

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, Fajar Satria, Ryandhika Tyar Pratama

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 pada bab ini. 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

Artikel ini mengembangkan model self-assessment untuk mengevaluasi kesesuaian kompetensi alumni Teknik Industri dengan posisi sales executive di BUMN, berdasarkan kombinasi 5 kriteria objektif dan 5 kriteria subjektif yang diidentifikasi melalui reduksi clustering k-means. Hasil evaluasi menunjukkan tingkat kesesuaian yang dihitung sebagai gabungan penilaian objektif dan subjektif, dengan saran agar alumni mempertimbangkan bidang lain jika nilai kesesuaian rendah.

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.....	x
Daftar Gambar.....	xi
Daftar Kontributor.....	xiii
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 Optimization (MOO)</i>	21
2.2 Aplikasi MOO dalam <i>Vehicle Routing 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.....	85
		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
Teknik Industri-Fakultas Teknik Universitas Surabaya
2. Jerry Agus Arlianto
Teknik Industri-Fakultas Teknik Universitas Surabaya
3. Ivan Kristianto Singgih
Teknik Industri-Fakultas Teknik Universitas Surabaya
4. Eric Wibisono
Teknik Industri-Fakultas Teknik Universitas Surabaya
5. Yenny Sari
Teknik Industri-Fakultas Teknik Universitas Surabaya
6. Indri Hapsari
Teknik Industri-Fakultas Teknik Universitas Surabaya
7. Esti Dwi Rinawiyanti
Teknik Industri-Fakultas Teknik Universitas Surabaya
8. Amelia Santoso
Teknik Industri-Fakultas Teknik Universitas Surabaya
9. Gunawan
Teknik Industri-Fakultas Teknik Universitas Surabaya
10. Evy Herowati
Teknik Industri-Fakultas Teknik Universitas Surabaya

11. Fajar Satria
Teknik Industri-Fakultas Teknik Universitas Surabaya
12. Ryandika Tyar Pratama
Teknik Industri-Fakultas Teknik Universitas Surabaya

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 *DATAANALYTICS*

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 lingkungannya, 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.

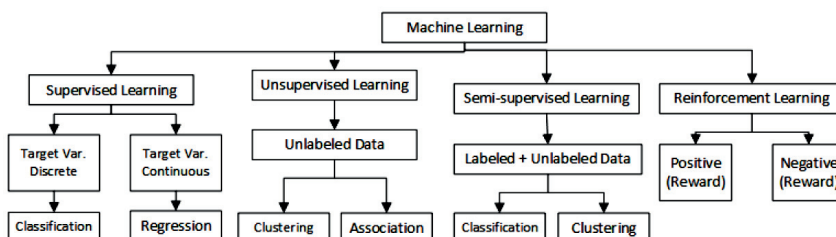
Prescriptive analytics ditujukan untuk menjawab pertanyaan “Apa yang perlu kita lakukan untuk mencapai hal ini?”, untuk membuat keputusan yang lebih baik. *Prescriptive analytics* ini dicirikan dengan penggunaan teknologi informasi seperti *Artificial Intelligence* dan *Machine Learning* yang mampu memberikan 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*, *frauddetection*, *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 diformat 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

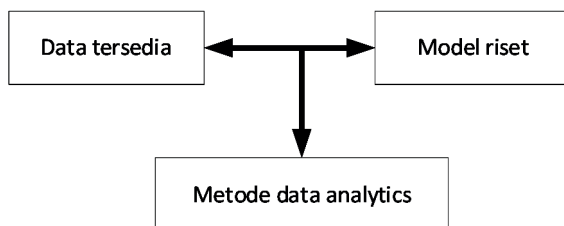
karakteristik data dan karakteristik dari tiap algoritma (Ghosal et al., 2020).

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 antarkonstruksi 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

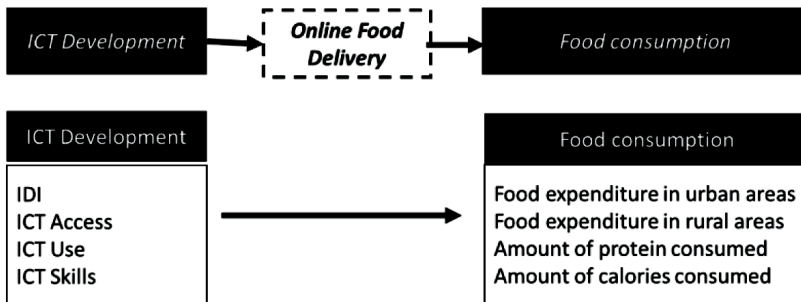
Data yang digunakan ialah data terstruktur dalam tabel, dengan provinsi sebagai unit analisis. Data tidak berlabel sehingga tidak ada yang diperlakukan sebagai *dependent variable*. Tipe *machine learning* yang sesuai ialah *unsupervised learning*, dengan metode *clustering* sesuai dengan tujuan analisis 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* dikonsepsikan 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.

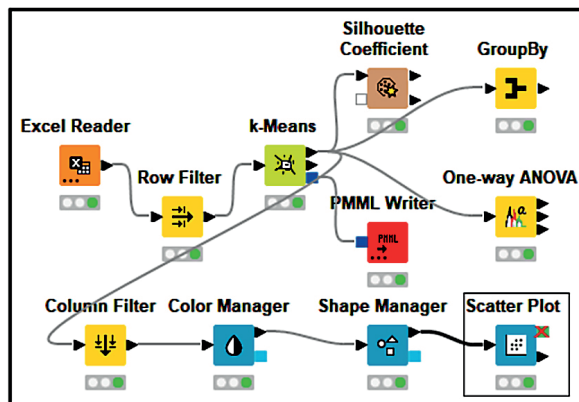


Gambar 9.4 Model riset. Sumber: (Gunawan, 2022)

9.3.5 Metode *Data Analytics*

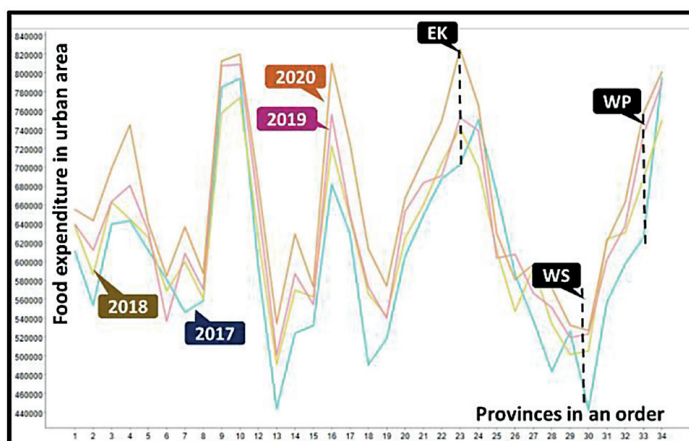
Analisis utama yang dilakukan ialah menggunakan metode *clustering* dengan *predictive model* untuk diterapkan pada *dataset* yang lain. Kriteria pemilihan *software* tergantung pada fitur yang sesuai dan ketersediaan akses terhadap *software*. Sebagai contoh, *software* yang *open source* untuk *machine 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>