

Martinus Tekege



RISET OPERASI DI ERA DIGITAL

Pendekatan Optimasi untuk Pendidikan Vokasi
Teknik Informatika



RISET OPERASI DI ERA DIGITAL

**Pendekatan Optimasi untuk Pendidikan Vokasi
Teknik Informatika**

Martinus Tekege

RISET OPERASI DI ERA DIGITAL
Pendekatan Optimasi untuk Pendidikan Vokasi Teknik Informatika

Penulis:
Martinus Tekege

Desain Cover:
Helmaria Ulfa

Sumber Ilustrasi:
www.freepik.com

Tata Letak:
Handarini Rohana

Editor:
Neneng Sri Wahyuni

ISBN:
978-634-317-340-3

Cetakan Pertama:
September, 2026

Hak Cipta Dilindungi Oleh Undang-Undang
by Penerbit Widina Media Utama

Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari Penerbit.

PENERBIT:
WIDINA MEDIA UTAMA
Komplek Puri Melia Asri Blok C3 No. 17 Desa Bojong Emas
Kec. Solokan Jeruk Kabupaten Bandung, Provinsi Jawa Barat

Anggota IKAPI No. 519/JBA/2025
Website: www.penerbitwidina.com
Instagram: [@penerbitwidina](https://www.instagram.com/penerbitwidina)
Telepon (022) 87355370

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat dan karunia-Nya, bahan ajar buku berjudul *“Riset Operasi di Era Digital: Pendekatan Optimasi untuk Pendidikan Vokasi Teknik Informatika”* ini dapat disusun dan diselesaikan dengan baik. Buku ini disusun sebagai salah satu upaya untuk menjawab kebutuhan pembelajaran yang relevan dengan perkembangan teknologi digital, khususnya dalam bidang pendidikan vokasi Teknik Informatika.

Riset operasi sebagai disiplin ilmu memiliki peran strategis dalam pengambilan keputusan yang berbasis data dan model matematis. Di era digital saat ini, penerapan metode optimasi tidak hanya terbatas pada sektor industri, tetapi juga telah meluas ke berbagai bidang seperti sistem informasi, jaringan komputer, kecerdasan buatan, logistik, dan manajemen sumber daya teknologi. Oleh karena itu, pemahaman yang komprehensif terhadap konsep, model, dan algoritma optimasi menjadi sangat penting bagi mahasiswa vokasi agar mampu bersaing di dunia kerja yang dinamis.

Buku ini dirancang dengan pendekatan yang integratif antara teori dan praktik. Setiap bab disusun secara sistematis, mulai dari konsep dasar, pemodelan matematis, teknik optimasi, hingga implementasi komputasi menggunakan bahasa pemrograman, khususnya Python. Selain itu, disertakan pula studi kasus, latihan soal, serta kegiatan *coding lab* untuk memperkuat pemahaman dan keterampilan praktis mahasiswa dalam menyelesaikan permasalahan nyata.

Penulis menyadari bahwa buku ini masih memiliki keterbatasan, baik dari segi kedalaman materi maupun penyajiannya. Oleh karena itu, kritik dan saran yang konstruktif sangat diharapkan demi perbaikan dan penyempurnaan di masa yang akan datang. Harapan penulis, buku ini dapat menjadi sumber belajar yang bermanfaat bagi mahasiswa, dosen, serta praktisi yang tertarik dalam bidang riset operasi dan optimasi di era digital.

Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dalam proses penyusunan buku ini.

Nabire Papua Tengah, 2026
Penulis

RISET OPERASI DI ERA DIGITAL

(Pendekatan Optimasi untuk Pendidikan Vokasi Teknik Informatik)

BAGIAN I. FONDASI RISET OPERASI DAN PEMODELAN SISTEM DIGITAL

Deskripsi Mata Kuliah

Mata Kuliah : Riset Operasi Di Era Digital (3 SKS)

Mata kuliah ini membahas konsep, model matematis, algoritma optimasi, simulasi, kecerdasan buatan, serta implementasi komputasional riset operasi untuk menyelesaikan persoalan pengambilan keputusan pada sistem digital, industri cerdas, dan aplikasi vokasi informatika.

Riset Operasi di Era Digital. (Pendekatan Optimasi untuk Pendidikan Vokasi Teknik Informatika)

Mata kuliah **Riset Operasi di Era Digital** membahas konsep, metode, dan penerapan teknik optimasi dalam pengambilan keputusan untuk menyelesaikan berbagai persoalan di bidang teknologi, industri, dan sistem digital. Mata kuliah ini dirancang untuk membekali mahasiswa Pendidikan Vokasi Teknik Informatika dengan kemampuan analitis, komputasional, dan pemodelan matematis dalam menghadapi tantangan era digital dan industri berbasis data.

Cakupan pembahasan mata kuliah ini disusun selaras dengan struktur buku **Riset Operasi di Era Digital**, yang mencakup fondasi teori, teknik optimasi, algoritma komputasi, simulasi cerdas, implementasi digital, hingga inovasi masa depan riset operasi

1. Paradigma dan Konsep Dasar Riset Operasi

Membahas pengertian, ruang lingkup, evolusi riset operasi dari pendekatan klasik menuju era digital, tahapan penyelesaian masalah optimasi, peran decision support systems (DSS), serta kontribusi riset operasi dalam transformasi digital dan pendidikan vokasi informatika.

2. Pemodelan Matematis dan Formulasi Optimasi

Mengkaji konsep pemodelan sistem, variabel keputusan, parameter, fungsi tujuan, kendala, model deterministik dan probabilistik, validasi model, serta formulasi persoalan optimasi untuk sistem digital.

3. Metodologi Riset Operasi untuk Proyek Informatika

Membahas metodologi penelitian riset operasi, identifikasi masalah, penyusunan model, pemilihan metode optimasi, penyelesaian model, validasi solusi, analisis hasil, implementasi, hingga perancangan proposal penelitian berbasis proyek informatika.

BAGIAN II. TEKNIK OPTIMASI DAN MODEL KEPUTUSAN

4. Program Linear dan Analisis Sensitivitas

Membahas linear programming, metode grafik, metode simpleks, dualitas, analisis sensitivitas, serta implementasi optimasi menggunakan perangkat digital seperti Excel Solver dan Python.

5. Integer Programming dan Optimasi Diskrit

Meliputi integer programming, binary optimization, branch and bound, knapsack problem, resource allocation models, dan penerapannya pada optimasi sumber daya komputasi.

6. Model Transportasi, Penugasan, dan Supply Chain Digital

Mengkaji model transportasi, assignment problem, metode Hungarian, optimasi rantai pasok digital, smart logistics, dan sistem distribusi berbasis IoT.

BAGIAN III. ALGORITMA KOMPUTASI DAN OPTIMASI JARINGAN

7. Dynamic Programming dan Algoritma Optimasi

Membahas dynamic programming, shortest path optimization, inventory optimization, greedy algorithm, heuristik dan metaheuristik dasar untuk penyelesaian masalah kompleks.

8. Model Jaringan dan Optimasi Graf

Mengkaji shortest path, minimum spanning tree, maximum flow, critical path method (CPM), routing optimization, dan optimasi topologi jaringan komputer.

9. Teori Antrian dan Penjadwalan Sistem

Membahas model antrean, simulasi sistem layanan, PERT/CPM, agile scheduling optimization, serta optimasi penjadwalan sumber daya digital.

BAGIAN IV. KOMPUTASI CERDAS, SIMULASI, DAN AI OPTIMIZATION

10. Simulasi Sistem dan Digital Twin

Meliputi Monte Carlo simulation, discrete event simulation, digital twin modeling, dan simulasi sistem industri digital.

11. Artificial Intelligence dan Metaheuristic Optimization

Membahas penerapan AI dalam optimasi, genetic algorithm, swarm optimization, machine learning optimization, predictive decision analytics, dan hybrid AI–OR models.

12. IoT dan Smart Systems Optimization

Mengkaji optimasi sensor networks, smart automation, scheduling IoT devices, edge computing optimization, smart manufacturing, dan model optimasi Industry 4.0.

BAGIAN V. IMPLEMENTASI DIGITAL, TOOLS, DAN PROYEK VOKASI

13. Implementasi Riset Operasi dalam Industri Digital

Membahas penerapan riset operasi pada fintech, e-commerce analytics, cybersecurity planning, business intelligence optimization, dan supply chain analytics.

14. Sistem Optimasi Berbasis Python dan OR-Tools

Meliputi pemodelan optimasi menggunakan Python (PuLP), Google OR-Tools, dashboard decision support, integrasi SQL, Power BI, dan prototype sistem optimasi digital.

15. Project-Based Operations Research

Membahas perancangan proyek optimasi, pengembangan prototype digital, integrasi web/mobile optimization, AI + OR, serta penyusunan portofolio industri digital.

BAGIAN VI. INOVASI DAN MASA DEPAN RISET OPERASI

16. Future Trends in Digital Operations Research

Mengkaji perkembangan masa depan riset operasi seperti Big Data optimization, smart decision systems, digital twin analytics, Society 5.0, serta arah inovasi riset operasi untuk pendidikan vokasi dan informatika.

Capaian Pembelajaran

Setelah mengikuti mata kuliah ini, mahasiswa diharapkan mampu:

- Memahami konsep dan metode riset operasi.
- Memodelkan persoalan nyata ke dalam model matematis.
- Menerapkan teknik optimasi untuk pemecahan masalah digital.
- Menggunakan perangkat lunak untuk analisis dan simulasi.
- Mengembangkan solusi efisien untuk persoalan di bidang informatika dan vokasi.

Relevansi untuk Pendidikan Vokasi Teknik Informatika

Mata kuliah ini relevan untuk mendukung kompetensi mahasiswa dalam:

- Optimasi algoritma dan sistem
- Penjadwalan proses komputasi
- Manajemen proyek TI
- Analisis sistem cerdas
- Efisiensi jaringan dan layanan digital
- Pengambilan keputusan berbasis data

Intinya, mata kuliah ini membahas bagaimana menggunakan pendekatan matematis, algoritmik, dan digital untuk mengoptimalkan keputusan dan menyelesaikan masalah secara efektif, efisien, dan terukur.

Capaian Pembelajaran (CPL)

Mahasiswa mampu:

1. Memahami konsep dan paradigma riset operasi di era digital.
2. Memodelkan persoalan nyata ke dalam model optimasi matematis dan komputasional.
3. Menerapkan teknik algoritmik dan simulasi dalam pemecahan masalah.
4. Menggunakan perangkat lunak optimasi berbasis digital.
5. Mengembangkan solusi inovatif berbasis proyek dan kebutuhan industri.

D DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iii
RISET OPERASI DI ERA DIGITAL.....	iv
DAFTAR ISI	viii
PENDAHULUAN	1
BAGIAN I FONDASI RISET OPERASI DAN PEMODELAN SISTEM DIGITAL ...	35
BAB 1 PARADIGMA RISET OPERASI DI ERA DIGITAL.....	37
1.1 Hakikat dan Definisi Riset Operasi.....	37
1.2 Evolusi Riset Operasi dari Klasik ke Digital	42
1.3 Karakteristik dan Tahapan Penyelesaian OR	47
1.4 Riset Operasi dalam Transformasi Digital.....	53
1.5 Decision Support Systems (DSS)	59
1.6 Peran Optimasi dalam Industri Berbasis Data	65
1.7 Riset Operasi pada Pendidikan Vokasi Informatika	71
BAB 2 PEMODELAN MATEMATIS DAN FORMULASI OPTIMASI	85
2.1 Konsep Pemodelan Sistem	85
2.2 Variabel Keputusan dan Parameter.....	91
2.3 Fungsi Tujuan dan Kendala	97
2.4 Model Deterministik dan Probabilistik	103
2.5 Formulasi Masalah Optimasi	109
2.6 Validasi dan Verifikasi Model	115
2.7 Studi Pemodelan Sistem Digital.....	121
BAB 3 METODOLOGI RISET OPERASI UNTUK PROYEK INFORMATIKA	153
3.1 Hakikat dan Metodologi Penelitian Riset Operasi.....	153
3.2 Identifikasi dan Formulasi Masalah	158
3.3 Studi Literatur dan Pengumpulan Data	164
3.4 Penyusunan dan Formulasi Model Matematis.....	169
3.5 Pemilihan Metode dan Teknik Optimasi	176
3.6 Penyelesaian Model (Solving the Model)	182
3.7 Verifikasi dan Validasi Model	187
3.8 Analisis dan Interpretasi Hasil	192
3.9 Implementasi Solusi dan Evaluasi.....	197
3.10 Diagram/Flowchart Tahapan Penelitian Riset Operasi.....	202
3.11 Metodologi Riset Operasi untuk Proyek dan Skripsi Informatika	210
3.12 Studi Kasus dan Perancangan Proposal Penelitian OR	214

BAGIAN II TEKNIK OPTIMASI DAN MODEL KEPUTUSAN	221
BAB 4 PROGRAM LINEAR DAN ANALISIS SENSITIVITAS	223
4.1 Konsep Program Linear	223
4.2 Metode Grafik	226
4.3 Metode Simpleks	229
4.4 Dualitas	233
4.5 Analisis Sensitivitas	236
4.6 Implementasi dengan Excel Solver dan Python	240
BAB 5 INTEGER PROGRAMMING DAN OPTIMASI DISKRIT	255
5.1 Integer Programming.....	255
5.2 Binary Optimization	256
5.3 Branch and Bound	258
5.4 Knapsack Problem	260
5.5 Resource Allocation Models	262
5.6 Aplikasi Cloud Resource Optimization.....	264
BAB 6 MODEL TRANSPORTASI, PENUGASAN, DAN SUPPLY CHAIN DIGITAL	281
6.1 Model Transportasi	281
6.2 Vogel Approximation Method	285
6.3 Assignment Problem.....	292
6.4 Hungarian Method	300
6.5 Supply Chain Optimization	307
BAGIAN III ALGORITMA KOMPUTASI DAN OPTIMASI JARINGAN	319
BAB 7 DYNAMIC PROGRAMMING DAN ALGORITMA OPTIMASI	321
7.1 Konsep Dynamic Programming	321
7.2 Rekursi dan Tahapan Solusi	325
7.3 Shortest Path Optimization	329
7.4 Inventory Optimization.....	332
7.5 Greedy Algorithm	335
7.6 Heuristik dan Metaheuristik Dasar	339
BAB 8 MODEL JARINGAN DAN OPTIMASI GRAF.....	347
8.1 Shortest Path	347
8.2 Minimum Spanning Tree	348
8.3 Maximum Flow	350
8.4 Critical Path Method (CPM).....	351
8.5 Routing Optimization pada Jaringan Komputer	353
8.6 Optimasi Topologi Digital Network	354

BAB 9 TEORI ANTRIAN DAN PENJADWALAN SISTEM	361
9.1 Dasar Teori Antrian.....	361
9.2 Model M/M/1 dan M/M/c	363
9.3 Simulasi Sistem Antrian	365
9.4 PERT dan CPM.....	368
9.5 Agile Scheduling Optimization.....	371
9.6 Resource Scheduling.....	375
 BAGIAN IV KOMPUTASI CERDAS, SIMULASI, DAN AI OPTIMIZATION	383
BAB 10 SIMULASI SISTEM DAN DIGITAL TWIN.....	385
10.1 Monte Carlo Simulation.....	385
10.2 Discrete Event Simulation.....	388
10.3 SimPy, Arena, AnyLogic	391
10.4 Simulasi Sistem Industri Digital	395
10.5 Digital Twin Modeling.....	398
10.6 Simulasi Smart Systems	401
BAB 11 ARTIFICIAL INTELLIGENCE DAN METAHEURISTIC OPTIMIZATION.....	411
11.1 AI untuk Optimasi	411
11.2 Genetic Algorithm.....	413
11.3 Swarm Optimization	416
11.4 Machine Learning Optimization	420
11.5 Predictive Decision Analytics	423
11.6 Hybrid AI-OR Models	427
BAB 12 IOT DAN SMART SYSTEMS OPTIMIZATION	435
12.1 Optimasi Sensor Networks	435
12.2 Smart Automation	436
12.3 Scheduling IoT Devices	438
12.4 Edge Computing Optimization.....	440
12.5 Smart Manufacturing.....	442
12.6 Industry 4.0 Optimization Models	444
 BAGIAN V IMPLEMENTASI DIGITAL, TOOLS, DAN PROYEK VOKASI.....	451
BAB 13 IMPLEMENTASI RISET OPERASI DALAM INDUSTRI DIGITAL	453
13.1 OR pada Fintech.....	453
13.2 E-Commerce Analytics	455
13.3 Cybersecurity Resource Planning	457
13.4 Business Intelligence Optimization.....	460
13.5 Supply Chain Analytics.....	462
13.6 Profesi dan Dunia Kerja Digital	464

BAB 14 SISTEM OPTIMASI BERBASIS PYTHON DAN OR-TOOLS	469
14.1 Pemodelan dengan PuLP	469
14.2 Google OR-Tools	471
14.3 Dashboard Decision Support	472
14.4 Integrasi SQL dan Power BI.....	474
14.5 Prototype Sistem Optimasi Digital	476
14.6 Praktikum Industri	478
BAB 15 PROJECT-BASED OPERATIONS RESEARCH	483
15.1 Perancangan Proyek Optimasi.....	483
15.2 Pengembangan Prototype.....	484
15.3 Web dan Mobile Optimization	486
15.4 Integrasi AI + OR	488
15.5 Portofolio Industri Digital	490
BAGIAN VI INOVASI DAN MASA DEPAN RISET OPERASI.....	495
BAB 16 FUTURE TRENDS IN DIGITAL OPERATIONS RESEARCH	497
16.1 OR untuk Big Data.....	497
16.2 Smart Decision Systems.....	498
16.3 Digital Twin Analytics.....	500
16.4 OR dalam Society 5.0	502
16.5 Future Research in Vocation and Informatics	503
16.6 Inovasi Riset Operasi Masa Depan	505
DAFTAR PUSTAKA	509
LAMPIRAN	511
BIOGRAFI PENULIS	587

PENDAHULUAN

0.1 LATAR BELAKANG MATA KULIAH

Kompleksitas Sistem Informasi Modern dan Tuntutan Optimasi di Era Digital

Perkembangan sistem informasi modern menunjukkan pergeseran fundamental dari sistem yang bersifat sederhana dan terisolasi menuju sistem yang terintegrasi, adaptif, dan memiliki tingkat kompleksitas tinggi. Transformasi ini tidak hanya dipicu oleh pertumbuhan komponen teknologi, tetapi juga oleh meningkatnya keterhubungan antar subsistem, dinamika data yang terus berubah, serta kebutuhan pengguna yang semakin beragam dan menuntut respons yang cepat dan akurat. Sistem informasi kini tidak lagi dipahami sebagai entitas teknis semata, melainkan sebagai ekosistem digital yang melibatkan interaksi kompleks antara manusia, proses, algoritma, dan infrastruktur komputasi.

Dalam perspektif sistem, kompleksitas tersebut bersifat multidimensional, dinamis, dan nonlinier. Sistem beroperasi dengan banyak variabel keputusan, keterbatasan sumber daya, serta ketidakpastian lingkungan yang saling memengaruhi. Kondisi ini menimbulkan tantangan serius dalam perancangan, pengelolaan, dan pengambilan keputusan, sehingga diperlukan pendekatan analitis yang sistematis berbasis optimasi untuk memastikan efektivitas dan efisiensi sistem.

Salah satu faktor utama yang memperkuat kompleksitas adalah integrasi lintas platform dalam arsitektur terdistribusi. Sistem modern tidak lagi berdiri sendiri, melainkan saling terhubung melalui cloud computing, edge computing, API, serta jaringan layanan digital yang saling bergantung. Integrasi ini meningkatkan fleksibilitas dan skalabilitas, namun sekaligus memperluas persoalan teknis seperti sinkronisasi data, interoperabilitas, latensi, keamanan, dan efisiensi pemrosesan.

Selain itu, kompleksitas juga diperkuat oleh karakteristik data yang berskala besar, cepat, dan heterogen. Sistem informasi modern harus mampu mengelola data terstruktur, semi-terstruktur, dan tidak terstruktur secara simultan. Kondisi ini menuntut kemampuan komputasional yang tinggi serta strategi pengolahan data yang efisien agar informasi dapat diekstraksi secara bermakna untuk mendukung pengambilan keputusan yang tepat waktu dan akurat.

BAB 1

PARADIGMA RISET OPERASI DI ERA DIGITAL

1.1 Hakikat dan Definisi Riset Operasi

Perkembangan transformasi digital telah mengubah cara organisasi, industri, dan lembaga pendidikan merancang sistem, memproses informasi, serta mengambil keputusan. Kompleksitas persoalan modern yang ditandai oleh volume data besar, dinamika sistem yang cepat, dan kebutuhan efisiensi tinggi menuntut pendekatan ilmiah yang mampu menghasilkan keputusan optimal secara rasional dan terukur. Dalam konteks inilah **Riset Operasi (Operations Research)** memperoleh relevansi yang semakin kuat, khususnya dalam mendukung sistem digital berbasis optimasi.

Riset Operasi tidak lagi dipahami hanya sebagai pendekatan matematis untuk menyelesaikan persoalan industri konvensional, tetapi berkembang menjadi disiplin interdisipliner yang mengintegrasikan matematika terapan, komputasi, analitik data, algoritma, dan kecerdasan digital dalam pengambilan keputusan. Dalam pendidikan vokasi Teknik Informatika, paradigma ini penting karena mahasiswa tidak hanya dituntut memahami teori optimasi, tetapi juga mampu mengaitkannya dengan sistem nyata berbasis teknologi.

Pembahasan mengenai hakikat dan definisi riset operasi menjadi fondasi konseptual untuk memahami keseluruhan struktur keilmuan pada mata kuliah ini, sekaligus menjadi dasar menuju pembahasan pemodelan sistem, algoritma optimasi, dan penerapan digital pada bab-bab berikutnya.

Hakikat Riset Operasi sebagai Ilmu Pengambilan Keputusan

Secara hakiki, Riset Operasi merupakan disiplin ilmu yang berorientasi pada **optimalisasi keputusan** melalui pendekatan ilmiah, sistematis, dan kuantitatif. Fokus utamanya bukan sekadar mencari solusi, melainkan menemukan solusi terbaik (optimal solution) di antara berbagai alternatif berdasarkan tujuan tertentu dan batasan yang ada.

BAB 2

PEMODELAN MATEMATIS DAN FORMULASI OPTIMASI

2.1. Konsep Pemodelan Sistem

Jika pada Bab 1 pembahasan berfokus pada fondasi paradigmatis Riset Operasi di era digital—meliputi hakikat, evolusi, karakteristik, transformasi digital, sistem pendukung keputusan, optimasi berbasis data, serta relevansinya dalam pendidikan vokasi informatika—maka Bab 2 mulai memasuki inti metodologis Riset Operasi, yaitu **pemodelan matematis dan formulasi optimasi**.

Subbab ini menjadi titik transisi yang sangat penting, sebab seluruh pendekatan Riset Operasi pada dasarnya bertumpu pada kemampuan merepresentasikan persoalan nyata ke dalam model yang dapat dianalisis secara sistematis. Dalam perspektif ini, optimasi selalu diawali oleh pemodelan, karena tanpa model tidak ada struktur analisis, tanpa struktur analisis tidak ada formulasi, dan tanpa formulasi tidak ada optimasi.

Dalam konteks era digital, pemodelan sistem menjadi semakin penting karena sistem modern bersifat kompleks, terhubung, dinamis, dan berbasis data. Oleh karena itu, konsep pemodelan sistem tidak lagi dipahami sekadar sebagai abstraksi matematis, tetapi sebagai kerangka representasi untuk memahami, mensimulasikan, dan mengoptimalkan perilaku sistem digital.

Bagi Pendidikan Vokasi Teknik Informatika, pemodelan sistem merupakan fondasi kompetensi yang menghubungkan berpikir komputasional, analisis sistem, dan rekayasa solusi berbasis optimasi.

Hakikat Pemodelan Sistem

Secara konseptual, **pemodelan sistem** merupakan proses merepresentasikan struktur, perilaku, relasi, dan dinamika suatu sistem nyata ke dalam bentuk abstraksi yang dapat dianalisis secara ilmiah.

BAB 3

METODOLOGI RISET OPERASI UNTUK PROYEK INFORMATIKA

3.1 Hakikat dan Metodologi Penelitian Riset Operasi

Dalam konteks **Riset Operasi di Era Digital**, pemahaman tentang hakikat dan metodologi penelitian riset operasi merupakan fondasi epistemologis dan metodologis yang sangat penting dalam membangun kemampuan analitis untuk menyelesaikan persoalan optimasi yang kompleks, khususnya pada lingkungan **Pendidikan Vokasi Teknik Informatika**. Jika pada pembahasan sebelumnya riset operasi dipahami sebagai perangkat konseptual dan matematis untuk mendukung pengambilan keputusan, maka pada subbab ini fokus diperluas pada bagaimana riset operasi dikembangkan sebagai suatu **metodologi ilmiah** yang sistematis untuk memodelkan, menganalisis, dan mengoptimalkan sistem digital.

Hakikat Riset Operasi sebagai Pendekatan Ilmiah

Secara substantif, riset operasi merupakan disiplin interdisipliner yang mengintegrasikan matematika terapan, statistika, algoritma komputasi, teori sistem, dan ilmu keputusan dalam suatu pendekatan ilmiah berbasis model. Hakikatnya tidak semata mencari solusi matematis, melainkan menghasilkan keputusan optimal melalui analisis sistematis terhadap persoalan nyata yang memiliki keterbatasan sumber daya, banyak variabel, dan berbagai kendala operasional.

Dalam era digital, hakikat ini berkembang dari pendekatan optimasi klasik menuju **digital decision optimization**, yakni pendekatan yang menggabungkan pemodelan matematis dengan komputasi cerdas, data-driven analysis, dan teknologi digital untuk menyelesaikan persoalan yang dinamis, kompleks, dan real-time. Dengan demikian, riset operasi tidak

BAB 4

PROGRAM LINEAR DAN ANALISIS SENSITIVITAS

4.1 Konsep Program Linear

Dalam kerangka **Riset Operasi di Era Digital**, program linear (linear programming) menempati posisi fundamental sebagai instrumen formal untuk membangun model optimasi yang sistematis, terukur, dan dapat diimplementasikan secara komputasional. Pada level metodologis, konsep ini tidak hanya dipahami sebagai teknik matematis, tetapi sebagai **bahasa formal untuk merepresentasikan struktur keputusan dalam sistem digital yang memiliki keterbatasan sumber daya**.

Hakikat Konsep Program Linear dalam Sistem Optimasi

Program linear merupakan pendekatan pemodelan matematis yang digunakan untuk mengoptimalkan suatu fungsi tujuan linear dengan mempertimbangkan sekumpulan kendala linear. Dalam perspektif riset operasi modern, konsep ini merepresentasikan **struktur rasionalisasi keputusan**, yaitu bagaimana suatu sistem memilih alternatif terbaik di antara sejumlah kemungkinan yang dibatasi oleh kapasitas, aturan, atau batasan operasional.

Dalam konteks pendidikan vokasi teknik informatika, konsep ini menjadi dasar untuk memahami bagaimana sistem digital—baik perangkat lunak, jaringan, maupun layanan komputasi—dapat diatur secara optimal melalui formulasi matematis yang eksplisit.

Lebih jauh, program linear tidak hanya berfungsi sebagai alat perhitungan, tetapi juga sebagai **model abstraksi realitas sistem digital**, di mana setiap variabel merepresentasikan komponen operasional yang dapat dikendalikan, dan setiap kendala merepresentasikan batasan sistem yang bersifat teknis maupun logis.

BAB 5

INTEGER PROGRAMMING DAN OPTIMASI DISKRIT

5.1 Integer Programming

Integer Programming (IP) merupakan salah satu cabang penting dalam riset operasi yang berfokus pada penyelesaian masalah optimasi dengan batasan bahwa sebagian atau seluruh variabel keputusan harus bernilai bilangan bulat (integer). Pendekatan ini menjadi sangat relevan ketika model keputusan tidak dapat direpresentasikan secara kontinu, melainkan membutuhkan representasi diskrit yang mencerminkan realitas sistem digital, komputasi, maupun sistem rekayasa.

Dalam konteks **Riset Operasi di Era Digital**, Integer Programming memiliki posisi strategis karena banyak persoalan dalam sistem informasi dan teknologi tidak dapat diselesaikan secara optimal hanya dengan pendekatan linear kontinu. Sistem penjadwalan, pengalokasian sumber daya komputasi, desain jaringan, hingga pengambilan keputusan berbasis logika biner (ya/tidak) merupakan bentuk nyata dari kebutuhan model diskrit yang presisi.

Secara konseptual, Integer Programming memperluas model pemrograman linear dengan menambahkan kendala integritas pada variabel keputusan. Hal ini menyebabkan ruang solusi menjadi tidak lagi berupa bidang kontinu, melainkan himpunan titik diskrit yang harus dieksplorasi secara sistematis. Konsekuensinya, kompleksitas komputasi meningkat secara signifikan, sehingga diperlukan pendekatan algoritmik yang lebih canggih dibandingkan metode optimasi klasik.

Dalam perkembangan modern, Integer Programming tidak lagi berdiri sendiri sebagai pendekatan matematis, tetapi telah terintegrasi dengan teknologi komputasi digital. Algoritma seperti **branch and bound**, **cutting plane**, dan **branch and cut** menjadi fondasi dalam menyelesaikan masalah IP secara efisien. Implementasi algoritma ini banyak digunakan dalam

BAB 6

MODEL TRANSPORTASI, PENUGASAN, DAN SUPPLY CHAIN DIGITAL

6.1 Model Transportasi

Dalam konteks **Riset Operasi di Era Digital**, model transportasi merupakan salah satu pendekatan fundamental dalam optimasi sistem distribusi yang berorientasi pada efisiensi aliran sumber daya dari sejumlah titik asal (supply nodes) menuju titik tujuan (demand nodes). Model ini tidak hanya dipahami sebagai persoalan matematis klasik, tetapi juga sebagai representasi dinamis dari sistem logistik modern yang terintegrasi dengan teknologi digital, data real-time, dan sistem informasi berbasis jaringan.

Secara akademis, model transportasi berada dalam rumpun **linear programming khusus (special linear programming model)** yang dirancang untuk meminimalkan biaya distribusi atau memaksimalkan efisiensi pengiriman dengan tetap memenuhi batasan kapasitas pasokan dan kebutuhan permintaan. Namun dalam perkembangan era digital, model ini mengalami perluasan makna menjadi bagian dari **sistem optimasi rantai pasok (supply chain optimization system)** yang berbasis data dan algoritma adaptif.

Karakteristik Konseptual Model Transportasi

Model ini merepresentasikan struktur keputusan yang melibatkan tiga elemen utama: sumber, tujuan, dan jalur distribusi. Dalam perspektif komputasional, setiap elemen dipetakan sebagai node dalam sistem jaringan (network system), sehingga permasalahan transportasi dapat direduksi menjadi bentuk optimasi aliran (flow optimization problem).

Kekuatan utama model ini terletak pada kemampuannya mengintegrasikan:

- keterbatasan kapasitas (supply constraints),
- kebutuhan permintaan (demand constraints),

BAB 7

DYNAMIC PROGRAMMING DAN ALGORITMA OPTIMASI

7.1 Konsep Dynamic Programming

Dynamic Programming (DP) merupakan pendekatan algoritmik dalam riset operasi yang dirancang untuk menyelesaikan persoalan optimasi yang kompleks dengan cara memecahnya menjadi sub-masalah yang lebih kecil, saling berhubungan, dan memiliki struktur keputusan bertahap. Dalam konteks sistem digital modern, DP menjadi fondasi penting dalam perancangan algoritma efisien yang digunakan pada berbagai aplikasi komputasi, mulai dari optimasi jaringan, kecerdasan buatan, hingga sistem pengambilan keputusan berbasis data.

Secara epistemologis, konsep Dynamic Programming tidak hanya berorientasi pada penyelesaian masalah, tetapi juga pada **struktur logis proses keputusan**. Setiap keputusan pada tahap tertentu akan memengaruhi hasil pada tahap berikutnya, sehingga diperlukan pendekatan yang mempertimbangkan hubungan antar-tahapan secara sistematis dan berkesinambungan. Dengan demikian, DP tidak berdiri sebagai metode hitung semata, melainkan sebagai kerangka berpikir optimasi berbasis **dekomposisi, rekursivitas, dan optimalitas global**.

Karakteristik Fundamental Dynamic Programming

Dalam perspektif riset operasi di era digital, DP memiliki karakteristik utama yang membedakannya dari pendekatan optimasi lainnya:

1. **Decomposability (Dekomposisi Masalah)**

Permasalahan besar diuraikan menjadi sub-masalah yang lebih sederhana, sehingga memungkinkan analisis yang lebih terstruktur dan terukur dalam sistem komputasi.

BAB 8

MODEL JARINGAN DAN OPTIMASI GRAF

8.1 Shortest Path (Lintasan Terpendek)

Dalam konteks **Riset Operasi di Era Digital**, persoalan *shortest path* merupakan fondasi utama dalam analisis jaringan yang berorientasi pada efisiensi sistem. Permasalahan ini tidak hanya dipahami sebagai pencarian jalur terpendek secara geometris, tetapi lebih jauh sebagai bentuk **optimasi struktur keputusan dalam sistem berbasis jaringan yang kompleks dan dinamis**.

Secara akademis, *shortest path problem* dapat direpresentasikan sebagai upaya menentukan lintasan optimal pada graf berbobot yang menghubungkan simpul-simpul (nodes) melalui sisi (edges) dengan nilai tertentu yang merepresentasikan biaya, waktu, jarak, atau parameter efisiensi lainnya. Dalam perspektif riset operasi modern, bobot tersebut tidak lagi bersifat statis, melainkan dapat bersifat adaptif berdasarkan kondisi sistem digital seperti trafik data, beban jaringan, atau perubahan lingkungan komputasi.

Pendekatan ini menjadi penting dalam Pendidikan Vokasi Teknik Informatika karena memberikan dasar konseptual bagi mahasiswa untuk memahami bagaimana sistem komputer, jaringan komunikasi, dan aplikasi digital melakukan proses routing dan optimasi keputusan secara otomatis.

Secara metodologis, penyelesaian *shortest path* dalam riset operasi tidak berdiri sebagai satu algoritma tunggal, melainkan sebagai keluarga pendekatan komputasional yang disesuaikan dengan karakteristik jaringan. Pendekatan ini mencerminkan prinsip utama optimasi, yaitu pencarian solusi terbaik di antara sekumpulan alternatif yang terbatas namun kompleks.

Dalam konteks era digital, implementasi konsep ini berkembang dari model deterministik menuju model berbasis komputasi adaptif. Sistem informasi modern, seperti navigasi digital, routing internet, hingga

BAB 9

TEORI ANTRIAN DAN PENJADWALAN SISTEM

9.1 Dasar Teori Antrian

Teori antrian merupakan salah satu fondasi utama dalam riset operasi yang berfokus pada analisis perilaku sistem pelayanan ketika permintaan (demand) datang secara acak dan sumber daya pelayanan terbatas. Dalam konteks era digital, teori ini tidak hanya dipahami sebagai kajian matematis klasik, tetapi telah berkembang menjadi instrumen analitik untuk mengoptimalkan kinerja sistem komputasi, jaringan, layanan berbasis cloud, serta infrastruktur teknologi informasi yang bersifat dinamis dan terdistribusi.

Secara konseptual, teori antrian memodelkan interaksi antara **entitas yang datang (arrival process)**, **mekanisme pelayanan (service mechanism)**, dan **kapasitas sistem (system capacity)**. Ketiga elemen ini membentuk suatu sistem stokastik yang menggambarkan ketidakaturan beban kerja dalam lingkungan digital modern. Dalam sistem berbasis informatika, entitas dapat berupa permintaan pengguna, paket data, job komputasi, maupun transaksi digital yang harus diproses oleh server atau prosesor dengan keterbatasan waktu dan sumber daya.

Pendekatan ilmiah dalam teori antrian bertumpu pada pemodelan probabilitas, di mana kedatangan dan waktu pelayanan sering diasumsikan mengikuti distribusi tertentu seperti Poisson untuk kedatangan dan eksponensial untuk waktu layanan. Namun dalam perkembangan sistem digital kontemporer, asumsi tersebut dapat diperluas dengan model non-Markovian, sehingga memungkinkan analisis yang lebih realistis terhadap beban kerja sistem yang bersifat tidak homogen dan adaptif.

Struktur dasar sistem antrian umumnya terdiri dari komponen:

- **Input (arrival process)** yang menggambarkan pola permintaan masuk secara waktu nyata.

BAB 10

SIMULASI SISTEM DAN DIGITAL TWIN

10.1 Monte Carlo Simulation (Simulasi Monte Carlo)

Dalam konteks **Riset Operasi di Era Digital**, pendekatan simulasi tidak hanya berfungsi sebagai alat bantu analisis, tetapi telah berkembang menjadi instrumen strategis dalam memahami perilaku sistem kompleks yang bersifat stokastik, dinamis, dan tidak sepenuhnya dapat dimodelkan secara deterministik. Salah satu pendekatan yang paling fundamental dan luas penerapannya adalah **Simulasi Monte Carlo**, yang menjadi basis bagi berbagai teknik komputasi cerdas modern, termasuk digital twin dan AI-driven optimization.

A. Konsep Dasar Monte Carlo Simulation dalam Sistem Digital

Simulasi Monte Carlo merupakan metode komputasi berbasis probabilitas yang menggunakan **sampling acak (random sampling)** untuk memodelkan dan menganalisis sistem yang mengandung ketidakpastian. Dalam kerangka riset operasi, metode ini tidak sekadar menghitung hasil, tetapi merepresentasikan **distribusi kemungkinan dari suatu keputusan atau sistem**.

Pendekatan ini relevan ketika:

- Model matematis eksak sulit atau tidak mungkin dibangun,
- Sistem memiliki variabel acak yang kompleks,
- Analisis sensitivitas terhadap perubahan parameter diperlukan,
- Evaluasi risiko menjadi bagian dari pengambilan keputusan.

Dalam era digital, Monte Carlo tidak lagi terbatas pada simulasi manual atau statistik sederhana, tetapi telah terintegrasi dengan **komputasi paralel, cloud computing, dan machine learning**, sehingga mampu menangani data berskala besar (big data simulation).

BAB 11

ARTIFICIAL INTELLIGENCE DAN METAHEURISTIC OPTIMIZATION

11.1 Artificial Intelligence (AI) untuk Optimasi

Dalam konteks **Riset Operasi di Era Digital**, Artificial Intelligence (AI) tidak lagi dipahami sekadar sebagai sistem yang meniru kecerdasan manusia, tetapi sebagai **pendekatan komputasional adaptif** yang mampu meningkatkan kualitas keputusan melalui proses pembelajaran berbasis data dan pengalaman sistem. AI berperan sebagai penguat (enhancer) dari model optimasi klasik dengan kemampuan untuk menangani kompleksitas, ketidakpastian, serta dimensi data yang sangat besar dalam sistem modern.

1. AI sebagai Ekstensi dari Optimasi Klasik

Secara ilmiah, optimasi tradisional dalam riset operasi berfokus pada pencarian solusi terbaik berbasis model matematis yang terdefinisi secara eksplisit. Namun, dalam sistem digital modern, banyak permasalahan tidak lagi memiliki struktur deterministik yang sederhana. Di sinilah AI berfungsi sebagai **pendekatan adaptif non-linear** yang mampu:

- Mengaproksimasi fungsi tujuan yang kompleks,
- Mempelajari pola dari data historis,
- Mengadaptasi solusi terhadap perubahan lingkungan sistem.

Dengan demikian, AI memperluas cakupan optimasi dari *model-based optimization* menjadi *data-driven optimization*.

2. Pembelajaran Mesin dalam Proses Optimasi

Machine Learning (ML) sebagai cabang utama AI memiliki kontribusi signifikan dalam proses optimasi, khususnya dalam:

- **Prediksi parameter sistem** yang tidak diketahui secara pasti,
- **Estimasi fungsi objektif** berbasis data observasional,

BAB 12

IOT DAN SMART SYSTEMS OPTIMIZATION

12.1 Optimasi Sensor Networks

Dalam konteks **Riset Operasi di Era Digital**, optimasi jaringan sensor (sensor networks optimization) merupakan salah satu domain penting yang menghubungkan teori optimasi matematis dengan sistem komputasi terdistribusi berbasis *Internet of Things* (IoT). Jaringan sensor tidak lagi dipahami sekadar sebagai kumpulan perangkat pengumpul data, tetapi sebagai sistem adaptif yang harus mampu bekerja secara efisien dalam kondisi sumber daya terbatas, lingkungan dinamis, serta kebutuhan pengolahan data real-time.

Secara akademis, optimasi jaringan sensor berfokus pada perancangan dan pengelolaan struktur jaringan yang mampu memaksimalkan kinerja sistem dengan meminimalkan konsumsi energi, memperpanjang umur jaringan, meningkatkan kualitas komunikasi data, serta menjaga akurasi informasi yang dikirimkan ke sistem pusat atau *cloud computing*. Dalam perspektif riset operasi, masalah ini direpresentasikan sebagai persoalan optimasi multikriteria dengan berbagai kendala seperti kapasitas energi, jarak komunikasi, bandwidth, dan topologi jaringan.

Pendekatan optimasi dalam jaringan sensor umumnya melibatkan beberapa dimensi analitis. Pertama, **optimasi penempatan node sensor** yang bertujuan untuk mencapai cakupan area maksimum dengan jumlah sensor minimum, sehingga efisiensi biaya dan energi dapat dicapai secara simultan. Kedua, **optimasi routing data**, yaitu menentukan jalur pengiriman data yang paling efisien dari node sensor menuju sink node atau gateway dengan mempertimbangkan konsumsi energi minimum dan latensi rendah. Ketiga, **optimasi clustering**, di mana node sensor dikelompokkan ke dalam cluster tertentu untuk mengurangi beban komunikasi langsung ke pusat dan meningkatkan efisiensi agregasi data.

BAB 13

IMPLEMENTASI RISET OPERASI DALAM INDUSTRI DIGITAL

13.1 Riset Operasi pada Fintech (Financial Technology)

Implementasi Digital dalam Sistem Keuangan Berbasis Optimasi

Penerapan *Riset Operasi (RO)* dalam sektor *financial technology (fintech)* berfokus pada pengembangan model kuantitatif dan algoritmik untuk meningkatkan efisiensi, akurasi, serta kecepatan pengambilan keputusan dalam sistem keuangan digital. Dalam konteks industri modern yang sangat dinamis dan berbasis data besar (*big data*), RO berperan sebagai fondasi matematis bagi sistem kecerdasan finansial yang digunakan untuk mengelola risiko, mengoptimalkan investasi, serta meningkatkan kualitas layanan keuangan digital.

Secara akademis, fintech tidak hanya dipahami sebagai inovasi teknologi dalam transaksi keuangan, tetapi sebagai ekosistem komputasional yang mengintegrasikan model optimasi, analitik prediktif, dan kecerdasan buatan. Di dalam ekosistem ini, Riset Operasi menjadi pendekatan strategis untuk memformulasikan masalah keuangan sebagai model matematis yang dapat dioptimalkan secara sistematis.

1. Optimasi dalam Manajemen Risiko Digital

Dalam fintech, pengelolaan risiko kredit, pasar, dan likuiditas merupakan aspek krusial yang dapat dimodelkan melalui pendekatan optimasi stokastik. Riset Operasi memungkinkan sistem untuk menentukan keputusan terbaik di bawah ketidakpastian, misalnya dalam penilaian kelayakan kredit (*credit scoring*) berbasis data historis dan perilaku pengguna digital. Model optimasi ini membantu institusi keuangan digital meminimalkan potensi kerugian sekaligus memaksimalkan tingkat pengembalian.

BAB 14

SISTEM OPTIMASI BERBASIS PYTHON DAN OR-TOOLS

14.1 Pemodelan dengan PuLP

Dalam konteks **Riset Operasi di Era Digital**, kemampuan menerjemahkan persoalan nyata ke dalam bentuk model komputasional menjadi kompetensi inti yang menentukan efektivitas solusi optimasi. Salah satu pendekatan yang banyak digunakan dalam lingkungan akademik dan industri berbasis data adalah pemodelan menggunakan pustaka **PuLP** dalam ekosistem Python. Pendekatan ini tidak hanya berfungsi sebagai alat komputasi, tetapi juga sebagai jembatan konseptual antara model matematis dan implementasi algoritmik dalam sistem digital.

Pemodelan dengan PuLP pada dasarnya merepresentasikan proses transformasi struktur masalah optimasi ke dalam tiga komponen utama, yaitu **variabel keputusan, fungsi tujuan, dan kendala sistem**. Dalam kerangka riset operasi modern, ketiga komponen ini tidak lagi dipandang sebagai elemen statis, tetapi sebagai entitas dinamis yang dapat diintegrasikan dengan data real-time, sistem informasi, dan lingkungan komputasi berbasis cloud.

Dari perspektif pendidikan vokasi teknik informatika, penggunaan PuLP memiliki signifikansi strategis karena memperkuat keterhubungan antara teori optimasi dan implementasi perangkat lunak. Mahasiswa tidak hanya memahami formulasi matematis, tetapi juga dilatih untuk membangun model yang dapat dieksekusi secara komputasional. Hal ini mencerminkan pendekatan **model-driven decision making**, di mana keputusan tidak dihasilkan secara intuitif, melainkan melalui proses sistematis berbasis model.

Dalam struktur pemodelan, variabel keputusan berfungsi sebagai representasi digital dari pilihan-pilihan yang tersedia dalam suatu sistem. Variabel ini dapat berbentuk kontinu maupun diskrit, tergantung pada

BAB 15

PROJECT-BASED OPERATIONS RESEARCH

15.1. Perancangan Proyek Optimasi

Perancangan proyek optimasi dalam konteks *Riset Operasi di Era Digital* merupakan tahapan strategis yang mengintegrasikan pendekatan ilmiah, komputasional, dan rekayasa sistem untuk menghasilkan solusi berbasis data yang dapat diimplementasikan secara nyata. Dalam pendidikan vokasi Teknik Informatika, desain proyek tidak hanya berorientasi pada hasil matematis, tetapi juga pada kemampuan mahasiswa dalam menerjemahkan permasalahan kompleks menjadi model keputusan yang terstruktur, adaptif, dan dapat dieksekusi menggunakan teknologi digital.

Pada tahap ini, inti proses dimulai dari **identifikasi sistem dan problem domain**, yaitu bagaimana suatu permasalahan di lingkungan nyata—seperti sistem layanan digital, manajemen sumber daya komputasi, atau optimasi proses bisnis berbasis TI—diformulasikan sebagai sistem yang memiliki variabel keputusan, batasan operasional, serta tujuan yang ingin dicapai secara kuantitatif. Pendekatan ini menuntut kemampuan berpikir sistemik (*systems thinking*) untuk melihat keterkaitan antar komponen dalam suatu ekosistem digital, bukan sekadar elemen yang berdiri sendiri.

Selanjutnya, perancangan proyek optimasi menekankan pada **formalisasi model keputusan** yang mencakup transformasi permasalahan ke dalam struktur matematis atau algoritmik. Proses ini melibatkan pemetaan variabel, parameter, fungsi objektif, serta kendala sistem yang merepresentasikan realitas operasional. Dalam konteks era digital, model tersebut tidak hanya bersifat statis, tetapi juga dapat dikembangkan menjadi model dinamis yang responsif terhadap perubahan data secara real-time, sehingga relevan dengan karakteristik sistem modern seperti cloud computing, big data analytics, dan sistem informasi adaptif.

Tahapan penting lainnya adalah **desain arsitektur komputasional proyek**, yang menghubungkan model optimasi dengan perangkat teknologi yang digunakan. Pada fase ini, integrasi antara metode riset operasi dengan

BAB 16

FUTURE TRENDS IN DIGITAL OPERATIONS RESEARCH

16.1. Riset Operasi untuk Big Data (OR for Big Data)

Perkembangan Big Data telah menggeser paradigma tradisional Riset Operasi (Operations Research/OR) dari pendekatan berbasis data kecil dan terstruktur menuju sistem analitik yang menangani data dalam skala besar, heterogen, dan real-time. Dalam konteks ini, OR tidak lagi hanya berfokus pada optimasi deterministik klasik, tetapi berkembang menjadi pendekatan adaptif yang mampu mengintegrasikan volume data masif sebagai input utama dalam proses pengambilan keputusan.

Integrasi OR dengan Big Data menuntut transformasi metodologis, khususnya dalam hal **pemodelan, komputasi, dan interpretasi hasil optimasi**. Model optimasi konvensional sering kali tidak mampu menangani kompleksitas dimensionalitas tinggi (*high-dimensional data*), sehingga diperlukan pendekatan berbasis *data-driven optimization* yang menggabungkan teknik statistik, machine learning, dan algoritma heuristik untuk menghasilkan solusi yang lebih robust dan responsif terhadap dinamika sistem.

Dalam perspektif ini, Riset Operasi berperan sebagai jembatan antara **data besar (Big Data analytics)** dan **pengambilan keputusan optimal (optimal decision-making)**. Data dalam skala besar tidak hanya diperlakukan sebagai input pasif, tetapi sebagai sumber informasi dinamis yang terus diperbarui untuk memperbaiki fungsi tujuan dan kendala dalam model optimasi. Hal ini memungkinkan terbentuknya sistem keputusan yang bersifat adaptif dan self-improving.

Pada level implementasi, OR untuk Big Data banyak diterapkan dalam sistem digital seperti:

- optimasi rantai pasok berbasis data real-time,
- pengelolaan trafik jaringan dan sistem cloud computing,

DAFTAR PUSTAKA

- Ahuja, R. K., Magnanti, T. L., & Orlin, J. B. (1993). *Network Flows: Theory, Algorithms, and Applications*. Prentice Hall.
- Atzori, L., Iera, A., & Morabito, G. (2010). The Internet of Things: A survey. *Computer Networks*.
- Banks, J., Carson, J. S., Nelson, B. L., & Nicol, D. M. (2010). *Discrete-Event System Simulation*. Pearson.
- Bazaraa, M. S., Sherali, H. D., & Shetty, C. M. (2013). *Linear Programming and Network Flows*. Wiley.
- Bazaraa, M. S., Sherali, H. D., & Shetty, C. M. (2013). *Nonlinear Programming: Theory and Algorithms*. Wiley.
- Bishop, C. M. (2006). *Pattern Recognition and Machine Learning*. Springer.
- Boyd, S., & Vandenberghe, L. (2004). *Convex Optimization*. Cambridge University Press.
- Chopra, S., & Meindl, P. (2019). *Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation*. Pearson.
- Cormen, T. H., Leiserson, C. E., Rivest, R. L., & Stein, C. (2009). *Introduction to Algorithms*. MIT Press.
- Cisco Systems. (2023). *IoT Architecture Documentation*.
- Goldberg, D. E. (1989). *Genetic Algorithms in Search, Optimization, and Machine Learning*. Addison-Wesley.
- Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). *Deep Learning*. MIT Press.
- Gross, D., & Harris, C. M. (1998). *Fundamentals of Queueing Theory*. Wiley.
- Hillier, F. S., & Lieberman, G. J. (2015). *Introduction to Operations Research*. McGraw-Hill.
- Holland, J. H. (1992). *Adaptation in Natural and Artificial Systems*. MIT Press.
- Kaur, H., & Singh, S. (2021). *Smart Logistics and IoT Applications*. Springer.
- Kennedy, J., & Eberhart, R. (1995). Particle swarm optimization. *Proceedings of IEEE*.
- Kerzner, H. (2017). *Project Management: A Systems Approach*. Wiley.
- Kleinberg, J., & Tardos, É. (2006). *Algorithm Design*. Pearson.
- Law, A. M. (2014). *Simulation Modeling and Analysis*. McGraw-Hill.
- Lee, J., Bagheri, B., & Kao, H. A. (2015). Smart manufacturing and Industry 4.0. *Springer*.
- McKinsey & Company. (2023). *Digital Transformation Reports*.
- Microsoft. (2022). *Excel Solver Documentation*.

- Nemhauser, G. L., & Wolsey, L. A. (1999). *Integer and Combinatorial Optimization*. Wiley.
- OECD. (2022). *Society 5.0 Reports*.
- Pinedo, M. (2016). *Scheduling: Theory, Algorithms, and Systems*. Springer.
- Provost, F., & Fawcett, T. (2013). *Data Science for Business*. O'Reilly.
- Render, B., Stair, R., & Hanna, M. (2012). *Quantitative Analysis for Management*. Pearson.
- Ross, S. (2013). *Simulation*. Academic Press.
- Russell, S., & Norvig, P. (2020). *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. Pearson.
- Schwab, K. (2016). *The Fourth Industrial Revolution*. World Economic Forum.
- Shi, W., Cao, J., Zhang, Q., Li, Y., & Xu, L. (2016). Edge computing: Vision and challenges. *IEEE Internet of Things Journal*.
- Silberschatz, A., Korth, H. F., & Sudarshan, S. (2019). *Database System Concepts*. McGraw-Hill.
- Taha, H. A. (2017). *Operations Research: An Introduction*. Pearson.
- Tao, F., Zhang, H., Liu, A., & Nee, A. Y. C. (2018). Digital twin driven smart manufacturing. *IEEE*.
- Turban, E., Sharda, R., & Delen, D. (2011). *Decision Support Systems and Business Intelligence Systems*. Pearson.
- Winston, W. L. (2004). *Operations Research: Applications and Algorithms*. Cengage Learning.
- Zanella, A., Bui, N., Castellani, A., Vangelista, L., & Zorzi, M. (2014). Internet of Things for smart cities. *IEEE Internet of Things Journal*.

BIOGRAFI PENULIS

Martinus Tekege merupakan seorang akademisi dan praktisi di bidang Teknik Informatika yang memiliki minat khusus pada kajian riset operasi, optimasi sistem, serta transformasi digital dalam pendidikan vokasi. Ia aktif dalam pengembangan bahan ajar berbasis teknologi yang mengintegrasikan konsep teoretis dengan keterampilan praktis guna mendukung kesiapan kerja lulusan di era industri digital.

Pendidikan tinggi ditempuh pada bidang Teknik Informatika, dengan fokus pada pemodelan matematis, algoritma komputasi, serta penerapan optimasi dalam sistem berbasis teknologi. Selama perjalanan akademiknya, ia terlibat dalam berbagai penelitian yang berkaitan dengan optimasi jaringan, pengambilan keputusan berbasis data, serta pengembangan sistem cerdas untuk kebutuhan pendidikan dan industri.

Sebagai pengajar, penulis komitmen dalam mengembangkan pembelajaran yang adaptif, kontekstual, dan berbasis praktik (*practice-based learning*). aktif mengintegrasikan penggunaan bahasa pemrograman, khususnya Python, dalam pembelajaran riset operasi guna meningkatkan kemampuan analitis dan problem solving mahasiswa. Selain itu, ia juga terlibat dalam penyusunan kurikulum dan pengembangan modul ajar di bidang Teknik Informatika berbasis kebutuhan dunia kerja.

Karya buku "*Riset Operasi di Era Digital: Pendekatan Optimasi untuk Pendidikan Vokasi Teknik Informatika*" ini merupakan salah satu kontribusinya dalam memperkaya literatur pembelajaran yang relevan dengan perkembangan teknologi saat ini. Melalui buku ini, penulis berharap dapat memberikan pemahaman yang komprehensif serta keterampilan aplikatif kepada mahasiswa dalam menghadapi tantangan optimasi di berbagai bidang.

Selain aktivitas akademik, penulis juga aktif dalam kegiatan pengabdian kepada masyarakat, khususnya dalam pemanfaatan teknologi digital untuk peningkatan kapasitas sumber daya manusia di lingkungan pendidikan vokasi.

Penulis dapat dihubungi melalui institusi tempatnya mengajar untuk keperluan akademik, kolaborasi penelitian, maupun pengembangan bahan ajar di bidang riset operasi dan teknologi informasi.

RISET OPERASI DI ERA DIGITAL

Pendekatan Optimasi untuk Pendidikan Vokasi Teknik Informatika

Buku ini membahas konsep dan penerapan riset operasi sebagai pendekatan ilmiah untuk menyelesaikan berbagai persoalan pengambilan keputusan secara optimal. Di tengah perkembangan teknologi digital yang semakin pesat, kemampuan menganalisis masalah, mengelola sumber daya, serta menentukan alternatif terbaik menjadi kompetensi penting, khususnya dalam lingkungan pendidikan vokasi Teknik Informatika. Buku ini mengantarkan pembaca pada pemahaman mengenai bagaimana metode riset operasi dapat digunakan untuk menghadapi persoalan yang kompleks dan dinamis.

Pembahasan dalam buku diarahkan pada pendekatan optimasi yang relevan dengan kebutuhan pendidikan vokasi, dengan mengintegrasikan pemikiran analitis, teknologi informasi, dan penyelesaian masalah berbasis data. Riset operasi tidak hanya dipahami sebagai kumpulan metode matematis, tetapi juga sebagai kerangka berpikir sistematis dalam merancang solusi yang efektif dan efisien. Pendekatan tersebut dapat mendukung berbagai kebutuhan, mulai dari perencanaan, pengalokasian sumber daya, penjadwalan, hingga pengambilan keputusan dalam lingkungan akademik maupun dunia kerja.

Buku ini hadir sebagai referensi bagi mahasiswa, dosen, pendidik vokasi, praktisi Teknik Informatika, serta pembaca yang ingin memahami penerapan riset operasi dalam konteks era digital. Dengan menghubungkan teori optimasi dan kebutuhan praktis pendidikan vokasi, buku ini diharapkan dapat membantu pembaca mengembangkan kemampuan berpikir logis, analitis, dan solutif dalam menghadapi permasalahan nyata. Pada akhirnya, pemanfaatan riset operasi dapat menjadi salah satu fondasi untuk menghasilkan keputusan yang lebih tepat, efisien, dan adaptif terhadap perkembangan teknologi.

 www.penerbitwidina.com
 [@penerbitwidina](https://www.instagram.com/penerbitwidina)
 [penerbit widina](https://www.facebook.com/penerbitwidina)
 penerbitwidina@gmail.com
 widina store
 widina bookstore

Layanan Pembaca & Penerbitan Buku
 0815-7000-699



SCANME

Teknologi & Informatika

ISBN 978-634-317-340-3



9

786343

173403