text
                            elif aria_label.startswith('Website'):
                                field_obj['Website'] =
element.get('href')

        # Extract ratings dan user reviews
        try:
            field_obj['Rating'] =
soup.select_one('div.F7nice span[aria-
hidden="true"]').text
        except AttributeError:
            field_obj['Rating'] = None

        try:
            field_obj['UserReviews'] =
soup.select_one('span[aria-
label$="reviews"]').text.strip('()')
        except AttributeError:
            field_obj['UserReviews'] = None

        result_obj.update(field_obj)
        new_items.append(result_obj)
    return new_items

if __name__ == "__main__":

```

```

base_url =
'https://www.google.com/maps/search/Things+to+do/@-
7.2755971,112.6302826,12z/data=!3m1!4b1?entry=tту'
item_count = 20 # Tentukan berapa banyak item yang
ingin di-scrape
scroll_delay = 2 # Waktu tunggu sebelum scroll
berikutnya

# Inisialisasi the Safari WebDriver
driver = webdriver.Safari()
driver.set_page_load_timeout(300) # Increase
timeout to handle slow loading pages
driver.get(base_url)
time.sleep(5) # Tunggu halaman dimuat

# Scrape items
print("Starting to scrape items...")
items = scrape_items(driver, item_count,
scroll_delay)
print(f"Total items scraped: {len(items)}")

# Kunjungi link dan extract additional details
print("Extracting details from each link...")
detailed_items = goto_links(driver, items)
print("Finished extracting details.")

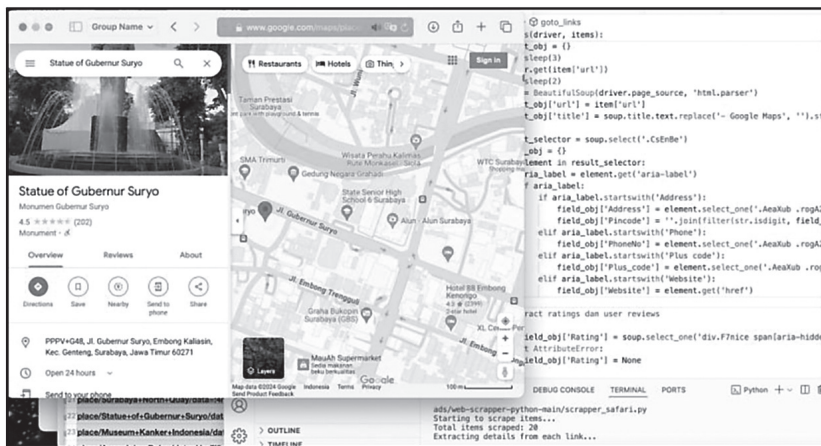
# Simpan hasil ke file CSV dengan encoding UTF-8
print("Saving data to CSV...")
with open('places_ratings.csv', 'w', newline='',
encoding='utf-8') as file:
    writer = csv.DictWriter(file,
fieldnames=['url', 'title', 'Address', 'Pincode',
'PhoneNo', 'Plus_code', 'Website', 'Rating',
'UserReviews'])
    #writer = csv.DictWriter(file,
fieldnames=['url', 'title', 'Address', 'Rating',
'UserReviews'])
    writer.writeheader()
    for item in detailed_items:
        writer.writerow(item)

# Close the WebDriver
driver.quit()
print("Script completed successfully.")

```

Alur kerja *web scraping* ini dirancang untuk memastikan efisiensi dan kelengkapan data yang dikumpulkan. Kode ini menggunakan pustaka yang sesuai untuk *web scraping* dan membagi prosesnya menjadi fungsi-fungsi yang terdefinisi dengan jelas sehingga dapat memudahkan pemahaman dan modifikasi.

Proses *scraping web* ini mengikuti alur kerja yang terstruktur dan efisien untuk mengumpulkan data yang diinginkan sebagai berikut. Pertama, kode akan mengakses halaman awal yang ingindi-*scrap*. Selanjutnya fungsi *scrape_items* diaktifkan untuk melakukan *scrolling* pada halaman dan mengumpulkan item-item yang relevan. Fungsi *extract_items* bekerja sama dengan *scrape_items* untuk mengekstrak elemen-elemen penting dari halaman, seperti *link* dan label, dan menyimpannya dalam *list* items. Gambar 5.1 menunjukkan proses *scraping* dari Google Map.



Gambar 5.1 Proses *web scraping* dari Google Map.

Setelah item-item awal dikumpulkan, fungsi *goto_links* dijalankan untuk mengunjungi setiap *link* yang diekstrak. Pada setiap halaman yang dikunjungi, kode menunggu beberapa detik

agar halaman dimuat dengan benar. Kemudian, detail tambahan seperti judul, alamat, *rating*, dan jumlah ulasan pengguna diekstrak dan disimpan dalam *list new_items*.

Semua data yang dikumpulkan, baik *item* awal maupun detail tambahan, digabungkan dan disimpan ke dalam file CSV. Format CSV dipilih karena kemudahan akses dan kompatibilitasnya dengan berbagai aplikasi. Setelah data tersimpan dengan aman, koneksi ke halaman *web* ditutup menggunakan WebDriver. Proses *scraping* selesai dan data yang diinginkan telah terkumpul dalam file CSV yang siap untuk dianalisis atau digunakan lebih lanjut. Gambar 5.2 memperlihatkan tampilan isi file CSV hasil *web scraping*.

	title	Address	Pincode	PhoneNo	Plus_code	Website	Rating	UserReviews
m6d55m819sChJJDY19EmH51y	Statue of Gubernur Suryo	PPPv+G48, Jl. Gubernur Suri	60271				4.5	202
1cllqvsccl19sChJY1kgRd71y0	Museum Kanker Indonesia	Kayoon St No.16-18, Embor	60271	(031) 53421	PPMX+2H Embong	http://www	4.4	378
9sChJDUH5pWH51y0RI0IA_13	Arca Joko Dolog	PPPv+24J, Taman Apsari St	60271				4.6	967
09251119s%2Fg%2F1pzt609kl1	Monumen Perjuangan Polisi	PP9R+M9F, Jl. Polisi Istimew	60265				4.5	610
1JMa7zEGH51y0Rz6d9A9drgq	Apsari Park	Taman Apsari St No.63, Emt	60271		PPPV+F4 Embong Kaliasin, S		4.7	7,806
19sChJnZV87yL51y0R_HqP_V	De Javasche Bank	Jl. Garuda No.1, Krembanga	60175		Q77P+RP South Krembangan		4.6	1,358
%2F11b6qf5zb119sChJd2882b	Muhammad Cheng Hoo Mos	Jl. Gading No.02, Ketabang.	60272	(031) 53421	PPXW+2R Ketabang, Surabay		4.7	7,066
%ChJ9eMR0vL51y0RyxK88tNm	Kenjeran Beach	Bulak, Surabaya, East Java			QOQF+GJ Bulak, Surabaya, E		4.6	78
98g9p119sChJOUIn4371y0RI0R	Monumen Bambu Runcing	PPJv+VQJ, Jl. Panglima Suc	60271				4.7	5,767
5j119sChJqU_9mSCPdy4RECf	Surabaya North Quay	North Perak, Pabean Cantiki	60165	0813-3610-	RP3J+5W North Perak, Surabi		4.4	21,498
m6d55m819sChJJDY19EmH51y	Statue of Gubernur Suryo	PPPv+G48, Jl. Gubernur Suri	60271				4.5	202
1cllqvsccl19sChJY1kgRd71y0	Museum Kanker Indonesia	Kayoon St No.16-18, Embor	60271	(031) 53421	PPMX+2H Embong	http://www	4.4	378
9sChJDUH5pWH51y0RI0IA_13	Arca Joko Dolog	PPPv+24J, Taman Apsari St	60271				4.6	967
09251119s%2Fg%2F1pzt609kl1	Monumen Perjuangan Polisi	PP9R+M9F, Jl. Polisi Istimew	60265				4.5	610
1JMa7zEGH51y0Rz6d9A9drgq	Apsari Park	Taman Apsari St No.63, Emt	60271		PPPV+F4 Embong Kaliasin, S		4.7	7,806
19sChJnZV87yL51y0R_HqP_V	De Javasche Bank	Jl. Garuda No.1, Krembanga	60175		Q77P+RP South Krembangan		4.6	1,358
%2F11b6qf5zb119sChJd2882b	Muhammad Cheng Hoo Mos	Jl. Gading No.02, Ketabang.	60272	(031) 53421	PPXW+2R Ketabang, Surabay		4.7	7,066
%ChJ9eMR0vL51y0RyxK88tNm	Kenjeran Beach	Bulak, Surabaya, East Java			QOQF+GJ Bulak, Surabaya, E		4.6	78
98g9p119sChJOUIn4371y0RI0R	Monumen Bambu Runcing	PPJv+VQJ, Jl. Panglima Suc	60271				4.7	5,767
5j119sChJqU_9mSCPdy4RECf	Surabaya North Quay	North Perak, Pabean Cantiki	60165	0813-3610-	RP3J+5W North Perak, Surabi		4.4	21,498

Gambar 5.2 Hasil *web scraping* dari Google Map.

5.4 SIMPULAN

Web scraping, dikombinasikan dengan kemampuan analitik Python, menawarkan perangkat yang ampuh bagi para pelaku pariwisata di Indonesia untuk mengubah data menjadi wawasan yang dapat ditindaklanjuti. Dengan memanfaatkan teknologi ini,

penyedia layanan pariwisata dapat mempersonalisasi rekomendasi, mengoptimalkan operasional, dan mengembangkan strategi pemasaran yang tertarget, yang pada akhirnya berkontribusi pada pengalaman wisata yang lebih memperkaya dan tak terlupakan bagi pengunjung.

REFERENSI

- Igual, L., & Seguí, S. (2017). *Introduction to data science: A Python approach to concepts, techniques and applications (Undergraduate Topics in Computer Science)*. Cham: Springer
- Emery, J. L. (2018). *Data analysis from scratch with Python: Beginner guide using Python, Pandas, NumPy, Scikit-Learn, IPython, TensorFlow and Matplotlib* [Kindle Edition]. AI Sciences LLC.
- Nelli, F. (2015). *Python data analytics: Data analysis and science using pandas, matplotlib and the Python programming language (1st edition)*. California: Apress.
- McKinney, W. (2018). *Python for data analysis: Data wrangling with pandas, NumPy, and Jupyter (2nd edition)*. California: O'Reilly Media.
- Liu, B. (2020). *Sentiment analysis: Mining opinions, sentiments, and emotions (2nd edition). Studies in natural language processing*. Cambridge: Cambridge University Press.

6

IDENTIFIKASI FAKTOR IMPLEMENTASI TANGGUNG JAWAB SOSIAL PERUSAHAAN UNTUK MENCAPAI KEBERLANJUTAN

Esti Dwi Rinawiyanti

Pencapaian pembangunan keberlanjutan perlu melibatkan banyak pihak, tidak hanya pemerintah, tapi juga industri, institusi pendidikan, dan masyarakat. Pada industri, keberlanjutan dapat dicapai melalui kegiatan tanggung jawab sosial perusahaan (CSR). Penelitian sebelumnya menyatakan bahwa implementasi CSR pada strategi dan kegiatan operasional perusahaan dapat meningkatkan kinerja perusahaan. Namun, kajian mengenai faktor-faktor penting pada implementasi CSR masih terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi faktor-faktor signifikan dari praktik CSR pada tingkat fungsional di kalangan perusahaan manufaktur.

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif melalui *survey*. Sampel diambil dari 435 perusahaan manufaktur Indonesia, khususnya di Pulau Jawa, dengan teknik *purposive sampling*. Data survei pada 30 variabel diolah menggunakan software SPSS 26. Analisis faktor menghasilkan lima faktor pada implementasi CSR,

yaitu kualitas, karyawan, biaya, pemasok dan inovasi.

Hasil penelitian ini menyiratkan bahwa sebagian besar perusahaan manufaktur, khususnya di Indonesia, sudah mengintegrasikan CSR pada kegiatan operasional serta melibatkan pemangku kepentingan internal dan eksternal. Temuan ini dapat mendorong perusahaan untuk menerapkan CSR pada tingkat fungsional dalam berbagai aktivitas dan membina hubungan positif jangka panjang dengan pemangku kepentingan, terutama karyawan dan pemasok, untuk mencapai keberlanjutan.

6.1 PENDAHULUAN

Tanggung jawab sosial perusahaan (*corporate social responsibility* atau disingkat CSR) adalah sebuah konsep yang menggambarkan bagaimana bisnis secara sukarela memasukkan isu-isu sosial dan lingkungan ke dalam operasi sehari-hari dan hubungan dengan para pemangku kepentingan (European Commission, 2011). CSR mengacu pada integrasi tanggung jawab sosial, lingkungan, etika, dan filantropis suatu organisasi ke dalam fundamental strategi dan operasional bisnis. Definisi ini menyiratkan bahwa organisasi, bekerja sama dengan para pemangku kepentingan, perlu memasukkan isu-isu sosial, lingkungan, etika, hak asasi manusia, dan konsumen dalam strategi inti dan operasional bisnis mereka (Rasche et al., 2017). Implementasi CSR dalam operasional bisnis saat ini akan menentukan bagaimana dan sejauh mana implementasi tersebut dikembangkan (Marques-Mendes & Santos, 2016).

Negara-negara anggota Perserikatan Bangsa-Bangsa mendukung Agenda Pembangunan Berkelanjutan (*sustainable development goals*=SDGs) yang memberikan peta jalan bersama untuk perdamaian dan kemakmuran bagi manusia dan planet bumi saat ini dan di masa depan. Pembangunan harus mencapai ke-

seimbangan antara keberlanjutan sosial, ekonomi, dan lingkungan (UNDP, n.d.). Pencapaian SDGs merupakan tujuan akhir dari keberlanjutan, sedangkan proses atau kegiatannya adalah CSR itu sendiri sehingga CSR membantu pencapaian SDGs di tahun 2030 (Beritasatu, 2020).

Dalam beberapa dekade terakhir, dunia bisnis telah menunjukkan peningkatan minat untuk memasukkan aspek sosial ke dalam strategi bisnis mereka dengan tujuan mencapai pembangunan berkelanjutan (Huang, 2010). Penelitian sebelumnya telah mengkaji keterlibatan CSR dengan strategi dan operasional bisnis. Martinuzzi dan Krumay (2013) mengembangkan empat tahapan yang terjadi secara berurutan dengan dampak terhadap sosial, lingkungan, dan daya saing, yaitu CSR berorientasi proyek, CSR berorientasi kualitas, CSR strategis, dan CSR transformasional. Selanjutnya, kerangka kerja yang lebih menyeluruh dengan tiga dimensi telah dibuat oleh Marques-Mendes dan Santos (2016), meliputi model ideologis (integrasi strategis), model prosedural (implementasi), dan model konsekuensial (dampak integrasi).

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengkaji implementasi CSR di industri manufaktur Indonesia. Hasanudin dan Budianto (2013) menemukan bahwa CSR karyawan dan reputasi perusahaan mempunyai dampak positif terhadap kinerja perusahaan. Lebih lanjut, Handayani et al. (2017) menyoroti pengaruh signifikan CSR terhadap kinerja perusahaan dan menekankan pentingnya mengintegrasikan aspek sosial dan lingkungan dalam implementasi CSR.

Meskipun demikian, studi yang mengkaji faktor-faktor implementasi CSR di industri manufaktur, khususnya bagaimana praktik CSR diterapkan di tingkat fungsional, masih dibutuhkan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi faktor-faktor implementasi CSR di tingkat fungsional. Hasil penelitian ini dapat mendorong perusahaan manufaktur, khususnya

di Indonesia, untuk mengembangkan praktik CSR mereka karena hal ini dapat memberi mereka keunggulan kompetitif dan mendukung pencapaian keberlanjutan.

6.2 TINJAUAN PUSTAKA

6.2.1 Teori Pemangku Kepentingan

Pemangku kepentingan adalah kelompok dan individu, yang dapat memengaruhi atau dipengaruhi oleh pencapaian misi perusahaan. Ada dua macam pemangku kepentingan, yaitu internal (pemilik, manajer, dan karyawan perusahaan yang berada di dalam wilayah perusahaan) dan eksternal (pemasok, pelanggan, komunitas, dan pemerintah) (Freeman, 2010). Meningkatkan hubungan perusahaan dengan pemangku kepentingan dapat memperbaiki kinerja perusahaan (Salem et al., 2016).

CSR berkaitan dengan bagaimana mengelola pemangku kepentingan internal dan eksternal perusahaan secara etika, sosial, dan bertanggung jawab guna meningkatkan kinerja perusahaan, dan sekaligus menjaga profitabilitas perusahaan (Hopkins, 2005). Dengan demikian, konsep pemangku kepentingan merupakan hal mendasar dalam CSR (Maon et al., 2009). Terlebih saat ini, para pemangku kepentingan memberikan banyak tekanan kepada perusahaan untuk mempertimbangkan isu-isu sosial dan lingkungan ketika mengambil keputusan dan merumuskan strategi perusahaan (Latif et al., 2020).

6.2.2 Praktik CSR di Tingkat Fungsional

Struktur fungsional mengatur tugas dan aktivitas berdasarkan fungsi bisnis, seperti produksi dan operasi, pemasaran, keuangan dan akuntansi, penelitian dan pengembangan, dan sistem informasi manajemen. Struktur organisasi fungsional memfasilitasi spesia-

lisasi pekerjaan, penggunaan keahlian administratif dan teknis secara efektif, mengurangi kebutuhan akan sistem pengendalian yang kompleks, dan memungkinkan pengambilan keputusan yang cepat (David & David, 2017).

CSR merupakan aktivitas perusahaan yang bergantung pada berbagai hubungan dalam manajemen dan operasional perusahaan (Valdez-Juárez et al., 2018). Fungsi produksi mencakup seluruh kegiatan yang mengubah input menjadi barang dan jasa. Fungsi ini mewakili bagian terbesar dari aset manusia dan modal suatu perusahaan yang mencakup lima elemen, yaitu karyawan, inventaris, kapasitas, proses, dan kualitas (David & David, 2017). Dalam industri manufaktur, terkait dengan CSR, dua prioritas kompetitif yang paling sering digunakan ialah biaya rendah dan kualitas (Chi, 2015; Gallardo-Vázquez & Sanchez-Hernandez, 2014; Reverte et al., 2016). Praktik CSR juga berhubungan dengan komitmen terhadap kualitas dalam operasi internal (Sánchez & Benito-Hernández, 2015). Selain kualitas, inovasi juga merupakan faktor penting dalam industri manufaktur serta praktik CSR (Baumgartner, 2014) melalui pengembangan produk ramah lingkungan (Reverte et al., 2016).

Di sisi lain, manajemen rantai pasok meliputi manusia, aktivitas, informasi, dan sumber daya yang terkoordinasi dan terlibat dalam penyampaian barang atau jasa dari pemasok ke pelanggan akhir. Suatu perusahaan akan mendapat manfaat dari menjaga rantai pasok yang etis karena reputasi mitra rantai pasok perusahaan mungkin berdampak pada reputasi perusahaan itu sendiri (Dey & Sircar, 2012). Perusahaan yang bertanggung jawab secara sosial juga melibatkan pemangku kepentingan ini dalam pengambilan keputusan mereka (Quarshie et al., 2016; Witek-Hajduk & Zaborek, 2016).

Selain itu, partisipasi karyawan dalam implementasi CSR

sangat penting untuk meyakinkan masyarakat bahwa perusahaan berdedikasi dalam memperlakukan karyawan secara adil. Tempat kerja harus ramah terhadap semua karyawan dan bebas dari segala bentuk kekerasan, termasuk pelecehan verbal, fisik, dan psikologis (Dey & Sircar, 2012). Memberikan remunerasi yang adil dan memastikan kesehatan dan keselamatan karyawan adalah dua cara untuk mempraktikkan CSR, yang berfokus pada pengelolaan operasional bisnis saat ini dengan cara yang lebih bertanggung jawab (Halme & Laurila, 2009).

6.3 METODE PENELITIAN

6.3.1 Populasi, Sampel dan Pengumpulan Data

Populasi penelitian ini adalah perusahaan manufaktur di Pulau Jawa dengan dua pertimbangan: (1) 64,29% atau 2,8 juta perusahaan manufaktur di Indonesia berada di Pulau Jawa dan (2) Pulau Jawa merupakan kontributor terbesar bagi sektor manufaktur Indonesia dengan menyumbang lebih dari 70% Produk Domestik Bruto (PDB) Indonesia (BPS, 2017b). Penelitian ini menggunakan Direktori Industri Manufaktur 2017 (BPS, 2017a) sebagai kerangka pengambilan sampel dengan *purposive sampling* meliputi lima wilayah di Pulau Jawa, yaitu Jawa Timur, Jawa Tengah, Yogyakarta, Jawa Barat, dan Jakarta, baik kawasan industri maupun non-industri.

Pengumpulan data dilakukan dengan survei melalui pembagian kuesioner pada 1.055 perusahaan manufaktur di Pulau Jawa lewat *offline* (pos, langsung) dan *online*. Dari 514 kuesioner yang kembali dilakukan *screening* data dan diperoleh 435 respons valid dengan tingkat respons akhir sebesar 41,23%.

Tabel 6.1 menampilkan profil perusahaan responden. Terlihat bahwa lima produk utama perusahaan responden terbanyak adalah makanan dan minuman (26,4%), bahan kimia dan produk kimia

(11%), produk logam fabrikasi (9,7%), produk karet dan plastik (8%) dan tekstil (6,7%). Sebagian besar perusahaan (68,3%) merupakan perusahaan besar dengan lebih dari 100 karyawan, perusahaan swasta (79,1%), dan berada di Jawa Timur (74,5%). Di samping itu, lebih dari separuh perusahaan responden berlokasi di kawasan industri (54,3%).

Tabel 6.1 Profil Perusahaan Responden

Variabel	Indikator	Frekuensi (n=435)	Prosentase (%)
Produk utama	makanan dan minuman	115	26.4
	tembakau	11	2.5
	tekstil	29	6.7
	kulit dan alas kaki	8	1.8
	barang dari kayu, kerajinan tangan	5	1.1
	kertas	25	5.7
	minyak bumi olahan	4	0.9
	bahan kimia dan produk kimia	48	11.0
	obat-obatan dan bahan kimia obat	11	2.5
	karet dan plastik	35	8.0
	produk mineral bukan logam	21	4.8
	logam dasar	2	0.5
	produk logam fabrikasi, kecuali mesin dan pe-ralatan	42	9.7
	komputer, produk elektronik dan optik	10	2.3
	mesin dan peralatan listrik	20	4.6
	otomotif	24	5.5
	mebel	17	3.9
	manufaktur lainnya	6	1.4
	perbaikan dan pemasangan mesin dan peralatan	2	0.5

Variabel	Indikator	Frekuensi (n=435)	Prosentase (%)
Ukuran perusahaan	kecil	44	10.1
	sedang	94	21.6
	besar	297	68.3
Kepemilikan	milik negara	13	3.0
	swasta	344	79.1
	multinasional	78	17.9
Lokasi	Jawa Timur	324	74.5
	Jawa Tengah & Yogyakarta	29	6.7
	Jawa Barat & Jakarta	82	18.8
Di kawasan industri	ya	236	54.3
	tidak	199	45.7

6.3.2 Penilaian Praktik CSR

Tabel 6.2 menyajikan 30 kegiatan praktik CSR di tingkat fungsional yang diadopsi dari literatur CSR, manufaktur, dan manajemen strategis (Chi, 2015; Halme & Laurila, 2009; Reverte et al., 2016; Weir et al., 2020). Dengan skala Likert lima poin (dari 1=sangat tidak setuju hingga 5=sangat setuju), responden memberikan respons mereka terhadap setiap pernyataan mengenai praktik CSR di tingkat fungsional yang dilakukan di perusahaan mereka. Bila skala penilaian dibagi menjadi tiga interval (rendah: 1-2,33; sedang: 2,34-3,67; tinggi: 3,68-5) maka hampir 30 variabel mendapatkan nilai rata-rata tinggi.

Tabel 6.2 Praktik CSR di Tingkat Fungsional

Praktik CSR	Kode	Mean	Standar Deviasi	VIF	MSA
Biaya_produksi	csr01	3.78	0.91	1.72	0.94
Biaya_material	csr02	3.74	0.91	2.15	0.84
Biaya_overhead	csr03	3.90	0.82	2.47	0.89
Produktivitas_tenaga kerja	csr04	4.28	0.71	2.34	0.94
Utilisasi_kapasitas	csr05	4.34	0.69	2.22	0.94
Inovasi_produk	csr06	4.25	0.78	1.87	0.96
Produk_ramah_lingkungan	csr07	4.01	0.86	2.60	0.90
Teknologi_ramah_lingkungan	csr08	3.98	0.83	2.89	0.90
Bahan_baku_standar	csr09	4.32	0.78	2.09	0.97
Inovasi_proses	csr10	4.18	0.71	2.22	0.97
Produk_cacat	csr11	4.32	0.69	2.43	0.95
Produk_handal	csr12	4.34	0.67	2.53	0.96
Kualitas_lingkaran	csr13	4.23	0.80	2.30	0.97
Kualitas_standar	csr14	4.40	0.73	2.49	0.94
Kualitas_pengendalian	csr15	4.30	0.74	2.72	0.94
Pemasok_adil	csr16	4.15	0.69	1.99	0.97
Pemasok_pelatihan	csr17	3.65	0.89	2.08	0.92
Pemasok_minat	csr18	3.78	0.83	2.43	0.92
Pemasok_informasi	csr19	3.96	0.83	2.12	0.94
Pemasok_hubungan	csr20	4.17	0.67	2.52	0.95
Pelanggan_informasi	csr21	4.29	0.73	2.31	0.95
Pelanggan_respon_cepat	csr22	4.40	0.70	2.35	0.95
Pelanggan_minat	csr23	4.27	0.71	2.36	0.96
Pelanggan_layanan_purnajual	csr24	4.02	0.81	1.80	0.96
Pelanggan_jujur	csr25	4.29	0.76	2.32	0.96
Karyawan_kesehatan_keamanan	csr26	4.21	0.78	2.29	0.97
Karyawan_adil	csr27	4.36	0.73	2.74	0.96
Karyawan_minat	csr28	3.94	0.82	1.89	0.96
Karyawan_gaji	csr29	4.30	0.75	2.91	0.94
Karyawan_pelatihan	csr30	3.97	0.85	2.23	0.95

6.4 HASIL DAN DISKUSI

Analisis komponen utama (*principal component analysis*=PCA) dilakukan pada 30 variabel menggunakan SPSS 26 dengan menerapkan aturan ‘nilai *eigen* lebih besar dari 1’ untuk menentukan jumlah faktor yang dihasilkan (Hair et al., 2011). PCA mengungkapkan KMO sebesar 0,945 dan Bartlett’s Test of Sphericity sebesar 7661,29 (df 435), signifikan pada level 0,00. Lima faktor dihasilkan dengan total variansi sebesar 62,62%. MSA dan *loading* untuk seluruh 30 variabel melebihi 0,5. Namun, ada sepuluh variabel yang mempunyai *cross-loading*, yaitu csr04, csr05, csr06, csr16, csr20, csr21, csr22, csr23, csr24, dan csr25; sehingga sepuluh variabel ini dihilangkan (Hair et al., 2011).

Tabel 6.3 menunjukkan hasil PCA dengan rotasi Varimax setelah menghapus sepuluh variabel *cross-loading*. KMO dihasilkan sebesar 0,92 dan *Bartlett’s Test of Sphericity* sebesar 4684,528 (df 190), signifikan pada tingkat 0,00. Lima faktor terbentuk dengan total variansi sebesar 69,31%. Setiap variabel mempunyai *loading* di atas 0,5 dan *loading* terbesar ada pada satu faktor.

Faktor 1 meliputi tujuh variabel yang berhubungan dengan kualitas; sehingga Faktor 1 dapat diberi nama ‘Kualitas’. Seperti disebutkan di Tabel 6.3, perusahaan dapat melakukan CSR dalam beberapa kegiatan untuk meningkatkan kualitas, seperti penggunaan bahan baku sesuai standar, melakukan inovasi dan perbaikan dalam proses produksi, mengurangi cacat produk, dan meningkatkan kinerja dan keandalan produk. Selain itu, perusahaan juga dapat membentuk lingkaran kendali kualitas, dan memenuhi standar kualitas nasional dan/atau internasional serta melakukan prosedur pengendalian kualitas produk. Hasil ini didukung oleh penelitian sebelumnya yang menyarankan CSR yang berorientasi pada kualitas sebagai salah satu dari empat tahap yang harus terjadi secara berurutan dengan dampak terhadap sosial, lingkungan,

dan daya saing (Martinuzzi & Krumay, 2013), dan pengendalian kualitas dari salah satu fungsi utama harus dilibatkan dalam pendekatan *built-in* (Virakul et al., 2009).

Tabel 6.3 Hasil Analisis Faktor Dengan Rotasi Varimax

Kode	<i>Factor Loading</i>				
	Faktor 1	Faktor 2	Faktor 3	Faktor 4	Faktor 5
csr01			0.73		
csr02			0.87		
csr03			0.81		
csr07					0.83
csr08					0.81
csr09	0.61				
csr10	0.61				
csr11	0.61				
csr12	0.71				
csr13	0.78				
csr14	0.69				
csr15	0.68				
csr17				0.77	
csr18				0.78	
csr19				0.69	
csr26		0.65			
csr27		0.76			
csr28		0.72			
csr29		0.81			
csr30		0.69			

Kode	Factor Loading				
	Faktor 1	Faktor 2	Faktor 3	Faktor 4	Faktor 5
<i>Cronbach's alpha</i>	0.89	0.87	0.79	0.79	0.85
<i>Eigen value</i>	8.39	1.88	1.45	1.13	1.01
% variansi	20.62	16.70	11.28	11.13	9.58
Nama Faktor	Kualitas	Karyawan	Biaya	Pemasok	Inovasi

Karena melibatkan lima variabel yang berhubungan dengan karyawan, Faktor 2 dapat diidentifikasi sebagai ‘Karyawan’. Melalui praktik CSR yang efektif dan berfokus pada karyawan, perusahaan dapat memberikan kesehatan dan keselamatan kepada karyawan, memperlakukan karyawan secara adil, melibatkan kepentingan karyawan dalam pengambilan keputusan perusahaan, serta menawarkan gaji yang baik dan memberi mereka kesempatan kerja yang baik, serta pelatihan yang sesuai.

Kegiatan praktik CSR di tingkat fungsional lebih banyak berhubungan dengan aktivitas internal perusahaan maka CSR sebaiknya diprioritaskan untuk pemangku kepentingan internal (Radyati, 2014). Temuan ini didukung oleh penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa praktik CSR dapat memberikan manfaat langsung kepada karyawan dan lebih dapat memuaskan keinginan mereka akan keamanan dan keselamatan. Kebijakan dan prosedur yang menunjukkan kepedulian terhadap karyawan dan menyediakan lingkungan kerja yang baik dapat meningkatkan daya tarik perusahaan dan mengurangi tindakan kontra-produktif di tempat kerja (Bauman & Skitka, 2012).

Faktor 3 dapat diberi nama ‘Biaya’, yang meliputi tiga praktik CSR terkait biaya, yaitu mempertahankan biaya produksi terendah, menurunkan biaya material dan *overhead*. Temuan ini

didukung oleh argumen bahwa program CSR berdampak pada kinerja operasional perusahaan terkait dengan biaya, kualitas, penyampaian, dan fleksibilitas (Famiyeh, 2017).

Faktor 4 mempunyai tiga variabel yang mengacu pada pemasok sehingga Faktor 4 mengindikasikan 'Pemasok'. Temuan ini didukung dengan hasil penelitian sebelumnya yang menyarankan perusahaan untuk mengelola mitra rantai pasokan mereka (Quarshie et al., 2016), termasuk pemasok (Witek-Hajduk & Zaborek, 2016). Beberapa perusahaan multinasional menawarkan pelatihan dan insentif kepada pemasok yang menerapkan praktik berkelanjutan. Setelah menerima pelatihan ini, pemasok telah mengubah prosedur produksi mereka secara signifikan dan meminta pemasok mereka untuk mengadopsi standar keberlanjutan serupa (Villena and Gioia, 2020).

Karena dua variabel dalam Faktor 5 berkaitan dengan inovasi, Faktor 5 dapat diberi nama 'Inovasi'. Seperti ditampilkan di Tabel 6.3, Inovasi terkait dengan penciptaan produk ramah lingkungan dan penggunaan teknologi serta bahan ramah lingkungan dalam proses, produk, dan pengemasan.

Secara keseluruhan, dua dari lima faktor yang terbentuk berkaitan dengan pemangku kepentingan, yaitu Karyawan dan Pemasok. Karyawan merupakan salah satu pemangku kepentingan internal, sedangkan pemasok adalah pemangku kepentingan eksternal. Beberapa penelitian menyoroti perlunya mempertimbangkan kepentingan dan tujuan pemangku kepentingan dalam perspektif jangka panjang (Bhattacharyya, 2010; Gazzola & Colombo, 2014). Melalui praktik CSR, perusahaan dapat memperkuat hubungan mereka dengan pemangku kepentingan, yang pada gilirannya memungkinkan mereka untuk mempertimbangkan dan memitigasi risiko (Vishwanathan et al., 2020).

6.5 SIMPULAN

Hasil penelitian mengungkapkan bahwa praktik CSR di tingkat fungsional dapat dikelompokkan menjadi lima faktor: Kualitas, Karyawan, Biaya, Pemasok dan Inovasi. Artinya, perusahaan manufaktur, khususnya di Indonesia, menerapkan CSR dalam kegiatan operasional perusahaan dan mengaitkan praktik CSR dengan fungsi spesifik perusahaan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perusahaan manufaktur di Indonesia menerapkan CSR tidak hanya untuk mematuhi undang-undang, tetapi mereka semakin sadar akan pentingnya mengintegrasikan CSR pada strategi dan kegiatan operasional mereka. Selain aspek ekonomi, mereka menjalankan bisnis dengan melibatkan aspek sosial dan lingkungan. Praktik CSR yang dijalankan mendukung perusahaan untuk mencapai keberlanjutan. Akibatnya, keberadaan dan kegiatan bisnis perusahaan memberikan manfaat ekonomi, berkontribusi pada masyarakat sekitar dan melibatkan para pemangku kepentingan, serta memelihara lingkungan.

Hasil kajian ini dapat memperkaya literatur CSR, khususnya di Indonesia. Temuan ini dapat meningkatkan pemahaman yang lebih baik tentang berbagai praktik CSR di tingkat fungsional sehingga perusahaan dapat menjalankan kegiatan operasional selaras dengan konsep CSR. Selain itu, penelitian ini menyarankan agar perusahaan dapat melaksanakan CSR melalui perlakuan yang baik terhadap pemangku kepentingan internal dan eksternal yang berhubungan dengan operasional bisnis secara langsung, rutin, dan berkelanjutan.

Meskipun demikian, penelitian ini memiliki keterbatasan, yang dapat diperbaiki di penelitian selanjutnya. Pertama, untuk mengurangi bias, penelitian selanjutnya dapat melibatkan beberapa informan dari masing-masing perusahaan, seperti karyawan dan pemasok. Kedua, penelitian berikutnya dapat menggabungkan

metode kuantitatif dan kualitatif untuk mengumpulkan dan menganalisis data secara komprehensif. Ketiga, penelitian selanjutnya melibatkan perusahaan manufaktur baik di dalam maupun di luar Pulau Jawa untuk menggeneralisasi temuan.

REFERENSI

- Bauman, C. W., & Skitka, L. J. (2012). Corporate social responsibility as a source of employee satisfaction. *Research in Organizational Behavior*, 32, 63–86. <https://doi.org/10.1016/j.riob.2012.11.002>
- Baumgartner, R. J. (2014). Managing Corporate Sustainability and CSR: A Conceptual Framework Combining Values, Strategies, and Instruments Contributing to Sustainable Development. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 21(5), 258–271. <https://doi.org/10.1002/csr.1336>
- Beritasatu (2020). *CSR perusahaan dorong pencapaian SDGs 2030*. Beritasatu. Diakses Agustus 6, 2021, dari <https://www.beritasatu.com/nasional/607061/csr-perusahaan-dorong-pencapaian-sdgs-2030>
- BPS (2017a). *Direktori industri manufaktur DKI Jakarta 2017*. Jakarta: Badan Pusat Statistik Provinsi DKI Jakarta.
- BPS (2017b). *Analisis hasil listing: Aglomerasi industri manufaktur di Indonesia*. Jakarta: Badan Pusat Statistik Provinsi DKI Jakarta.
- Chi, T. (2015). Business contingency, strategy formation, and firm performance: An empirical study of Chinese apparel SMEs. *Administrative Science*, 5(2), 27–45. <https://doi.org/10.3390/admsci5020027>

- David, F. R., & David, F. R. (2017). *Strategic management: concepts and cases-A competitive advantage approach (16th edition)*. Boston: Pearson.
- Dey, M., & Sircar, S. (2012). Integrating corporate social responsibility initiatives with business strategy: A study of some Indian companies. *IUP Journal of Corporate Governance*, 11(1), 36–51.
- European Commission (2011). *Communication from the commission to the European parliament, the council, the European Economic and Social Committee and the committee of the regions: A renewed EU strategy 2011-14 for corporate social responsibility*. European Commission. Diakses Mei 21, 2022, dari <https://www.refworld.org/docid/4aa51b632.html>
- Famiyeh, S. (2017). Corporate social responsibility and firm's performance: Empirical evidence. *Social Responsibility Journal*, 13(2), 390-406. <https://doi.org/10.1108/SRJ-04-2016-0049>
- Freeman, R.E. (2010). *Strategic Management: A Stakeholder Approach*. New York: Cambridge University Press.
- Gallardo-Vázquez, D., & Sanchez-Hernandez, M. I. (2014). Measuring corporate social responsibility for competitive success at a regional level. *Journal of Cleaner Production*, 72, 14–22. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.02.051>
- Gazzola, P., & Colombo, G. (2014). CSR integration into the corporate strategy. *Cross-Cultural Management Journal*, XVI, 2(6), 331–338.
- Hair, J., Celsi, M., Money, A. H., Samouel, P., & Page, M. J. (2011). *Essentials of Business Research Methods*, Second. New York: Sharpe, Inc.
- Halme, M., & Laurila, J. (2009). Philanthropy, integration or innovation? Exploring the financial and societal outcomes of

- different types of corporate responsibility. *Journal of Business Ethics*, 84(3), 325–339. <https://doi.org/10.1007/s10551-008-9712-5>
- Hopkins, M. (2005) Measurement of corporate social responsibility. *International Journal of Management Decision Making*, 6(3–4), 213–231. <https://doi.org/10.1504/IJMDM.2005.006549>
- Huang, C-J. (2010). Corporate governance, corporate social responsibility and corporate performance. *Journal of Management and Organization*, 16(5), 641–655. <https://doi.org/10.5172/jmo.2010.16.5.641>
- Ihlen, Ø. (2008). Mapping the environment for corporate social responsibility: Stakeholders, publics and the public sphere. *Corporate Communication*, 13(2), 135–146. <https://doi.org/10.1108/13563280810869578>
- Latif, K. F., Sajjad, A., Bashir, R., Shaukat, M. B., Khan, M. B., & Sahibzada, U. F. (2020). Revisiting the relationship between corporate social responsibility and organizational performance: The mediating role of team outcomes. *Corporate Social Responsibility Environment Management*, 27(4), 1630–1641. <https://doi.org/10.1002/csr.1911>
- Maon, F., Lindgreen, A., & Swaen, V. (2009). Designing and implementing corporate social responsibility: An integrative framework grounded in theory and practice. *Journal of Business Ethics*, 87(1), 71–89. <https://doi.org/10.1007/s10551-008-9804-2>
- Marques-Mendes, A., & Santos, M. J. (2016). Strategic CSR: An integrative model for analysis. *Social Responsibility Journal*, 12(2), 363–381. <https://doi.org/10.1108/SRJ-04-2015-0055>
- Martinuzzi A., & Krumay, B. (2013). The good, the bad, and the successful – How corporate social responsibility leads to competitive advantage and organizational transformation.

- Journal of Change Management*, 13(4), 424–443. <https://doi.org/10.1080/14697017.2013.851953>
- Quarshie, A. M., Salmi, A., & Leuschner, R. (2016). Sustainability and corporate social responsibility in supply chains: The state of research in supply chain management and business ethics journals. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 22(2), 82–97. <https://doi.org/10.1016/j.pursup.2015.11.001>
- Radyati, M. R. N. (2014). *Sustainable business & corporate social responsibility (CSR)*. Jakarta: CECT Trisakti University.
- Rasche, A., Morsing, M., & Moon, J. (2017). *Corporate social responsibility: Strategy, communication, governance*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Reverte, C., Gómez-Melero, C. E., & Cegarra-Navarro, J. G. (2016). The influence of corporate social responsibility practices on organizational performance: Evidence from eco-responsible Spanish firms. *Journal of Cleaner Production*, 112, 2870–2884. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.128>
- Salem, M. A., Shawtari, F. A., Shamsudin, M. F., & Hussain, H. I. (2016). The relation between stakeholders' integration and environmental competitiveness. *Social Responsibility Journal*, 12(4), 755–769. <https://doi.org/10.1108/SRJ-12-2015-0189>
- Sánchez P. E., & Benito-Hernández, S. (2015). CSR policies: Effects on labour productivity in Spanish micro and small manufacturing companies. *Journal of Business Ethics*, 128(4), 705–724. <https://doi.org/10.1007/s10551-013-1982-x>
- UNDP (n.d). *What are the sustainable development goals?* UNDP. Diakses Juli 30, 2021, dari <https://www.undp.org/sustainable-development-goals>
- Valdez-Juárez, L. E., Gallardo-Vázquez, D., & Ramos-Escobar, E. A. (2018). CSR and the supply chain: Effects on the results

- of SMEs. *Sustainability*, 10(7), 2356. <https://doi.org/10.3390/su10072356>
- Villena, V. H., & Gioia, D. A. (2020). A more sustainable supply chain. *Harvard Business Review*, 98, 84–93.
- Virakul, B., Koonmee, K., & McLean, G. N. (2009). CSR activities in award-winning Thai companies. *Social Responsibility Journal*, 5(2), 178–199. <https://doi.org/10.1108/17471110910964478>
- Vishwanathan, P., van Oosterhout, H., Heugens, P. P. M. A. R., Duran, P., & van Essen, M. (2020). Strategic CSR: A concept building meta-analysis. *Journal of Management Studies*, 57, 314–350. <https://doi.org/10.1111/joms.12514>
- Ward, P. T., Duray, R., Keong Leong, G., dan Sum, C.-C. (1995). Business environment, operations strategy, and performance: An empirical study of Singapore manufacturers. *Journal of Operations Management*, 13(2), 99–115. [https://doi.org/10.1016/0272-6963\(95\)00021-J](https://doi.org/10.1016/0272-6963(95)00021-J)
- Weir, K. A., Kochhar, A. K., LeBeau, S. A., & Edgeley, D. G. (2020). An empirical study of the alignment between manufacturing and marketing strategies. *Long Range Planning*, 33(6), 831–848. [https://doi.org/10.1016/S0024-6301\(00\)00079-0](https://doi.org/10.1016/S0024-6301(00)00079-0)
- Witek-Hajduk, M. K., & Zaborek, P. (2016). Does business model affect CSR involvement? A survey of Polish manufacturing and service companies. *Sustainability*, 93, 1–20. <https://doi.org/10.3390/su8020093>
- Yuan, W., Bao, Y., & Verbeke, A. (2011). Integrating CSR initiatives in business: An organizing framework. *Journal of Business Ethics*, 101(1), 75–92. <https://doi.org/10.1007/s10551-010-0710-z>

7

PENDEKATAN *MULTI-ECHELON INVENTORY* DALAM PENDISTRIBUSIAN PRODUK

Amelia Santoso

Kelancaran aliran material/produk dari satu eselon ke eselon berikutnya dalam pendistribusian produk di sebuah rantai pasok (*supply chain*) menjamin ketersediaan material/produk di setiap eselon saat konsumen memerlukan. Pada umumnya, lokasi antareselon (pabrik, distributor dan *retailer*) secara geografis berbeda (Santoso et al., 2021). Koordinasi penetapan kebijakan persediaan antara eselon dalam rantai pasok diperlukan untuk memenuhi permintaan konsumen akhir (*end customer*).

Bab ini membahas penetapan kebijakan persediaan di setiap eselon dalam sistem distribusi produk dengan pendekatan *multi-echelon inventory*. Diawali dengan pembahasan sistem distribusi, dilanjutkan dengan konsep *multi-echelon inventory* yang dipergunakan sebagai pendekatan dalam penetapan kebijakan persediaan di setiap eselon dalam sebuah sistem distribusi,

dan diakhiri dengan model sistem distribusi yang menggunakan pendekatan konsep *multi-echelon inventory*.

7.1 SISTEM DISTRIBUSI

Sistem distribusi merupakan bagian tidak terpisahkan dari sebuah rantai pasok (*supply chain*). Menurut Chopra (2019), rantai pasok terdiri atas semua entitas yang terlibat dalam pemenuhan permintaan konsumen, baik secara langsung maupun tidak langsung. Sebuah rantai pasok tidak hanya terdiri atas manufaktur dan *supplier*, namun juga pelaku transportasi, *warehouse*, *retailer* dan konsumen (Chopra, 2019). Rantai pasok mencakup semua aktivitas mulai dari pengadaan bahan baku, produksi hingga pendistribusian produk ke konsumen akhir. Sedangkan sistem distribusi adalah bagian dari rantai pasok yang memastikan produk yang didistribusikan hingga ke konsumen dengan efisien (Ross, 2015).

Penetapan jumlah produk yang didistribusikan melalui pemindahan produk dari satu eselon ke eselon berikutnya dalam sistem distribusi menjadi inti keberhasilan sebuah sistem distribusi tersebut. Pada umumnya, sebuah sistem distribusi terdiri atas beberapa eselon, yaitu distributor pusat, distributor, *retailer* sampai ke konsumen. Sistem distribusi akan semakin kompleks sejalan dengan meningkatnya jumlah eselon yang terlibat dalam sistem distribusi tersebut.

Kelancaran sistem distribusi tergantung pada kelancaran aliran produk dari manufaktur ke konsumen akhir. Kelancaran sistem distribusi akan menjamin ketersediaan produk di setiap eselon pada waktu konsumen membutuhkan produk. Ketersediaan produk merupakan salah satu tuntutan kinerja sebuah sistem distribusi.

Pengaturan aliran produk dilakukan dengan menetapkan kebijakan persediaan di setiap eselon di sistem distribusi. Penetapan kebijakan persediaan di masing-masing eselon dapat didekati

dengan dua cara, yaitu *single-echelon inventory* dan *multi-echelon inventory*.

Menurut Ekanayake et al. (2016), *single-echelon inventory* adalah sebuah sistem yang bersifat desentralisasi, yakni setiap eselon akan menetapkan kebijakan persediaan secara individual. Dengan demikian, hasil optimasi tingkat persediaan di suatu level dari sistem distribusi atau rantai pasok (misal distributor) tidak mempertimbangkan dampak keputusannya pada level lainnya (misal *retailer*). Sebaliknya, *multi-echelon inventory* adalah suatu sistem yang menuntut penetapan keputusan persediaan ditetapkan secara simultan, mempertimbangkan interrelasi antara level yang terhubung (misal distributor dan *retailer*). Oleh karena itu *multi-echelon inventory* didefinisikan sebagai sistem yang tersentralisasi, yaitu semua level dalam sistem distribusi atau rantai pasok saling bergantung dan parameter persediaan antarlevel saling terkoneksi. Selain *multi-echelon inventory*, pendekatan *information sharing* dapat dipergunakan dalam sistem yang tersentral (Zhao & Qiu, 2017).

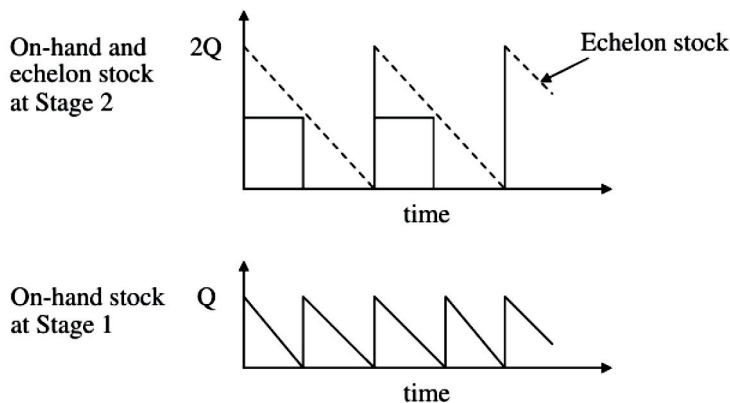
7.2 MULTI ECHELON INVENTORY

Saat pendistribusian produk ke konsumen akhir (*end customer*) melalui jaringan sistem distribusi yang terdiri atas beberapa level (eselon) seringkali dilakukan secara desentralisasi. Kebijakan persediaan di setiap eselon dilakukan secara individual sehingga setiap eselon menetapkan persediaan tanpa mempertimbangkan persediaan pada eselon sebelumnya. Hal ini menyebabkan dalam satu jaringan distribusi terdapat persediaan total yang tinggi dan dapat menimbulkan *bullwhip effect* (Chopra, 2019).

Sedangkan pada dengan pendekatan *echelon-inventory* atau *echelon stock*, penetapan kebijakan persediaan di setiap eselon dilakukan secara simultan. Oleh karena itu, dalam konsep *echelon-*

inventory (Clark & Scarf, 1960; Simchi-Levi et al., 2003), total persediaan di sebuah entitas dalam satu eselon merupakan jumlahan persediaan yang dimiliki di entitas tersebut dan semua persediaan yang ada di semua eselon yang mengikutinya (*downstream echelons*).

Pada Gambar 7.1 *stage 1* adalah *retailer* dan *stage 2* adalah distributor. Mengacu konsep *echelon inventory*, jumlah rata-rata persediaan di *retailer* sebesar persediaannya sendiri, yaitu $(Q/2)$. Pendekatan konsep waktu siklus tunggal (Santoso et al., 2007) atau konsep kelipatan (de Bolt & Graves, 1985) dipergunakan untuk melakukan perhitungan total persediaan eselon (*echelon inventory*) di distributor. Dengan demikian, rata-rata persediaan di distributor sebesar persediaan di distributor ditambah dengan persediaan di *retailer* ($nQ/2 + Q/2$).

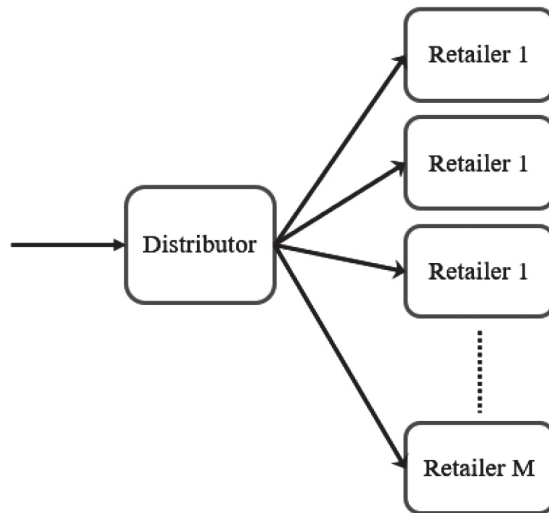


Gambar 7.1 Echelon inventory.

Konsep *echelon inventory* ini menyebabkan cara perhitungan biaya simpan yang berbeda dari umumnya yang menggunakan rata-rata persediaan di setiap eselon.

7.3 PENDEKATAN *MULTI ECHELON INVENTORY* UNTUK SISTEM DISTRIBUSI

Bila jaringan sistem distribusi dua eselon yang hanya terdiri atas satu distributor dan M *retailer* yang identik (Gambar 7.2). Semua *retailer* identik berarti setiap *retailer* diasumsikan menghadapi pola permintaan konsumen yang sama dan akan memesan ke distributor untuk *replenishment*.



Gambar 7.2 Sistem distribusi *two-echelon*.

7.3.1 Model Deterministik

Permintaan tahunan konsumen di sebuah *retailer* konstan sebesar D unit maka total permintaan tahunan di distributor yang memiliki M *retailer* yang identik sebesar DM unit. Model penetapan persediaan di distributor dan *retailer* dikembangkan dengan tujuan meminimasi biaya persediaan. Seperti Mitra (2009), model persediaan dalam sistem distribusi 1 distributor M *retailer* ini, dikembangkan dengan mengacu pada model persediaan

continuous review yaitu model (s, Q) . Menurut Tersine (1994), penetapan kebijakan/keputusan persediaan model (s, Q) dapat dilakukan dengan dua pendekatan, yaitu independen dan dependen. Pada Bab 7 ini, pendekatan independen dipergunakan untuk memutuskan variabel jumlah pemesanan (Q) dan *reorder point* (s). Pada umumnya biaya persediaan (TC) terdiri dari biaya beli (O_{beli}), biaya pesan (O_{pesan}) dan biaya simpan (O_{simpan}). Namun karena harga produk tidak berubah dan tidak ada diskon yang diberikan maka untuk penetapan kebijakan persediaan dapat menggunakan *total relevant cost* (TRC), yang terdiri atas:

$$TRC = O_{\text{pesan}} + O_{\text{simpan}} \quad (7.1)$$

Biaya pesan terdiri dari biaya pesan di distributor dan biaya pesan di *retailer*. Biaya sekali pesan di distributor sebesar A_2 dan di masing-masing *retailer* sebesar A_1 . Dengan menggunakan pendekatan kelipatan di eselon distributor dan *retailer*, bila jumlah pesan di distributor sebesar Q_{dist} dan di setiap *retailer* yang identik sebesar Q maka:

$$Q_{\text{dist}} = MnQ \quad (7.2)$$

Total biaya pesan yang terdiri atas biaya pesan di M *retailer* dan di distributor dapat diformulasikan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} O_{\text{pesan}} &= M \frac{A_1 D}{Q} + \frac{A_2 D M}{MnQ} \\ &= M \frac{A_1 D}{Q} + \frac{A_2 D}{nQ} \end{aligned} \quad (7.3)$$

Jumlah rata-rata persediaan di setiap *retailer* sebesar $Q/2$, dengan menggunakan konsep *echelon inventory* maka rata-rata

persediaan di distributor sebesar persediaan di distributor ditambah dengan persediaan di M retailer yaitu sebesar $MnQ/2 + MQ/2$. Bila biaya simpan per unit per tahun sebesar h_1 untuk *retailer* dan h_2 untuk distributor maka total biaya simpan dapat dihitung dengan rumus:

$$O_{simpan} = M \frac{Q}{2} h_1 + \left(\frac{MnQ}{2} + \frac{MQ}{2} \right) h_2 \quad (7.4)$$

Total revelant cost (TRC) menjadi:

$$TRC(Q, n) = \frac{MA_1 D}{Q} + \frac{A_2 D}{nQ} + \frac{MQ}{2} h_1 + \left(\frac{MnQ}{2} + \frac{MQ}{2} \right) h_2 \quad (7.5)$$

Q dan n dapat diperoleh dengan menurunkan $TRC(Q, n)$ terhadap Q dan n . Bila hasil turunan $\frac{\partial TRC}{\partial Q} = 0$ dan $\frac{\partial TRC}{\partial n} = 0$ maka diperoleh:

$$Q(n) = \sqrt{\frac{2D(MA_1 + \frac{A_2}{n})}{M(h_1 + (n+1)h_2)}} \quad (7.6)$$

$$n = \sqrt{\frac{2A_2 D}{Mh_2 Q^2}} \quad (7.7)$$

Nilai optimal untuk Q dan n didapat dengan menggunakan prosedur yang dikembangkan oleh Silver et al. (2017). Rumus n dari turunan pertama disubsitusikan ke persamaan Q sehingga diperoleh:

$$Q = \sqrt{\frac{2MA_1 D}{h_1 + h_2}} \quad (7.8)$$

Untuk menetapkan nilai Q dan n dapat menggunakan pendekatan metode heuristik sebagai berikut:

1. Hitung nilai Q dengan menggunakan rumus:

$$Q = \sqrt{\frac{2MA_1D}{h_1 + h_2}}$$

2. Dengan menggunakan nilai Q yang diperoleh pada langkah (1), hitung nilai n dengan menggunakan rumus:

$$n = \sqrt{\frac{2A_2D}{Mh_2Q^2}}$$

3. Pergunakan nilai n hasil langkah kedua untuk memperbaharui Q dengan menggunakan rumus:

$$Q(n) = \sqrt{\frac{2D \left(MA_1 + \frac{A_2}{n} \right)}{M(h_1 + (n+1)h_2)}}$$

4. Berdasarkan nilai Q baru yang diperoleh pada langkah (3), hitung nilai n dengan menggunakan rumus pada langkah (2).
5. Hitunglah persentase perbedaan nilai Q yang baru dan Q yang lama. Hitunglah juga persentase perbedaan nilai n yang baru dan yang lama.
6. Ulangi langkah (3) sampai (5) sampai diperoleh nilai n dan Q yang konvergen (persentase perbedaan kurang dari $\delta\%$ yang ditetapkan).
7. Berdasarkan hasil Q dan n yang diperoleh maka Q_{dist} dapat dihitung.

Setelah diperoleh variabel keputusan jumlah pemesanan (Q) baik untuk distributor maupun semua *retailer*, langkah selanjutnya adalah menghitung *reorder point* (s) untuk *retailer* dan distributor. Karena permintaan bersifat deterministik maka tidak ada *safety stock*.

Jika *leadtime* di *retailer* L_1 dan di distributor L_2 maka *reorder point* untuk *retailer* dan distributor dapat dihitung dengan menggunakan formula sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Di retailer} \quad s_1 &= \mu L_1 \\ \text{Di distributor} \quad s_2 &= M\mu(L_1 + L_2) \end{aligned} \quad (7.9)$$

7.3.2 Model Probabilistik

Permintaan tahunan konsumen di setiap *retailer* konstan sebesar D unit dan bila ada M *retailer* identik maka total permintaan tahunan di distributor sebesar MD unit. Model alokasi persediaan di distributor dan M *retailer* dikembangkan dengan tujuan agar biaya persediaan minimal. Model persediaan yang dikembangkan mengacu pada model persediaan *continuous review* yaitu model (s, Q) .

Bila diketahui permintaan mingguan konsumen di setiap M *retailer* identik berdistribusi normal (μ, σ) maka permintaan mingguan konsumen di distributor berdistribusi normal $(M\mu, \sigma\sqrt{M})$. Dengan menggunakan pendekatan penyelesaian secara independen (Tersine, 1994) antara penetapan (Q, n) dan *reorder point* (s), nilai Q dan n dapat dicari dengan cara seperti di sub bab 7.3.1. Jika menggunakan pendekatan *service level per order cycle* maka total biaya persediaan per tahun terdiri dari $TRC(Q, n)$ dan total biaya *safety stock* (TC_{ss}). Total biaya *safety stock* terdiri atas biaya simpan *safety stock* di semua *retailer* dan distributor serta biaya kekurangan di semua *retailer*. Tidak ada biaya kekurangan di

distributor karena penetapan kebijakan persediaan di distributor dan *retailer* dilakukan secara terkoordinasi.

$$TRC(Q, n, s) = O_{pesan} + O_{simpan} + TC_{ss}$$

$$TC_{ss} = O_{simpan_{ss}} + O_{kekurangan}$$

$$TC_{ss} = M(s_1 - \mu L_1)h_1 + (s_2 - M\mu(L_1 + L_2))h_2 + E(M > s_1)K \quad (7.10)$$

Nilai *reorder point* di *retailer* dapat dicari dengan rumus:

- Cari nilai *safety factor* (k) berdasar besar *service level per order cycle* (SLC) menggunakan tabel normal atau Excel.
- Jika *leadtime* di *retailer* L_1 dan di distributor L_2 Hitung nilai *reorder point* di:

$$\text{setiap retailer} \quad s_1 = \mu L_1 + k_1 \sigma \sqrt{L_1}$$

$$\text{distributor} \quad s_2 = M\mu(L_1 + L_2) + k_1 \sigma \sqrt{M(L_1 + L_2)}$$

- Kekurangan hanya terjadi di *retailer* karena ada koordinasi penetapan kebijakan persediaan di *retailer* dan distributor. Ekspektasi kekurangan di *retailer* dapat dicari dengan menggunakan rumus:

$$E(M > s_1) = E(z) \sigma \sqrt{L_1}$$

Nilai $E(z)$ adalah ekspektasi parsial dari Tabel Normal (Tersine, 1994).

7.3.3 Contoh Numerik

Bila 1 distributor mendistribusikan ke 3 *retailer* ($M=3$) dengan biaya sekali pesan di masing-masing *retailer* (A_1) sebesar Rp.20.000,- dan di distributor (A_2) sebesar Rp. 150.000,-. Permintaan di setiap *retailer* (D) bersifat deterministik sebesar 2000 unit dengan biaya simpan persediaan di *retailer* (h_1) sebesar Rp. 200 per unit

per tahun dan di distributor (h_2) sebesar Rp. 300 per unit per tahun. Dengan menggunakan pendekatan *echelon inventory*, penetapan kebijakan persediaan di distributor dan *retailer* dilakukan dengan menggunakan prosedur pada sub bab 7.3.1.

Langkah awal adalah menetapkan nilai Q awal dengan rumus:

$$Q = \sqrt{\frac{2MA_1D}{h_1 + h_2}} = 692,82 \text{ unit}$$

Langkah kedua dan seterusnya dilakukan secara iteratif sampai perbedaan lebih kecil dari $\delta \% = 0,05\%$. Hasil sebagai berikut.

Tabel 7.1. Perhitungan Nilai (Q,n)

Iterasi	Variabel	Nilai	% Perbedaan
1	n	1.18	
	Q	540.88	-21.93%
2	n	1.51	28.09%
	Q	472.22	-12.69%
3	n	1.73	14.54%
	Q	438.27	-7.19%
4	n	1.86	7.75%
	Q	420.63	-4.02%
5	n	1.94	4.19%
	Q	411.23	-2.24%
6	n	1.99	2.29%
	Q	406.14	-1.24%

Iterasi	Variabel	Nilai	% Perbedaan
7	n	2.01	1.25%
	Q	403.37	-0.68%
8	n	2.02	0.69%
	Q	401.85	-0.38%
9	n	2.03	0.38%
	Q	401.02	-0.21%
10	n	2.04	0.21%
	Q	400.56	-0.11%
11	n	2.04	0.11%
	Q	400.31	-0.06%
12	n	2.04	0.06%
	Q	400.17	-0.03%
15	n	2.04	0.03%
	Q	400.09	-0.02%

Diperoleh $Q = 400,09$ unit dan $n = 2,04$ maka jumlah pemesanan di masing-masing *retailer* sebesar 400,09 unit dan di distributor ($Q_{dist} = 2,04 (3) (400,09) = 2449,02$ unit dengan *total relevant cost* (Q, n) = Rp. 1.094.790,89. Jika *leadtime* di *retailer* $L_1 = 2$ minggu dan di distributor $L_2 = 3$ minggu serta dalam 1 tahun bekerja 50 minggu maka *reorder point* untuk setiap *retailer* dan distributor sebesar:

$$\text{Di retailer } s_1 = \mu L_1 = 2000/50 * (2) = 80$$

$$\begin{aligned} \text{Di distributor } s_2 &= M\mu(L_1 + L_2) \\ &= 3 (2000/50) (2+3) = 600 \text{ unit} \end{aligned}$$

7.4 SIMPULAN

- Pendekatan *echelon inventory* untuk jaringan distribusi yang terdiri atas satu distributor dan M *retailer* identik memerlukan pendekatan heuristik untuk menyelesaikan model distribusi yang dikembangkan.
- Pengembangan model dapat digeneralisasi baik untuk M *retailer*, N distributor maupun lebih dari dua eselon.

REFERENSI

- De Bodt, M. A., & Graves, S. (1985). Continuous-review policies for a multi-echelon inventory problem with stochastic demand. *Management Science*, 31(10), 1286–1299. <https://doi.org/10.1287/mnsc.31.10.1286>
- Chopra, S. (2019). *Supply chain management: Strategy, planning and operation (7th edition)*. Harlow: Pearson.
- Clark, A., & Scarf, H. (1960). Optimal policies for a multi-echelon inventory problem. *Management Science*, 6(4), 475–490. <https://doi.org/10.1287/mnsc.6.4.475>
- Ekanayake, N., Joshi., & Thekdi, S.A. (2016). Comparison of single-echelon vs. multi-echelon inventory systems using multi-objective stochastic modelling. *International Journal of Logistics Systems and Management*, 23(2), 255–280. <https://doi.org/10.1504/IJLSM.2016.073971>
- Mitra, S. (2009). Analysis of two-echelon inventory system with returns. *Omega*, 37, 106–115. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2006.10.002>
- Ross, D. F. (2015). *Distribution planning and control: Managing in the era of supply chain management (3rd edition)*. New York: Springer.
- Santoso, A., Bahagia, S. N., Suprayogi, & Sasongko, D. (2007). Integrated production-distribution planning with time

- dependent demand in multi-echelon supply chain. *Proceedings of The 2nd International Conference on Operations and Supply Chain Management*, 1039–1046.
- Santoso, A., Parung, J., Prayogo, D. N., & Winardi (2021). Designing clusters of distribution area and delivery route for maximizing the vehicle utilization. *Operations and Supply Chain Management*, 14(4), 536–544. <http://doi.org/10.31387/oscm0470322>
- Silver, E. A., Pyke, D. F., & Thomas, D. J. (2017). *Inventory and production management in supply chain (4th edition)*. Boca Raton: Taylor & Francis Group.
- Simchi-Levi, D., Kaminsky, P., & Simchi-Levi, E. (2003). *Designing and managing the supply chain: Concepts, strategies and case studies*. Boston: McGraw-Hill/Irwin.
- Tersine, R. J. (1994). *Principles of inventory and material management (4th edition)*. New Jersey: Prentice Hall.
- Xiaobo, Z., & Minmin, Q. (2007). Information sharing in a multi-echelon inventory system. *Tsinghua Science and Technology*, 12(4), 466–474. [https://doi.org/10.1016/S1007-0214\(07\)70069-X](https://doi.org/10.1016/S1007-0214(07)70069-X)

8

OPERATIONAL EFFICIENCY THROUGH PROCUREMENT

Jerry Agus Arlianto

Efisiensi operasional sangat penting dalam bisnis modern karena dapat meningkatkan produktivitas dan mengurangi biaya. Dengan mengoptimalkan proses operasional, perusahaan dapat meminimalkan pemborosan sumber daya, seperti waktu, tenaga kerja, dan bahan baku. Hal ini tidak hanya mengurangi biaya operasional tetapi juga meningkatkan kualitas produk atau layanan yang ditawarkan. Efisiensi operasional memungkinkan perusahaan untuk menghasilkan lebih banyak *output* dengan *input* yang sama atau lebih sedikit, yang pada akhirnya meningkatkan profitabilitas dan daya saing di pasar.

Efisiensi operasional juga berperan penting dalam meningkatkan kepuasan pelanggan. Proses yang efisien memastikan bahwa produk atau layanan dapat disampaikan tepat waktu dan sesuai dengan standar kualitas yang diharapkan. Hal ini membantu membangun reputasi perusahaan sebagai penyedia yang andal dan

berkualitas, yang pada gilirannya dapat meningkatkan loyalitas pelanggan dan menarik pelanggan baru. Dalam lingkungan bisnis yang semakin kompetitif, efisiensi operasional menjadi kunci untuk mempertahankan dan memperluas pangsa pasar. Efisiensi operasional merupakan salah satu aspek kunci dalam manajemen bisnis modern yang dapat dicapai melalui berbagai strategi, salah satunya adalah melalui pengadaan yang efektif. Artikel ini mengeksplorasi bagaimana efisiensi operasional dapat ditingkatkan melalui strategi pengadaan yang tepat.

8.1 PENDAHULUAN

Procurement atau pengadaan adalah proses memperoleh barang dan jasa yang diperlukan oleh sebuah organisasi untuk menjalankan operasionalnya (Baily, 1978). Proses ini mencakup serangkaian kegiatan yang dimulai dari identifikasi kebutuhan, pemilihan pemasok, negosiasi harga, pembuatan kontrak, hingga pengawasan pengiriman dan penerimaan barang atau jasa. Pengadaan merupakan salah satu fungsi kunci dalam manajemen rantai pasokan yang berfokus pada pembelian barang dan jasa yang diperlukan oleh organisasi. Dalam lingkungan bisnis yang kompetitif, pengadaan tidak hanya tentang memperoleh barang dengan harga terendah tetapi juga tentang mengoptimalkan proses untuk meningkatkan efisiensi operasional (Monczka et al., 2016).

Pengadaan dapat mendorong efisiensi operasional dengan memastikan bahwa barang dan jasa yang dibutuhkan tersedia tepat waktu, dengan kualitas yang sesuai, dan dengan biaya yang optimal, dan waktu pengiriman yang sesuai, sambil mematuhi peraturan dan kebijakan yang berlaku.

Melalui strategi pengadaan yang efektif, perusahaan dapat mengurangi biaya pembelian, menghindari keterlambatan produksi, meningkatkan kualitas produk akhir, dan membangun hubungan

yang baik dengan pemasok. Selain itu, dengan menggunakan teknologi seperti sistem *e-procurement*, proses pengadaan dapat diotomatisasi dan disederhanakan, mengurangi kesalahan manual dan meningkatkan transparansi. Semua ini berkontribusi pada peningkatan efisiensi operasional, yang pada akhirnya meningkatkan produktivitas dan profitabilitas perusahaan.

8.2 PENGADAAN DAN EFISIENSI OPERASIONAL

Penelitian menunjukkan hubungan antara proses pengadaan yang direncanakan, dilaksanakan dan dievaluasi secara sistematis akan dapat meningkatkan efisiensi operasional. Manfaat yang didapatkan baik secara langsung maupun tidak langsung di antaranya sebagai berikut.

1. **Reduksi Biaya.** Pengadaan yang efisien dapat mengurangi biaya dengan berbagai cara, seperti negosiasi kontrak yang lebih baik, pembelian dalam jumlah besar untuk mendapatkan diskon, dan pemilihan pemasok yang menawarkan nilai terbaik. Dengan mengurangi biaya pengadaan, organisasi dapat mengalokasikan sumber daya untuk aktivitas lain yang lebih produktif.
2. **Peningkatan Kualitas.** Memastikan kualitas barang dan jasa yang dibeli adalah aspek penting dalam pengadaan. Pemasok yang dipilih harus memenuhi standar kualitas yang ditetapkan oleh organisasi yang ditentukan mulai dari tahapan desain (Wynstra et al., 2000), proses produksi sampai dengan distribusi produk. Pengadaan yang efisien melibatkan evaluasi dan pemantauan kualitas pemasok secara berkala untuk memastikan bahwa produk yang diterima memenuhi ekspektasi.
3. **Pengurangan Waktu Siklus.** Pengadaan yang efisien dapat mengurangi waktu siklus, yaitu waktu yang dibutuhkan

dari identifikasi kebutuhan hingga barang atau jasa diterima (Jahnukainen & Lahti, 1999). Proses yang lebih cepat ini memungkinkan organisasi untuk merespons permintaan pasar dengan lebih cepat dan mengurangi waktu tunggu yang dapat menghambat operasional.

8.3 PERANAN SUMBER DAYA MANUSIA

Sumber daya manusia dalam proses pengadaan merupakan faktor yang sangat penting untuk dikelola. Pengelolaan tersebut mulai dari proses seleksi, mutasi dan rotasi serta manajemen pengetahuan (*Knowledge Management*) dari sumber daya manusia yang dimiliki. Kemampuan sumber daya manusia yang dibutuhkan dalam proses pengadaan setidaknya meliputi tiga komponen (Humphreys et al., 2000) berikut ini.

1. ***Business skills*** seperti analisis pasar, kemampuan bernegosiasi, manajemen hubungan internal dan eksternal, pengembangan *global sourcing*, manajemen perubahan, perencanaan bisnis dan keterampilan berorganisasi.
2. ***Interpersonal skills***, meliputi pengambilan risiko, komunikasi tertulis dan lisan, penanganan konflik, kemampuan persuasif, dinamika kelompok, kepemimpinan, pemecahan masalah, dan kemampuan beradaptasi dengan perbedaan budaya.
3. ***Technical skills***, seperti analisis biaya, pengetahuan tentang produk, literasi komputer, *total quality management*, dan peraturan pemerintah.

8.4 PRAKTIK TERBAIK DALAM PENGADAAN

Praktik terbaik dalam pengadaan mencakup serangkaian strategi dan pendekatan yang bertujuan untuk meningkatkan efisiensi, efektivitas, dan transparansi proses pengadaan. Beberapa

praktik terbaik dalam proses pengadaan di antaranya sebagai berikut.

8.4.1 *E-Procurement*

Menggunakan teknologi informasi untuk mengotomatisasi proses pengadaan dapat meningkatkan efisiensi dan akurasi. *E-procurement* atau pengadaan elektronik menawarkan berbagai manfaat yang signifikan bagi perusahaan. Salah satu manfaat utamanya adalah peningkatan efisiensi dan pengurangan biaya. Dengan mengotomatisasi proses pengadaan, seperti pembuatan permintaan, persetujuan, pembuatan pesanan pembelian, dan pemrosesan faktur, *e-procurement* mengurangi intervensi manual yang sering kali rentan terhadap kesalahan.

Sistem ini juga memungkinkan perusahaan untuk melacak pengeluaran secara *real-time*, mengidentifikasi peluang penghematan biaya, dan memastikan kepatuhan terhadap kebijakan pengadaan. Selain itu, *e-procurement* meningkatkan transparansi dalam proses pengadaan, memungkinkan perusahaan untuk memiliki visibilitas yang lebih baik terhadap rantai pasokan mereka dan membuat keputusan yang lebih terinformasi (Yu et al., 2020).

Implementasi sistem *e-procurement* memerlukan perencanaan dan persiapan yang matang (Karttunen et al., 2023). Langkah pertama adalah memilih *platform e-procurement* yang sesuai dengan kebutuhan dan ukuran perusahaan. Setelah itu, perusahaan perlu melibatkan semua pemangku kepentingan terkait, termasuk departemen keuangan, IT, dan manajemen, untuk memastikan adopsi yang sukses. Pelatihan dan dukungan bagi pengguna akhir juga sangat penting untuk memastikan bahwa sistem digunakan secara efektif. Selain itu, perusahaan harus mengintegrasikan sistem *e-procurement* dengan sistem bisnis lainnya, seperti *Enterprise Resource Planning* (ERP), untuk memastikan aliran

data yang lancar dan konsisten. Dengan implementasi yang tepat, *e-procurement* dapat memberikan manfaat jangka panjang yang signifikan bagi perusahaan.

8.4.2 Manajemen Hubungan Pemasok

Membangun hubungan jangka panjang dengan pemasok yang dapat diandalkan adalah kunci untuk pengadaan yang efisien (Moser, 2007). Pemilihan dan manajemen pemasok adalah proses penting dalam rantai pasokan yang melibatkan berbagai kriteria untuk memastikan keberlanjutan dan efektivitas operasional. Kriteria pemilihan pemasok mencakup kualitas produk atau jasa yang ditawarkan, harga yang kompetitif, kemampuan pemasok untuk memenuhi tenggat waktu, serta keandalan dan reputasi pemasok. Selain itu, kemampuan pemasok untuk berinovasi dan memberikan dukungan teknis juga menjadi pertimbangan.

Setelah pemasok dipilih, menjaga hubungan baik dengan mereka adalah kunci keberhasilan jangka panjang. Hal ini dapat dicapai melalui komunikasi yang efektif, pemantauan kinerja secara berkala, dan penyelesaian masalah dengan cepat dan adil. Dengan membangun hubungan yang kuat, organisasi dapat memastikan kontinuitas pasokan, mengurangi risiko gangguan, dan meningkatkan kerjasama strategis yang saling menguntungkan.

8.4.3 Analisis Data Pengadaan

Analitik data dalam pengadaan (*procurement data analytics*) adalah penggunaan teknologi dan teknik analisis data untuk mengumpulkan, mengolah, dan menganalisis informasi terkait proses pengadaan. Melalui analitik data, organisasi dapat mengidentifikasi pola dan tren dalam pengeluaran, mengevaluasi kinerja pemasok, dan mengoptimalkan strategi pengadaan (Handfield et al., 2019). Dengan memanfaatkan data yang akurat dan relevan,

perusahaan dapat membuat keputusan yang lebih informasional dan strategis, seperti menentukan pemasok terbaik, negosiasi harga yang lebih efisien, dan mengurangi risiko dalam rantai pasokan (Hallikas et al., 2021). Selain itu, analitik data membantu dalam memprediksi kebutuhan masa depan dan mengidentifikasi area untuk peningkatan efisiensi sehingga dapat mengurangi biaya dan meningkatkan kapabilitas organisasi (Öhman et al., 2021).

8.5 TANTANGAN MENDATANG

Salah satu tantangan umum dalam proses pengadaan adalah manajemen pemasok. Memastikan bahwa pemasok secara konsisten memenuhi harapan kualitas, pengiriman, dan biaya bisa menjadi tugas yang sulit. Variabilitas dalam kinerja pemasok dapat menyebabkan keterlambatan dalam rantai pasokan, peningkatan biaya, dan penurunan kualitas produk. Selain itu, ketergantungan pada sejumlah kecil pemasok dapat meningkatkan risiko jika salah satu pemasok mengalami masalah operasional atau keuangan. Oleh karena itu, penting bagi perusahaan untuk memiliki strategi manajemen pemasok yang efektif, termasuk evaluasi kinerja pemasok secara berkala dan diversifikasi basis pemasok.

Tantangan lain yang sering dihadapi adalah pengelolaan biaya. Mengendalikan biaya pengadaan bisa menjadi rumit, terutama ketika harga bahan baku dan jasa berfluktuasi. Perusahaan perlu memiliki mekanisme yang kuat untuk memantau dan mengendalikan pengeluaran, serta strategi negosiasi yang efektif untuk mendapatkan harga terbaik. Selain itu, kurangnya visibilitas dan transparansi dalam proses pengadaan dapat menyebabkan pemborosan dan inefisiensi (Delke et al., 2023). Implementasi teknologi seperti sistem *e-procurement* dapat membantu mengatasi tantangan ini dengan menyediakan data *real-time* dan analitik yang mendukung pengambilan keputusan yang lebih baik.

Perkembangan teknologi seperti *Artificial Intelligence* (AI) *Internet of Things* (IoT), *Big Data* (BD), *Blockchains* (BC) dan *Machine Learning* (ML) akan semakin banyak digunakan dalam proses pengadaan untuk memprediksi permintaan, mengoptimalkan tingkat persediaan, dan memperkuat *strategic sourcing* (Tripathi & Gupta, 2021). Entitas bisnis yang menerapkan teknologi tersebut akan dapat memperoleh efisiensi operasional yang lebih baik dan menjaga daya saing produk di pasar.

8.6 SIMPULAN

Proses pengadaan yang efektif dapat mengurangi biaya, meningkatkan kualitas, dan mempercepat waktu produksi, yang pada gilirannya meningkatkan efisiensi operasional secara keseluruhan.

REFERENSI

- Baily, P. J. H. (1978). *Purchasing and supply management*. New York: Springer.
- Delke, V., Schiele, H., Buchholz, W., & Kelly, S. (2023). Implementing Industry 4.0 technologies: Future roles in purchasing and supply management. *Technological Forecasting and Social Change*, 196, 122847. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.122847>
- Hallikas, J., Immonen, M., & Brax, S. (2021). Digitalizing procurement: The impact of data analytics on supply chain performance. *Supply Chain Management*, 26(5), 629–646. <https://doi.org/10.1108/SCM-05-2020-0201>
- Handfield, R., Jeong, S., & Choi, T. (2019). Emerging procurement technology: Data analytics and cognitive analytics. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 49(10), 972–1002. <https://doi.org/10.1108/IJPDLM-11-2017-0348>

- Humphreys, P., McIvor, R., & McAleer, E. (2000). Re-engineering the purchasing function. *European Journal of Purchasing & Supply Management*, 6, 85–93. [https://doi.org/10.1016/S0969-7012\(99\)00018-0](https://doi.org/10.1016/S0969-7012(99)00018-0)
- Jahnukainen, J., & Lahti, M. (1999). Efficient purchasing in make-to-order supply chains. *International Journal of Production Economics*, 59(1–3), 103–111. [https://doi.org/10.1016/S0925-5273\(98\)00231-X](https://doi.org/10.1016/S0925-5273(98)00231-X)
- Karttunen, E., Lintukangas, K., & Hallikas, J. (2023). Digital transformation of the purchasing and supply management process. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 53(5–6), 685–706. <https://doi.org/10.1108/IJPDLM-06-2022-0199>
- Monczka, R. M., Handfield, R. B., Giunipero, L. C., & Patterson, J. L. (2016). *Purchasing and supply chain management (6th edition)*. Boston: South-Western Cengage Learning.
- Moser, R. (2007). *Strategic purchasing and supply management: A strategy-based selection of suppliers*. Wiesbaden: Deutscher Universitäts-Verlag.
- Öhman, M., Arvidsson, A., Jonsson, P., & Kaipia, R. (2021). A knowledge-based view of analytics capability in purchasing and supply management. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 51(9), 937–957. <https://doi.org/10.1108/IJPDLM-12-2020-0415>
- Tripathi, S., & Gupta, M. (2021). A framework for procurement process re-engineering in Industry 4.0. *Business Process Management Journal*, 27(2), 439–458. <https://doi.org/10.1108/BPMJ-07-2020-0321>
- Wynstra, F., Axelsson, B., & van Weele, A. (2000). Driving and enabling factors for purchasing involvement in product development. *European Journal of Purchasing & Supply*

Management, 6(2), 129–141. [https://doi.org/10.1016/S0969-7012\(00\)00002-2](https://doi.org/10.1016/S0969-7012(00)00002-2)

Yu, A. T. W., Yevu, S. K., & Nani, G. (2020). Towards an integration framework for promoting electronic procurement and sustainable procurement in the construction industry: A systematic literature review. *Journal of Cleaner Production*, 250, 119493. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119493>

9

DATA ANALYTICS DALAM ANALISIS DATA RESMI

Gunawan

Teknik Industri dalam perannya untuk memperbaiki proses, meningkatkan efisiensi, dan mengoptimalkan produktivitas, menggunakan berbagai metode, teknik, atau *tool*. Di bidang produktivitas, misalkan *Artificial Intelligence* dan *Data and Business Analytics* dimasukkan sebagai *new productivity improvement techniques* (Kambhampati, 2017). *Data analytics* yang diwujudkan dalam *software* yang berisi algoritma untuk mengolah data telah berperan besar dalam dunia industri dan bisnis di era digital ini. *Data analytics* juga telah berperan besar dalam pengambilan keputusan pemerintah untuk mendukung perencanaan pembangunan. *Data analytics* juga menjadi topik riset dan publikasi ilmiah di berbagai bidang keilmuan.

Bab ini membahas penggunaan *data analytics* dalam riset dengan menggunakan data resmi, yaitu data yang dikumpulkan oleh instansi pemerintah, disajikan, dan digunakan untuk perencanaan

pembangunan serta untuk evaluasi hasil program pembangunan. Sebuah riset sebagai sebagai satu contoh akan disajikan.

9.1 PENDAHULUAN

Teknik Industri pada awalnya berkembang dari aktivitas produksi yang merupakan aktivitas bernilai tambah (*value added activities*). Dalam model tradisional ekonomi, suatu aktivitas produksi diwujudkan dari faktor fisik yaitu tenaga kerja (*labor*), modal (*capital*), dan tanah (*land*). Faktor virtual yang bersifat *intangible* seperti pengetahuan atau informasi dan manajemen juga diakui sebagai faktor produksi penting untuk efektivitas dan efisiensi produksi. Dalam kajian perkembangan industri, khususnya industri manufaktur, faktor teknologi ditempatkan sebagai pusat dalam kegiatan produksi.

The United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific (UN-ESCAP) telah memelopori kajian terhadap kegiatan produksi dengan menggunakan kerangka 4 komponen teknologi yaitu: *object-embodied technology* (*Technoware*), *person-embodied technology* (*Humanware*), *document-embodied technology* (*Inforware*), and *institution-embodied technology* (*Orgaware*) (UN-ESCAP, 1989). Model tersebut telah menjadi acuan bagi pembangunan dan pengembangan industri di banyak negara di Asia.

Selain faktor fisik dan faktor virtual, seiring dengan perkembangan pesat dalam sistem informasi dan *big data*, faktor data (*data factor*) sebagai input produksi tidak langsung (*indirect input*) berperan dalam pertumbuhan industri dan ekonomi (Xu, 2021). Peran penting dari data meluas dari fokus pada kegiatan produksi yang dimodelkan sebagai aktivitas transformasi input-proses-output, ke segala aspek dari proses bisnis. *Data analytics* telah berperan dalam berbagai proses tersebut.

Daya guna *data analytics* bisa didapatkan bila organisasi memiliki data dan mengolahnya untuk memberikan informasi yang mendukung pengambilan keputusan (*data-driven decision making*). Organisasi bisnis, pemerintah, dan organisasi lainnya berupaya untuk merekam dan mengumpulkan data yang banyak. Namun, realitas menunjukkan bahwa masih sedikit data terkumpul yang digunakan untuk pengambilan keputusan.

Pada umumnya, pemerintah setiap negara mempunyai instansi yang berfungsi untuk mengumpulkan data yang digunakan untuk perencanaan pembangunan. Pemerintah Indonesia melalui Badan Pusat Statistik (BPS) mengumpulkan data tentang geografis, demografis, ekonomi dan lainnya, yang selanjutnya menyajikannya untuk menjadi dasar perencanaan pembangunan. Sebagian dari data ini disajikan terbuka dan bisa diakses dunia industri, instansi pendidikan, dan organisasi lain serta masyarakat umum. Dalam tulisan ini, data tersebut disebut sebagai data resmi (*official statistics*).

Riset tentang penerapan *data analytics* di dunia akademik sering terkendala terkait dengan ketersediaan data yang akan diolah. Data-data perusahaan bukanlah data dengan akses terbuka. Data resmi telah tersedia dan bisa diakses publik. Artikel ini bertujuan memaparkan bagaimana penggunaan *data analytic* untuk mengungkapkan informasi dari data resmi.

9.2 KLASIFIKASI *DATA ANALYTICS*

Ada berbagai deskripsi atau definisi dari *data analytics*, dan menunjukkan adanya kesamaan. Artikel di Harvard Business Review menyebutkan “*Data analytics is the practice of examining data to answer questions, identify trends, and extract insights*” (Cote, 2021). Istilah *data analytics* dikenal luas masih relatif baru, yang tampaknya menggantikan istilah *data science* yang terlebih dahulu populer.

Istilah *data analytics* sering dipertukarkan dengan *data analysis*. Istilah *data analysis* telah lama dikenal dan sering dihubungkan dengan pengolahan data berdasarkan teori statistik, misalkan *descriptive statistics* dan *inferential statistics*. Sebuah perbandingan menyatakan *data analytics* merupakan istilah umum untuk suatu bidang yang mencakup keseluruhan pengelolaan data serta metode dan instrumen yang digunakan; sedangkan *data analysis* merupakan proses membedah kumpulan data tertentu menjadi bagian-bagian komponennya dan menganalisis masing-masing bagian secara terpisah, serta bagaimana bagian-bagian tersebut berhubungan satu sama lain (Villegas, 2024).

Perbandingan antara *data analytics* dan *data analysis* juga ditinjau dalam lingkupnya, yaitu *data analysis* adalah bagian (*subset*) dari *data analytics* (Kidd & Hornay, 2021). Dalam lingkup tersebut, *data analysis* berkaitan dengan perlakuan terhadap data yang dikumpulkan, termasuk membersihkan (*cleaning*), mengolah, dan memvisualisasikannya.

9.2.1 Tipe *Analytics*

Data analytics dibedakan menjadi beberapa tipe, yakni tiga tipe utama yang sering disebutkan yaitu *descriptive analytics* untuk menjawab pertanyaan “*when and what happened?*”, *predictive analytics* untuk menjawab “*what will happen?*”, dan *prescriptive analytics* untuk menjawab “*what is the best alternative?*” (Sun & Huo, 2021). Tipe lainnya ditambahkan seperti *diagnostic analytics* untuk menjawab “*why did it happen?*” (Cote, 2021). Pemilihan tipe *analytics* tergantung pada tipe data yang akan diolah dan tujuan analisis data.

Di dalam konteks data resmi, tipe datanya ialah *structured data* yang diwujudkan dalam tabel. *Descriptive statistics* adalah tipe yang paling banyak bisa digunakan untuk memberikan

perbandingan atau ringkasan. Ilustrasi *descriptive statistics* ini ialah perbandingan antarkategori industri manufaktur, terkait jumlah perusahaan, jumlah tenaga kerja, dan jumlah biaya tenaga kerja; atau biaya input (*input costs*), nilai output (*value of gross output*), dan nilai tambah (*value added*) (Statistik Indonesia, 2023). *Predictive analytics* untuk menyajikan prediksi tentang kinerja masa depan, dengan menggunakan statistik dan pemodelan. Data-data dalam *time-series* bulanan atau tahunan bisa diolah misalkan dengan teknik peramalan untuk memprediksi kondisi di masa depan.

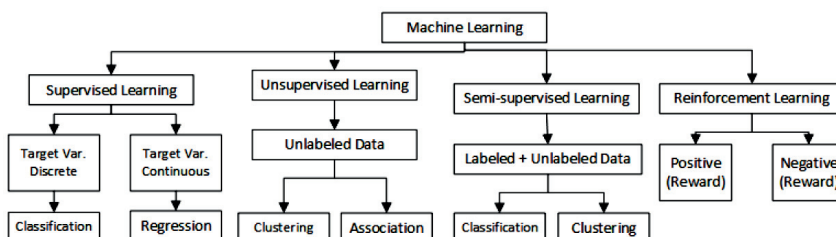
Prescriptive analytics ditujukan untuk menjawab pertanyaan “Apa yang perlu kita lakukan untuk mencapai hal ini?”, untuk membuat keputusan yang lebih baik. *Prescriptive analytics* ini dicirikan dengan penggunaan teknologi informasi seperti *Artificial Intelligence* dan *Machine Learning* yang mampu memberikan rekomendasi secara *real time*. Di dalam konteks data resmi yang merupakan data masa lalu, penggunaannya untuk *prescriptive analytics* belum memadai.

9.2.2 Tipe *Machine Learning* dan Algoritma

Data *analytics* mengadopsi metode *machine learning*. Berbagai definisi tentang *machine learning* menunjukkan kesamaan. Salah satu definisi menyebutkan “*Machine learning is a branch of artificial intelligence that enables algorithms to uncover hidden patterns within datasets, allowing them to make predictions on new, similar data without explicit programming for each task*” (Geeksforgeeks, 2024).

Machine learning (ML), yang sering ditempatkan sebagai bagian (*subset*) dari *Artificial Intelligence*, bisa digunakan untuk mengolah data resmi. Terdapat variasi dalam pengelompokan *machine learning*; dua yang pertama adalah *Supervised* dan

Unsupervised Learning, tiga dengan menambahkan *semi-supervised learning*, dan empat *Reinforcement Learning* (Sarker, 2021). Gambar 9.1 menampilkan klasifikasi *machine learning*, untuk memudahkan menempatkan tipe analisis mana yang sesuai.



Gambar 9.1 Klasifikasi *machine learning*.
Sumber: (Sarker, 2021)

Supervised learning bisa diterapkan bila *dataset* mempunyai data yang berlabel (semacam *dependent variable*). Model atau fungsi dibentuk dengan menggunakan training data dan data yang berlabelnya. Analisis yang populer dalam *supervised learning* ialah “*classification*” untuk memisahkan objek data, dan “*regression*” untuk memprediksi hubungan antarvariabel, yaitu variabel dependen dan independen.

Unsupervised learning melakukan analisis terhadap dataset yang tidak mempunyai data berlabel. *Unsupervised learning* banyak ditujukan untuk menemukan tren atau pengelompokkan dari data. Beberapa teknik yang sering digunakan ialah *clustering*, *association*, *density estimation*, *feature learning*, *dimensionality reduction*, dan *anomaly detection* (Sarker, 2021).

Semi-supervised learning merupakan perpaduan *supervised* dan *unsupervised learning*, yang digunakan karena dalam data riil, data berlabel jarang ada. Beberapa aplikasinya ialah *machine translation*, *fraud detection*, *data labeling* dan *text classification*.

Selanjutnya, *reinforcement learning* ditujukan melatih algoritma untuk belajar dari lingkungannya; dan biasanya menggunakan *Artificial Intelligence* untuk otomatisasi.

Esensi dari *machine learning* ialah kemampuannya untuk “belajar (*learning*)” yaitu membuat model dari suatu dataset sebagai *training* data, dan selanjutnya menggunakan model yang diperoleh tersebut pada *dataset* yang lain, terutama data *real time*. Sebagai contoh, berdasarkan data masa lalu, suatu model *clustering* diperoleh; selanjutnya model tersebut dikenakan pada data sekarang untuk mendapatkan pengelompokannya. Kemampuan *machine learning* ini tidak ada pada data analisis konvensional.

Berdasarkan empat tipe *machine learning* di Gambar 9.1, tipe yang paling memungkinkan menggunakan data resmi ialah *unsupervised learning*, *supervised learning*, dan *semi-supervised learning*.

9.3 RISET PADA DATA RESMI

Istilah data resmi (*official statistics*) mengacu pada data yang dikumpulkan melalui sensus dan survei statistik oleh badan statistik di tingkat nasional (Hassani et al., 2010). Data resmi di Indonesia yang dipublikasikan oleh Badan Pusat Statistik (BPS) merupakan data terstruktur (*structured data*). Data resmi adalah data masa lampau yang diformatkan dalam tabel dengan objek sebagian besar adalah daerah, yaitu provinsi atau kabupaten/kota. Dengan karakteristik data tersebut, *machine learning* yang sesuai ialah *unsupervised learning* dengan metode *clustering* dan *supervised learning* dengan metode *regression*. Dalam *clustering* terdapat algoritma seperti K-means, DBSCAN, and *Hierarchical clustering*. Demikian pula untuk *regression* terdapat algoritma seperti *linear regression*, *decision tree regression*, dan *random forest regression*. Pemilihan algoritma yang sesuai perlu mempertimbangkan ka-

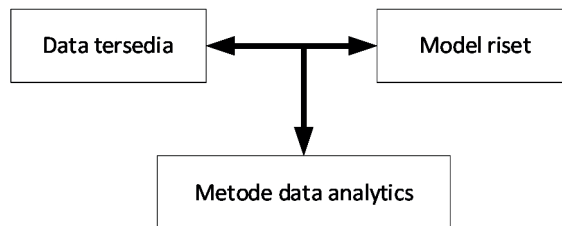
rakteristik data dan karakteristik dari tiap algoritma (Ghosal et al., 2020).

9.3.1 Elemen Analisis

Riset pada data resmi dengan metode statistik konvensional, misalkan *inferential statistics*, sebenarnya telah banyak dilakukan. Namun riset yang menggunakan metode data *analytics* belum banyak.

Data resmi telah lama dan banyak digunakan dalam riset kuantitatif dengan berfokus pada testing hipotesis dari suatu model korelasi antarkonstruk atau variabel yang diformulasikan berdasarkan teori. Sedangkan *data analytics* untuk data resmi lebih bersifat *exploratory research*, yakni analisis yang ditujukan untuk mengungkapkan informasi tersembunyi dari data.

Penulis berargumen perlunya tiga elemen dalam analisis data resmi, yaitu Data tersedia, Model riset, dan Metode *data analytics* saling berkaitan dan harus selaras (Gambar 9.2) ketika menerapkan *data analytics* pada data resmi. Contoh penggunaan tiga elemen ini disajikan dalam suatu riset berikut.



Gambar 9.2 Tiga elemen analisis.

9.3.2 Studi Kasus Riset tentang *Online Food Delivery*

Studi kasus diambil dari riset tentang layanan *online food delivery* (OFD) dan telah dipublikasikan (Gunawan, 2022). Studi

berangkat dari pertanyaan yaitu apakah perkembangan Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) berdampak pada tingkat konsumsi pangan masyarakat. Alasannya ialah berkembangnya bisnis OFD yang berbasis pada pemanfaatan TIK akan meningkatkan konsumsi masyarakat. Tujuan risetnya adalah: (1) mengetahui pola perkembangan TIK antarprovinsi di Indonesia; (2) mengetahui pola indikator konsumsi pangan antarprovinsi; (3) mengelompokkan provinsi berdasarkan pengembangan TIK dan konsumsi pangan; (4) untuk menerapkan model prediktif ke kumpulan data lain. Studi ini mengambil lokasi di Indonesia. Data resmi berasal dari Badan Pusat Statistik dalam beberapa laporan tahunan yaitu Indeks Pembangunan Manusia (Tahun 2018, 2019, 2020), Indeks Pembangunan Teknologi Informasi dan Komunikasi (Tahun 2018, 2019, 2020), Perkembangan Beberapa Indikator Utama Sosial Ekonomi Indonesia (Tahun 2020, 2021), dan beberapa laporan lainnya.

Penelitian tersebut dikategorikan sebagai penelitian sekunder dan kuantitatif (*quantitative and secondary research*). *Data analytics* diterapkan dengan menggunakan metodologi *The Cross Industry Standard Process for Data Mining* (CRISP-DM) (Martinez-Plumed et al., 2019). Model ini terdiri atas enam tahapan *Business Understanding*, *Data Understanding*, *Data Preparation*, *Modeling*, *Evaluation*, dan *Deployment*.

9.3.3 Data Tersedia

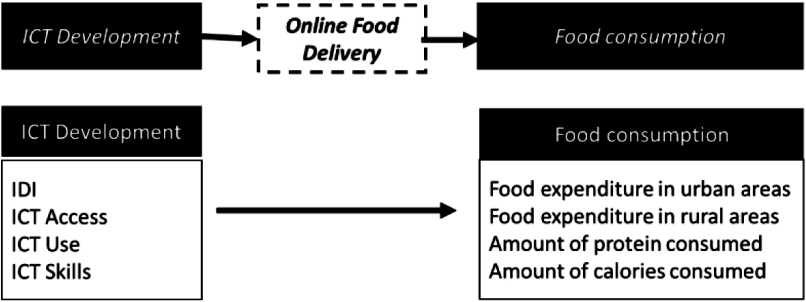
Data yang digunakan ialah data terstruktur dalam tabel, dengan provinsi sebagai unit analisis. Data tidak berlabel sehingga tidak ada yang diperlakukan sebagai *dependent variable*. Tipe *machine learning* yang sesuai ialah *unsupervised learning*, dengan metode *clustering* sesuai dengan tujuan analisis data untuk mengelompokkan provinsi berdasarkan kesamaannya. Gambar 9.3 menampilkan ilustrasi penggalan data.

Provinsi	Rata-rata Pengeluaran per Kapita Sebulan di Perkotaan dan Perdesaan - Makanan	Rata-rata Pengeluaran per Kapita Sebulan di Perkotaan dan Perdesaan - Bukan Makanan
Aceh	643.591,40	494.227,92
Sumatera Utara	607.811,56	534.905,10
Sumatera Barat	668.029,07	613.628,96

Gambar 9.3 Ilustrasi sumber data dalam tabel.

9.3.4 Model Riset

Model riset dibuat dengan mempertimbangkan data yang tersedia. Model riset untuk kasus riset ini terdiri atas variabel *ICT Development* dan *Food consumption*, dengan *online food delivery* dikonsepkan sebagai penghubung dua variabel tersebut, seperti ditampilkan di Gambar 9.4 bagian atas. Selanjutnya, ukuran (*measure*) berdasarkan data tersedia untuk tiap variabel ditampilkan pada Gambar 9.4 bagian bawah.

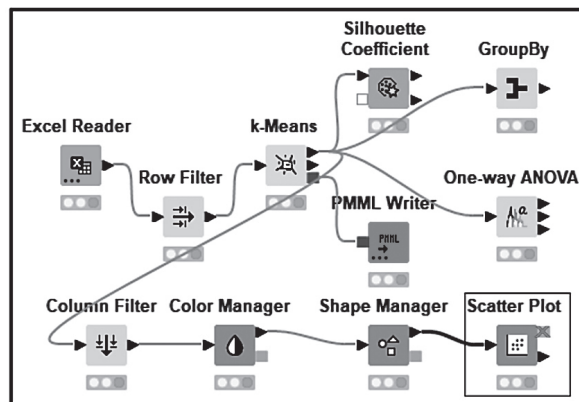


Gambar 9.4 Model riset. Sumber: (Gunawan, 2022)

9.3.5 Metode *Data Analytics*

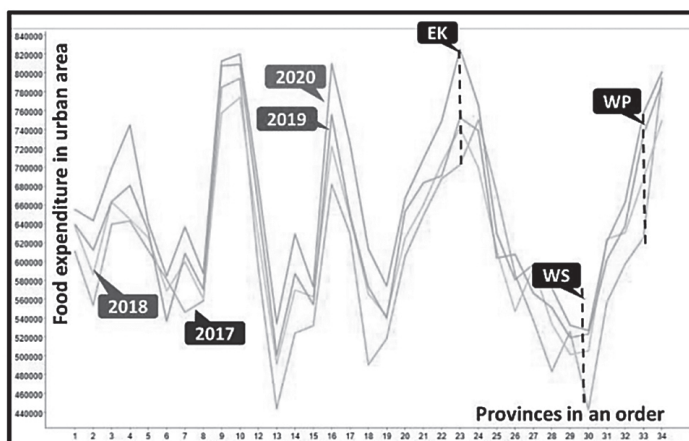
Analisis utama yang dilakukan ialah menggunakan metode *clustering* dengan *predictive model* untuk diterapkan pada *dataset* yang lain. Kriteria pemilihan *software* tergantung pada fitur yang sesuai dan ketersediaan akses terhadap *software*. Sebagai contoh, *software* yang *open source* untuk *machine learning* terdapat Python dengan program *coding* atau Knime tanpa program *coding*. Dalam kasus riset ini dipilih Knime.

Periset dihadapkan pada pemilihan algoritma yang tepat, misalkan dalam *clustering* ini mempertimbangkan apakah menggunakan *K-Means* atau *Hierarchical Clustering*. Tahapan *modelling* dan *evaluation* dalam CRISP-DM ini diterapkan secara iteratif untuk mendapatkan model yang optimal. Sebagai contoh, dalam *K-means model*, terdapat *Silhouette coefficient* sebagai fungsi evaluasi yang menunjukkan *goodness of fit* dari model tersebut. Gambar 9.5 menampilkan ilustrasi Knime *workflow* dari studi kasus riset. *Workflow* tersebut terdiri atas sekumpulan *node* yang masing-masing melakukan fungsi tertentu. Misalkan, *node* K-means berfungsi untuk melakukan Knime *clustering*, dan PMML Writer untuk menyimpan model *machine learning*.



Gambar 9.5 Knime workflow. Sumber: (Gunawan, 2022)

Bagian penting dalam *data analytics* ialah penyajian hasil dalam bentuk gambar (*visual*). *Software* untuk visualisasi bisa dari *software* yang digunakan untuk analisis ataupun *visualization software* lain misalkan Tableau, Power BI dari Microsoft, dan Looker Studio dari Google. Dalam studi kasus riset ini menggunakan visualisasi dari Knime, dengan ilustrasi contoh di Gambar 9.6.



Gambar 9.6 Ilustrasi visualisasi hasil analisis.
Sumber: (Gunawan, 2022)

9.4 SIMPULAN

Riset untuk menganalisis data resmi dengan metode statistik konvensional yaitu *descriptive statistics* dan *inferential statistics* telah banyak dilakukan. Bab ini telah menyajikan penggunaan data *analytics* untuk analisis data resmi yang bersifat terbuka dengan menggunakan metode *machine learning*. Data resmi adalah data masa lampau yang diformatkan dalam tabel dengan objek sebagian besar adalah daerah, yaitu provinsi atau kabupaten/kota. Dengan karakteristik ini, tipe *analytics* yang bisa dilakukan juga terbatas. Dalam penerapannya, tiga elemen untuk analisis perlu diserasikan

yaitu data yang tersedia, model riset yang dirancang, dan metode *data analytics* yang sesuai. Penerapan metode *machine learning* pada suatu *dataset* dari data resmi ditujukan untuk mendapatkan model yang digunakan untuk memprediksi karakteristik objek pada *dataset* yang lain.

REFERENSI

- Cote, C. (2021). *4 Types of Data Analytics to Improve Decision-Making*. Harvard Business School Online.
- Geeksforgeeks. (2024). *What is machine learning?* Geeksforgeeks. <https://www.geeksforgeeks.org/ml-machine-learning/>
- Ghosal, A., Nandy, A., Das, A. K., Goswami, S., & Panday, M. (2020). A short review on different clustering techniques and their applications. In *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 937, 69–83. https://doi.org/10.1007/978-981-13-7403-6_9
- Gunawan. (2022). ICT development and food consumption: An impact of online food delivery services. *International Conference on Enterprise Information Systems, ICEIS - Proceedings, 1*, 171–178. <https://doi.org/10.5220/0011043100003179>
- Hassani, H., Gheitanchi, S., & Yeganegi, M. R. (2010). On the application of data mining to official data. *Journal of Data Science*, 8, 75–89. [https://doi.org/10.6339/JDS.2010.08\(1\).578](https://doi.org/10.6339/JDS.2010.08(1).578)
- Kambhampati, V. S. S. N. R. (2017). Principles of industrial engineering. *IISE Annual Conference*, 890–895.
- Kidd, C., & Hornay, R. (2021). *Data analytics vs data analysis: What's the difference?* BMC Blogs. <https://www.bmc.com/blogs/data-analytics-vs-data-analysis/>
- Sarker, I. H. (2021). Machine learning: Algorithms, real-world applications and research directions. *SN Computer Science*, 2(3), 1–21. <https://doi.org/10.1007/s42979-021-00592-x>

- Sun, Z., & Huo, Y. (2021). The spectrum of big data analytics. *Journal of Computer Information Systems*, 61(2), 154–162. <https://doi.org/10.1080/08874417.2019.1571456>
- UN-ESCAP. (1989). *A framework for technology-based development: Technology content assessment*. Bangalore: ESCAP.
- Villegas, F. (2024). *Data analytics vs. data analysis*. QuestionPro. <https://www.questionpro.com/blog/data-analytics-vs-data-analysis/#:~:text=Data analytics is a general,parts relate to one another.>
- Xu, X. (2021). Research prospect: Data factor of production. *Journal of Internet and Digital Economics*, 1(1), 64–71. <https://doi.org/10.1108/jide-09-2021-005>

10

MODEL *SELF-ASSESSMENT* UNTUK MENGUKUR KESESUAIAN DARI KOMPETENSI ALUMNI TEKNIK INDUSTRI PADA POSISI *SALES EXECUTIVE* DI BUMN

Evy Herowati, Joniarto Parung,
Ryandhika Tyar Pratama

Ketidaksesuaian kompetensi merupakan ketidaksesuaian antara persyaratan pekerjaan yang dibutuhkan perusahaan terhadap karyawannya dengan kompetensi karyawan. Perusahaan seringkali mengalami kesulitan dalam mencari karyawan yang sesuai dengan spesifikasi pekerjaannya (Ulrich, 2016). Namun, pada sisi lain, tingkat pengangguran di suatu negara umumnya sangat tinggi, termasuk di Indonesia (Kasnelly, 2020). Sulitnya perusahaan mendapatkan tenaga kerja yang handal dan tingginya angka pengangguran mengindikasikan adanya kemungkinan terjadinya ketidaksesuaian kompetensi yang berdampak buruk bagi perusahaan dan juga karyawannya (Kohnova et al., 2020). Terkait kondisi tersebut maka *Person-job fit* menjadi hal yang

menarik untuk meningkatkan kepuasan dan motivasi karyawan agar mampu meningkatkan kinerja perusahaan serta membawa manfaat besar bagi perusahaan dan karyawannya (Hambleton et al., 2000). Ketidaksesuaian kompetensi sangat memengaruhi produktivitas pegawai, termasuk produktivitas lulusan baru.

Banyaknya bidang pekerjaan mengharuskan perusahaan untuk menentukan kriteria seleksi yang sesuai pada setiap posisi pekerjaan termasuk posisi *sales executive* di Badan Usaha Milik Negara (BUMN) seperti di BUMN XYZ. Salah satu bidang dari BUMN adalah bidang industri pengolahan yang terdiri atas berbagai divisi seperti divisi perencanaan, pengadaan, pergudangan, dan *Sales & Marketing*. Dalam proses rekrutmen calon pekerja, BUMN membuka lowongan pekerjaan dengan skala yang besar pada setiap divisi, termasuk pada divisi *Sales & Marketing* dengan berfokus pada posisi *sales executive*.

Produk yang diproduksi oleh BUMN industri pengolahan sangatlah banyak jenisnya maka diperlukan adanya *sales executive* yang handal untuk menjual dan memasarkan produk mereka agar target penjualan perusahaan tersebut dapat tercapai dengan baik. Salah satu contoh perusahaan BUMN industri pengolahan adalah BUMN XYZ yang bergerak di bidang industri pengolahan pupuk dan bahan kimia pertanian. Sesuai dengan bidang industri tersebut maka dalam proses rekrutmen *sales executive* BUMN XYZ harus memperhatikan beberapa aspek yang digunakan sebagai kriteria seleksi calon pekerja *sales executive*. Terdapat tiga kriteria seleksi yang ditentukan oleh perusahaan, yaitu kriteria objektif, kriteria subjektif, dan kriteria mutlak.

10.1 METODE DASAR

Artikel ini merupakan hasil penelitian aplikasi untuk mengukur kesesuaian kriteria calon pekerja dengan kriteria yang di-

harapkan dari sebuah lowongan pekerjaan. Ada tiga metode dasar yang digunakan dalam tulisan ini. Metode pertama digunakan untuk mengumpulkan kriteria dari berbagai sumber, metode kedua untuk mereduksi kriteria, dan metode ketiga digunakan untuk memberikan bobot pada kriteria yang digunakan dalam model *self-assessment*.

1. Metode *Catalogue*
2. *Clustering K-Means*
3. Metode *Fuzzy Preference Relations*

10.1.1 Metode *Catalogue*

Metode *Catalogue* (VanGundy, 1988) digunakan untuk mengumpulkan kriteria yang relevan dari kriteria seleksi yang ada pada berbagai iklan lowongan pekerjaan di BUMN industri pengolahan yang beroperasi di Indonesia. Semakin banyak iklan lowongan pekerjaan yang didapat maka semakin banyak juga kriteria yang dapat dikumpulkan.

10.1.2 *Clustering K-Means*

K-Means merupakan sebuah algoritma untuk melakukan sebuah pengelompokan atau *cluster n* objek berdasarkan kriteria yang akan dikelompokkan menjadi *k-cluster* (Edward, 1965). Pada penelitian ini, *K-Means* ini digunakan untuk mengelompokkan kriteria menjadi dua bagian, kriteria yang jarang diinginkan dan sering diinginkan sehingga metode *Clustering K-Means* digunakan untuk reduksi kriteria yang termasuk *cluster* jarang diinginkan.

Berikut adalah langkah-langkah dari algoritma *K-Means*:

1. menentukan banyaknya kluster (*C*).
2. menentukan nilai awal dari *centroid*.

Untuk iterasi pertama, nilai *centroid* bisa diambil secara acak dan nilai *centroid* pada iterasi berikutnya diperoleh dengan persamaan (10.1) berikut.

$$\bar{v}_{ij} = \frac{1}{N_i} \sum_{k=0}^{N_i} x_{kj} \quad (10.1)$$

Keterangan:

$\bar{v}_{ij}$ = Nilai *centroid*/rata-rata kluster ke-*i* variabel-*j*.

N_i = Jumlah data anggota kluster ke-*i*.

i, k = indeks dari kluster.

j = indeks variabel.

x_{kj} = nilai data ke-*k* yang ada dalam kluster untuk variabel-*j*.

3. Menghitung jarak antara *centroid* dengan nilai tiap objek.
 d = nilai jarak.
 x_p, y_i = nilai tiap objek ke-*i*.
 p_p, q_i = nilai *centroid* dari kluster ke-*i*.
4. Pengelompokan objek dengan cara memberi nilai 1 untuk yang masuk ke suatu kluster dan 0 untuk yang masuk kluster lain.
5. Ulangi tahap 2 menggunakan rumus sampai jarak dan nilai *centroid* tidak berubah.

10.1.3 Fuzzy Preference Relations

Suatu *Fuzzy Preference Relation* (FPR) **P** pada satu set alternatif *X* dinyatakan dengan matriks $P = (p_{ij})$ dimana $p_{ij} = \mu_P(x_i, x_j) \forall i, j \in \{1, 2, 3, \dots, n\}$, dan $\mu_P: X \times X \rightarrow [0, 1]$ (Chiclana et al., 1998). p_{ij} merupakan derajat preferensi dari alternatif x_i terhadap x_j . $p_{ij} = \frac{1}{2}$ menunjukkan bahwa alternatif x_i tidak berbeda dengan alternatif x_j . $p_{ij} > \frac{1}{2}$ menunjukkan bahwa alternatif x_i lebih disukai

daripada alternatif x_j . Matriks P dengan ukuran $n = 5$ terdapat pada persamaan (10.2).

$$P = \begin{bmatrix} \frac{1}{2} & p_{12} & p_{13} & p_{14} & p_{15} \\ p_{21} & \frac{1}{2} & p_{23} & p_{24} & p_{25} \\ p_{31} & p_{32} & \frac{1}{2} & p_{34} & p_{35} \\ p_{41} & p_{42} & p_{43} & \frac{1}{2} & p_{45} \\ p_{51} & p_{52} & p_{53} & p_{54} & \frac{1}{2} \end{bmatrix} \quad (10.2)$$

10.2 LANGKAH-LANGKAH PENELITIAN

Langkah penelitian yang digunakan adalah sebagai berikut.

1. **Identifikasi kriteria** terkait seleksi calon pekerja bidang pekerjaan *sales executive* dari *website*, lowongan kerja dari berbagai BUMN industri pengolahan dengan metode *Catalogue* dan diklasifikasikan menjadi tiga jenis kriteria, yaitu subjektif, objektif, dan mutlak.
2. **Penggabungan kriteria-kriteria** yang mirip menjadi satu kriteria.
3. **Reduksi kriteria** dengan metode *Clustering K-Means*.
4. **Penentuan bobot** masing-masing kriteria yang merupakan kriteria yang sering diinginkan perusahaan dengan *Fuzzy Preference Relations*.
5. **Pembentukan model** *self-assessment*.
6. **Penerapan model** *self-assessment* untuk mengukur tingkat kesesuaian kompetensi alumni Teknik Industri pada posisi *sales executive* di BUMN XYZ.

10.2.1 Identifikasi Kriteria dan Penggabungan Kriteria

Identifikasi kriteria terkait seleksi calon pekerja bidang pekerjaan *sales executive* dari *website*, lowongan kerja dari sembilan BUMN industri pengolahan dengan metode *Catalogue* dan

diklasifikasikan menjadi tiga jenis kriteria, yaitu subjektif, objektif, dan kriteria mutlak, selanjutnya kriteria sejenis digabung menjadi satu, hasilnya terdapat pada Tabel 10.1 dan Tabel 10.2. Kriteria mutlak yang menjadi syarat pada semua lowongan BUMN posisi *Sales Executive* semua BUMN XYZ adalah Berkelakuan Baik & Bebas Narkoba. Apabila kriteria mutlak tidak dipenuhi maka calon karyawan tidak diterima.

Kriteria subjektif merupakan kriteria yang dinilai berdasarkan pendapat pribadi yang bisa berbeda menurut sudut pandang dari masing-masing individu, contoh kemampuan komunikasi. Kriteria objektif merupakan kriteria yang dinilai berdasarkan *hardskill* atau sesuatu yang bisa terukur dan hasilnya sama untuk semua orang, contoh IPK, Pendidikan, Umur. Kriteria mutlak merupakan kriteria yang harus dipenuhi oleh calon pekerja agar dapat diterima di perusahaan tersebut, misalnya bebas narkoba.

Pada Tabel 10.1 terdapat empat lowongan pekerjaan yang mensyaratkan kemampuan berkomunikasi yang baik, kemampuan negosiasi, serta dua kebutuhan *public speaking* yang baik sehingga dikelompokkan dalam kriteria kemampuan berkomunikasi dengan total 10, dengan cara yang sama diperoleh data-data yang terdapat pada Tabel 10.1 dan Tabel 10.2. Kriteria mutlak khusus untuk BUMN industri pengolahan XYZ yang dijadikan studi kasus terdapat pada Tabel 10.3.

Tabel 10.1 Kriteria Subjektif

Kriteria Penerimaan	Jumlah	Kriteria	Total
Penguasaan Ms. Office	3	Penguasaan Ms. Office	3
Kemampuan komunikasi	4	Kemampuan komunikasi	10
Kemampuan negosiasi	4		
<i>Public speaking</i> baik	2		
Berpenampilan menarik	1	Berpenampilan menarik	1
Kreatif	1	Kreatif	1
Tertarik di <i>marketing</i>	1	Tertarik di <i>marketing</i>	1
Orientasi pada target & pelanggan	1	Orientasi pada target kerja	2
Mampu memonitor kegiatan dan pencapaian target	1		
Penugasan di manapun di seluruh Indonesia	2	Fleksibilitas lokasi penempatan kerja	2
Tidak terikat instansi lain	1	Tidak terikat instansi lain	1
Sehat jasmani & rohani	1	Sehat jasmani rohani	3
Berbadan sehat	2		
<i>Networking</i> yang luas	1	<i>Networking</i> yang luas	1

Tabel 10.2 Kriteria Objektif

Kriteria Penerimaan	Jumlah	Kriteria	Total
Pendidikan S1 Manajemen/Pemasaran/ Ekonomi/Komunikasi/Bisnis/Teknik (Teknik Industri)	1	Pendidikan	9
Pendidikan D3 jurusan Statistika, Statis- tika, Teknik Kimia, T. Industri	1		
Pendidikan D3, S1 (Semua Jurusan)	1		
Pendidikan S1/D3 Manajemen, Teknik Mesin dan Teknik Industri	1		
Pendidikan S1/D4 semua jurusan	1		
Pendidikan S1 jurusan Teknik Sipil, Teknik Industri, Hukum, Akuntansi	1		
Pendidikan Sarjana S1 (Semua Jurusan)	2		
Pendidikan D3 Teknik	1		
IPK minimal 3.00 dari skala 4.00	4	IPK	4
Akreditasi Prodi minimal B	1	Akreditasi Prodi/ Universitas	2
Akreditasi perguruan tinggi minimal B	1		
Umur Maksimal 35 tahun	3	Umur	7
Maksimal umur 22 tahun	1		
S1: Usia maksimal 30 tahun D3: Usia maksimal 27 tahun	1		
Usia maksimal pencari kerja adalah 40 tahun untuk formasi <i>Manager</i> dan <i>Senior Staff</i>	1		
Usia 23-28 tahun	1		
Mampu berbahasa Inggris aktif & pasif	2	Kemam- puan Berbahasa Inggris	6
Mampu berbahasa Inggris lisan, tulisan	2		
Minimum TOEFL 450, TOEIC 550, IELTS 5	2		

Tabel 10.3 Kriteria Mutlak

Kriteria
D3 jurusan Statistika, Agrikultur, Teknik Kimia, Teknik Industri
Umur maksimal 22 tahun
Belum menikah
IPK minimal 3.00 dari skala 4.00
Kemampuan berbahasa Inggris: TOEFL 450, TOEIC 550, IELTS 5
Berkelakuan baik
Bebas narkoba
Tidak buta warna

10.2.2 Reduksi Kriteria Dengan *Clustering K-Means*

Pada kriteria objektif tidak dilakukan reduksi karena hanya terdapat lima kriteria saja. Reduksi kriteria dilakukan terhadap kriteriasubjektif dan dilakukan dengan membagi sepuluh kriteria tersebut menjadi dua kluster (K1 dan K2), yakni:

K1 adalah Kriteria yang **jarang** diinginkan Perusahaan dan
K2 adalah Kriteria yang **sering** diinginkan Perusahaan.

Hasilnya diperoleh lima kriteria subjektif yang termasuk dalam kluster kriteria Subjektif yang **sering** diinginkan perusahaan (K2) seperti yang terdapat pada Tabel 10.4.

10.2.3 Penentuan Bobot Kriteria

User yang melakukan penilaian terhadap bobot untuk kriteria *Subjective* menyatakan bahwa lima kriteria *Subjective* sama pentingnya sehingga diberi bobot yang sama, yaitu 20%. Bobot kriteria *Objective* ditentukan berdasarkan penilaian yang dilakukan

oleh *user* dari posisi *sales executive* di BUMN tersebut dengan menggunakan *pairwise comparison* FPR sebagai berikut.

$$P = \begin{bmatrix} 0.50 & 0.61 & 0.61 & 0.61 & 0.74 \\ 0.39 & 0.50 & 0.50 & 0.50 & 0.64 \\ 0.39 & 0.50 & 0.50 & 0.50 & 0.64 \\ 0.39 & 0.50 & 0.50 & 0.50 & 0.64 \\ 0.26 & 0.36 & 0.36 & 0.36 & 0.50 \end{bmatrix}$$

Berdasarkan hasil penilaian pada matriks *P*, setiap baris dilakukan penjumlahan dan kemudian normalisasi sehingga diperoleh bobot kriteria *Objective* berturut-turut adalah: 20.24%, 14.72%, 20.24%, 20.24%, 24.56%. Secara lengkap, kriteria yang digunakan perusahaan beserta bobotnya terdapat pada Tabel 10.4.

10.2.4 Pembentukan model *self-assessment*

Model *self-assessment* terbagi menjadi model *self-assessment* kriteria *subjective* dan model *self-assessment* kriteria *objective* seperti yang terdapat pada Tabel 10.5 dan Tabel 10.6.

Tabel 10.4 Kriteria yang Digunakan dalam Penilaian

Kriteria <i>Subjective</i>	Kriteria <i>Objective</i>
Kemampuan berkomunikasi : 20%	Pendidikan : 20,24%
Penguasaan Ms. Office : 20%	Usia : 20,24%
Kondisi jasmani & rohani : 20%	IPK : 14,72%
Fleksibilitas penempatan : 20%	Kemampuan bahasa Inggris: 24,56%
Orientasi pada target : 20%	Akreditasi prodi/universitas: 20,24%

Tabel 10.5 Model *Self-Assessment* Kriteria *Subjective*

Kriteria <i>Subjective</i>	Nilai	Bobot
Kemampuan Komunikasi		0.20
Seberapa baik kemampuan komunikasi anda ? 1=20 ; 2=40 ; 3=60 ; 4=80 ; 5=100		
Seberapa baik kemampuan public speaking anda ? 1=20 ; 2=40 ; 3=60 ; 4=80 ; 5=100		
Seberapa baik kemampuan bernegosiasi anda ? 1=20 ; 2=40 ; 3=60 ; 4=80 ; 5=100		
Penguasaan Ms. Office		0.20
Tingkat penguasaan Ms. Word ? 1=20 ; 2=40 ; 3=60 ; 4=80 ; 5=100		
Tingkat penguasaan Ms. Excel ? 1=20 ; 2=40 ; 3=60 ; 4=80 ; 5=100		
Tingkat Penguasaan Powerpoint ? 1=20 ; 2=40 ; 3=60 ; 4=80 ; 5=100		
Kondisi Jasmani & Rohani		0.20
Bagaimana kondisi kesehatan jasmani anda ? Kurang Baik = 25 ; Baik=50 ; Sangat baik = 100		
Bagaimana kondisi kesehatan rohani anda ? Kurang Baik = 25 ; Baik=50 ; Sangat baik = 100		
Orientasi Pada Target Kerja		0.20
Dapatkah memenuhi target kerja tepat waktu ? Ya = 100 ; Sedang = 50 ; Tidak = 25		
Fleksibilitas Penempatan Kerja		0.20
Siapkah bila ditempatkan diseluruh Indonesia?		
Ya = 100 ; Tergantung Lokasi = 50 ; Tidak = 25		

Pada Tabel 10.5, ada kriteria yang dinilai berdasarkan jawaban atas beberapa pertanyaan, misalnya kemampuan komunikasi, terdiri atas tiga pertanyaan terkait komunikasi, *public speaking* dan negosiasi yang hasilnya di rata-rata menjadi nilai untuk kriteria

kemampuan komunikasi. Nilai yang disiapkan dalam model ini ditentukan berdasarkan hasil diskusi dengan pakar dan *user* dari perusahaan. Demikian juga dengan Tabel 10.6, nilainya juga ditentukan berdasarkan hasil diskusi dengan pakar dan *user*. Nilai untuk kriteria *objective* dengan pertanyaan lebih dari satu juga di rata-rata menjadi nilai kriteria terkait.

10.2.5 Penerapan model *self-assessment*

Model *Self-Assessment* diterapkan dan diisi oleh para alumni Teknik Industri untuk memperoleh level kesesuaian antara kompetensi alumni TI tersebut dengan pekerjaan *Sales Executive* BUMN XYZ. Hasil penerapan model terdapat pada Tabel 10.7 untuk kriteria *subjective* dan Tabel 10.8. untuk kriteria *objective*.

Tingkat kesesuaian merupakan gabungan hasil penilaian *subjective* dan *objective* dengan bobot yang sama, yaitu masing-masing 50% sehingga tingkat kesesuaian alumni tersebut pada *sales executive* di BUMN XYZ adalah sebesar 83,71 ($50\% \times 80,67 + 50\% \times 86,74$).

Penerapan model *self assessment* untuk mengukur nilai kesesuaian kompetensi pencari kerja lulusan Teknik Industri Universitas Surabaya untuk posisi *sales executive* di BUMN XYZ. Jika nilainya rendah, sebaiknya mencari bidang lain atau perusahaan lain agar potensi ketidaksesuaian kompetensi dapat dikurangi sedini mungkin.

Tabel 10.6 Model *Self-Assessment* Kriteria *Objective*

Kriteria	Nilai	Bobot
Pendidikan (Statistik, Teknik Kimia, Teknik Industri, Agrikultur)		0.2024
S1	100	
D3	50	
Usia		0.2024
21-22 tahun	100	
≥22 tahun	0	
IPK		0.1472
3.00 - 3.30	50	
3.31 - 3.60	75	
3.61 - 4.00	100	

Kriteria	Nilai	Bobot
Kemampuan Bahasa Inggris		0.2456
Skor TOEFL (PBT)	450-473 (60)	
	477-510 (70)	
	513-547 (80)	
	550-587 (90)	
	490-677 (100)	
Skor TOEFL (IBT)	45-52 (60)	
	53-64 (70)	
	64-78 (80)	
	79-95 (90)	
	96-120 (100)	
Skor TOEIC	550-600 (50)	
	605-780 (75)	
	785-990 (100)	
Skor IELTS	5.5-6 (50)	
	6.5-7 (75)	
	7.5-9 (100)	
Nisbi Mata Kuliah Bahasa Inggris	A = 100	
	AB = 80	
	B = 60	
	BC = 40	
	C = 20	
	D/E = 0	
Akreditasi Prodi/Universitas		0.2024
Akreditasi A	100	
Akreditasi B	50	

Tabel 10.7 Penerapan Model *Self-Assessment* Kriteria *Subjective*

Kriteria	Nilai	Bobot	Total
Kemampuan Komunikasi	80.00	0.20	16.00
Seberapa baik kemampuan komunikasi anda?			
1=20 ; 2=40 ; 3=60 ; 4=80 ; 5=100	80		
Seberapa baik public speaking anda ?			
1=20 ; 2=40 ; 3=60 ; 4=80 ; 5=100	80		
Seberapa baik kemampuan bernegosiasi anda?			
1=20 ; 2=40 ; 3=60 ; 4=80 ; 5=100	80		
Penguasaan Ms. Office	93.33	0.20	18.67
Tingkat penguasaan Ms. Word ?			
1=20 ; 2=40 ; 3=60 ; 4=80 ; 5=100	100		
Tingkat penguasaan Ms. Excel ?			
1=20 ; 2=40 ; 3=60 ; 4=80 ; 5=100	80		
Tingkat Penguasaan Powerpoint ?			
1=20 ; 2=40 ; 3=60 ; 4=80 ; 5=100	100		
Kondisi Jasmani & Rohani	75	0.20	15
Bagaimana kondisi kesehatan jasmani anda?			
Kurang Baik = 25; Baik = 50; Sangat baik = 100	50		
Bagaimana kondisi kesehatan rohani anda?			
Kurang Baik = 25; Baik = 50; Sangat baik = 100	100		
Orientasi Pada Target Kerja	100	0.20	20
Dapatkah memenuhi target kerja tepat waktu?			
Ya = 100; Sedang = 50; Tidak = 25	100		
Fleksibilitas Penempatan Kerja	50	0.20	10
Siapkah ditempatkan di seluruh Indonesia?			
Ya = 100; Tergantung Lokasi = 50; Tidak = 2	50		
TOTAL			80.67

Tabel 10.8 Penerapan Model *Self-Assessment* Kriteria *Objective*

Kriteria	Nilai	Bobot	Total
Pendidikan (Statistik, Teknik Kimia, Teknik Industri, Agrikultur)	100	0.2024	20.24
S1	100		
D3	50		
Usia	100	0.2024	20.24
21-22 tahun	100		
≥22 tahun	0		
IPK	50	0.1472	7.36
3.00 - 3.30	50		
3.31 - 3.60	75		
3.61 - 4.00	100		
Kemampuan Bahasa Inggris	76	0.2456	18.66
Skor TOEFL (PBT)	450-473 (60)		
	477-510 (70)		
	513-547 (80)		
	550-587 (90)		
	490-677 (100)		
Skor TOEFL (IBT)	45-52 (60)		
	53-64 (70)		
	64-78 (80)		
	79-95 (90)		
	96-120 (100)		
Skor TOEIC	550-600 (50)		
	605-780 (75)		
	785-990 (100)		
Skor IELTS	5.5-6 (50)		
	6.5-7 (75)		
	7.5-9 (100)		
Nisbi Mata Kuliah Bahasa Inggris	A = 100		
	AB = 80		
	B = 60		
	BC = 40		
	C = 20		
Akreditas Prodi/Universitas	100	0.2024	20.24
Akreditasi A	100		
Akreditasi B	50		
TOTAL KRITERIA <i>OBJECTIVE</i>			86.74

10.3 SIMPULAN

Dalam penelitian ini dikembangkan *self-assessment tool* untuk mengurangi potensi ketidaksesuaian kompetensi antara kompetensi pencari kerja dengan kebutuhan perusahaan. Empat puluh sembilan kriteria penerimaan untuk posisi pekerjaan *sales executive* dikumpulkan dari sembilan BUMN. Kriteria penerimaan umum dikategorikan menjadi lima kriteria objektif, dan sepuluh kriteria subjektif direduksi menjadi lima kriteria subjektif. Kriteria penerimaan ini diterapkan pada posisi pekerjaan *sales executive* di BUMN XYZ, dan bobot kriteria ditetapkan berdasarkan preferensi pakar/*user* terkait di perusahaan ini.

Model yang dihasilkan diterapkan untuk mengukur nilai kesesuaian pencari kerja lulusan Teknik Industri Universitas Surabaya untuk posisi *sales executive* di BUMN XYZ. Jika nilainya rendah, sebaiknya mencari bidang atau perusahaan lain agar potensi ketidaksesuaian kompetensi dapat dikurangi sedini mungkin.

REFERENSI

- Chiclana, F., Herrera, F., & Herrera-Viedma, E. (1998). Integrating three representation models in fuzzy multipurpose decision making based on fuzzy preference relations. *Fuzzy Sets and Systems*, 97(1), 33–48. [https://doi.org/10.1016/S0165-0114\(96\)00339-9](https://doi.org/10.1016/S0165-0114(96)00339-9)
- Forgy, E. W. (1965). Cluster analysis of multivariate data: Efficiency versus interpretability of classifications. *Biometrics*, 21(3), 768–769.
- Hambleton, A., Kalliath, T., & Taylor P. (2000). Criterion-related validity of a measure of person-job and person organization fit. *New Zealand Journal of Psychology*, 29(2), 80–85.

- Kasnelly, F. A. (2020). Meningkatkan angka pengangguran ditengah pandemi (Covid-19). *Al-Mizan: Jurnal Ekonomi Syariah*, 2(2), 45–60.
- Kohnová, L., Papula, J., Papulová, Z., Stachová, K., & Stacho, Z. (2020). Job mismatch: The phenomenon of over skilled employees as a result of poor managerial competences. *Entrepreneurship and Sustainability Issues*, 8(1), 83–102. [https://doi.org/10.9770/jesi.2020.8.1\(6\)](https://doi.org/10.9770/jesi.2020.8.1(6))
- Ulrich, D. (2016). HR at a crossroads. *Asia Pacific Journal of Human Resources*, 54(2), 148–164. <https://doi.org/10.1111/1744-7941.12104>
- VanGundy, A. B. (1988). *Techniques of Structured Problem Solving*. New York: Van Nostrand Reinhold Company.

RIWAYAT HIDUP PENULIS

Joniarto Parung adalah *Guru Besar* Teknik Industri di Universitas Surabaya, Indonesia. Joniarto Parung menerima gelar Sarjana dari Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin, Makassar, Master dari Institut Teknologi Bandung (ITB), Bandung, Indonesia, dan PhD dari *Design Manufacturing and Engineering Management University of Strathclyde*, Glasgow, UK. Selanjutnya profesi Insinyur diperoleh dari Universitas Gajah Mada, Yogyakarta. Minat penelitian Joniarto Parung adalah rantai pasokan khususnya yang terkait kinerja rantai pasokan, aplikasi teknologi di dalam rantai pasokan, dan logistik kemanusiaan dalam operasi dan manajemen bencana.



Jerry Agus Arlianto adalah dosen di Program Studi Teknik Industri di Universitas Surabaya, Indonesia. Jerry Agus menerima gelar magister teknik dari Institut Teknologi Bandung (ITB), Bandung, dan Sarjana Teknik dari Universitas Surabaya, Surabaya. Selain sebagai dosen dan peneliti, Jerry Agus pernah menjabat di Direktorat Manajemen Aset dan Pengadaan Universitas Surabaya.

Minat penelitian Jerry Agus adalah sistem produksi, distribusi & transportasi; dan rekayasa rantai pasokan.

Ivan Kristianto Singgih adalah dosen di Program Studi Teknik Industri, Universitas Surabaya, Indonesia. Ivan menyelesaikan studi di ITB (Indonesia) dan Pusan National University (Korea Selatan), kemudian bekerja sebagai peneliti postdoctoral di POSTECH, KAIST, dan Korea University (Korea Selatan). Minat riset Ivan adalah bidang Penelitian Operasional Cerdas (<https://www.researchgate.net/profile/Ivan-Singgih>).



Eric Wibisono adalah dosen di Program Studi Magister Teknik Industri, Universitas Surabaya. Ia memperoleh gelar Sarjana Teknik dari Universitas Surabaya dan Master of Engineering dari University of South Australia. Gelar Doctor of Philosophy didapatkan dari Suranaree University of Technology, Thailand, dengan beasiswa penuh SUT- PhD Scholarship for ASEAN. Selain mengajar dan meneliti, ia juga menjadi *reviewer* dari beberapa jurnal internasional seperti *International Journal of Logistics and Systems Management* dan *Computers and Industrial Engineering*.

Yenny Sari adalah dosen di Program Studi Teknik Industri di Universitas Surabaya, Indonesia. Yenny Sari memperoleh gelar Doktor dari Fakultas Teknik Universitas Indonesia, Master dari Birmingham University (UK) dan Sarjana dari Fakultas Teknik Universitas



Surabaya, serta mendapatkan sertifikasi profesi *Certified Quality Engineer* dari *American Society for Quality*. Minat penelitian Yenny Sari adalah *performance appraisal, productivity improvement, quality engineering & management, sustainability assessment and implementation*.



Rahman Dwi Wahyudi adalah dosen di Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Surabaya sejak tahun 2012. Penelitian terkait dengan *Quality and Performance Management, Service Engineering* dan *Sustainability* menjadi minat beliau. Pada tahun 2021-2024, beliau menyelesaikan pendidikan doktoral di Departemen Sistem dan Teknik Industri-Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), Surabaya-Indonesia. Pada tahun 2004-2008, beliau menyelesaikan studi tingkat sarjana pada bidang dan universitas yang sama. Pada jenjang magister, beliau menempuh Magister *Double Degree* di Jurusan Teknik Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) dan Jurusan Manajemen Industri, National Taiwan University of Science and Technology pada tahun 2009-2011.

Vonny Yudianto adalah alumni Teknik Industri Ubaya yang aktif dalam perkembangan industri. *Data Analytic, Data Science*, dan *Management Strategy* menjadi minat beliau. Beliau pernah menjadi asisten Statistik Industri II dan Ergonomi semasa kuliah. Selain menempuh studi sarjana di Teknik Industri Ubaya dengan masuk sebagai



Angkatan 2016, beliau pernah menuntut berbagai kompetensi ilmu terkait *Data Science & Machine Learning* dan *Food Handler Basic* pada tahun 2023. Semasa kariernya, Vonny berkarya di berbagai organisasi di bidang FMCG baik di skala nasional maupun multinasional.

Indri Hapsari adalah dosen Teknik Industri Universitas Surabaya. Menyelesaikan pendidikan Teknik Industri tingkat sarjana dan magister di Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya. Studi doktoral diselesaikan di Teknik Industri Universitas Indonesia dengan topik disertasi perancangan rute wisata. Aktif dalam pelaksanaan tridharma perguruan tinggi, minat penelitian Indri adalah scheduling dan *smart tourism*.



Esti Dwi Rinawiyanti adalah dosen di Program Studi Teknik Industri, Universitas Surabaya, Indonesia. Esti memperoleh Ph.D. dari Royal Melbourne Institute of Technology (RMIT) University di Australia dan mendapatkan MBA dalam *International Management* dari *Fachhochschule Nürtingen* (University of Nürtingen-Geislingen) di Jerman, serta sarjana Teknik Industri dari Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) di Indonesia. Esti memperoleh hibah untuk riset di dalam negeri yaitu dari Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi (DIKTI). Minat penelitian terkait dengan manajemen strategik, strategi pemasaran, dan keberlanjutan (*sustainability*).



Amelia Santoso adalah *Associate Professor* Teknik Industri di Universitas Surabaya, Indonesia. Amelia menerima gelar master dan Ph.D. gelar Teknik Industri dari Institut Teknologi Bandung (ITB), Bandung, Indonesia, dan gelar sarjana Statistika dari Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya, Indonesia. Minat penelitian Amelia adalah sistem produksi, distribusi & transportasi; rekayasa rantai pasokan; dan logistik kemanusiaan dalam operasi dan manajemen bencana.



Gunawan adalah dosen di Program Studi Teknik Industri, Universitas Surabaya, Indonesia. Gunawan memperoleh Ph.D. dari Loughborough University di U.K., MBA dalam Management of Technology dari Asian Institute of Technology di Thailand, dan sarjana Fisika dari Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) di Indonesia. Gunawan telah memperoleh hibah untuk riset di luar negeri yaitu Fulbright Visiting Scholar Program dari US Government, the Endeavour Award dari Australian Government, dan Japan-related research grant dari Sumitomo Foundation di Jepang. Minat penelitian terkait dengan *data analytics*, *e-commerce*, dan sistem informasi.

Evy Herowati adalah dosen di Program Studi Teknik Industri Universitas Surabaya, Indonesia. Evy menerima gelar sarjana Teknik Elektro Institut Teknologi 10 Nopember Surabaya (ITS), Magister Teknik dari ITS serta doktor di ITS Surabaya.





Ryandhika Tyar Pratama menerima gelar sarjana Teknik Industri Universitas Surabaya, Indonesia. Langsung pada bulan Agustus 2021, Ryan masuk bekerja sebagai staf Gudang Bahan Baku di PT. Wahana Lentera Raya dan sejak Desember 2022 menjadi Assistant Manager Gudang Bahan Baku di PT. Wahana Lentera Raya.

KEBERLANJUTAN ORGANISASI: PENDEKATAN KONTEMPORER DALAM TEKNIK INDUSTRI

Buku Keberlanjutan Organisasi: Pendekatan Kontemporer dalam Teknik Industri menghadirkan beragam topik yang relevan dengan perkembangan terbaru dalam industri dan praktik bisnis, mulai dari lingkup *supply chain* hingga aplikasi keilmuan Teknik Industri di dalam perusahaan. Topik yang dibahas mencakup strategi *supply chain*, optimasi rute, analisa faktor dan penilaian terkait keberlanjutan, *web scrapping*, distribusi, *procurement*, hingga data *analytics*. Buku ini cocok digunakan sebagai panduan dan referensi bagi para profesional, akademisi, dan mahasiswa yang tertarik dalam bidang *supply chain*, teknologi inovasi, dan keberlanjutan.

Penerbit:

Direktorat Penerbitan & Publikasi Ilmiah
Universitas Surabaya

Anggota IKAPI dan APPTI

Jl. Raya Kalirungkut Surabaya 60293

Telp. (62-31) 298-1344

E-mail: ppi@unit.ubaya.ac.id

Web: ppi.ubaya.ac.id

ISBN 978-623-8038-46-6

