

PEMODELAN DAN SIMULASI SISTEM KOMPUTER

Teori dan Implementasi

Tim Penulis:

Arif Muhamad Nurdin | Wiranti Sri Utami | Agung Yuliyanto Nugroho
Dahlan | Norbertus Tri Suswanto Saptadi | Fahmi Fadillah Septiana
Riani Lubis | Hamzah Nurriqfi Fakhri Fikrillah
Max Teja Ajie Cipta Widiyanto
Lilis Supratman



PEMODELAN DAN SIMULASI SISTEM KOMPUTER

Teori dan Implementasi

Arif Muhamad Nurdin

Wiranti Sri Utami

Agung Yuliyanto Nugroho

Dahlan

Norbertus Tri Suswanto Saptadi

Fahmi Fadillah Septiana

Riani Lubis

Hamzah Nurrifqi Fakhri Fikrillah

Max Teja Ajie Cipta Widiyanto

Lilis Supratman

PEMODELAN DAN SIMULASI SISTEM KOMPUTER

Teori dan Implementasi

Tim Penulis:

Arif Muhamad Nurdin
Wiranti Sri Utami
Agung Yuliyanto Nugroho
Dahlan
Norbertus Tri Suswanto Saptadi
Fahmi Fadillah Septiana
Riani Lubis
Hamzah Nurrifqi Fakhri Fikrillah
Max Teja Ajie Cipta Widiyanto
Lilis Supratman

Editor : Ajay Supriadi, M.Kom.
Tata Letak : Lilis Khalisatul Karimah, S.H.
Desain Cover : Asep Nugraha, S.Hum.
Ukuran : UNESCO 15,5 x 23 cm
Halaman : vii, 165
ISBN : 978-634-7522-22-1
Terbit Pada : Februari 2026
Anggota IKAPI : No. 073/BANTEN/2023

Hak Cipta 2026 @ Sada Kurnia Pustaka dan Penulis

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

PENERBIT PT SADA KURNIA PUSTAKA

Jl. Kramat, Panenjoan Kec. Carenang, Kab. Serang – Banten, 42195
Email : sadapenerbit@gmail.com
Website : sadapenerbit.com & repository.sadapenerbit.com
Telpon/WA : +62 838 1281 8431

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas selesainya penyusunan buku "**Pemodelan dan Simulasi Sistem Komputer: Teori dan Implementasi**". Di era di mana kompleksitas komputasi berkembang secara eksponensial, kemampuan untuk memprediksi, menganalisis, dan mengoptimalkan performa sistem sebelum benar-benar diimplementasikan bukan lagi sekadar opsi, melainkan kebutuhan fundamental.

Dunia teknologi sering kali terjebak dalam dikotomi: teori yang terlalu abstrak atau implementasi yang terlalu teknis tanpa landasan konsep yang kuat. Buku ini lahir dari keinginan untuk menjembatani jurang tersebut. Kami percaya bahwa simulasi yang baik berawal dari pemodelan yang presisi, dan pemodelan yang presisi lahir dari pemahaman teori yang mendalam. Buku ini dirancang untuk menjadi kompas bagi mahasiswa, peneliti, maupun praktisi IT dalam memahami bagaimana sebuah sistem komputer mulai dari arsitektur prosesor, jaringan, hingga sistem terdistribusi dapat direpresentasikan dalam model matematis dan diuji dalam lingkungan simulasi yang terkendali.

Semoga buku ini dapat menjadi kawan berpikir yang bermanfaat dalam perjalanan Anda mendalami arsitektur dan efisiensi sistem komputer.

Selamat membaca dan bereksperimen!

Tim Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
BAB 1 PENGENALAN <i>MODELING</i> DAN SIMULASI.....	1
(Arif Muhamad Nurdin)	
Latar Belakang dan Peran <i>Modeling</i> & Simulasi	2
Pengertian Dasar.....	2
Daftar Pustaka.....	12
Profil Penulis.....	13
BAB 2 PERAN SIMULASI DALAM SISTEM KOMPUTER	14
(Wiranti Sri Utami)	
Pendahuluan	15
Konsep Dasar Simulasi Dalam Sistem Komputer	15
Jenis-Jenis Simulasi Dalam Sistem Komputer	17
Implementasi Simulasi Dalam Sistem Komputer	19
Peran Simulasi Dalam Pengembangan dan Evaluasi Sistem	20
Simulasi Dalam Sistem Terdistribusi dan <i>Cloud Computing</i>	21
Simulasi Dalam Kecerdasan Buatan dan Sistem Cerdas.....	22
Simulasi Dalam Sistem Keamanan dan Keandalan Komputer	24
Evaluasi Kinerja Sistem Menggunakan Simulasi	26
Simulasi Pada <i>Big Data</i> dan Sistem <i>Real-Time</i>	26
Tantangan dan Keterbatasan Simulasi dalam Sistem Komputer.....	28
Tren dan Arah Penelitian Simulasi Sistem Komputer.....	28
Kesimpulan	29
Daftar Pustaka.....	30
Profil Penulis.....	32
BAB 3 MODEL VS SISTEM DEFINISI DAN KARAKTERISTIK	33
(Agung Yuliyanto Nugroho)	
Definisi Sistem.....	34
Definisi Model.....	35
Perbandingan Model dan Sistem.....	39

Daftar Pustaka.....	45
Profil Penulis.....	46
BAB 4 JENIS-JENIS SIMULASI.....	47
(Dahlan)	
Pendahuluan	48
Diagram Alur Simulasi Sistem Komputer	49
Deterministik.....	50
Stokastik.....	51
Statik.....	53
Dinamik	54
Daftar Pustaka.....	56
Profil Penulis.....	57
BAB 5 KONSEP DASAR PEMODELAN SISTEM KOMPUTER.....	58
(Norbertus Tri Suswanto Saptadi)	
Pendahuluan	59
Pengertian Sistem Komputer	60
Konsep Model Dalam Pemodelan Sistem.....	61
Tujuan Pemodelan Sistem Komputer	63
Karakteristik Sistem Komputer yang Dimodelkan.....	64
Klasifikasi Model Sistem Komputer	65
Penutup	66
Daftar Pustaka.....	67
Profil Penulis.....	69
BAB 6 REPRESENTASI SISTEM: DIAGRAM, <i>FLOWCHART</i>, DAN NOTASI FORMAL.....	70
(Fahmi Fadillah Septiana)	
Pendahuluan	71
Konteks dan Peran Representasi Sistem.....	72
Konsep Dasar Representasi Sistem.....	74
Diagram Sebagai Representasi Sistem	75
Kelebihan dan Keterbatasan Diagram.....	77
Flowchart Dalam Pemodelan Proses.....	78
Peran <i>Flowchart</i> Dalam Sistem	80
Notasi Formal Sebagai Representasi Presisi Tinggi.....	81
Karakteristik Notasi Formal	83
Manfaat dan Tantangan Notasi Formal.....	83

Perbandingan Diagram, <i>Flowchart</i> , dan Notasi Formal	85
Integrasi Representasi Sistem Dalam Pengembangan	87
Kesimpulan	88
Daftar Pustaka	90
Profil Penulis	92
BAB 7 METODE MONTE CARLO DALAM SIMULASI	93
(Riani Lubis)	
Pendahuluan	94
Komponen Simulasi Monte Carlo	94
Tahapan Simulasi Monte Carlo	95
Penerapan Simulasi Monte Carlo	96
Contoh Kasus Simulasi Monte Carlo	97
Daftar Pustaka	102
Profil Penulis	103
BAB 8 VERIFIKASI DAN VALIDASI MODEL SIMULASI	104
(Hamzah Nurrifqi Fakhri Fikrillah)	
Pendahuluan	105
Pentingnya Verifikasi dan Validasi	106
Risiko dan Pentingnya Verifikasi dan Validasi Dalam Pengambilan Keputusan	106
Hambatan dan Proses Verifikasi dan Validasi	107
Prinsip dan Pendekatan Verifikasi dan Validasi	109
Verifikasi Model	112
Validasi Model	113
Tingkat Validasi	118
Revalidasi dan Model <i>Drift</i>	119
Kesimpulan	122
Daftar Pustaka	123
Profil Penulis	124
BAB 9 ANALISIS HASIL DAN VISUALISASI DATA SIMULASI	125
(Max Teja Ajie Cipta Widiyanto)	
Pendahuluan	126
Analisis Hasil dan Visualisasi Data Simulasi	127
Karakteristik Data Hasil Data Simulasi	129
Tahapan Analisis Hasil Simulasi	131
Metode Analisis Statistik Pada Data Simulasi	133

Jenis Visualisasi Untuk Data Simulasi	136
Interpretasi Visualisasi Data Simulasi.....	139
Interpretasi Berdasarkan Jenis Grafik Data Simulasi.....	140
Daftar Pustaka.....	144
Profil Penulis.....	145
BAB 10 TREN DAN TANTANGAN MASA DEPAN DALAM MODELING DAN SIMULATION	147
(Lilis Supratman)	
Pendahuluan	148
Latar Belakang Perkembangan <i>Modeling</i> dan <i>Simulation</i> Dalam Sistem Komputer	148
Peran Strategis <i>Modeling</i> dan <i>Simulation</i> Dalam Sistem Komputer Modern.....	149
Perubahan Paradigma <i>Modeling</i> dan <i>Simulation</i> Seiring Kemajuan Teknologi <i>Digital</i>	149
Evolusi <i>Modeling</i> dan <i>Simulation</i> Sistem Komputer	150
Tren Utama <i>Modeling</i> dan <i>Simulation</i> Masa Depan.....	153
Tantangan Utama Dalam <i>Modeling</i> dan <i>Simulation</i> Masa Depan.....	156
Peluang dan Arah Pengembangan ke Depan	160
Implikasi Bagi Pendidikan dan Penelitian Sistem Komputer.	161
Daftar Pustaka.....	163
Profil Penulis.....	165




BAB 1

PENGENALAN *MODELING*

DAN SIMULASI

Arif Muhamad Nurdin, S.Kom., M.Kom.
Universitas Jenderal Soedirman



Latar Belakang dan Peran *Modeling* & Simulasi

Pemodelan dan simulasi telah menjadi pendekatan fundamental dalam ilmu komputer karena meningkatnya kompleksitas sistem yang tidak dapat dianalisis secara langsung melalui eksperimen fisik atau analitik semata. Dunia nyata seringkali memiliki tingkat kompleksitas yang sangat tinggi, sehingga kapasitas pemrosesan pikiran manusia sering kali terbatas untuk memahami seluruh permasalahan secara utuh, detail, dan efisien dalam satu waktu (Hidayatno, 2022).

Oleh karena itu, diperlukan pemodelan, yaitu proses penyederhanaan realitas ke dalam bentuk representasi yang lebih sederhana agar dapat dipahami dan dianalisis oleh pihak yang berkepentingan (Eska *et al.*, 2023). Melengkapi hal tersebut, simulasi hadir sebagai teknik atau eksperimen untuk meniru kerja suatu sistem nyata dengan menggunakan model tersebut melalui bantuan teknologi komputer agar dapat dipelajari secara ilmiah. Latar belakang utama penggunaan instrumen ini didorong oleh adanya unsur ketidakpastian dan risiko di masa depan yang melekat pada setiap proses pengambilan keputusan (Hidayatno, 2022).

Melakukan eksperimen atau uji coba langsung pada sistem nyata sering kali dianggap tidak praktis karena memerlukan biaya yang sangat besar, waktu yang lama, serta membawa risiko kegagalan yang dapat merugikan organisasi (Hidayatno, 2022; Suradi, 2022). Dengan simulasi, berbagai skenario "bagaimana jika" (*what-ifs*) dapat diuji secara virtual tanpa mengganggu operasional sistem yang sedang berjalan (Hidayatno, 2022).

Pengertian Dasar

Modeling dan simulasi merupakan dua konsep yang saling berkaitan dan menjadi fondasi utama dalam analisis sistem yang kompleks, termasuk sistem komputer. Secara umum, *modeling* (pemodelan) adalah proses membangun representasi abstrak dari suatu sistem nyata, sedangkan *simulation* (simulasi) adalah proses menjalankan model tersebut untuk mempelajari perilaku sistem dalam berbagai kondisi tertentu.

Simulasi merupakan proses merancang sebuah model dari sistem nyata dan melakukan eksperimen terhadap model tersebut dengan tujuan untuk memahami perilaku sistem atau mengevaluasi berbagai strategi operasional (Shannon, 1975). Definisi ini menekankan bahwa

simulasi bukan sekadar meniru sistem, tetapi juga merupakan alat analisis untuk pengambilan keputusan.

Simulasi adalah peniruan operasi sistem nyata sepanjang waktu, yang dilakukan dengan membangun model dan kemudian mengujinya secara eksperimental (Banks *et al.*, 2010). Pendekatan ini memungkinkan peneliti dan perancang sistem untuk mengamati dinamika sistem tanpa harus mengganggu sistem asli.



Gambar 1.1: Perbandingan Dunia Nyata dan Sistem

Sumber: <https://www.cifor-icraf.org/publications/downloads/WaNuLCAS/LectureNotes/LectureNote3.pdf/>.

Dalam konteks sistem komputer, pemodelan menjadi sangat penting karena banyak sistem bersifat kompleks, dinamis, dan sulit dianalisis secara analitis. Misalnya, sistem jaringan, sistem operasi, dan sistem komputasi terdistribusi memiliki banyak komponen yang saling berinteraksi.

Dengan membangun model, kompleksitas ini dapat disederhanakan sehingga aspek-aspek penting dari sistem dapat dipahami dengan lebih jelas (Law & Kelton, 2000). Untuk memahami konsep dasar dari bidang ini, sangat penting bagi kita untuk terlebih dahulu mendefinisikan tiga terminologi utama, yaitu sistem, model, dan simulasi.

1. Sistem Sebagai Objek Dasar

Sebelum sebuah model dibuat, harus ada sebuah sistem yang menjadi pusat perhatian. Sistem didefinisikan sebagai kumpulan

komponen atau elemen yang saling berhubungan dan berinteraksi dalam satu kesatuan untuk mencapai tujuan tertentu.

Secara etimologi, istilah ini berasal dari bahasa Latin (*systema*) dan bahasa Yunani (*systema*) yang berarti suatu kesatuan untuk memudahkan aliran informasi, materi, atau energi. Dalam dunia nyata, sebuah sistem sering kali bersifat sangat kompleks dan berada di luar kapasitas pemrosesan pikiran manusia untuk memproses seluruh informasinya secara utuh dan efisien dalam satu waktu.



Gambar 1.2: Komponen Sistem

Sumber: <https://priyandari.staff.uns.ac.id/201108/simulasi-sistem-komponen/>.

Sistem dapat dikelompokkan ke dalam beberapa kategori berdasarkan sudut pandang tertentu guna memahami karakteristiknya secara lebih mendalam. Berikut adalah klasifikasi sistem secara umum:

- a. Sistem Tertentu (*Deterministic System*) dan Sistem Tak Tentu (*Probabilistic System*)

Sistem tertentu beroperasi dengan pola perilaku yang dapat diprediksi secara akurat karena interaksi antar komponennya terdeteksi pasti, seperti program komputer yang sudah diatur. Sebaliknya, sistem tak tentu memiliki kondisi masa depan yang sulit dipastikan karena mengandung unsur peluang atau kemungkinan, contohnya adalah sistem arisan.

- b. Sistem Fisik (*Physical System*) dan Sistem Abstrak (*Abstract System*)

Daftar Pustaka

- Banks, J., & Carson, J. S. (1984). *Discrete-Event System Simulation*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Eska, J., Yani, Z., Afira, R., Gusmita, D., & Kesumaningtyas, F. (2023). *Konsep Dasar Pemodelan dan Simulasi*. Kab. Asahan: Padang Tekno Corp.
- Hidayatno, A. (2022). *Prinsip dan Konsep Pemodelan Sistem*. Depok: UI Publishing.
- <https://www.frasca.com/products/cessna-172/>.
- <https://priyandari.staff.uns.ac.id/201108/simulasi-sistem-komponen/>.
- <https://www.cifor-icraf.org/publications/downloads/WaNuLCAS/LectureNotes/LectureNote3.pdf>.
- Law, A. M., Kelton, W. D., & Kelton, W. D. (2007). *Simulation Modeling And Analysis (Vol. 3)*. New York: Mcgraw-hill.
- Shannon, R. E. (1975). *Systems Simulation-The Art And Science* (pp. 387-pp).
- Suradi. (2022). *Pemodelan Sistem (Sebuah Pengantar)*. Makassar: Tohar Media.

PROFIL PENULIS



Arif Muhamad Nurdin, S.Kom., M.Kom.

Penulis mulai tertarik terhadap ilmu komputer dimulai pada saat penulis masih sekolah SMP. Penulis melanjutkan pendidikan ke Perguruan Tinggi dan berhasil menyelesaikan studi S1 di program studi Teknik Informatika Universitas Komputer Indonesia pada tahun 2017. Penulis pernah bekerja sebagai *Administrative Analyst System* dari tahun 2018 dengan status pegawai tetap dan pada sampai saat ini sebagai *freelance*. Pada tahun 2021 penulis melanjutkan studi S2 di prodi Sistem Informasi Program Pasca Sarjana STMIK LIKMI dan lulus pada tahun 2022. Penulis memiliki pengalaman sebagai Dosen Tetap di Program Studi Sistem Informasi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Cipasung Tasikmalaya selama lebih dari 2 tahun, Tutor di Prodi Sistem Informasi Universitas Terbuka, dan saat ini penulis merupakan dosen tetap di program studi Administrasi Publik FISIP Universitas Jenderal Soedirman. Fokus penelitian dan publikasi penulis adalah di bidang ilmu komputer dan sistem informasi.

Email Penulis: arif.muhamad@unsoed.ac.id.



BAB 2

PERAN SIMULASI DALAM

SISTEM KOMPUTER

Wiranti Sri Utami, S.Kom., M.T.I.
Universitas Cendekia Abditama



Pendahuluan

Perkembangan sistem komputer modern yang semakin kompleks menuntut adanya pendekatan analisis dan perancangan yang mampu menggambarkan perilaku sistem secara menyeluruh sebelum diimplementasikan secara nyata. Kompleksitas tersebut tidak hanya muncul pada aspek perangkat keras, tetapi juga pada perangkat lunak, jaringan, sistem terdistribusi, hingga sistem berbasis kecerdasan buatan.

Dalam konteks ini, simulasi menjadi salah satu pendekatan yang sangat penting dikarenakan mampu merepresentasikan sistem nyata ke dalam model virtual yang dapat dianalisis, diuji, dan dievaluasi secara sistematis. Simulasi dalam sistem komputer digunakan untuk berbagai tujuan, seperti menganalisis kinerja sistem, menguji skenario yang berisiko tinggi, memprediksi perilaku sistem di masa depan, serta mengoptimalkan penggunaan sumber daya.

Melalui simulasi, pengembang dan peneliti dapat mengurangi biaya eksperimen langsung, meminimalkan risiko kegagalan, dan memperoleh pemahaman yang lebih mendalam mengenai dinamika sistem yang kompleks (Banks *et al.*, 2022). Bab ini membahas secara komprehensif peran simulasi dalam sistem komputer, mulai dari definisi dan konsep dasar, jenis-jenis simulasi, implementasi simulasi dalam berbagai bidang sistem komputer, hingga studi kasus penerapan simulasi pada sistem nyata.

Konsep Dasar Simulasi Dalam Sistem Komputer

1. Definisi Simulasi

Simulasi dapat didefinisikan sebagai proses perancangan dan pengoperasian model dari suatu sistem nyata dengan tujuan untuk memahami perilaku sistem tersebut atau mengevaluasi berbagai strategi operasional dalam kondisi tertentu.

Dalam konteks sistem komputer, simulasi digunakan untuk merepresentasikan komponen sistem seperti prosesor, memori, jaringan, dan aplikasi dalam bentuk model matematis atau logika komputasi (Law, 2021).

Simulasi memungkinkan pengguna untuk melakukan eksperimen secara virtual tanpa harus mengganggu sistem nyata.

Hal ini sangat penting terutama pada sistem berskala besar atau sistem kritis, di mana kesalahan eksperimen dapat menimbulkan kerugian yang signifikan.

2. Perbedaan Simulasi dan Pemodelan

Pemodelan dan simulasi merupakan dua konsep yang saling berkaitan namun memiliki perbedaan mendasar dalam analisis dan pengembangan sistem.

Pemodelan berfokus pada proses abstraksi sistem nyata ke dalam bentuk representasi formal, baik berupa model konseptual, matematis, maupun komputasional, dengan tujuan menyederhanakan kompleksitas sistem agar lebih mudah dipahami, dianalisis, dan dikembangkan. Melalui pemodelan, elemen-elemen penting dalam sistem dapat diidentifikasi, didefinisikan, serta diorganisasikan secara sistematis.

Simulasi merupakan proses menjalankan model yang telah dibangun untuk mengamati perilaku sistem dari waktu ke waktu berdasarkan skenario dan parameter tertentu. Berbeda dengan pemodelan yang bersifat statis dalam tahap perancangan, simulasi bersifat dinamis karena memungkinkan pengujian berbagai kondisi dan variasi input.

Dengan simulasi, peneliti atau pengembang sistem dapat mengevaluasi kinerja, stabilitas, serta respons sistem terhadap perubahan lingkungan tanpa harus melakukan eksperimen langsung pada sistem nyata yang berisiko tinggi atau membutuhkan biaya besar.

Dalam sistem komputer, pemodelan digunakan untuk mendefinisikan struktur sistem, alur data, aturan proses, serta hubungan antar komponen yang saling berinteraksi. Sementara itu, simulasi dimanfaatkan untuk melakukan evaluasi, analisis performa, serta prediksi perilaku sistem berdasarkan model yang telah dibangun (Kelton *et al.*, 2021).

Dengan adanya simulasi, pengguna dapat melakukan eksperimen secara aman dan efisien terhadap model, sehingga hasil evaluasi yang diperoleh dapat dijadikan dasar pengambilan keputusan, optimasi sistem, dan perbaikan rancangan sebelum sistem diimplementasikan secara nyata.

Daftar Pustaka

- Banks, J., Carson, J. S., Nelson, B. L., & Nicol, D. M. (2022). *Discrete-Event System Simulation (6th ed.)*. Pearson.
- Behl, A., & Behl, K. (2021). *Cybersecurity And Cyberwar: What Everyone Needs To Know*. Oxford University Press.
- Buttazzo, G. C. (2022). *Hard Real-Time Computing Systems (4th ed.)*. Springer.
- Buyya, R., Calheiros, R. N., & Dastjerdi, A. V. (2022). *Big Data Analytics And Cloud Computing*. Morgan Kaufmann.
- Calheiros, R. N., Ranjan, R., Beloglazov, A., De Rose, C. A. F., & Buyya, R. (2021). CloudSim: A Toolkit For Modeling And Simulation of Cloud Computing Environments. *Software: Practice And Experience*, 51(1), 1–20.
- Esteva, A., Robicquet, A., Ramsundar, B., et al. (2021). A Guide To Deep Learning In Healthcare. *Nature Medicine*, 27(1), 24–29.
- Fuller, A., Fan, Z., Day, C., & Barlow, C. (2022). Digital Twin: Enabling Technologies, Challenges And Open Research. *IEEE Access*, 10, 1–17.
- Grolinger, K., Capretz, M. A. M., & Mezghani, E. (2021). Data Management In Cloud Environments. *Journal of Cloud Computing*, 10(1), 1–15.
- Kelton, W. D., Sadowski, R. P., & Zupick, N. B. (2021). *Simulation With Arena (7th ed.)*. McGraw-Hill Education.
- Kober, J., Bagnell, J. A., & Peters, J. (2022). Reinforcement Learning In Robotics: A Survey. *International Journal of Robotics Research*, 41(4), 1–28.
- Law, A. M. (2021). *Simulation Modeling And Analysis (6th ed.)*. McGraw-Hill Education.
- Macal, C. M., & North, M. J. (2021). Tutorial on Agent-Based Modeling And Simulation. *Journal of Simulation*, 15(1), 1–14.
- Marz, N., & Warren, J. (2022). *Big Data: Principles And Best Practices of Scalable Real-Time Data Systems*. Manning Publications.
- Sargent, R. G. (2022). Verification And Validation of Simulation Models. *Journal of Simulation*, 16(2), 1–15.

- Shi, W., Cao, J., Zhang, Q., Li, Y., & Xu, L. (2021). Edge Computing: Vision And Challenges. *IEEE Internet of Things Journal*, 8(8), 1–14.
- Silberschatz, A., Galvin, P. B., & Gagne, G. (2022). *Operating System Concepts (10th ed.)*. Wiley.
- Tanenbaum, A. S., & Van Steen, M. (2022). *Distributed Systems: Principles And Paradigms (3rd ed.)*. Pearson.
- Zhang, Y., Wang, X., & Chen, M. (2021). Energy-Aware Simulation For Computer Systems. *Journal of Systems Architecture*, 116, 102045.
- Zhang, Y., Wang, X., & Chen, M. (2023). AI-Enhanced Simulation For Complex Computer Systems. *Future Generation Computer Systems*, 138, 1–12.

PROFIL PENULIS



Wiranti Sri Utami, S.Kom. M.T.I.

Penulis memiliki ketertarikan yang kuat terhadap bidang komputer dan teknologi informasi sejak menempuh pendidikan menengah. Minat tersebut kemudian dikembangkan melalui pendidikan profesional di bidang Teknologi Informasi dengan fokus pada pengembangan perangkat lunak. Pengalaman akademik dan profesional tersebut menjadi fondasi dalam membangun kompetensi di bidang Informatika.

Penulis menyelesaikan pendidikan Sarjana di bidang Teknik Informatika dan melanjutkan studi Magister Teknik Informatika dengan konsentrasi *Business Intelligence*. Latar belakang pendidikan ini memperkuat kemampuan penulis dalam pengembangan sistem informasi, analisis data, serta perancangan solusi berbasis teknologi untuk mendukung pengambilan keputusan. Saat ini, penulis berkiprah sebagai dosen dan mampu berbagai mata kuliah inti di bidang Informatika, antara lain Algoritma dan Pemrograman, Pemrograman Visual, Sistem Berbasis Pengetahuan, *Wireless/Mobile Computing*, serta Rekayasa Perangkat Lunak. Selain kegiatan pengajaran, penulis aktif dalam pengembangan keilmuan melalui penulisan dan publikasi artikel ilmiah pada jurnal nasional serta penyusunan buku sesuai dengan bidang keahlian, dengan harapan dapat memberikan kontribusi nyata bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan pendidikan tinggi di bidang Teknologi Informasi.

Email Penulis: wirantisriutami1@gmail.com.




BAB 3

MODEL VS SISTEM

DEFINISI DAN

KARAKTERISTIK

Agung Yuliyanto Nugroho, M.Kom., M.Par.
Universitas Cendekia Mitra Indonesia



Definisi Sistem

Konsep sistem merupakan landasan fundamental dalam berbagai disiplin ilmu, termasuk ilmu komputer, teknik, manajemen, ekonomi, dan pariwisata. Hampir seluruh fenomena yang dikaji secara ilmiah dapat dipahami sebagai suatu sistem, baik yang bersifat alami maupun buatan manusia.

Oleh karena itu, pemahaman yang komprehensif mengenai definisi sistem menjadi prasyarat penting sebelum mempelajari pemodelan dan simulasi sistem komputer. Dalam konteks keilmuan, sistem tidak sekadar dipahami sebagai kumpulan elemen yang berdiri sendiri, melainkan sebagai suatu kesatuan yang terorganisasi, memiliki keterkaitan internal, serta diarahkan untuk mencapai tujuan tertentu.

Cara pandang sistemik memungkinkan peneliti dan praktisi untuk melihat suatu permasalahan secara menyeluruh (holistik), bukan secara parsial. Secara umum, sistem dapat didefinisikan sebagai sekumpulan elemen atau komponen yang saling berinteraksi, saling bergantung, dan bekerja sama secara terorganisasi untuk mencapai tujuan tertentu.

Definisi ini menekankan tiga aspek utama, yaitu keberadaan komponen, adanya interaksi, dan orientasi pada tujuan. Sistem tidak hanya terdiri dari elemen fisik, tetapi juga mencakup elemen nonfisik seperti informasi, prosedur, aturan, dan mekanisme pengendalian. Dalam praktiknya, sistem selalu berada dalam suatu lingkungan tertentu yang memengaruhi cara sistem tersebut beroperasi dan berkembang.

Berbagai ahli telah mengemukakan definisi sistem dari sudut pandang keilmuan masing-masing. Perbedaan definisi tersebut tidak bersifat kontradiktif, melainkan saling melengkapi dan memperkaya pemahaman konseptual. Ludwig von Bertalanffy, (1950; 1968) pelopor General System Theory, mendefinisikan sistem sebagai:

“A system is a set of elements standing in interrelation among themselves and with the environment.” Definisi ini menegaskan bahwa sistem tidak dapat dipahami hanya dari elemen-elemennya, melainkan dari hubungan dan interaksi antar elemen serta keterkaitannya dengan lingkungan. Pandangan ini menjadi dasar bagi pendekatan

sistem terbuka (*open system*), yang banyak digunakan dalam kajian sistem komputer dan organisasi. Menurut Jogiyanto H.M. (2005) mendefinisikan sistem sebagai:

“Sekumpulan elemen yang saling berinteraksi dan bekerja sama untuk mencapai tujuan tertentu.” Definisi ini kemudian diperkaya dalam edisi-edisi berikutnya (Jogiyanto, 2017) dengan penekanan pada alur input, proses, dan *output* dalam sistem informasi. Pendekatan Jogiyanto banyak digunakan dalam literatur akademik Indonesia karena bersifat aplikatif dan mudah dipahami.

Dengan merujuk pada berbagai pandangan ahli dari Bertalanffy (1950; 1968) dapat disimpulkan bahwa sistem merupakan kesatuan terorganisasi yang terdiri atas elemen-elemen saling terkait, berinteraksi, dan diarahkan untuk mencapai tujuan tertentu dalam suatu lingkungan. Konsep ini menjadi dasar utama dalam pemodelan dan simulasi sistem komputer, baik pada tataran teoritis maupun implementatif.

Definisi Model

Konsep model merupakan salah satu fondasi paling penting dalam perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Sejak manusia berusaha memahami realitas yang kompleks di sekitarnya, model telah digunakan sebagai sarana untuk menyederhanakan, menjelaskan, dan memprediksi fenomena yang diamati. Dalam konteks akademik, model tidak sekadar dipahami sebagai tiruan dari kenyataan, melainkan sebagai hasil proses intelektual yang bertujuan untuk menangkap esensi suatu objek atau sistem tertentu. Oleh karena itu, pemahaman mengenai definisi model menjadi langkah awal yang krusial sebelum membahas lebih lanjut tentang pemodelan dan simulasi sistem komputer.

Secara umum, model dapat dipahami sebagai representasi abstrak dari suatu realitas yang kompleks. Representasi ini dibuat dengan cara menyederhanakan kenyataan tanpa menghilangkan karakteristik utama yang relevan dengan tujuan analisis. Model tidak dimaksudkan untuk menggambarkan seluruh aspek realitas secara lengkap dan detail, melainkan hanya aspek-aspek tertentu yang dianggap penting. Dengan demikian, model selalu bersifat selektif dan kontekstual, bergantung pada sudut pandang serta tujuan pihak yang mengembangkannya.

Daftar Pustaka

- Banks, J., Carson, J. S., Nelson, B. L., & Nicol, D. M. (2010). *Discrete-Event System Simulation (5th ed.)*. Pearson Education.
- Bertalanffy, L. Von. (1968). *General System Theory: Foundations, Development, Applications*. George Braziller.
- Checkland, P. (1999). *Systems Thinking, Systems Practice*. John Wiley & Sons.
- Davis, G. B. (1985). *Management Information Systems: Conceptual Foundations, Structure, And Development*. McGraw-Hill.
- FitzGerald, J., Dennis, A., & Durcikova, A. (2014). *Systems Analysis And Design (10th ed.)*. John Wiley & Sons.
- Jogiyanto, H. M. (2005). *Analisis dan Desain Sistem Informasi*. Andi Offset.
- Jogiyanto, H. M. (2017). *Model Kesuksesan Sistem Teknologi Informasi*. Andi Offset.
- Law, A. M., & Kelton, W. D. (2000). *Simulation Modeling And Analysis (3rd ed.)*. McGraw-Hill.
- Law, A. M. (2015). *Simulation Modeling And Analysis (5th ed.)*. McGraw-Hill Education.
- O'Brien, J. A., & Marakas, G. M. (2011). *Management Information Systems (10th ed.)*. McGraw-Hill.
- Pidd, M. (2004). *Tools For Thinking: Modelling In Management Science (2nd ed.)*. John Wiley & Sons.
- Pressman, R. S., & Maxim, B. R. (2015). *Software Engineering: A Practitioner's Approach (8th ed.)*. McGraw-Hill Education.
- Shannon, R. E. (1975). *Systems Simulation: The Art And Science*. Prentice-Hall.
- Sterman, J. D. (2000). *Business Dynamics: Systems Thinking And Modeling For A Complex World*. McGraw-Hill.
- Zeigler, B. P., Praehofer, H., & Kim, T. G. (2000). *Theory of Modeling And Simulation (2nd ed.)*. Academic Press.

PROFIL PENULIS



Agung Yuliyanto Nugroho, M.Kom., M.Par.

Ketertarikan penulis terhadap ilmu komputer dimulai pada tahun 2015 silam. Hal tersebut membuat penulis melanjutkan pendidikan ke Perguruan Tinggi dan berhasil menyelesaikan studi S1 di prodi Teknik Informatika Universitas Teknologi Yogyakarta pada tahun 2018. Dua tahun kemudian, penulis menyelesaikan studi S2 di prodi Teknik Informatika Program Pasca Sarjana Universitas Amikom Yogyakarta dan juga prodi Magister Pariwisata di Sekolah Tinggi Pariwisata Ambarrukmo Yogyakarta. Atas dedikasi dan kerja keras dalam membuat suatu karya, Republik Indonesia Kementerian Hukum Dan Hak Asasi Manusia sudah mencatat ada kurang lebih 100 karya yang sudah tercatat di surat pencatatan ciptaan sebagai salah satu kontribusi dalam melindungi hak kekayaan intelektual.


Email Penulis: agungboiler11@gmail.com.



BAB 4

JENIS-JENIS SIMULASI

Ir. Dahlan, S.T., M.Kom.
Universitas Muhammadiyah Bima



Pendahuluan

Simulasi merupakan salah satu pendekatan fundamental dalam pemodelan sistem komputer yang digunakan untuk memahami, menganalisis, dan memprediksi perilaku sistem yang kompleks.

Dalam konteks sistem komputer modern yang ditandai oleh meningkatnya skala, heterogenitas, serta dinamika beban kerja pendekatan analitis murni sering kali tidak memadai. Oleh karena itu, simulasi hadir sebagai alat yang efektif untuk mengeksplorasi karakteristik sistem tanpa harus melakukan implementasi langsung yang berisiko tinggi dari sisi biaya, waktu, maupun stabilitas operasional (Ross, 2022).

Pemahaman terhadap klasifikasi simulasi menjadi aspek penting karena setiap jenis simulasi memiliki karakteristik, asumsi, serta ruang lingkup penerapan yang berbeda. Pemilihan jenis simulasi yang tidak tepat dapat menghasilkan model yang kurang representatif atau kesimpulan yang menyesatkan, sehingga berdampak pada kualitas pengambilan keputusan berbasis model.

Jenis-jenis simulasi dapat dibedakan berdasarkan berbagai sudut pandang, seperti representasi waktu, sifat perubahan sistem, tingkat ketidakpastian, hingga pendekatan pemodelan yang digunakan. Dalam sistem komputer, klasifikasi ini menjadi semakin relevan karena sistem seringkali melibatkan proses diskrit, interaksi paralel, serta komponen stokastik yang saling berinteraksi.

Misalnya, simulasi berbasis kejadian diskrit banyak digunakan untuk menganalisis kinerja jaringan dan sistem antrian, sementara simulasi kontinu lebih sesuai untuk memodelkan fenomena yang berubah secara gradual, seperti konsumsi daya atau temperatur sistem (Robinson, 2020).

Perkembangan teknologi komputasi dan perangkat lunak simulasi telah mendorong munculnya pendekatan simulasi yang lebih kompleks, termasuk simulasi hibrida dan simulasi berbasis agen. Pendekatan-pendekatan ini memungkinkan pemodelan perilaku sistem komputer secara lebih realistis dengan mempertimbangkan interaksi antar komponen secara adaptif dan dinamis. Oleh karena itu, pemahaman komprehensif terhadap berbagai jenis simulasi menjadi landasan penting bagi perancang, peneliti, maupun praktisi di bidang sistem komputer (Law, 2022).

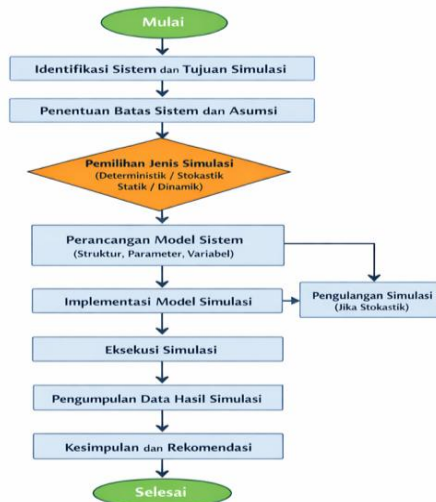
Melalui pembahasan pada bab ini, pembaca diharapkan mampu memahami konsep dasar, karakteristik utama, serta konteks penggunaan masing-masing jenis simulasi dalam pemodelan sistem komputer. Dengan demikian, bab ini berfungsi sebagai jembatan konseptual antara teori pemodelan dan penerapan simulasi secara praktis pada permasalahan nyata di bidang sistem komputer.

Diagram Alur Simulasi Sistem Komputer

Diagram alur simulasi digunakan untuk menggambarkan tahapan logis dalam proses pemodelan dan pelaksanaan simulasi sistem komputer.

Diagram ini membantu pembaca memahami urutan aktivitas simulasi, mulai dari pendefinisian sistem hingga analisis hasil, serta menunjukkan bagaimana berbagai jenis simulasi (deterministik, stokastik, statik, dan dinamik) dapat diterapkan dalam satu kerangka kerja umum.

Diagram alur pada gambar 1 menunjukkan bahwa proses simulasi bersifat sistematis dan iteratif. Pada simulasi stokastik, tahap eksekusi umumnya diulang beberapa kali untuk memperoleh hasil yang stabil secara statistik. Sementara itu, pada simulasi deterministik, satu kali eksekusi sering kali sudah cukup untuk menghasilkan keluaran yang konsisten.



Gambar 4.1: Diagram Alur Simulasi Sistem Komputer

Sumber: Diolah Penulis.

Daftar Pustaka

- Banks, J., Carson, J. S., Nelson, B. L., & Nicol, D. M. (2010). *Discrete-Event System Simulation (5, Ed.)*. Prentice Hall.
- Banks, J., Carson, J. S., Nelson, B. L., & Nicol, D. M. (2021). *Discrete-Event System Simulation (6, Ed.)*. Pearson.
- Hennessy, J. L., & Patterson, D. A. (2021). *Computer Architecture: A Quantitative Approach (6, Ed.)*. Morgan Kaufmann.
- Jain, R. (1991). *The Art of Computer Systems Performance Analysis*. Wiley.
- Kelton, W. D., Sadowski, R. P., & Zupick, N. B. (2015). *Simulation With Arena (6, Ed.)*. McGraw-Hill.
- Law, A. M. (2022). *Simulation Modeling and Analysis (6, Ed.)*. McGraw-Hill Education.
- Law, A. M., & Kelton, W. D. (2000). *Simulation Modeling And Analysis (3, Ed.)*. McGraw-Hill.
- Macal, C. M., & North, M. J. (2010). Agent-Based Modeling And Simulation. *Winter Simulation Conference Proceedings*.
- Robinson, S. (2020). *Simulation: The Practice of Model Development And Use (2, Ed.)*. Palgrave Macmillan.
- Ross, S. M. (2013). *Simulation (5, Ed.)*. Academic Press.
- Ross, S. M. (2022). *Simulation (6, Ed.)*. Academic Press.

PROFIL PENULIS



Ir. Dahlan, S.T., M.Kom.

Ketertarikan penulis terhadap ilmu komputer dimulai pada tahun 2011 silam. Hal tersebut membuat penulis memilih untuk masuk ke Sekolah Menengah Kejuruan di SMK Negeri 2 Kota Bima dengan memilih Jurusan Teknik Komputer dan Jaringan dan berhasil lulus pada tahun 2014. Penulis kemudian melanjutkan pendidikan ke Perguruan Tinggi dan berhasil menyelesaikan Studi S1 di prodi Teknik Informatika Universitas Islam Makassar pada tahun 2019. Dua tahun kemudian, penulis melanjutkan studi S2 dan menyelesaikan studi di prodi Sistem Komputer Program Pasca Sarjana Universitas Handayani Makassar pada tahun 2024. Pada tahun 2024 penulis kemudian melanjutkan studi di Universitas Negeri Makassar pada program studi Profesi Insinyur BK Teknik Informatika dan menyelesaikan studi pada tahun 2025. Penulis memiliki kepakaran di bidang *Computer System Engineering*. Untuk mewujudkan karir sebagai dosen profesional, penulis pun aktif sebagai peneliti bidang kepakaran tersebut. Selain peneliti, penulis juga menulis buku dengan harapan dapat memberikan kontribusi positif bagi bangsa dan negara RI.

Email Penulis: dahlanlanggudu@gmail.com.



BAB 5

KONSEP DASAR

PEMODELAN SISTEM

KOMPUTER

Dr. Ir. Norbertus Tri Suswanto Saptadi, S.Kom., M.T., M.M., IPM.
Universitas Atma Jaya Makassar



Pendahuluan

Perkembangan Teknologi Informasi (TI) dan Sistem Komputer (SK) berlangsung sangat pesat dan berdinamika yang ditandai dengan meningkatnya kompleksitas arsitektur, volume data, serta kebutuhan akan kinerja dan keandalan yang relatif tinggi (Agustika, Siregar and Obara, 2023).

Sistem komputer saat ini tidak lagi berdiri sendiri, melainkan terintegrasi dalam lingkungan jaringan (*networking*), sistem terdistribusi (*distributed system*), dan komputasi awan (*cloud computing*). Kondisi ini menuntut terjadinya suatu pendekatan ilmiah yang diharapkan mampu dalam membantu upaya untuk mengetahui dan memahami perilaku sistem (*system behavior*) secara menyeluruh sebelum sistem tersebut dapat dibangun (*built*), dikembangkan (*developed*), atau ditingkatkan (*improved*).

Dalam praktiknya, melakukan pengujian langsung pada sistem komputer waktu nyata (*real time*) sering kali menghadapi berbagai macam keterbatasan, seperti biaya yang tinggi, risiko gangguan layanan, serta kurang-tersediaan waktu dan sumber daya (Setiawan, Muchsin and Kurniati, 2025). Kehadiran metode yang tepat memungkinkan analisis sistem dilakukan secara efisien dan efektif tanpa harus bergantung pada sistem riil. Pemodelan sistem komputer menjadi solusi penting untuk mengatasi permasalahan tersebut. Pemodelan sistem komputer merupakan suatu proses yang merepresentasikan sistem nyata ke dalam bentuk model yang lebih sederhana namun tetap mencerminkan karakteristik utama sistem (Gunawan, 2024).

Melalui model ini, berbagai skenario dan kondisi operasional dapat dievaluasi, seperti perubahan beban kerja, konfigurasi sumber daya (*resource*), maupun kebijakan penjadwalan (*scheduling policy*). Model yang baik akan dapat membantu dalam pengambilan keputusan (*decision making*) hingga memahami dampak dari suatu perubahan sebelum diterapkan secara nyata.

Sebagai pelengkap dari pemodelan, simulasi digunakan untuk menjalankan model dalam dimensi waktu tertentu sehingga perilaku sistem dapat diamati dan dianalisis secara lebih mendalam (Sungeun An, Jennifer Hammock, 2025). Pemahaman terhadap konsep dasar pemodelan sistem komputer merupakan fondasi penting dan mendasar dalam mempelajari pemodelan dan simulasi lebih lanjut.

Pengertian Sistem Komputer

Secara umum, sistem dapat didefinisikan sebagai sekumpulan elemen atau komponen yang saling berinteraksi, saling berhubungan, saling bergantung, dan bekerja sama untuk mencapai suatu tujuan tertentu (Suminten and Sintawati, 2020).

Elemen-elemen tersebut dapat berupa objek secara fisik, berupa konsep, maupun suatu prosedur yang terorganisasi dalam suatu struktur tertentu. Setiap sistem memiliki batasan (*boundary*), lingkungan (*environment*), serta mekanisme (*mechanism*) dalam pengendalian (*controlling*) yang mempengaruhi cara sistem beroperasi.

Dalam sebuah sistem, terdapat beragam aliran masukan (*input*) yang diproses (*processed*) melalui suatu mekanisme atau aturan tertentu untuk menghasilkan keluaran (*output*) (Soufitr, 2023). Proses ini akan berlangsung secara teratur, proporsional, dan berkelanjutan, serta dapat dipengaruhi oleh umpan balik (*feedback*).

Umpan balik memungkinkan sistem untuk menyesuaikan perilakunya agar tetap mencapai tujuan yang telah ditetapkan, terutama ketika terjadi perubahan pada lingkungan sistem. Sistem komputer merupakan penerapan konsep sistem dalam bidang komputasi. Sistem ini terdiri dari berbagai komponen utama, yaitu: perangkat keras (*hardware*), perangkat lunak (*software*), data, prosedur, serta pengguna (*brainware*). Seluruh komponen tersebut saling berinteraksi untuk dapat melakukan pengolahan data menjadi informasi yang bernilai (Haris *et al.*, 2024).

Ketidakeimbangan atau kegagalan pada salah satu komponen tertentu dapat mempengaruhi kinerja suatu sistem komputer secara keseluruhan. Dalam konteks pemodelan dan simulasi, tentu sistem komputer dipandang sebagai suatu objek yang perilakunya dapat untuk dianalisis dan direpresentasikan melalui model tertentu (Antelmi *et al.*, 2024).

Fokus utama tidak hanya pada struktur komponen semata, tetapi juga pada dinamika interaksi antar komponen, penggunaan sumber daya (*resource*), serta kinerja sistem (*system performance*) dalam berbagai kondisi. Pemahaman yang jelas mengenai pengertian sistem dan sistem komputer menjadi dasar dan penting sebelum melakukan proses pemodelan secara lebih formal dan detail untuk mengolah data.



Gambar 5.1: Sistem Komputer

Sumber:

<https://komputer.ft.unsoed.ac.id/berita/read/pengembangan-sistem-komputer-di-bidang-kesahatan-dan-medis>.

Konsep Model Dalam Pemodelan Sistem

Konsep model merupakan inti dari kegiatan pemodelan sistem, termasuk dalam pemodelan sistem komputer (Hannes Hick, Matthias Bajzek, 2019). Secara umum, model dapat didefinisikan sebagai representasi dari suatu sistem nyata yang disusun untuk tujuan tertentu, seperti analisis (*analysis*), perancangan (*design*), evaluasi (*evaluation*), atau prediksi (*prediction*) perilaku sistem.

Model berfungsi sebagai alat bantu untuk memahami sistem yang kompleks dengan cara menyederhanakan realitas tanpa untuk menghilangkan karakteristik penting yang mempengaruhi kinerja suatu sistem. Penyederhanaan dalam model dilakukan melalui berbagai proses yang abstraksi di mana abstraksi berarti memilih komponen, variabel, dan hubungan yang relevan dengan tujuan pemodelan, serta mengabaikan detail yang tidak signifikan. Tingkat abstraksi suatu model sangat bergantung pada permasalahan yang ingin dianalisis.

Model dengan tingkat abstraksi tinggi umumnya digunakan untuk melihat perilaku sistem secara global, sedangkan model dengan tingkat abstraksi rendah yang akan digunakan untuk menganalisis detail operasional dari komponen sistem. Dalam pemodelan sistem

Daftar Pustaka

- Abdi, F.A. *et al.* (2024). Analisis Perkembangan dan Klasifikasi Komputer dari Awal Konsep Hingga Era Modern, *Nusantara Journal of Multidisciplinary Science*, 2(1), pp. 14–27. Available at: <https://jurnal.intekom.id/index.php/njms/article/view/242/211>.
- Agustika, F., Siregar, S. and Obara, D. (2023). Telaah Teknologi Informasi dan Sistem Informasi Dalam Organisasi dengan Lingkungan, *Jurnal Bisnis Kolega (JBK)*, 9(1), pp. 24–33.
- Antelmi, A. *et al.* (2024). Reliable and Efficient Agent-Based Modeling and Simulation, *Journal of Artificial Societies And Social Simulation*, 27(2). Available at: <https://doi.org/10.18564/jasss.5300>.
- Gunawan, A.Y. (2024). *Pemodelan Matematika: Simplifikasi Dunia Nyata*. Edited by S.R. Pudjaprasetya. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Hannes Hick, Matthias Bajzek, C.F. (2019). Definition of a System Model for Model-based Development, *SN Applied Sciences* (pp. 1–15). Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s42452-019-1069-0>.
- Haris, A. *et al.* (2024). Dasar-Dasar Komputer yang Harus Dimiliki oleh Masyarakat dalam Menghadapi Perkembangan Teknologi, *Scientica: Jurnal Ilmiah Sains dan Teknologi*, 2(1), pp. 1–9.
- Hidayatno, A. (2022). *Prinsip dan Konsep Pemodelan Sistem*. Jakarta Pusat, Indonesia: Universitas Indonesia, pp. 1–193.
- Iwan Ady Prabowo, D. (2023). *Sistem Komputer dan Informasi*. Padang: CV. Gita Lentera.
- Jiang, Y. *et al.* (2024). Digital Twin-Enabled Synchronized Construction Management: A Roadmap From Construction 4.0 Towards Future Prospect, *Developments In The Built Environment*, 19(July), p. 100512. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.dibe.2024.100512>.
- Langen, T. and Falk, K. (2025). Conceptual Modeling for Understanding and Communicating Complexity During Human Systems Integration in Manned-Unmanned Systems: A Case Study, *Systems*, 13, pp. 1–27.
- Lutfie, Mukhtar, Syamsu Basiri, S. (2024). *Pemodelan dan Simulasi*

- Sistem*. Edited by M. Lutfie. Purbalingga: Eureka Media Aksara.
- Prima, S. *et al.* (2025). Perancangan Model Simulasi Sistem Produksi Menggunakan Software Flexsim, *Jurnal Industrial Galuh*, 7(2), pp. 75–82.
- Sakti, A. (2024). Optimasi Kinerja Sistem Komputer: Pendekatan Ilmiah untuk Meningkatkan Produktivitas Teknologi, *Neptunus: Jurnal Ilmu Komputer Dan Teknologi Informasi*, 2(2), pp. 25–31. Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.61132/neptunus.v2i2.84>.
- Setiawan, G.W., Muchsin, S. and Kurniati, R.R. (2025). Penerapan E-Simpadu Melalui Tam dalam Upaya Meningkatkan Kualitas Pelayanan Publik di Dinas Penanaman Modal dan Pelayanan Terpadu Satu Pintu Kabupaten Lumajang Islamic University of Malang, Indonesia, *Jurnal LOCUS: Penelitian & Pengabdian*, 4(7), pp. 4621–4638.
- Soufitr, F. (2023) *Konsep Sistem Informasi*. Padang Sidempuan: PT Inovasi Pratama Internasional.
- Suminten, S. and Sintawati, I.D. (2020). Perancangan Sistem Informasi SDM Berbasis Objek pada PT. General Protection and Respond Solution dengan Menggunakan Metode Rational Unified Process, *PROSISKO: Jurnal Pengembangan Riset dan Observasi Sistem Komputer*, 7(1), pp. 17–25. Available at: <https://doi.org/10.30656/prosisko.v7i1.2079>.
- Sungeun An, Jennifer Hammock, A.G. (2025). How Online Learners Engage In Self-Directed Modeling, pp. 3501–3528.
- Tsinarakis, G., Sarantinoudis, N. and Arampatzis, G. (2022). A Discrete Process Modelling and Simulation Methodology for Industrial Systems Within The Concept of Digital Twins', *Applied Sciences* [Preprint].
- Widya, A., Gaffar, M. and Samsul, S.W. (2025). Sistem Rekomendasi Pemilihan Hardware Komputer Menggunakan Metode Item-Based Collaborative Filtering, *Jurnal Minfo Polgan*, 14(April), pp. 284–292.

PROFIL PENULIS



Dr. Ir. Norbertus Tri Suswanto Saptadi, S.Kom., M.T., M.M., IPM.

Lahir di Cirebon, Jawa Barat, tanggal 7 Juni 1975. Memiliki Jabatan Fungsional Lektor Kepala, Pembina Tingkat I (IV/b). Berpendidikan Sarjana Komputer (S.Kom.) di Universitas Teknologi Digital Indonesia (UTDI) tahun 1998, Magister Manajemen (M.M.) di Universitas Hasanuddin (UNHAS) tahun 2004, Magister Teknologi Informasi (M.T.) di Universitas Gadjah Mada (UGM) tahun 2007, Insinyur (Ir.) di Pendidikan Profesi Insinyur UNHAS tahun 2020, Insinyur Profesional Madya (IPM.) di Persatuan Insinyur Indonesia (PII) tahun 2021, Doktor (Dr.) di Fakultas Teknik UNHAS tahun 2023, Kursus Kader Pimpinan (Suskapin) XXVI Menwa RI tahun 1997, dan Program Pendidikan Reguler Angkatan (PPRA) LX Lemhannas RI tahun 2020.

Menjadi tenaga pengajar (Dosen) pada Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknologi Informasi Universitas Atma Jaya Makassar (UAJM). Peraih Poster terbaik DPRM Dikti tahun 2016. Dosen berprestasi IKDKI tahun 2020, 2021, dan 2024. Pernah menjabat Kepala UPT Komputer, Kepala BAPSI, Wakil Dekan FT, Dekan FT dan FTI, Wakil Rektor III, Ketua Penjaminan Mutu. Tim PAK Dosen dan Asesor BKD UAJM. *Reviewer International Conference* dan Jurnal SINTA. Pemenang Hibah Kemdikbud Penelitian Dosen Pemula, Bersaing, Fundamental, dan Strategi Nasional. Penulis artikel media massa Tribun Timur, Koinonia, Bisnis Sulawesi, Sesawi.net, Mirifica.net, HidupKatolikCom, OMKNet, KatolikanaTV, Jalan Hidup Katolik, dll. Penulis Buku di Kanisius, Sada Kurnia Pustaka, Aksara Sastra Media, *Future Science*, HEI *Publishing*, Mifandi Mandiri *Digital*, Rey Media Grafika, Widina Salemba, Andi, dan Cendikia Mulia Mandiri. Aktifis organisasi IKA Lemhannas RI LX, IARMI, DPP ISKA, BAPOMI Sulsel, LP3KD Sulsel, IKDKI SulSelTraBar, Komkep KAMS, Komsos KAMS, PUKAT KAMS, TPP KAMS, FMKI KAMS, UPS KAMS, Pengurus Kebun Sawit Laimbo, FDI, PII Makassar, INAPR, Dewan Keuangan Paroki dan Program Ayo Sekolah Mariso, Animator Laudato Si', dll. Email Penulis: ntsaptadi@gmail.com.



BAB 6

REPRESENTASI SISTEM: DIAGRAM, *FLOWCHART*, DAN NOTASI FORMAL

Fahmi Fadillah Septiana, S.Kom., M.Kom.
Universitas Garut



Pendahuluan

Dalam pengembangan dan analisis sistem, kemampuan untuk merepresentasikan sistem secara jelas dan terstruktur merupakan kompetensi yang sangat penting. Sistem, baik yang bersifat sederhana maupun kompleks, terdiri dari berbagai komponen yang saling berinteraksi.

Tanpa representasi yang tepat, pemahaman terhadap alur kerja, hubungan antar komponen, serta perilaku sistem akan sulit dicapai. Oleh karena itu, representasi sistem digunakan sebagai sarana untuk memvisualisasikan, mendeskripsikan, dan mengomunikasikan ide sistem secara efektif kepada berbagai pihak, seperti analis sistem, pengembang, pengguna, maupun pemangku kepentingan lainnya (Adam, 2025).

Bab ini membahas tiga pendekatan utama dalam representasi sistem. Dalam banyak hal bisa saja sistem direpresentasikan kedalam bentuk yang sederhana dan dinamis yang diwakilkan oleh diagram, *Flowchart*, dan notasi formal. Ketiga pendekatan tersebut memiliki karakteristik, tingkat ketelitian, serta tujuan penggunaan yang berbeda, namun saling melengkapi dalam proses analisis dan perancangan sistem (edu, 2025). Diagram adalah representasi visual (grafis) dari suatu sistem, proses, atau alur kerja, menggunakan simbol dan garis untuk menunjukkan komponen, interaksi, dan urutan aktivitasnya, membantu pemahaman, perencanaan, dan dokumentasi, untuk proses bisnis, diagram aktivitas untuk urutan aksi, atau diagram kelas untuk struktur statis perangkat lunak. Jenis diagram yang umum sekali digunakan adalah *Flowchart*.

Flowchart adalah representasi awal dari algoritma yang membantu pengembang sistem memvisualisasikan alur logika sebelum dituangkan dalam bahasa pemrograman. *Flowchart* bersifat grafis yang mencakup simbol-simbol, gambar, dan arah panah yang jelas sesuai dengan yang sudah disepakati di dunia pengembangan sistem.

Dengan adanya alat ini terbukti mengurangi kesalahan logika pengembang sistem dalam tahap implementasi kode, karena memberikan gambaran yang lebih jelas tentang urutan eksekusi dan kondisi yang harus dipenuhi. Pada bab selanjutnya akan dibahas

seperti apa simbol-simbol dan Notasi Formal yang bisa digunakan untuk membangun sebuah *Flowchart* guna bisa memberikan arahan dan tahapan yang jelas kepada pengembang Sistem (Amira, 2025).

Konteks dan Peran Representasi Sistem

Representasi sistem berfungsi sebagai jembatan antara konsep abstrak dan implementasi nyata. Pada tahap awal pengembangan, representasi membantu merumuskan kebutuhan dan ruang lingkup sistem. Pada tahap desain, representasi digunakan untuk memodelkan struktur dan perilaku sistem.

Sementara itu, pada tahap implementasi dan evaluasi, representasi menjadi acuan untuk pengujian dan pemeliharaan sistem (Adam, 2025). Representasi sistem merupakan suatu cara untuk menggambarkan sistem secara terstruktur, terabstraksi, dan mudah dipahami, baik oleh manusia maupun oleh pihak teknis yang terlibat dalam pengembangan dan pengelolaannya.

Dalam konteks sistem informasi, representasi sistem berfungsi sebagai jembatan antara kompleksitas dunia nyata dan model konseptual yang dapat dianalisis, dirancang, serta diimplementasikan secara sistematis. Dalam konteks rekayasa sistem dan teknologi informasi, representasi sistem juga berperan sebagai alat dokumentasi. Dokumentasi yang baik memungkinkan sistem untuk dipahami kembali di masa depan, baik oleh tim yang sama maupun oleh pihak lain yang baru terlibat. Dengan demikian, representasi sistem tidak hanya bersifat teknis, tetapi juga strategis. Konteks representasi sistem berkaitan dengan lingkungan, tujuan, dan sudut pandang yang digunakan dalam memodelkan suatu sistem.

Setiap sistem berada dalam lingkungan tertentu yang terdiri atas pengguna, proses bisnis, teknologi, serta batasan organisasi dan kebijakan. Oleh karena itu, representasi sistem tidak bersifat tunggal, melainkan dapat bervariasi sesuai dengan kebutuhan analisis dan tingkat kedalaman yang diinginkan. Dalam sistem informasi, representasi sistem digunakan untuk:

1. Memahami permasalahan nyata secara menyeluruh.
2. Mengidentifikasi komponen sistem dan hubungan antar komponen.
3. Menentukan batasan sistem (*system boundary*) dan interaksi dengan lingkungan luar.

Daftar Pustaka

- Adam, A. (2025, Agustus 2025). *Pengertian Sistem dan Jenisnya Dalam Manajemen Perusahaan*. Retrieved From Accurate: <https://accurate.id/marketing-manajemen/pengertian-sistem/>.
- Amira. (2025, November 25). *Apa Itu Flowchart: Pengertian Menurut Ahli, Fungsi, dan Jenisnya*. Retrieved From Gramedia Blog: <https://www.gramedia.com/literasi/flowchart/>.
- Bahri, K. (2017, Februari 11). *Pengertian Flowchart dan Pseudocode Dalam Notasi Algoritma*. Retrieved From Levatra: <https://www.levatra.com/2017/02/pengertian-flowchart-dan-pseudocode-algoritma.html>.
- Edu, k. u. (2025, Mei 15). *Konsep Sistem*. Retrieved From Program Studi Teknologi Pendidikan Universitas Pendidikan Indonesia: <https://kurtek.upi.edu/konsep-sistem/>.
- Jessica, C. (2025, Desember 12). *Sistem Informasi: Pahami Definisi, Komponen, dan Jenis-Jenisnya Di Sini*. Retrieved from <https://glints.com/id/lowongan/apa-itu-sistem-informasi/>.
- Evi Lestari Pratiwi. (2020). *Konsep Dasar Algoritma dan Pemrograman Dengan Bahasa Java (Adi Pratomo (ed.))*. Poliban Press.
- Filho, J. L., & Braga, J. L. (2016). UML: Unified Modeling Language. *Encyclopedia of GIS, 05*(March), 1–2. https://doi.org/10.1007/978-3-319-23519-6_1419-2.
- Hand, K. (2020). Rutgers University AAUP-AFT. *Academe, 106*(2).
- Jacobson, I., Booch, G., & Rumbaugh, J. (1999). *The Unified Software Development Process*.
- Kendall, K. E., & Kendall, J. E. (2020). *Systems Analysis And Design. In Evaluation of Human Work, 3rd Edition*.
- Maxim, R. P. and B. (2015). *Software Engineering : A Practitioner ' s Approach 7th Edition Software Engineering : A Practitioner ' s Approach 7th Edition Get Solutions*. 3–5.
- Sommerville, I. (2016). *TENTH Edition Tenth Edition*.
- Sommerville, I. (2011). *Requisitos De Ingeniería De Software*.
- Suryan, W. (2014). Software Quality Engineering: A Practitioner's Approach. In *Software Quality Engineering: A Practitioner's*

Approach (Vol. 9781118592496).
<https://doi.org/10.1002/9781118830208>.

Zulkifli, A., & Baharudin. (2024). Web Based Leave Application for Teachers in Rural Multi-Island Regency. *Journal of Ict Applications and System*, 3(1), 23–26. <https://doi.org/10.56313/jictas.v3i1.343>.

PROFIL PENULIS



Fahmi Fadillah Septiana, S.Kom., M.Kom.

Ketertarikan penulis terhadap Pemrograman dan juga Sistem komputer dimulai pada tahun 2013 silam. Hal tersebut membuat penulis memilih untuk masuk ke Sekolah Menengah Kejuruan di SMK Negeri 9 Garut dengan memilih Jurusan Teknik Multimedia (MM) dan berhasil lulus pada tahun 2016. Penulis kemudian melanjutkan pendidikan ke Perguruan Tinggi dan berhasil menyelesaikan studi S1 di prodi Teknik Informatika Institut Teknologi Garut pada tahun 2020.

Dua tahun kemudian, penulis menyelesaikan studi S2 di prodi Ilmu Komputer Program Pasca Sarjana Universitas Nusa Mandiri Jakarta. Penulis memiliki kepakaran di bidang *Web Programming* dan *Internet of Things Engineering (IoT Engineer)*. Dan untuk mewujudkan karir sebagai dosen profesional, penulis pun aktif sebagai *Trainer* di berbagai sekolah nasional maupun internasional dan juga menjadi peneliti di bidang kepakarannya tersebut. Beberapa penelitian yang telah dilakukan didanai oleh internal perguruan tinggi dan juga Kemenristek DIKTI. Selain peneliti, penulis juga aktif menulis buku dengan harapan dapat memberikan kontribusi positif bagi bangsa dan negara yang sangat tercinta ini. Atas dedikasi dan kerja keras dalam menulis, Penulis berhasil menerbitkan beberapa jurnal terakreditasi baik terindex sinta maupun nasional.

Email Penulis: fahmifadillahs@uniga.ac.id.



BAB 7

METODE MONTE CARLO

DALAM SIMULASI

Riani Lubis, S.T, M.T.
Universitas Komputer Indonesia



Pendahuluan

Metode Monte Carlo merupakan salah satu metode simulasi yang banyak digunakan untuk mempelajari perilaku sistem kompleks. Metode ini memanfaatkan teori probabilitas dan bilangan acak untuk memodelkan sistem stokastik melalui proses komputasi berulang. Simulasi dengan Metode Monte Carlo melibatkan beberapa variabel data yang dikumpulkan berdasarkan fakta atau data masa lalu (Lubis, 2023).

Pada prinsipnya metode Monte Carlo dalam simulasi adalah teknik simulasi numerik yang menggunakan pengambilan sampel acak dari distribusi probabilitas yang digunakan untuk memperkirakan karakteristik atau pun kinerja suatu sistem nyata. (Kroese, 2011). Metode ini menjalankan simulasi secara berulang dalam sejumlah iterasi. Hasil simulasi akan mendekati nilai ekspektasi sebenarnya jika simulasi dilakukan dengan jumlah iterasi yang besar. yang dikumpulkan berdasarkan fakta atau data masa lalu.

Tujuan utama dari simulasi dengan metode Monte Carlo adalah untuk memodelkan sistem nyata yang mengandung ketidakpastian, memperkirakan nilai yang sulit dihitung secara analitis, dan membantu pengambilan keputusan berbasis probabilitas. Sedangkan manfaatnya adalah fleksibel diterapkan di berbagai bidang, mudah diimplementasikan dengan komputer, mampu menganalisis risiko dan skenario, dan sesuai untuk sistem kompleks.

Komponen Simulasi Monte Carlo

Seperti yang telah diketahui bahwa simulasi Monte Carlo merupakan teknik simulasi stokastik yang menggunakan bilangan acak untuk memodelkan dan menganalisis sistem nyata yang mengandung ketidakpastian.

Agar hasil simulasi Monte Carlo dapat berjalan dengan benar dan menghasilkan *output* yang valid, diperlukan beberapa komponen utama yang saling berkaitan. Adapun komponen utama metode Monte Carlo adalah sebagai berikut (Rubinstein, 2016; Law, 2015):

1. Variabel Acak

Variabel acak adalah variabel bebas yang memiliki unsur ketidakpastian dan nilainya ditentukan oleh suatu kejadian acak. Dalam simulasi Monte Carlo, variabel acak digunakan untuk merepresentasikan aspek sistem yang tidak pasti seperti jumlah

permintaan, waktu proses, waktu kedatangan pelanggan, dan harga bahan baku.

2. Distribusi Probabilitas

Distribusi probabilitas memberikan gambaran peluang terjadinya nilai tertentu dari suatu variabel acak. Model distribusi ditetapkan berdasarkan data historis atau asumsi pakar. Distribusi yang umum digunakan diantaranya adalah distribusi *Uniform*, *Normal*, *Poisson*, *Exponential*, dan distribusi probabilitas diskrit.

3. Bilangan Acak

Bilangan acak merupakan bilangan yang dihasilkan secara acak dalam rentang 0 hingga 1, serta bersifat *Uniform*, independen, dan tidak berpola. Bilangan ini digunakan untuk memperoleh nilai variabel acak berdasarkan distribusi probabilitas yang telah ditentukan. Bilangan acak dihasilkan dengan menggunakan salah satu *generator* bilangan acak.

4. Iterasi Simulasi

Iterasi simulasi adalah proses pengulangan simulasi. Fungsi dari iterasi simulasi adalah untuk meningkatkan akurasi hasil serta mengurangi pengaruh kebetulan. Semakin banyak iterasi simulasi yang dilakukan, maka hasil simulasi akan semakin mendekati nilai ekspektasi yang sebenarnya.

Tahapan Simulasi Monte Carlo

Pada bagian ini akan dijelaskan tahapan simulasi dengan menggunakan metode Monte Carlo adalah sebagai berikut:

1. Identifikasi Variabel Acak Simulasi

Pada tahap ini ditentukan variabel acak yang akan disimulasikan nilainya. Variabel ini mewakili karakteristik sistem nyata yang akan dianalisis. Contoh variabel acak misalnya jumlah permintaan harian, waktu pelayanan, atau keuntungan penjualan.

Terdapat dua jenis variabel acak, yaitu Variabel Acak Diskrit (seperti: jumlah produk terjual & jumlah permintaan) dan Variabel Acak Kontinu (seperti: waktu tunggu pelanggan dan waktu pelayanan pelanggan).

2. Membuat Distribusi Frekuensi Dan Probabilitas Kumulatif

Pada tahap ini dilakukan pembuatan tabel distribusi frekuensi untuk setiap variabel acak simulasi. Kemudian dihitung probabilitas dan probabilitas kumulatifnya.

Daftar Pustaka

- Adiwijaya, F.F., Mardzuki, T.H., Lubis, R., Susanto, R., & Mardiani, G.T. (2025). Simulation Prediction If The Number of Foreign Tourist Visit to Indonesia. *Proceeding Book The 8th International Conference on Informatics, Engineering, Science & Technology* (pp.155-167). Universitas Komputer Indonesia.
- Chen, J. (2025). *Monte Carlo Simulations In Complex Systems: Challenges And New Approaches. Theoretical and Natural Science*, 86, 114–119.
- Fishman, G. S. (1996). *Monte Carlo: Concepts, Algorithms, And Applications*. Springer.
- Kroese, D. P., Taimre, T., & Botev, Z. I. (2011). *Handbook of Monte Carlo methods*. Wiley.
- Law, A. M., & Kelton, W. D. (2015). *Simulation Modeling And Analysis (5th ed.)*. McGraw-Hill.
- Lubis, R., Adiwijaya, F.F., & Hardyanto, C. (2023). Sistem Prediksi Jumlah Mahasiswa Baru Menggunakan Metode Simulasi Monte Carlo. *Jurnal Sistem dan Teknologi Informasi*, 11(3), 466–472.
- Ross, S. M. (2013). *Simulation (5th ed.)*. Academic Press.
- Rubinstein, R. Y., & Kroese, D. P. (2016). *Simulation and the Monte Carlo method (3rd ed.)*. Wiley.
- Zhang, X., & Smith, J. (2024). *Monte Carlo methods for medical imaging research. Biomedical Engineering Letters*, 14, 1195–1205.

PROFIL PENULIS




Riani Lubis, S.T., M.T.

Penulis merupakan seorang akademisi dan peneliti di Program Studi Teknik Informatika Universitas Komputer Indonesia. Penulis berhasil menyelesaikan studi S1 di Program Studi Teknik dan Manajemen Industri Universitas Islam Bandung pada tahun 1997. Akan tetapi sejak tahun 2004, penulis mulai tertarik pada bidang Ilmu Komputer sehingga melanjutkan studi S2 dan berhasil menyelesaikan studi pada tahun 2007 dari Program Studi Informatika Institut

Teknologi Bandung.

Bidang keahlian penulis saat ini meliputi simulasi komputasi, pemodelan stokastik, analitik data serta sistem informasi. Dalam kegiatan akademik, penulis mengampu mata kuliah Pemodelan dan Simulasi, Sistem Pendukung Keputusan, Pengantar Sains Data, Proyek Sains Data, dan Riset Operasional. Fokus penelitian penulis diarahkan pada penerapan metode simulasi, khususnya Metode Monte Carlo dan variasinya, untuk mendukung pengambilan keputusan pada sistem industri, rantai pasok dan perencanaan operasional. Penulis aktif dalam menyusun bahan ajar dan melakukan penelitian di bidang kepakarannya, karena penulis berkomitmen menjembatani teori dan praktik serta mendorong pemanfaatan teknologi informasi yang relevan, inovatif, dan berkelanjutan.

Email Penulis: riani.lubis@email.unikom.ac.id.



BAB 8

VERIFIKASI DAN

VALIDASI MODEL

SIMULASI

Hamzah Nurrifqi Fakhri Fikrillah, S.Kom., M.Kom.
Universitas Garut

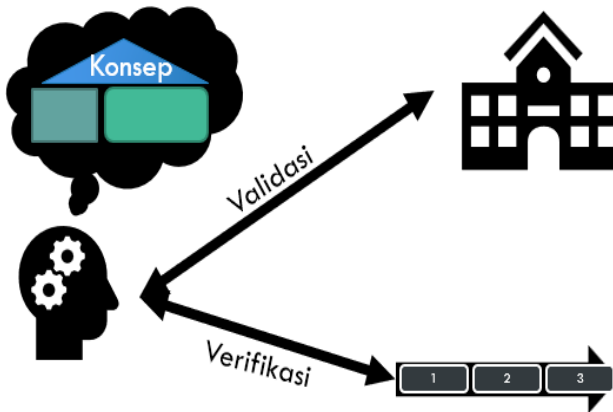


Pendahuluan

Pada dasarnya model adalah representasi dari objek, benda atau ide/pemikiran dalam bentuk yang sederhana. Model merupakan tiruan, miniatur, cetak biru yang dapat merepresentasikan suatu benda, sistem atau kejadian yang sesungguhnya (Khotimah, 2015).

Simulasi adalah suatu prosedur yang dapat menggambarkan bagaimana sistem dapat bekerja seperti sistem atau objek nyata pada model. Simulasi dilakukan untuk menguji model yang dibuat dengan berbagai parameter berdasarkan fungsi atau tujuan dari model tersebut (Khotimah, 2015).

Pada saat pengujian model, perlu dilakukannya verifikasi, hal ini bertujuan untuk memastikan bahwa model yang dibangun beserta simulasi yang dilakukan sesuai dengan desain, konsep, algoritma atau langkah penyelesaian masalah dari model tersebut sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan (Winston, 2004).



Gambar 8.1: Ilustrasi Model, Verifikasi dan Validasi

Sumber: Diolah Penulis.

Setelah model diverifikasi dan dinyatakan sesuai dengan spesifikasi, model tersebut divalidasi. Proses validasi adalah proses untuk memastikan bahwa model yang telah dibangun mampu merepresentasikan fenomena, kejadian, sistem atau objek nyata secara akurat (Law, 2015). Verifikasi akan menjawab pertanyaan

“Apakah model telah dibuat dengan benar”, dan validasi akan menjawab pertanyaan “Apakah model yang dibangun sudah sesuai dengan kenyataan?”.

Pentingnya Verifikasi dan Validasi

Dalam pemodelan dan simulasi, tujuan utama adalah menghasilkan representasi sistem nyata yang dapat digunakan untuk memahami perilaku, memprediksi kondisi, dan mendukung pengambilan keputusan. Namun, proses membangun model tidak pernah bebas dari kesalahan.

Model yang tampak berjalan baik secara teknis belum tentu mencerminkan realitas, sementara model yang terlihat realistis bisa saja mengandung kesalahan logika. Verifikasi dan Validasi berfungsi sebagai kontrol kualitas. Verifikasi memastikan model dibangun sesuai desain konseptual dan spesifikasi teknis, sedangkan validasi memastikan model mampu merepresentasikan fenomena nyata (Hasad, 2011). Kedua proses ini menjamin hasil simulasi dapat dipercaya dan digunakan sebagai dasar keputusan.

Risiko dan Pentingnya Verifikasi dan Validasi Dalam Pengambilan Keputusan

Mengabaikan proses Verifikasi dan Validasi dapat menimbulkan risiko serius terhadap kualitas model simulasi. Model yang tidak diverifikasi berpotensi mengandung kesalahan logika, alur, atau struktur yang menyebabkan hasil simulasi tidak konsisten.

Sementara itu, model yang tidak divalidasi berisiko menghasilkan *output* yang tidak sesuai dengan kondisi nyata, sehingga menyesatkan pengguna. Dampak dari kondisi ini dapat berupa kesalahan analisis, kerugian finansial, hingga keputusan strategis yang keliru. Keberadaan Verifikasi dan Validasi juga meningkatkan kepercayaan *stakeholder* terhadap hasil simulasi.

Model yang terbukti valid akan lebih mudah diterima sebagai alat analisis, sehingga hasilnya dapat digunakan untuk mendukung perencanaan, evaluasi, maupun strategi jangka panjang. Oleh karena itu, Verifikasi dan Validasi bukan hanya proses teknis, tetapi juga

Daftar Pustaka

- Caroprese, L., Pisani, F. S., Veloso, B. M., Konig, M., Manco, G., Hoos, H., & Gama, J. (2025). Modelling Concept Drift In Dynamic Data Streams For Recommender Systems. *ACM Transactions on Recommender Systems*, 3(2), 1–28. <https://doi.org/10.1145/3707693>.
- Hasad, A. (2011). *Verifikasi dan Validasi Dalam Simulasi Model*. Departemen Ilmu Komputer, 5–6, 1–17.
- Khotimah, B. K. (2015). Teori Simulasi dan Pemodelan: Konsep, Aplikasi dan Terapan. In A. Muntaha (Ed.), *Wade Group (1st ed.)*. CV. Wade Group. BuatBuku.com.
- Law, A. M. (2015). *Simulation Modeling And Analysis, Fifth Edition (M. Bilecki (ed.); 5th ed.)*. McGraw-Hill Education. www.averill-law.com.
- Winston, W. L. (2004). Operations Research Applications And Algorithms Fourth Edition. In A. Day & K. Brayton (Eds.), *Thomson Learning (4th ed.)*. Curt Hinrichs. <http://www.thomsonrights.com>.

PROFIL PENULIS




Hamzah Nurrifqi Fakhri F., S.Kom., M.Kom.

Lahir di Bandung pada 21 Desember 1996 dan memiliki ketertarikan di bidang ilmu komputer sejak menempuh pendidikan di SMK Ciledug Al-Musaddadiyah Garut. Lulus pada tahun 2015, saya memilih jurusan Teknik Komputer & Jaringan (TKJ) sebagai awal perjalanan akademik di dunia teknologi. Selanjutnya, saya melanjutkan studi S1 di Sekolah Tinggi Teknologi Garut (STTG) dengan program studi Teknik Informatika pada tahun 2016 dan menyelesaikan pendidikan tersebut pada pertengahan tahun 2020.

Untuk memperdalam keahlian, saya melanjutkan studi pascasarjana di STMIK LIKMI Bandung pada tahun 2023 dengan fokus pada Sistem Informasi dan lulus pada awal tahun 2024. Dalam perjalanan karir, saya pernah berkontribusi sebagai Data Analis dan Pengelola Data di Dinas Sosial Kabupaten Garut dari Januari 2021 hingga Januari 2025. Selama bertugas, saya bertanggung jawab dalam pengelolaan aplikasi SIKS-NG. Selain itu, saya dipercaya secara langsung oleh pimpinan daerah untuk menganalisis dan menyajikan data bagi calon penerima bantuan sosial. Saya juga aktif sebagai narasumber dalam berbagai bimbingan teknis bagi petugas pengelola data di tingkat desa hingga kecamatan. Saat ini, saya baru mulai berkarir sebagai dosen di sebuah perguruan tinggi swasta. Meskipun belum memiliki banyak pengalaman menulis, saya memiliki semangat tinggi untuk terus belajar, memperluas wawasan akademik, serta mendalami perkembangan di bidang analisis data, dan teknologi informasi.

Email Penulis: hamzah.nurrifqi2@gmail.com.



BAB 9

ANALISIS HASIL DAN

VISUALISASI DATA

SIMULASI

Max Teja Ajie Cipta Widiyanto, S.Kom., M.Kom.
Institut Teknologi PLN



Pendahuluan

Simulasi merupakan salah satu metode penting dalam pemodelan sistem kompleks yang digunakan untuk merepresentasikan perilaku sistem nyata dalam berbagai skenario tanpa harus melakukan eksperimen langsung pada sistem tersebut.

Menurut Law dan Kelton, simulasi memungkinkan peneliti dan pengambil keputusan untuk “memahami, menganalisis, dan meningkatkan kinerja suatu sistem melalui representasi model dan eksperimen terkontrol” (Law & Kelton, 2015). Namun, nilai utama dari simulasi tidak hanya terletak pada proses pemodelannya, melainkan pada kemampuan untuk menganalisis hasil simulasi secara tepat dan menyajikannya dalam bentuk yang mudah dipahami.

Analisis hasil simulasi bertujuan untuk mengekstraksi informasi bermakna dari data keluaran simulasi yang sering kali bersifat besar, variatif, dan mengandung unsur ketidakpastian. Banks dkk. menegaskan bahwa tanpa analisis yang sistematis, data hasil simulasi hanya akan menjadi kumpulan angka yang sulit diinterpretasikan dan berpotensi menyesatkan dalam pengambilan keputusan (Banks *et al.*, 2010).

Oleh karena itu, teknik analisis statistik seperti statistik deskriptif, distribusi probabilitas, dan interval kepercayaan menjadi elemen penting dalam mengevaluasi performa dan validitas hasil simulasi. Selain analisis numerik, visualisasi data memiliki peran krusial dalam membantu proses interpretasi dan komunikasi hasil simulasi. Visualisasi yang baik mampu menyederhanakan kompleksitas data dan menampilkan pola, tren, serta anomali yang sulit dikenali melalui tabel angka semata.

Tufte menyatakan bahwa visualisasi data yang efektif dapat “mengungkapkan struktur dan makna data secara jelas, tepat, dan efisien” (Tufte, 2001). Dengan mengkombinasikan analisis hasil simulasi dan visualisasi data yang tepat, pengguna simulasi dapat memperoleh pemahaman yang lebih mendalam, meningkatkan kualitas pengambilan keputusan, serta menyampaikan hasil simulasi secara lebih komunikatif kepada berbagai pemangku kepentingan.

Analisis Hasil dan Visualisasi Data Simulasi

1. Konsep Dasar Analisis Hasil

Simulasi merupakan teknik pemodelan yang digunakan untuk merepresentasikan perilaku suatu sistem nyata ke dalam bentuk model matematis atau logis sehingga dapat dipelajari dan dianalisis tanpa harus melakukan eksperimen langsung pada sistem tersebut.

Menurut Law dan Kelton, simulasi adalah “proses merancang model sistem nyata dan melakukan eksperimen dengan model tersebut untuk memahami perilaku sistem atau mengevaluasi berbagai strategi operasional” (Law & Kelton, 2015). Dengan demikian, simulasi berfungsi sebagai alat bantu analisis yang memungkinkan eksplorasi berbagai skenario secara aman, efisien, dan fleksibel.

Hasil simulasi berupa data keluaran (*output*) yang mencerminkan kinerja sistem dalam kondisi tertentu, seperti waktu tunggu, tingkat utilisasi, biaya, atau probabilitas kejadian. Namun, data hasil simulasi umumnya bersifat stokastik, mengandung variabilitas, serta dipengaruhi oleh asumsi dan parameter model.

Banks dkk. menekankan bahwa analisis hasil simulasi diperlukan untuk membedakan variasi yang disebabkan oleh ketidakpastian acak dari perubahan yang benar-benar signifikan pada sistem (Banks *et al.*, 2010). Oleh karena itu, analisis hasil simulasi menjadi tahap krusial dalam memastikan bahwa kesimpulan yang diambil bersifat valid dan dapat dipertanggungjawabkan.

Analisis hasil simulasi mencakup penerapan metode statistik untuk merangkum, mengevaluasi, dan menginterpretasikan data keluaran simulasi. Teknik yang umum digunakan meliputi statistik deskriptif, analisis distribusi probabilitas, interval kepercayaan, serta perbandingan antar skenario simulasi.

Montgomery menyatakan bahwa penggunaan analisis statistik yang tepat dapat meningkatkan keandalan hasil simulasi dan mendukung pengambilan keputusan berbasis data (Montgomery, 2013). Tanpa analisis yang sistematis, hasil simulasi berisiko disalahartikan dan tidak memberikan manfaat optimal bagi pengguna.

Daftar Pustaka

- Banks, J., Carson, J. S., Nelson, B. L., & Nicol, D. M. (2010). *Discrete-Event System Simulation (5th ed.)*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Cairo, A. (2016). *The Truthful Art: Data, Charts, And Maps for Communication*. Berkeley, CA: New Riders.
- Few, S. (2009). *Now You See It: Simple Visualization Techniques for Quantitative Analysis*. Oakland, CA: Analytics Press.
- Law, A. M. (2015). *Simulation Modeling and Analysis (5th ed.)*. New York: McGraw-Hill Education.
- Montgomery, D. C. (2013). *Design And Analysis of Experiments (8th ed.)*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.
- Ross, S. M. (2014). *Introduction to Probability Models (11th ed.)*. Amsterdam: Academic Press.
- Tufte, E. R. (2001). *The Visual Display of Quantitative Information (2nd ed.)*. Cheshire, CT: Graphics Press.
- Ward, M. O., Grinstein, G., & Keim, D. (2015). *Interactive Data Visualization: Foundations, Techniques, and Applications*. Boca Raton, FL: CRC Press.

PROFIL PENULIS



Max Teja Ajie Cipta Widiyanto, S.Kom., M.Kom.

Minat penulis terhadap dunia ilmu komputer mulai tumbuh sejak tahun 2006. Ketertarikan tersebut mendorong penulis untuk menempuh pendidikan tinggi Sarjana di Universitas Dian Nuswantoro, memilih pada Fakultas ilmu komputer dengan program studi pada bidang Teknik Informatika (TI). Penulis berhasil menyelesaikan pendidikan jenjang Sarjana (S1) dan lulus pada tahun 2011.

Sebelum memperdalam pemahaman dan kompetensinya di bidang teknologi informasi, penulis pernah Mengajar di SMK Ashabul Kahfi Semarang Teknik Komputer Jaringan tahun 2011-2015, kemudian melanjutkan studi ke jenjang Magister (S2) di Universitas Dian Nuswantoro, dan pada tahun 2017 berhasil meraih gelar Magister Ilmu Komputer, pada program studi Teknik Informatika. Saat ini, penulis aktif sebagai dosen tetap di lingkungan pendidikan tinggi, tepatnya pada Program Studi Teknik Informatika di bawah naungan LLDIKTI Wilayah III, bertugas di Institut Teknologi PLN.

Dalam kapasitasnya sebagai tenaga pengajar, penulis mengampu berbagai mata kuliah yang berfokus pada pengembangan kompetensi teknis dan manajerial mahasiswa, antara lain: Teknik *Digital*, Mikroprosesor, *Embedded System*, Interaksi Manusia Komputer, Matematika Diskrit, Komunikasi Data dan *Internet of Things (IoT)*. Selain mengajar, penulis juga aktif melakukan penelitian dan publikasi ilmiah dalam bidang keilmuannya. Karya-karya ilmiah penulis dapat ditemukan dan diakses melalui portal akademik seperti SINTA (*Science and Technology Index*) dan *Google Scholar*. Dengan latar belakang akademik yang kuat dan pengalaman mengajar yang luas, penulis terus berkomitmen untuk berkontribusi dalam

pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, serta membimbing generasi muda dalam menghadapi tantangan dunia *digital* yang semakin kompleks.

Email Penulis: widiyanto.olshop@gmail.com.



BAB 10
TREN DAN TANTANGAN
MASA DEPAN DALAM
MODELING DAN
SIMULATION

Lilis Supratman, M.Si.
Universitas Pakuan



Pendahuluan

Perkembangan sistem komputer yang semakin kompleks, terdistribusi, dan berbasis data menuntut pendekatan *modeling* dan *simulation* yang tidak hanya akurat, tetapi juga adaptif terhadap perubahan lingkungan sistem. Munculnya tren baru seperti integrasi kecerdasan buatan, *digital twin*, dan simulasi berskala besar berbasis *cloud* mendorong transformasi signifikan dalam cara model dikembangkan dan digunakan.

Di sisi lain, perkembangan tersebut juga menghadirkan tantangan serius, termasuk meningkatnya kompleksitas model, kebutuhan data berkualitas tinggi, serta isu validasi, keamanan, dan interoperabilitas. Oleh karena itu, pemahaman terhadap tren dan tantangan masa depan dalam *modeling* dan *simulation* menjadi krusial bagi pengembangan sistem komputer yang andal dan berkelanjutan.

Latar Belakang Perkembangan *Modeling* dan *Simulation* Dalam Sistem Komputer

Modeling dan *Simulation* (M&S) merupakan pendekatan fundamental dalam ilmu komputer dan rekayasa sistem untuk merepresentasikan, menganalisis, dan memprediksi perilaku sistem nyata melalui abstraksi model. Dalam konteks sistem komputer, M&S digunakan untuk memahami dinamika sistem yang kompleks tanpa harus melakukan eksperimen langsung yang sering kali mahal, berisiko, dan sulit direalisasikan. Menurut Luan (2024), M&S berperan sebagai jembatan antara sistem nyata dan analisis komputasional, terutama ketika sistem memiliki banyak komponen yang saling berinteraksi secara non-linear.

Pada fase awal, M&S dalam sistem komputer didominasi oleh model analitik dan simulasi diskrit dengan asumsi parameter yang relatif statis. Pendekatan ini cukup efektif untuk sistem berskala kecil dan terkontrol. Namun, perkembangan sistem komputer modern seperti sistem terdistribusi, *cloud computing*, dan *cyber-physical systems* menyebabkan peningkatan kompleksitas yang signifikan. Iranshahi (2025) menegaskan bahwa kompleksitas arsitektur dan dinamika sistem *digital* saat ini membuat pendekatan analitik tradisional semakin sulit diterapkan secara akurat.

Perkembangan teknologi *digital* turut mempercepat evolusi M&S menuju pendekatan yang lebih adaptif dan berbasis data. Studi

komprehensif oleh Luan (2024) menunjukkan bahwa M&S modern tidak lagi berdiri sebagai alat analisis pasif, melainkan berkembang menjadi sistem dinamis yang terintegrasi dengan data *real-time*, kecerdasan buatan, dan infrastruktur komputasi berskala besar. Hal ini menandai perubahan peran M&S dari sekadar alat bantu analisis menjadi komponen strategis dalam pengembangan sistem komputer.

Peran Strategis *Modeling* dan *Simulation* Dalam Sistem Komputer Modern

Dalam sistem komputer modern, M&S memiliki peran strategis pada tahap perancangan, analisis, dan optimasi sistem. Pada tahap perancangan, simulasi memungkinkan perancang sistem untuk mengevaluasi berbagai alternatif arsitektur dan konfigurasi sebelum implementasi nyata dilakukan.

Pendekatan ini membantu mengurangi risiko kegagalan desain dan meningkatkan efisiensi pengembangan sistem. Peran M&S dalam analisis kinerja juga semakin penting, terutama untuk sistem berskala besar dan terdistribusi. David dan Liu (2025) menekankan bahwa simulasi memungkinkan evaluasi performa sistem terhadap berbagai skenario operasional yang sulit direplikasi di dunia nyata, seperti lonjakan beban kerja, kegagalan komponen, atau perubahan pola penggunaan. Dengan demikian, M&S menjadi alat utama dalam mengevaluasi keandalan, skalabilitas, dan efisiensi sistem komputer.

Selain itu, M&S berfungsi sebagai sarana optimasi sistem melalui simulasi iteratif dan eksplorasi berbagai skenario kebijakan. Menurut Iranshahi (2025), penggunaan simulasi dalam optimasi sistem memungkinkan pengambilan keputusan berbasis bukti (*evidence-based decision making*), terutama dalam pengelolaan sumber daya komputasi, pusat data, dan sistem *edge*. Peran strategis ini semakin diperkuat dengan integrasi M&S ke dalam sistem pengambilan keputusan cerdas.

Perubahan Paradigma *Modeling* dan *Simulation* Seiring Kemajuan Teknologi Digital

Kemajuan teknologi *digital* mendorong perubahan paradigma yang signifikan dalam pendekatan modeling dan simulation. Salah satu perubahan utama adalah pergeseran dari pendekatan *model-centric*

Daftar Pustaka

- Banks, J., Carson, J. S., Nelson, B. L., & Nicol, D. M. (2010). *Discrete-Event System Simulation (5th ed.)*. Pearson Education.
- Buyya, R., Calheiros, R. N., & Dastjerdi, A. V. (2019). *Cloud Computing: Principles And Paradigms*. Wiley.
- Coulouris, G., Dollimore, J., Kindberg, T., & Blair, G. (2012). *Distributed Systems: Concepts And Design (5th ed.)*. Addison-Wesley.
- David, I., & Liu, X. (2025). AI Simulation By Digital Twins: A Systematic Survey, Reference Framework, And Mapping To A Standardized Architecture. *arXiv preprint*. <https://arxiv.org/abs/2506.06580>.
- Floridi, L., Cowsls, J., Beltrametti, M., et al. (2018). AI4People An Ethical Framework For A Good AI Society: Opportunities, Risks, Principles, And Recommendations. *Minds And Machines*, 28(4), 689–707. <https://doi.org/10.1007/s11023-018-9482-5>.
- Fujimoto, R. M., Malik, A., Park, A., & Kim, S. (2017). Standards And Interoperability In Modeling And Simulation. *Simulation*, 93(9), 695–707. <https://doi.org/10.1177/0037549717713021>.
- Grievies, M., & Vickers, J. (2017). Digital Twin: Mitigating Unpredictable, Undesirable Emergent Behavior In Complex Systems. In F.-J. Kahlen, S. Flumerfelt, & A. Alves (Eds.), *Transdisciplinary Perspectives on Complex Systems* (pp. 85–113). Springer.
- IFAC-PapersOnLine. (2025). Efficient Simulation Tools For Digital Twinning In Cyber-Physical Systems: New Challenges And A Proposed Roadmap. *IFAC-PapersOnLine*, 59(10), 554–559. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2025.02.087>.
- Iranshahi, K. (2025). Digital Twins: Recent Advances And Future Directions In Engineering Support. *Journal of Industrial Information Integration*, 36, 100512. <https://doi.org/10.1016/j.jii.2024.100512>.
- Jain, R. (1991). *The Art of Computer Systems Performance Analysis*. John Wiley & Sons.
- Luan, T. (2024). A Comprehensive Review of Simulation Technology: Development, Methods, Applications, Challenges, And Future

Trends. *International Journal of Emerging Technologies and Advanced Applications*, 1(5), 9–14.

Robinson, S. (2014). *Simulation: The Practice of Model Development And Use* (2nd ed.). Palgrave Macmillan.

Sargent, R. G. (2013). Verification And Validation of Simulation Models. *Journal of Simulation*, 7(1), 12–24.
<https://doi.org/10.1057/jos.2012.20>.

Siebers, P.-O., Macal, C. M., Garnett, J., Buxton, D., & Pidd, M. (2010). Discrete-Event Simulation Is Dead, Long Live Agent-Based Simulation! *Journal of Simulation*, 4(3), 204–210.
<https://doi.org/10.1057/jos.2010.14>.

PROFIL PENULIS



Lilis Supratman, M.Si.

Lilis Supratman adalah seorang dosen dari lima bersaudara yang bertempat tinggal di Kota Bogor. Selama mengabdikan diri di Universitas Pakuan Bogor sejak tahun 2007, menulis merupakan hobinya. Tidak kurang dari 11 buku bersertifikat ISBN yang sudah dirilis dan 13 *ebook* yang bersertifikat HaKI. Disiplin ilmu yang digeluti adalah mikrobiologi dengan cakupan materi jamur dan liken.

Aplikasi keilmuan diimplementasikan dalam bentuk kegiatan pengabdian masyarakat dalam berbagai topik yang bersifat multidisiplin (topik *stunting*, media *digital*, cerpen berbasis AI, pembuatan pupuk organik dan pembuatan lembar kerja/*worksheet*). Membaca adalah cara kita menyerap hikmah dari dunia, dan menulis adalah cara kita mengembalikan kebaikan itu kepada dunia. Saat kita membaca, kita memperluas pandangan dan menguatkan hati; saat kita menulis, kita meninggalkan jejak pemikiran agar orang lain ikut merasakan cahaya yang pernah menyinari kita. Tak perlu menjadi hebat dulu untuk mulai menulis, justru dengan menulis kita tumbuh, belajar, dan akhirnya memberi arti. Membaca dan menulis adalah pasangan serasi dalam memahami alam sekitar. Oleh karena itu, pahamiilah bahwa "Cuplikan media sosial bisa menggiring persepsi. Tapi melalui buku, memberikan pemahaman yang utuh".

Email Penulis: lilis@unpak.ac.id.

PEMODELAN DAN SIMULASI SISTEM KOMPUTER

Teori dan Implementasi

Buku ini lahir dari keprihatinan akan masih terbatasnya literatur komprehensif berbahasa Indonesia yang membahas pemodelan dan simulasi secara khusus dalam konteks sistem komputer, mulai dari fondasi teoritis hingga implementasi praktis. Disiplin ilmu ini telah menjadi pilar kritis dalam desain, analisis, dan optimisasi sistem komputer modern, mulai dari arsitektur prosesor, jaringan komputer, sistem terdistribusi, hingga komputasi kinerja tinggi. Perkembangan teknologi informasi yang begitu pesat menuntut adanya pendekatan sistematis dalam merancang, menganalisis, dan mengoptimalkan kinerja komputer. Pemodelan dan simulasi menjadi salah satu instrumen penting yang tidak hanya membantu para akademisi dan peneliti dalam memahami teori, tetapi juga memberikan solusi praktis bagi dunia industri. Pembahasan pada buku ini sebagai berikut:

1. Pengenalan Modeling dan Simulasi
2. Peran Simulasi Dalam Sistem Komputer
3. Model Vs Sistem Definisi dan Karakteristik
4. Jenis-Jenis Simulasi
5. Konsep Dasar Pemodelan Sistem Komputer
6. Representasi Sistem, Diagram, Flowchart, dan Notasi Formal
7. Metode Monte Carlo Dalam Simulasi
8. Verifikasi dan Validasi Model Simulasi
9. Nalisis Hasil dan Visualisasi Data Simulasi
10. Tren dan Tantangan Masa Depan Dalam Modeling dan Simulation

