

# CLOUD COMPUTING

## Konsep, Arsitektur, dan Implementasi

Tim Penulis:

Arif Muhamad Nurdin | Muhammad Faisal  
Irawan Afrianto | Aliyah | Cahyo Prihantoro  
Euis Nur Fitriani Dewi | Nungky Awang Chandra  
Patria Adhistian | Robby Maududy | Khaeruddin  
Mohammad Badrul | Nur Azizah  
Martono | Kotim Subandi



# **CLOUD COMPUTING**

Konsep, Arsitektur, dan Implementasi

**Arif Muhamad Nurdin**  
**Muhammad Faisal**  
**Irawan Afrianto**  
**Aliyah**  
**Cahyo Prihantoro**  
**Euis Nur Fitriani Dewi**  
**Nungky Awang Chandra**  
**Patria Adhastian**  
**Robby Maududy**  
**Khaeruddin**  
**Mohammad Badrul**  
**Nur Azizah**  
**Martono**  
**Kotim Subandi**

# CLOUD COMPUTING

Konsep, Arsitektur, dan Implementasi

## **Tim Penulis:**

Arif Muhamad Nurdin  
Muhammad Faisal  
Irawan Afrianto  
Aliyah  
Cahyo Prihantoro  
Euis Nur Fitriani Dewi  
Nungky Awang Chandra  
Patria Adhastian  
Robby Maududy  
Khaeruddin  
Mohammad Badrul  
Nur Azizah  
Martono  
Kotim Subandi

**Editor** : Ajay Supriadi, M.Kom.  
**Tata Letak** : Asep Nugraha, S.Hum.  
**Desain Cover** : Septimike Yourintan Mutiara, S.Gz.  
**Ukuran** : UNESCO 15,5 x 23 cm  
**Halaman** : vii, 214  
**ISBN** : 978-634-7021-80-9  
**Terbit Pada** : Oktober 2025  
**Anggota IKAPI** : No. 073/BANTEN/2023

## **Hak Cipta 2025 @ 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. Warung Selikur Km.6 Sukajaya – Carenang, Kab. Serang-Banten  
Email : sadapenerbit@gmail.com  
Website : sadapenerbit.com & repository.sadapenerbit.com  
Telpon/WA : +62 838 1281 8431

# KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, penulis dapat menyelesaikan buku berjudul “**Cloud Computing: Konsep, Arsitektur, dan Implementasi**” ini dengan baik.

Revolusi digital telah mengubah paradigma komputasi tradisional. Komputasi awan (*cloud computing*) telah muncul sebagai tulang punggung transformasi ini, menawarkan skalabilitas, fleksibilitas, dan efisiensi biaya yang belum pernah terjadi sebelumnya. Buku ini hadir sebagai respons atas kebutuhan akan pemahaman yang komprehensif dan mendalam tentang *cloud computing*, tidak hanya dari segi teori tetapi juga penerapannya dalam dunia nyata.

Buku ini dirancang secara sistematis untuk membimbing pembaca, mulai dari memahami konsep fundamental *cloud computing*, seperti model layanan (IaaS, PaaS, SaaS) dan model *deployment* (*public, private, hybrid cloud*). Pembahasan kemudian dilanjutkan ke tingkat yang lebih teknis dengan menganalisis arsitektur yang membangun sebuah *platform cloud*, termasuk komponen-komponen kunci seperti virtualisasi, jaringan, penyimpanan, dan manajemen. Bagian akhir buku akan fokus pada implementasi praktis, termasuk studi kasus, strategi migrasi, dan *best practices* dalam mengelola sumber daya *cloud*.

Buku ini ditujukan bagi mahasiswa jurusan Teknologi Informasi, peneliti, profesional IT, dan siapa pun yang ingin memulai perjalanan mereka di dunia *cloud computing*. Penulis berharap buku ini dapat menjadi pemandu yang berharga untuk menguasai teknologi yang menjadi fondasi masa depan digital ini.

Penulis menyadari bahwa buku ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu, kritik dan saran yang membangun dari para pembaca sangat diharapkan untuk perbaikan di masa mendatang.

Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah mendukung terselesainya buku ini.

Selamat membaca!


# DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>iv</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN: KONSEP DASAR <i>CLOUD COMPUTING</i> .....</b>	<b>1</b>
Gambaran Umum Teknologi Informasi Modern .....	2
Latar Belakang Munculnya <i>Cloud Computing</i> .....	6
Definisi dan Konsep Dasar <i>Cloud Computing</i> .....	7
Model Layanan <i>Cloud Computing</i> .....	9
Model <i>Deployment Cloud Computing</i> .....	10
Daftar Pustaka .....	14
Profil Penulis .....	15
<b>BAB 2 KARAKTERISTIK UTAMA <i>CLOUD COMPUTING</i> .....</b>	<b>16</b>
Pendahuluan .....	17
Konsep Dasar Karakteristik <i>Cloud Computing</i> .....	17
Klasifikasi Karakteristik Teknologi <i>Cloud</i> .....	22
Daftar Pustaka .....	26
Profil Penulis .....	29
<b>BAB 3 MODEL LAYANAN <i>CLOUD</i>: IAAS, PAAS, DAN SAAS .....</b>	<b>30</b>
Pendahuluan .....	31
Model Layanan <i>Cloud</i> : IaaS .....	31
Model Layanan <i>Cloud</i> : PaaS .....	35
Model Layanan <i>Cloud</i> : SaaS .....	39
Daftar Pustaka .....	44
Profil Penulis .....	46
<b>BAB 4 MODEL <i>DEPLOYMENT CLOUD</i>: PUBLIC, PRIVATE, HYBRID, DAN COMMUNITY .....</b>	<b>47</b>
Pendahuluan .....	48
<i>Public Cloud</i> .....	50
<i>Private Cloud</i> .....	57
<i>Hybrid Cloud</i> .....	61
<i>Community Cloud</i> .....	65
Perbandingan Model <i>Deployment Cloud</i> .....	66
Daftar Pustaka .....	71
Profil Penulis .....	73

<b>BAB 5 ARSITEKTUR <i>CLOUD COMPUTING</i> .....</b>	<b>74</b>
Esensi Arsitektur <i>Cloud</i> .....	75
Pengertian Arsitektur <i>Cloud</i> .....	76
Tujuan Arsitektur <i>Cloud</i> .....	77
Model Arsitektur <i>Cloud Fundamental</i> .....	78
Contoh Implementasi Arsitektur <i>Cloud</i> .....	82
Daftar Pustaka.....	84
Profil Penulis.....	85
<b>BAB 6 INFRASTRUKTUR <i>CLOUD</i> DAN PUSAT DATA .....</b>	<b>86</b>
Pengertian Infrastruktur <i>Cloud</i> .....	87
Infrastruktur <i>Cloud Computing</i> .....	88
Model Adopsi Infrastruktur <i>Cloud</i> .....	90
Pusat Data.....	92
Komponen Infrastruktur Pusat Data.....	92
Perbandingan Pusat Data Lokal dan Layanan <i>Cloud</i> .....	95
Daftar Pustaka.....	97
Profil Penulis.....	99
<b>BAB 7 KEAMANAN <i>CLOUD</i> .....</b>	<b>100</b>
Pendahuluan Keamanan <i>Cloud</i> .....	101
Model Layanan <i>Cloud</i> dan Implikasinya Terhadap Keamanan.....	102
Ancaman Serangan dan Kerentanan Keamanan Siber Dalam <i>Cloud Computing</i> .....	107
Kontrol Keamanan <i>Cloud</i> .....	109
Kepatuhan dan Regulasi Dalam <i>Cloud Computing</i> .....	112
Daftar Pustaka.....	115
Profil Penulis.....	116
<b>BAB 8 PROTEKSI DATA DAN PRIVASI DALAM <i>CLOUD</i> .....</b>	<b>117</b>
Pengenalan <i>Data Security</i> .....	118
Tujuan dan Prinsip Keamanan Data .....	118
Pentingnya Keamanan Data.....	118
Langkah-Langkah Proteksi Data.....	119
Keamanan Data Pada <i>BigQuery</i> .....	120
<i>Data Privacy Regulations</i> .....	120
Proteksi Data Saat Transit & Saat Tersimpan ( <i>Rest</i> ) .....	124
Keamanan Data <i>Pipeline</i> .....	126

Daftar Pustaka.....	127
Profil Penulis.....	128
<b>BAB 9 CLOUD STORAGE: KONSEP DAN IMPLEMENTASI .....</b>	<b>129</b>
Konsep <i>Cloud Storage</i> .....	130
Keunggulan <i>Cloud Storage</i> .....	132
Jenis <i>Cloud Storage</i> .....	134
Implementasi <i>Cloud Storage</i> .....	139
Daftar Pustaka.....	141
Profil Penulis.....	142
<b>BAB 10 CLOUD COMPUTING DAN INTERNET OF THINGS (IoT)..</b>	<b>143</b>
Pendahuluan: Revolusi <i>Digital</i> yang Terkoneksi.....	144
Peran Kritis <i>Cloud Computing</i> Dalam Ekosistem IoT.....	144
Apa Itu <i>Cloud Computing</i> ? .....	145
Apa Itu <i>Internet of Things</i> ?.....	146
Mengapa <i>Cloud Computing</i> dan IoT Perlu Disatukan? .....	148
Arsitektur <i>Cloud Computing</i> dan IoT.....	149
Implementasi <i>Cloud Computing</i> dan IoT Dalam Kehidupan Sehari-Hari.....	152
Daftar Pustaka.....	155
Profil Penulis.....	156
<b>BAB 11 LAYANAN CLOUD POPULER: AWS, MICROSOFT AZURE DAN GOOGLE CLOUD.....</b>	<b>157</b>
Pendahuluan .....	158
<i>Amazon Web Services/AWS</i> .....	159
Manfaat dan Keunggulan <i>AWS Cloud Computing</i> .....	160
Layanan Utama <i>AWS Cloud Computing</i> .....	160
<i>Microsoft Azure</i> .....	162
Fitur-Fitur <i>Microsoft Azure</i> .....	162
Manfaat Menggunakan <i>Microsoft Azure</i> .....	164
<i>Google Cloud</i> .....	164
Fitur <i>Google Cloud</i> .....	165
<i>Google Workspace vs Google Cloud Platform</i> .....	166
Daftar Pustaka.....	168
Profil Penulis.....	169

<b>BAB 12 CLOUD COMPUTING UNTUK BIG DATA DAN ARTIFICIAL INTELLIGENCE (AI).....</b>	<b>170</b>
Pendahuluan .....	171
<i>Cloud Computing</i> : Definisi dan Peran.....	171
<i>Big Data</i> : Karakteristik dan <i>Platform</i> .....	173
<i>Artificial Intelligence</i> : Fungsi dan <i>Framework</i> .....	175
Integrasi <i>Cloud</i> Dengan <i>Big Data</i> dan AI.....	176
Studi Kasus <i>Cloud</i> Untuk <i>Big Data</i> dan AI .....	178
Tantangan dan Peluang .....	180
Penutup .....	182
Daftar Pustaka.....	184
Profil Penulis.....	186
<b>BAB 13 IMPLEMENTASI CLOUD DI BERBAGAI INDUSTRI .....</b>	<b>187</b>
Pendahuluan .....	188
Implementasi <i>Cloud Computing</i> .....	189
Pengaruh <i>Cloud Computing</i> Dalam Inovasi dan Kinerja.....	190
Bagaimana <i>Cloud Computing</i> Digunakan Dalam Industri 4.0?.....	192
Berbagai Jenis <i>Cloud Computing</i> Dalam Industri Manufaktur .....	193
Aplikasi <i>Cloud Computing</i> .....	195
Penutup .....	196
Daftar Pustaka.....	198
Profil Penulis.....	199
<b>BAB 14 TANTANGAN DAN TREN MASA DEPAN CLOUD COMPUTING .....</b>	<b>200</b>
Awan yang Semakin Matang.....	201
Tantangan Utama di Era <i>Cloud</i> Berikutnya .....	201
Tren Inovatif yang Membentuk Masa Depan .....	204
Tantangan dan Ancaman Keamanan.....	210
Daftar Pustaka.....	212
Profil Penulis.....	214



# **BAB 1**


## **PENDAHULUAN:**

### **KONSEP DASAR *CLOUD***

### ***COMPUTING***

---

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



## Gambaran Umum Teknologi Informasi Modern

Perkembangan teknologi informasi modern ditandai dengan meningkatnya kebutuhan akan layanan digital yang cepat, fleksibel, dan dapat diakses dari mana saja.

Organisasi dan individu kini tidak hanya menggunakan komputer untuk kebutuhan dasar, tetapi juga memanfaatkan teknologi untuk menjalankan proses bisnis, kolaborasi, hingga analisis data dalam skala besar. Dalam konteks inilah, *cloud computing* muncul sebagai jawaban atas berbagai tantangan dan kebutuhan di era *digital*.

### 1. Digitalisasi dan Mobilitas

Digitalisasi dan mobilitas merupakan fenomena utama dalam perkembangan teknologi informasi modern yang berimplikasi langsung pada munculnya kebutuhan akan komputasi berbasis layanan.

Digitalisasi mengacu pada proses transformasi aktivitas dan layanan tradisional ke dalam bentuk digital yang lebih efisien, terukur, dan mudah diintegrasikan, sementara mobilitas menekankan kemampuan pengguna untuk mengakses data, aplikasi, serta layanan secara *ubiquitous* melalui perangkat yang terkoneksi internet.

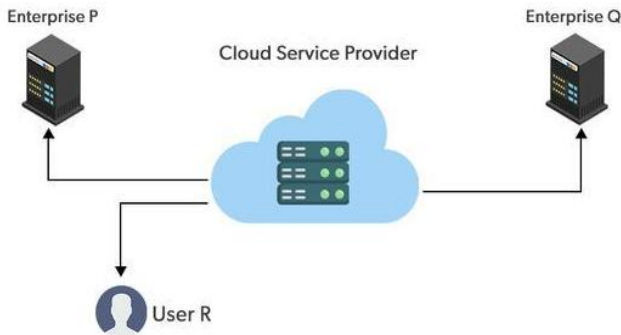
Kedua aspek ini menghasilkan tuntutan terhadap infrastruktur teknologi yang mampu menyediakan akses *real-time*, skalabilitas, serta fleksibilitas tinggi, yang pada akhirnya memunculkan peran sentral *cloud computing* sebagai platform utama penyedia layanan *digital*.

Dengan karakteristiknya yang elastis, terdistribusi, dan berbasis jaringan, *cloud computing* tidak hanya mendukung penyimpanan dan pengolahan data dalam skala besar, tetapi juga memungkinkan terciptanya ekosistem digital yang adaptif terhadap dinamika kebutuhan mobilitas di era transformasi *digital*.

### 2. Ledakan Data (*Big Data*)

Ledakan data (*big data*) merupakan salah satu karakteristik utama era teknologi informasi modern yang ditandai dengan pertumbuhan volume, variasi, dan kecepatan data yang sangat besar sehingga melampaui kemampuan pengelolaan sistem komputasi tradisional.

Model ini menawarkan biaya rendah, kemudahan akses, serta skalabilitas tinggi, namun tingkat kontrol dan keamanan tergantung pada kebijakan penyedia. Contoh *public cloud* adalah *Amazon Web Services (AWS)*, *Microsoft Azure*, dan *Google Cloud Platform*.

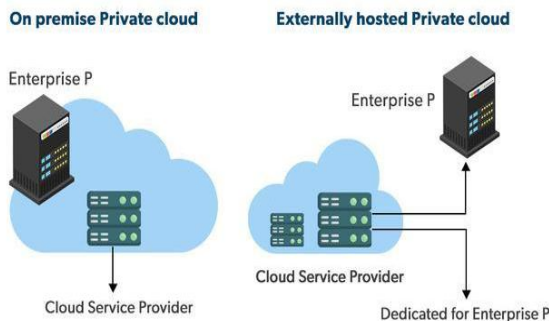


**Gambar 1.3: Public Cloud**

Sumber: <https://www.geeksforgeeks.org/cloud-computing/types-of-cloud/>.

## 2. Private Cloud

Menyediakan layanan *cloud* yang dioperasikan secara eksklusif untuk satu organisasi. Infrastruktur dapat dikelola secara internal atau oleh pihak ketiga, namun aksesnya terbatas pada pengguna dalam organisasi tersebut. *Private cloud* dipilih oleh organisasi yang membutuhkan tingkat keamanan, privasi, dan kepatuhan tinggi, seperti lembaga pemerintah atau perusahaan di sektor keuangan.

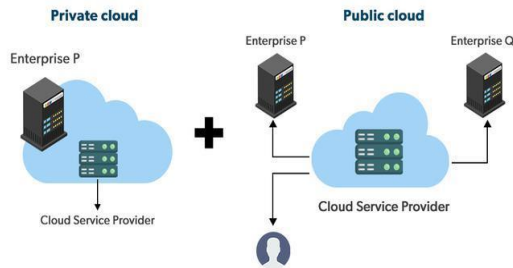


**Gambar 1.4: Private Cloud**

Sumber: <https://www.geeksforgeeks.org/cloud-computing/types-of-cloud/>.

### 3. *Hybrid Cloud*

Adalah kombinasi *public* dan *private cloud* yang memungkinkan data dan aplikasi dipindahkan di antara keduanya secara fleksibel. Model ini memberikan keseimbangan antara efisiensi biaya dari *public cloud* dan kontrol serta keamanan dari *private cloud*, sehingga mendukung skenario kerja yang kompleks dan dinamis.

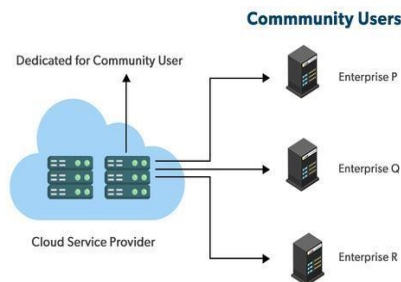


**Gambar 1.5: *Hybrid Cloud***

Sumber: <https://www.geeksforgeeks.org/cloud-computing/types-of-cloud/>.

### 4. *Community Cloud*

Sebuah infrastruktur *cloud* digunakan bersama-sama oleh beberapa organisasi yang memiliki kesamaan kepentingan (Mohidin, 2011), misalnya sektor kesehatan atau pendidikan. Infrastruktur dapat dikelola oleh organisasi atau pihak ketiga dan bertujuan untuk berbagi sumber daya dengan biaya yang lebih efisien.



**Gambar 1.6: *Community Cloud***

Sumber: <https://www.geeksforgeeks.org/cloud-computing/types-of-cloud/>.

Keempat model ini memberikan fleksibilitas bagi organisasi untuk memilih solusi *cloud* yang sesuai dengan kebutuhan bisnis, tingkat keamanan, kepatuhan regulasi, dan skala penggunaan. Dengan pemahaman *deployment model* yang tepat, *cloud computing* dapat dioptimalkan untuk mendukung transformasi *digital* dan inovasi teknologi di berbagai sektor.

## Daftar Pustaka

Bhowmik, S. (2017). *Cloud Computing*. Cambridge University Press.

Buyya, R., Broberg, J., Buyya, R., Goscinski, A., GoÄ, A., GoÄ, A., ... & Goscinski, A. M. (2011). *Cloud computing*. John Wiley & Sons, Incorporated.

<https://www.geeksforgeeks.org/cloud-computing/types-of-cloud/>.

<https://ventiontech.com/id/blogs/technology-overview/will-cloud-computing-be-the-future-trend>.

<https://sis.binus.ac.id/2019/05/28/cloud-computing-for-business-management/>.

Mohidin, I. (2011). *Cloud Computing System*. Jakarta.

Santoso, J. T. (2023). *Komputasi Awan (Cloud Computing)*. Universitas STEKOM.

## 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 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](mailto:arif.muhamad@unsoed.ac.id).



**BAB 2**  
**KARAKTERISTIK**  
**UTAMA *CLOUD***  
***COMPUTING***

---

**Muhammad Faisal, M.Kom.**  
Universitas Raharja



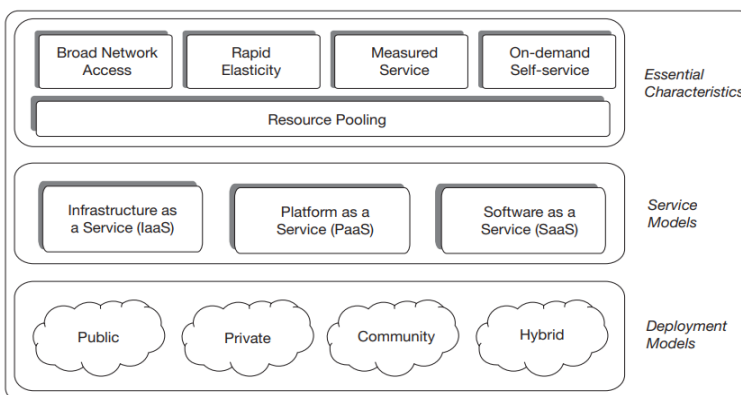
## Pendahuluan

Seiring perkembangan zaman teknologi semakin maju, Salah satunya adalah teknologi pada *cloud computing*. *Cloud computing* merupakan teknologi yang dapat melakukan akses, penyimpanan, serta melakukan proses data melalui internet. Setiap model layanan mempunyai Karakteristik dan keunggulan tersendiri, hal tersebut tergantung dari kebutuhan spesifikasi atau perangkat yang sedang dikembangkan (Qomaruddin, 2024).

## Konsep Dasar Karakteristik *Cloud Computing*

Karakteristik *cloud computing*, seiring semakin berkembangnya teknologi *cloud computing* secara komersial dan teknologi, banyak perusahaan maupun instansi lainnya memanfaatkan berbagai keunggulan dari *cloud computing*. Memahami pengertian dari *cloud computing* dapat membantu memaksimalkan manfaat serta keunggulan dari *cloud computing* dalam perkembangan bisnis (Bhatia, 2022).

Untuk memahami karakteristik dari *Cloud Computing* sebuah lembaga *The National Institute of Standards Technology* (NIST) membuat lima karakteristik penting dalam *Cloud Computing* (Abous NIST, 2022). NIST merupakan salah satu laboratorium ilmu fisika tertua di Amerika Serikat, yang menerangkan lima karakteristik utama *Cloud Computing*, yaitu:



**Gambar 2.1: The NIST *Cloud Computing* Model**

Sumber: Diolah Penulis.

### 3. *Hybrid Cloud*

*Hybrid cloud* merupakan gabungan antara *private cloud* dan *public cloud*. Dalam penerapan aplikasi kontemporer *hybrid cloud* menjadi model utama dan pengembangan *cloud computing*. Sebagai contoh *private cloud* digunakan oleh perusahaan dengan alasan keamanan, namun model ini tidak sesuai dengan tujuan tersebut.

alasanya adalah perusahaan lebih sering menyimpan data di *private cloud*, tetapi pada saat yang bersamaan perusahaan tersebut ingin memiliki akses ke sumber daya *public cloud*. Maka dalam hal ini *hybrid cloud* semakin banyak digunakan untuk memadukan antara *public cloud* dan *private cloud* untuk mendapatkan hasil terbaik. Komponen penting pada *hybrid cloud* memiliki peran penting dan bergantung pada komponen sebagai berikut:

a. *Network Connectivity*

Penerapan *Hybrid cloud* memerlukan Konektivitas jaringan yang kuat, termasuk jaringan *Wide Area network (WAN)*, *Virtual Private Network (VPN)*, dan *Application Programming Interface (API)*.

b. *Virtualization*

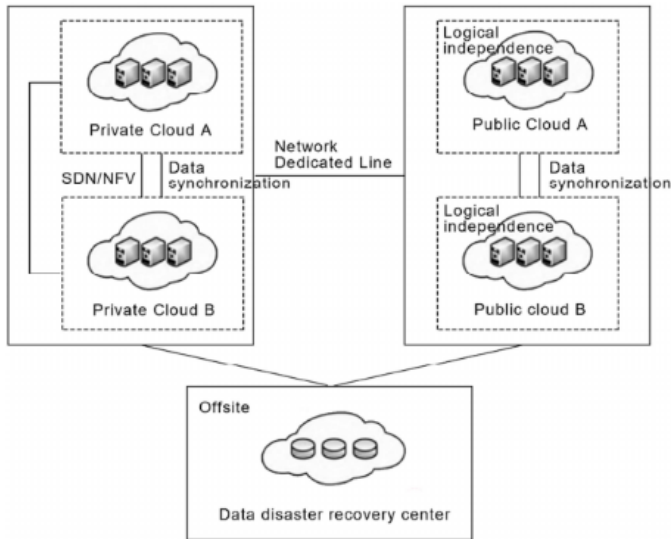
Arsitektur dari *hybrid cloud* mengandalkan teknologi virtualisasi yang memungkinkan pembagian komponen *hardware* komputer seperti prosesor, memori, dan penyimpanan menjadi beberapa teknologi virtual. Virtualisasi dapat memungkinkan pemanfaatan sumber daya dan fleksibel yang lebih baik dengan memungkinkan *user* menjalankan proses beberapa aplikasi dan sistem operasi pada perangkat *hardware* yang sama.

c. *Containerization*

*Containerization* merupakan proses pengemasan kode *software* termasuk pustaka dan dependensi *Operating System (OS)* esensial yang diperlukan untuk menjalankannya. Metode ini menghasilkan satu *executable* yang ringan dan disebut *containerization* yang dapat beroperasi secara konsisten di semua infrastruktur.

d. *Hybrid Cloud Management Platform*

*Cloud computing* modern melibatkan *platform* terpadu untuk menemukan, mengoperasikan, dan mengelola data dan sumber daya *public cloud*, *private cloud*, dan lokal (Susnjara & Smalley, 2024).



**Gambar 2.6: Model *Hybrid Cloud***

Sumber: Liu Gang, Tuyatsetseg Badarch

[https://www.researchgate.net/publication/379875031\\_Research\\_on\\_Characteristics\\_and\\_Technologies\\_of\\_Cloud\\_Computing](https://www.researchgate.net/publication/379875031_Research_on_Characteristics_and_Technologies_of_Cloud_Computing).

## Daftar Pustaka

- Abous NIST. (2022, January 11). Retrieved from NIST: <https://www.nist.gov/about-nist>.
- Awati, R. (2022, March). *TechTarget*. Retrieved from DEFINITION Hypertext Transfer Protocol Secure (HTTPS): <https://www.techtarget.com/searchsoftwarequality/definition/HTTPS>.
- Bhatia, V. (2022, July 24). *Essential Cloud Computing Characteristics*. Retrieved from Synopsys: <https://www.synopsys.com/blogs/chip-design/essential-cloud-computing-characteristics.html>.
- Bhowmik, S. (2017). *Cloud Computing*. India: Cambridge University.
- Cloudmatika. (2022, July 25). *Berkenalan Dengan Private Cloud serta Fungsi, dan Kelebihannya*. Retrieved from Cloudmatika: <https://cloudmatika.co.id/blog-detail/private-cloud-adalah>.
- Fortinet. (2024). Retrieved from What Is Internet Control Message Protocol (ICMP)?: <https://www.fortinet.com/resources/cyberglossary/internet-control-message-protocol-icmp>.
- Gang, L., & Badarch, T. (2023). Research on Characteristics and Technologies of Cloud Computing. *American Journal of Computer Science and Technology*, 33-40.
- Geeksforgeeks. (2024, February 26). Retrieved from User Datagram Protocol (UDP): <https://www.geeksforgeeks.org/user-datagram-protocol-udp/>.
- humas@baktikominfo.id. (2019, Februari 6). *BAKTI*. Retrieved from baktikominfo: [https://www.baktikominfo.id/id/informasi/pengetahuan/protokol\\_jaringan\\_komputer\\_pengertian\\_fungsi\\_dan\\_jenisnya-710](https://www.baktikominfo.id/id/informasi/pengetahuan/protokol_jaringan_komputer_pengertian_fungsi_dan_jenisnya-710).
- K, A. (2021). *Gramedia*. Retrieved from Pengertian HTTP: Fungsi, Cara Kerja, dan Manfaat: <https://www.gramedia.com/literasi/pengertian-http/>.

- K, Y. (2018, 04 24). *Pengertian Protokol Jaringan Serta Fungsi dan Jenisnya*. Retrieved from Niagahoster Blog: <https://www.niagahoster.co.id/blog/protokol-komunikasi/>.
- Lab, U. N. (2021). *Computer Networking*. Retrieved from cot-cn.cougarnet: <https://cot-cn.cougarnet.uh.edu/docs/compnet/012-ethernet.html#:~:text=Ethernet%20protocol%20is%20used%20for,with%20forwarding%20processes%20of%20packets..>
- M, E. D. (2023, April 5). *Karakteristik Cloud Computing Computing*. Retrieved from Binus University School of Information Systems: <https://sis.binus.ac.id/2023/04/05/karakteristik-cloud-computing-2/>.
- Mitchell, C., Khartit, K., & Schmitt, K. R. (2023, July 31). *Investopedia*. Retrieved from What Is File Transfer Protocol (FTP) and What Is It Used for?: <https://www.investopedia.com/terms/f/ftp-file-transfer-protocol.asp>.
- PT Era Awan Digital. (2023, April 18). *Public Cloud: Pengertian, Keuntungan, dan Arsitektur*. Retrieved from Eranya cloud: <https://eranyacloud.com/id/blog/public-cloud-mz/>.
- PT. Awan Solusi Informatika. (2023, January 30). *Kenali Apa itu TCP/IP serta Fungsi dan Cara Kerjanya*. Retrieved from Cloudmatika: <https://cloudmatika.co.id/blog-detail/apa-itu-tcp-ip>.
- Qomaruddin, M. (2024). Modul Cloud Computing Konsep Dasar Cloud Computing V.1. In M. C. V.1, *Konsep Dasar Cloud Computing* (pp. 5-12). Bekasi: Universitas Nusa Mandiri.
- Rosyida, M. (2023, April 20). *Kupas Tuntas Protokol Jaringan dari Pengertian Hingga Jenisnya!* Retrieved from DomaiNesia: <https://www.domainesia.com/berita/protokol-jaringan/>.
- Susanto, W. (2024, 02 26). *Teori Dasar Jaringan Komputer: Pengertian, Topologi, Protokol, dan Arsitektur*. Retrieved from Sanwitana: <https://sanwitana.com/2024/02/teori-dasar-jaringan-komputer/>.

Susnjara, S., & Smalley, I. (2024, October 8). *What is hybrid cloud*. Retrieved from IBM: <https://www.ibm.com/think/topics/hybrid-cloud>.

Wright, G. (2021, July). *Definition FDDI (Fiber Distributed Data Interface)*. Retrieved from [techtarget.com: https://www.techtarget.com/searchnetworking/definition/FDDI#:~:text=FDDI%20\(Fiber%20Distributed%20Data%20Interface\)%20is%20a%20network%20standard%20that,can%20support%20thousands%20of%20users](https://www.techtarget.com/searchnetworking/definition/FDDI#:~:text=FDDI%20(Fiber%20Distributed%20Data%20Interface)%20is%20a%20network%20standard%20that,can%20support%20thousands%20of%20users).

Zola, A., Ferguson, K., & Burke, J. (2021, July). *Definition Token Ring*. Retrieved from [TechTarget Networking: https://www.techtarget.com/searchnetworking/definition/Token-Ring#:~:text=A%20token%20ring%20is%20a,data%20transmitted%20between%20network%20points](https://www.techtarget.com/searchnetworking/definition/Token-Ring#:~:text=A%20token%20ring%20is%20a,data%20transmitted%20between%20network%20points).


## PROFIL PENULIS



### **Muhammad Faisal, M.Kom.**

Minat Penulis pada bidang ilmu Komputer dimulai saat mengenyam pendidikan Strata 1 pada tahun 2011. Hal ini bertentangan terhadap pendidikan penulis saat mengenyam pendidikan di SMK Jurusan Teknik Mesin Perkakas. Namun hal tersebut tidak serta merta menyurutkan minat penulis untuk menekuni dunia ilmu komputer. Penulis kemudian melanjutkan studi ke jenjang Strata 2 dengan mengambil jurusan Teknologi Informasi pada tahun 2016 dan lulus pada tahun 2019. Kemudian penulis saat ini tercatat sebagai Dosen Tetap di Universitas Raharja sejak tahun 2020. Penulis memiliki ketertarikan terhadap bidang penelitian *data mining*. Dengan menerapkan *data mining* pada suatu studi kasus akan mudah bagi kita untuk mengambil sebuah keputusan. Beberapa penelitian yang penulis lakukan telah diterbitkan pada jurnal skala nasional yang terindeks *Google Scholar* dan Garuda. Selain bergelut pada bidang penelitian publikasi jurnal penulis juga berharap dapat berkontribusi dalam hal menulis buku yang dapat bermanfaat bagi bangsa dan negara.

Email Penulis: [muhammad.faisal@raharja.info](mailto:muhammad.faisal@raharja.info).



**BAB 3**  
**MODEL LAYANAN**  
***CLOUD*: IAAS, PAAS,**  
**DAN SAAS**

---

**Dr. Irawan Afrianto, S.T., M.T.**  
Universitas Komputer Indonesia



## Pendahuluan

Dalam evolusi teknologi *digital*, komputasi awan (*cloud computing*) telah muncul sebagai paradigma fundamental yang mengubah cara organisasi mengelola dan memanfaatkan sumber daya teknologi informasi. Namun, istilah "*cloud*" sendiri bukanlah sebuah konsep yang monolitik.

Ia menawarkan beragam model layanan yang dirancang untuk memenuhi kebutuhan spesifik yang berbeda, mulai dari perusahaan rintisan hingga korporasi global (Giessmann & Legner, 2016). Pemahaman mendalam tentang berbagai model layanan ini merupakan langkah kritis bagi siapa pun yang ingin memanfaatkan *cloud* secara strategis dan optimal. Bab ini akan membahas tiga model layanan *cloud* yang paling fundamental dan banyak diadopsi: *Infrastructure as a Service* (IaaS), *Platform as a Service* (PaaS), dan *Software as a Service* (SaaS).

Ketiganya membentuk semacam hierarki abstraksi, di mana setiap lapisan menangani kompleksitas tertentu dan memberikan tingkat kontrol serta fleksibilitas yang berbeda kepada pengguna (Nabli *et al.*, 2022). IaaS menyediakan blok bangunan dasar komputasi di *cloud*, seperti *server virtual*, penyimpanan, dan jaringan. PaaS menawarkan lingkungan yang lengkap untuk pengembangan dan pengelolaan aplikasi tanpa kerumitan membangun dan memelihara infrastruktur dasarnya. Sementara itu, SaaS memberikan akses ke aplikasi perangkat lunak yang siap pakai dan dijalankan sepenuhnya oleh penyedia *cloud* (Nurdin *et al.*, 2024; Younis *et al.*, 2024).

Melalui bab ini, pembaca akan diajak untuk mengeksplorasi karakteristik, keunggulan, tantangan, dan contoh nyata dari setiap model layanan. Tujuannya adalah untuk memberikan peta jalan yang jelas sehingga pembaca dapat mengidentifikasi model mana yang paling sesuai dengan kebutuhan teknis dan bisnis mereka, serta memahami bagaimana ketiga model ini saling melengkapi dalam membentuk ekosistem *cloud computing* yang tangguh dan inovatif.

## Model Layanan Cloud: IaaS

*Infrastructure as a Service* (IaaS) dapat diibaratkan sebagai penyewaan lahan dan utilitas dasar untuk membangun sebuah rumah.

keamanan ter-*update* tanpa *downtime* yang signifikan atau biaya *upgrade* (Marston *et al.*, 2011).

- d. Fokus pada Bisnis Inti: tim TI dapat berfokus pada pemanfaatan aplikasi untuk mendukung tujuan bisnis, alih-alih menghabiskan waktu untuk instalasi, pemeliharaan, dan *troubleshooting* aplikasi.

### 3. Tantangan dan Pertimbangan SaaS

Meskipun praktis, implementasi SaaS perlu mempertimbangkan beberapa hal (García-Fernández *et al.*, 2024):

- a. Keamanan Data dan Kepatuhan Regulasi (*Compliance*): menyimpan data perusahaan di *server* pihak ketiga memunculkan kekhawatiran mengenai privasi, *ownership* data, dan *compliance* dengan regulasi seperti PDPI (Indonesia), GDPR (Eropa), atau HIPAA (AS). Penting untuk memahami SLA (*Service Level Agreement*) dan DPA (*Data Processing Agreement*) dari penyedia.
- b. Ketergantungan Pada Koneksi Internet: kinerja aplikasi sangat bergantung pada kecepatan dan keandalan koneksi internet. *Downtime* di sisi penyedia dapat menghentikan operasi bisnis.
- c. Keterbatasan Kustomisasi dan Integrasi: kustomisasi seringkali terbatas pada konfigurasi yang disediakan oleh penyedia. Integrasi dengan sistem *legacy* atau SaaS lainnya bisa menjadi kompleks dan memerlukan *tools* tambahan.
- d. Keterikatan Vendor (*Vendor Lock-in*) yang Tinggi: migrasi data dari satu *platform* SaaS ke *platform* lain bisa sangat sulit, mahal, dan berisiko kehilangan data atau metadata akibat perbedaan format dan fitur.

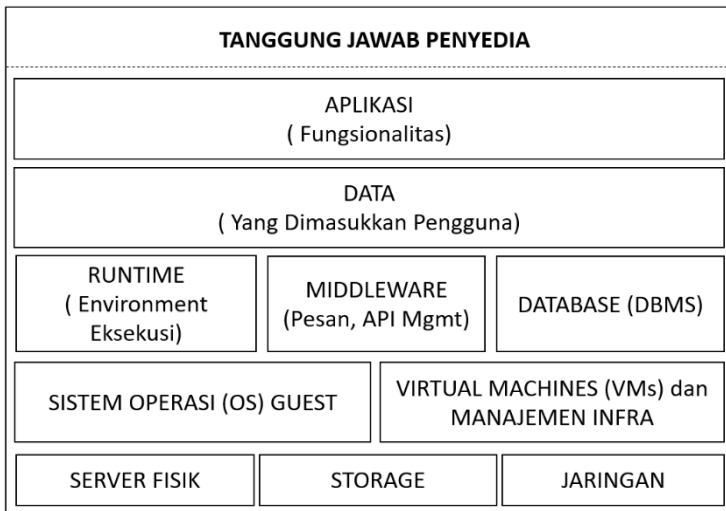
### 4. Contoh Nyata Penerapan SaaS

Penerapan SaaS pada suatu organisasi dapat dimunculkan pada (Aslam, 2023):

- a. Produktivitas Kantor: *google workspace* (*docs, sheets, gmail*) dan *microsoft 365* (*word, excel, outlook*) untuk penulisan dokumen, *spreadsheet*, dan *email* kolaboratif.

- b. *Customer Relationship Management (CRM)*: *salesforce* dan *HubSpot* untuk mengelola *pipeline* penjualan, interaksi dengan pelanggan, dan kampanye pemasaran.
- c. Kolaborasi dan Komunikasi: *slack*, *microsoft teams*, dan *zoom* untuk komunikasi tim *instant*, *meeting virtual*, dan berbagi *file*.
- d. Manajemen Sumber Daya Manusia (HRM): *SAP successfactors* dan *workday* untuk mengelola perekrutan, kinerja karyawan, penggajian, dan pembelajaran

Pembagian tanggung jawab dalam Model SaaS. Hampir seluruh tanggung jawab teknis ada di pihak penyedia seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.3.



**Gambar 3.3: Pembagian Tanggung Jawab Dalam Model SaaS**

Sumber: Diolah Penulis.

Pembahasan mengenai tiga model layanan *cloud fundamental Infrastructure as a Service (IaaS)*, *Platform as a Service (PaaS)*, dan *Software as a Service (SaaS)* telah memperlihatkan evolusi dan fleksibilitas yang ditawarkan oleh komputasi awan. Ketiga model ini membentuk hirarki abstraksi yang memungkinkan organisasi untuk memilih tingkat kontrol dan manajemen yang sesuai dengan kebutuhan spesifik mereka.

IaaS memberikan pondasi yang fleksibel dengan kontrol maksimal atas infrastruktur virtual, PaaS menawarkan lingkungan pengembangan yang efisien untuk mempercepat inovasi, sementara SaaS menghadirkan kemudahan akses dan penggunaan aplikasi tanpa kerumitan teknis. Pemahaman mendalam tentang karakteristik, keunggulan, tantangan, serta pembagian tanggung jawab dalam setiap model menjadi kunci dalam merancang strategi adopsi *cloud* yang efektif dan aman.

Dalam konteks transformasi digital, pemilihan model layanan *cloud* tidak lagi sekadar keputusan teknis, melainkan strategis yang berdampak jangka panjang pada kelincahan, skalabilitas, dan daya saing organisasi. Setiap model memiliki peran kritis dalam mendukung berbagai skenario bisnis, mulai dari pengembangan aplikasi modern hingga penyediaan solusi *end-user* yang intuitif. Oleh karena itu, keputusan untuk mengadopsi IaaS, PaaS, atau SaaS harus didasarkan pada pertimbangan yang matang terhadap kebutuhan operasional, kapabilitas internal, dan tujuan bisnis.

Dengan memanfaatkan *cloud computing* secara tepat, organisasi tidak hanya dapat mengoptimalkan efisiensi biaya, tetapi juga membuka peluang inovasi dan pertumbuhan yang berkelanjutan di era *digital*.

## Daftar Pustaka

- Alhazeem, H. G. (2024). *Principles of Cloud Computing Infrastructure IaaS*. *مجلة العلوم الهندسية و تكنولوجيا المعلومات*, 8(2), 21–26.
- Aslam, F. (2023). The Benefits And Challenges of Customization Within SaaS Cloud Solutions. *American Journal of Data, Information And Knowledge Management*, 4(1), 14–22.
- Borra, P. (2024). Comparison And Analysis of Leading Cloud Service Providers (AWS, Azure and GCP). *International Journal of Advanced Research in Engineering And Technology (IJARET)*, Volume, 15, 266–278.
- Cheng, S. (2024). Web 3.0 And SaaS Platform. In *Web 3.0: Concept, Content and Context* (pp. 147–163). Springer.
- Elshafei, S., Hassanein, E., & Elazhary, H. (2021). Paas EUD Tool for Developing Expert Context-Aware Mobile Applications. *International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE)*, 10(2), 215–224.
- Fakhouri, H. N., Alhadidi, B., AlSharaiah, M. A., Al Naddaf, H., & Data, A. S. A. (2024). Critical Evaluation of The Role of Cloud Systems And Networking In The Security And Growth of The Business Market. *2024 2nd International Conference on Cyber Resilience (ICCR)*, 1–7.
- García-Fernández, A., Parejo, J. A., & Ruiz-Cortés, A. (2024). Pricing-Driven Development And Operation of Saas: Challenges And Opportunities. *ArXiv Preprint ArXiv:2403.14007*.
- Giessmann, A., & Legner, C. (2016). Designing Business Models For Cloud Platforms. *Information Systems Journal*, 26(5), 551–579.
- Gupta, M., Gupta, D., & Rai, P. (2024). Exploring The Impact of Software as a Service (SaaS) on Human Life. *EAI Endorsed Transactions on Internet of Things*, 10.
- Hanczewski, S., Stasiak, M., & Weissenberg, M. (2024). An Analytical Model of IaaS Architecture for Determining Resource Utilization. *Sensors*, 24(9), 2758.
- Heuchert, S., Rimal, B. P., Reisslein, M., & Wang, Y. (2025). Design Of A Small-Scale And Failure-Resistant IaaS Cloud Using OpenStack. *Applied Computing and Informatics*, 21(1/2), 164–183.
- Madni, S. H. H., Faheem, M., Younas, M., Masum, M. H., & Shah, S. (2024). Critical Review On Resource Scheduling In IaaS Clouds: Taxonomy, Issues, Challenges, And Future Directions. *The Journal of*

- Engineering*, 2024(8), e12420.
- Malempati, M. (2024). Leveraging Cloud Computing Architectures To Enhance Scalability And Security In Modern Financial Services And Payment Infrastructure. *European Advanced Journal for Science & Engineering (EAJSE)*-p-ISSN 3050-9696 En e-ISSN 3050-970X, 2(1).
- Mathur, P. (2024). Cloud Computing Infrastructure, Platforms, And Software For Scientific Research. *High Performance Computing in Biomimetics: Modeling, Architecture and Applications*, 89–127.
- Mkhize, A., Mokhothu, K. D., Tshikhotho, M., & Thango, B. A. (2025). Evaluating The Impact of Cloud Computing on SME Performance: A Systematic Review. *Businesses*, 5(2), 23.
- Mutai, J. K., Etene, Y., & Ronoh, R. K. (2025). ICT Strategy Alignment Maturity for Effective IaaS Digital Transformation. *International Journal of Scientific Research in Science, Engineering and Technology*, 12(4), 223–241.
- Nabli, H., Ben Djemaa, R., & Amous Ben Amor, I. (2022). Description, Discovery, And Recommendation of Cloud Services: A Survey. *Service Oriented Computing and Applications*, 16(3), 147–166.
- Nanda, A. K., Sharma, A., Augustine, P. J., Cyril, B. R., Kiran, V., & Sampath, B. (2024). Securing Cloud Infrastructure in IaaS and PaaS Environments. In *Improving Security, Privacy, and Trust in Cloud Computing* (pp. 1–33). IGI Global Scientific Publishing.
- Nurdin, A. M., Nurhaeni, T., Yudianto, I., Arisandi, D., Hanantyo, B., Sodik, F., Purwati, N., Afrianto, I., Mutmainah, S., & Soleh, O. (2024). *Pengantar Teknologi Informasi*. Sada Kurnia Pustaka.
- Samha, A. K. (2024). Strategies For Efficient Resource Management In Federated Cloud Environments Supporting Infrastructure as a Service (IaaS). *Journal of Engineering Research*, 12(2), 101–114.
- Sozib, H. M., Islam, M. S., Tasfiah, S., Hoque, A., Masud, S. Bin, Khatun, M., & Suraiah, N. (2025). Cloud Computing in Business: Leveraging SaaS, IaaS, and PaaS for Growth. *Journal of Applied Research*, 9(2), 38.
- Younis, R., Iqbal, M., Munir, K., Javed, M. A., Haris, M., & Alahmari, S. (2024). A Comprehensive Analysis of Cloud Service Models: IaaS, PaaS, and SaaS In The Context Of Emerging Technologies And Trend. *2024 International Conference on Electrical, Communication and Computer Engineering (ICECCE)*, 1–6.

## PROFIL PENULIS



### **Dr. Irawan Afrianto, S.T., M.T.**

Seorang dosen di Universitas Komputer Indonesia (UNIKOM) program studi Teknik Informatika sejak tahun 2003 sampai sekarang, memiliki keahlian di bidang keamanan informasi, multimedia, dan teknologi *blockchain*. Penulis menamatkan pendidikan S1 Teknik Informatika di UNIKOM Bandung pada tahun 2002, S2 Teknik Elektro di ITB pada tahun 2010, dan S3 Ilmu Komputer di IPB *University* pada tahun 2025. Penulis secara aktif terlibat dalam kegiatan penelitian di bidang Informatika dan telah menghasilkan beragam karya ilmiah. Sebagian dari penelitian ini didanai oleh program hibah penelitian dari DIKTI, pemerintah Indonesia. Hasil penelitian disebarluaskan melalui partisipasi dalam seminar nasional dan internasional, serta melalui publikasi artikel ilmiah di jurnal-jurnal terakreditasi, baik tingkat nasional maupun internasional. Penulis juga aktif dalam kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang berfokus pada transformasi dan implementasi teknologi informasi. Sebagai pengakuan atas kontribusinya, penulis pernah menerima penghargaan penelitian terbaik tingkat Provinsi Jawa Barat pada tahun 2016.

Email Penulis: [irawan.afrianto@email.unikom.ac.id](mailto:irawan.afrianto@email.unikom.ac.id).



**BAB 4**  
**MODEL *DEPLOYMENT***  
***CLOUD: PUBLIC, PRIVATE,***  
***HYBRID, DAN COMMUNITY***

---

Aliyah, S.Kom., M.T.I.  
Universitas Cendekia Abditama



## Pendahuluan

Model *deployment cloud* merupakan pendekatan bagaimana layanan komputasi awan (*cloud computing*) diimplementasikan, dikelola, dan diakses oleh pengguna. Pemilihan model *deployment* yang tepat sangat tergantung pada kebutuhan organisasi, regulasi, keamanan, serta anggaran yang tersedia.

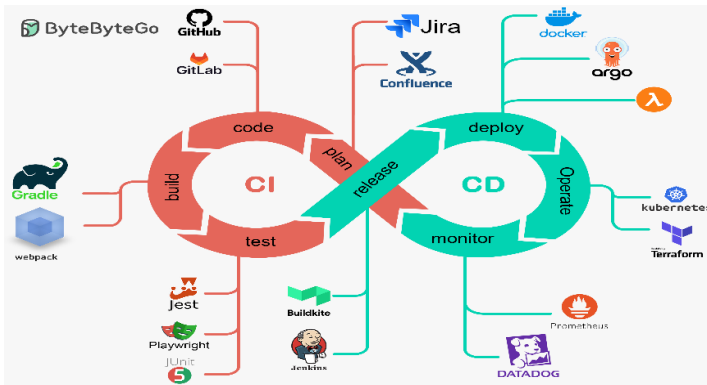
Model *deployment cloud* adalah cara bagaimana layanan komputasi awan diimplementasikan, dikelola, dan diakses oleh pengguna. Pemilihan model ini tidak bisa dilakukan sembarangan, karena harus mempertimbangkan berbagai faktor seperti kebutuhan bisnis, regulasi yang berlaku, tingkat keamanan data, ketersediaan anggaran, dan kemampuan tim operasional yang dimiliki organisasi.

Secara umum, terdapat empat model *deployment* utama. Pertama adalah *public cloud*, di mana seluruh infrastruktur dimiliki dan dikelola oleh penyedia layanan, lalu diakses melalui internet. Model ini unggul dalam hal skalabilitas dan biaya yang rendah, tetapi kontrol dan keamanan sepenuhnya bergantung pada penyedia. Kedua adalah *private cloud*, yaitu infrastruktur yang digunakan secara eksklusif oleh satu organisasi.

Model ini memberikan kontrol penuh dan keamanan yang lebih tinggi, namun membutuhkan biaya besar serta dukungan tim TI internal yang handal. Ketiga adalah *hybrid cloud*, yang menghubungkan *public cloud* dan *private cloud* untuk memanfaatkan keunggulan keduanya. Data atau layanan yang sensitif tetap berada di *private cloud*, sementara beban kerja lain dapat dipindahkan ke *public cloud* untuk mengoptimalkan biaya dan fleksibilitas.

Meskipun menawarkan keseimbangan yang baik, *hybrid cloud* menuntut integrasi dan pengelolaan yang lebih kompleks. Terakhir, ada *community cloud*, yang digunakan bersama oleh beberapa organisasi dengan kebutuhan atau regulasi yang serupa. Model ini memungkinkan pembagian biaya dan kebijakan keamanan, namun memiliki keterbatasan dalam skalabilitas.

Setiap model memiliki karakteristik, kelebihan, dan kekurangannya sendiri. Oleh karena itu, organisasi harus mempertimbangkan faktor-faktor seperti tingkat kepatuhan



**Gambar 4.4: Perbandingan Model Deployment Cloud**

Sumber: <https://images.app.goo.gl/8M9A867KLfz5sftB9>.

### 1. *Public Cloud*

Adalah layanan komputasi awan yang infrastrukturnya sepenuhnya dikelola oleh penyedia pihak ketiga, seperti AWS, *google cloud*, atau *microsoft azure*. Model ini menawarkan skalabilitas yang sangat tinggi dan biaya awal yang rendah karena pengguna hanya membayar sesuai pemakaian (*pay-as-you-go*). Selain itu, pemeliharaan dan pembaruan sistem sepenuhnya ditangani penyedia.

Namun, pengguna memiliki kontrol terbatas terhadap konfigurasi dan infrastruktur, serta terdapat potensi risiko keamanan akibat data disimpan di lingkungan bersama. Model ini cocok untuk bisnis yang membutuhkan fleksibilitas tinggi dan ingin menghindari investasi infrastruktur besar.

### 2. *Private Cloud*

Berbeda dengan *public cloud*, *private cloud* dimiliki dan dioperasikan khusus untuk satu organisasi saja. Infrastruktur ini bisa dikelola secara internal atau oleh penyedia pihak ketiga, tetapi tetap berada dalam lingkungan eksklusif. Kelebihannya adalah kontrol penuh terhadap data dan konfigurasi, serta tingkat keamanan yang lebih tinggi.

Namun, biaya awal dan operasionalnya relatif lebih tinggi karena memerlukan investasi perangkat keras, sumber daya manusia, dan pemeliharaan. *Private cloud* umumnya digunakan oleh sektor-sektor yang membutuhkan kepatuhan ketat terhadap regulasi, seperti perbankan, kesehatan, atau pemerintahan.

### 3. *Hybrid Cloud*

Menggabungkan *public cloud* dan *private cloud* untuk memanfaatkan keunggulan keduanya. Data atau beban kerja sensitif ditempatkan di *private cloud*, sedangkan proses komputasi yang bersifat umum atau sementara dialihkan ke *public cloud*.

Model ini memberikan fleksibilitas tinggi untuk menyesuaikan infrastruktur sesuai kebutuhan bisnis, serta memungkinkan optimalisasi biaya dengan tetap menjaga keamanan. Meski demikian, integrasi antara dua lingkungan *cloud* ini menimbulkan kompleksitas dalam manajemen dan berpotensi menghadapi masalah kompatibilitas.

*Hybrid cloud* banyak digunakan oleh perusahaan *e-commerce* saat menangani lonjakan trafik atau perusahaan *software* untuk kebutuhan *testing* yang variatif.

### 4. *Community Cloud*

Adalah model di mana infrastruktur digunakan secara bersama oleh beberapa organisasi yang memiliki kepentingan atau persyaratan yang sama. Biaya dibagi di antara para pengguna, dan manajemen dapat dilakukan secara internal atau oleh pihak ketiga. Kelebihan utamanya adalah efisiensi biaya dan kemampuan untuk menyesuaikan layanan sesuai kebutuhan komunitas.

Tingkat keamanan ditentukan berdasarkan kesepakatan bersama. Kekurangannya adalah skalabilitas yang lebih terbatas dibanding *public cloud* dan risiko perbedaan kebijakan antar anggota komunitas. Model ini sering dimanfaatkan oleh konsorsium lembaga pendidikan untuk *platform* pembelajaran bersama atau jaringan rumah sakit yang berbagi data riset medis.

*Public cloud* unggul dalam skalabilitas dan efisiensi biaya awal, tetapi memiliki kontrol dan keamanan yang lebih rendah. *Private*

*cloud* unggul dalam keamanan dan kontrol penuh, tetapi memerlukan investasi besar. *Hybrid cloud* menawarkan fleksibilitas terbaik dengan memadukan keamanan *private cloud* dan skalabilitas *public cloud*, meskipun pengelolaannya lebih kompleks.

*Community cloud* memberikan solusi kolaboratif yang efisien bagi kelompok dengan kebutuhan serupa, namun terbatas dalam skala dan potensi ekspansi. pemilihan model *deployment cloud* yang tepat harus mempertimbangkan kebutuhan bisnis, anggaran, regulasi keamanan data, dan fleksibilitas operasional. Tidak ada satu model yang cocok untuk semua, karena masing-masing memiliki peran strategis dalam konteks penggunaan yang berbeda.

**Tabel 4.1: Perbandingan Model Deployment Cloud**

No	Aspek	Public Cloud	Private Cloud	Hybrid Cloud	Community Cloud
1.	Kepemilikan	Penyedia layanan	Organisasi tunggal	Gabungan publik & privat	Beberapa organisasi
2.	Biaya	Rendah ( <i>pay-as-you-go</i> )	Tinggi	Sedang	Sedang
3.	Keamanan	Standar penyedia	Tinggi	Tinggi (tergantung pengaturan)	Tinggi (tergantung komunitas)
4.	Kontrol	Rendah	Tinggi	Sedang	Sedang
5.	Skalabilitas	Sangat tinggi	Terbatas	Tinggi	Sedang

Sumber: Diolah Penulis.

*Public cloud* dimiliki pihak ketiga, berbiaya awal rendah, memiliki skalabilitas tinggi, tetapi kontrol pengguna terbatas dan tingkat keamanan relatif rendah sedang. *Private cloud* dimiliki satu organisasi, berbiaya awal tinggi, skalabilitas terbatas, tetapi memberikan keamanan dan kontrol penuh. *Hybrid cloud* menggabungkan *public* dan *private cloud*, menawarkan keamanan serta kontrol sedang, biaya awal menengah, dan skalabilitas tinggi.

*Community cloud* digunakan bersama oleh beberapa organisasi, memiliki keamanan dan kontrol sedang, biaya awal menengah, dan skalabilitas terbatas dibanding *public cloud*. Pemilihan model deployment cloud harus mempertimbangkan keamanan, biaya, skalabilitas, serta kepatuhan regulasi. *Public cloud* unggul dalam skalabilitas dan biaya rendah.

*Private cloud* cocok untuk keamanan tinggi dan kontrol penuh. *Hybrid cloud* ideal bagi organisasi yang memerlukan fleksibilitas. *Community cloud* cocok untuk kolaborasi berbasis kebutuhan bersama. Dengan memahami karakteristik masing-masing model, organisasi dapat memaksimalkan manfaat teknologi *cloud computing* untuk mencapai tujuan bisnis.

## Daftar Pustaka

- Ahmed, M. (2025). *Over 91% of Companies Sacrifice Hybrid Cloud Security In The AI Adoption Rush Bahaya Kompromi Keamanan Hybrid Cloud.*
- Babaei, A., Kebria, P. M., Moradi Dalvand, M., Nahavandi, S. (2023). *A Review of Machine Learning-Based Security In Cloud Implementasi ML Untuk Keamanan Cloud.*
- Caballer, M., Antonacci, M., Šustr, Z., Perniola, M., Moltó, G. (2021). *Deployment of Elastic Virtual Hybrid Clusters Across Cloud Sites Cluster Hybrid Elastis Multi-Cloud.*
- Erkannia, L., Alipour, J. (2022). *How Does Cloud Computing Improve Cancer Information Management? Tinjauan Literatur Model Deployment Cloud Dalam Sistem Kesehatan.*
- Gigamon (2025). *2025 Hybrid Cloud Security Survey Survei Keamanan Hybrid Cloud Di Era AI.*
- Hartman, K. G. (2024). *SANS 2023 Multicloud Survey: Navigating The Complexities of Multiple Clouds Tren Adopsi Multicloud Dan Keamanan.*
- IBM (2024). *Public, Private & Hybrid Cloud Perbandingan Dan Tren Adopsi Hybrid Cloud Adopsi Hybrid Saat Pandemi.*
- Mansouri, Y., Prokhorenko, V., Babar, M. A. (2020). *An Automated Implementation of Hybrid Cloud For Performance Evaluation of Distributed Databases Studi Tentang Cloud Bursting Dan Hybrid Cloud.*
- Microsoft (2024). *State of Multi Cloud Security Report Strategi Keamanan Multicloud Secara Proaktif.*
- O'Neill, Sr., J. (2025). *Cloud Security Considerations for the Hybrid Multicloud & AI Era Rekomendasi Zero Trust dan Observabilitas Cloud.*
- Polinati, A. K. (2025). *Hybrid Cloud Security: Balancing Performance, Cost, and Compliance in Multi-Cloud Deployments Framework Zero-Trust Untuk Hybrid Cloud.*

- Rashid, M., Yaseen, O. M. (2025). *AI Driven Cybersecurity Measures for Hybrid Cloud Environments: A Framework for Multi Cloud Security Management Pendekatan AI Untuk Keamanan Multicloud.*
- Red Hat (2024). *Boost Hybrid Cloud Security (E-book) Panduan Strategi Keamanan Hybrid Cloud.*
- Reece, M., Lander Jr., T. E., Stoffolano, M., Sampson, A., Dykstra, J., Mittal, S., Rastogi, N. (2023). *Systemic Risk and Vulnerability Analysis of Multi-Cloud Environments Analisis Risiko Di Lingkungan Multicloud.*
- SaM Solutions (2025). *4 Best Cloud Deployment Models [Overview] Penjelasan Keempat Model Deployment.*
- ScienceDirect (2022). *Cloud Deployment Model Overview Definisi Dan Prevalensi Model Deployment.*
- Slater, A. (2022). *Embracing a Long Term Hybrid Cloud Strategy In 2023 Pandangan Strategi Hybrid Jangka Panjang.*
- TechRadar (2025). *Hybrid Cloud Vs Ransomware: Why Resilience Starts With The Right Data Strategy Hybrid Cloud Untuk Ketahanan Ransomware.*
- Wen, J., Chen, Z., Jin, X., Liu, X. (2022). *Rise of the Planet of Serverless Computing: A Systematic Review tren serverless di konteks cloud multicloud.*
- Wikipedia (2025). *Community Cloud Definisi, Karakteristik, dan Patokan Komunitas.*

## PROFIL PENULIS



### **Aliyah, S.Kom., M.T.I.**

Ketertarikan penulis terhadap ilmu komputer dimulai pada tahun 2000 silam. Hal tersebut membuat penulis memilih untuk masuk ke Sekolah Menengah Kejuruan di SMK Pelita Utama Gedung Tataan Kabupaten Pesawaran dengan memilih Jurusan Sekretaris dan berhasil lulus pada tahun 2003. Penulis kemudian melanjutkan pendidikan ke Perguruan Tinggi dan berhasil menyelesaikan studi S1 di prodi Sistem Informasi STMIK Insan Pembangunan dan berhasil lulus pada tahun 2018. Dua tahun kemudian, penulis menyelesaikan studi S2 di prodi Teknik Informatika Program Pasca Sarjana Universitas Raharja dan lulus tahun 2022. 3 tahun kemudian tahun 2025, penulis melanjutkan S3 di Universitas Kristen Satya Wacana sekarang masih kuliah semester 2. Penulis memiliki kepakaran dibidang *Web Technology* dan *Data Science*. Dan untuk mewujudkan karir sebagai dosen profesional, penulis pun aktif sebagai 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 buku, Perpustakaan Nasional RI memberikan penghargaan sebagai salah satu Pemenang Buku Terbaik Tahun 2018.

Email Penulis: [aliyah@uca.ac.id](mailto:aliyah@uca.ac.id).



# **BAB 5**

# **ARSITEKTUR *CLOUD***

# ***COMPUTING***

---

**Cahyo Prihantoro, S.Kom., M.Eng.**  
Telkom *University* Purwokerto

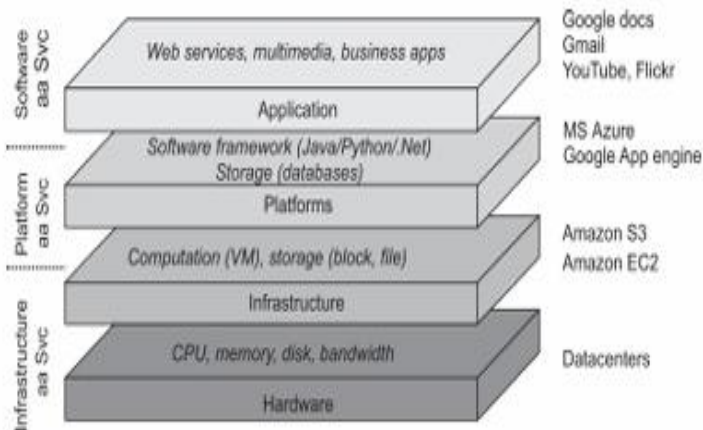


## Esensi Arsitektur Cloud

Seperti yang kita ketahui, teknologi *cloud computing* digunakan oleh perusahaan besar maupun kecil untuk menyimpan data di internet dan bisa diakses dari mana saja serta kapan saja selama ada koneksi internet.

Walaupun pada awalnya layanan *cloud* ini hanya pada penyimpanan, namun saat ini sudah sangat luas penggunaan dan fiturnya. Arsitektur *cloud computing* adalah gabungan dari arsitektur berbasis layanan dan arsitektur berbasis peristiwa. Arsitektur *cloud computing* terdiri dari dua bagian, yaitu *front end* dan *back end*. *Front end*: *front end* digunakan oleh pengguna. Ini mencakup antarmuka dan aplikasi yang dibutuhkan untuk mengakses *platform* komputasi awan.

*Front end* terdiri dari *server web* (seperti *chrome*, *firefox*, *internet explorer*, dll.), perangkat tipis dan tebal, besar maupun kecil, tablet, serta perangkat seluler. *Back end*: *back end* digunakan oleh penyedia layanan. Fungsi utamanya adalah mengelola semua sumber daya yang diperlukan untuk menyediakan layanan komputasi awan. Ini mencakup penyimpanan data berkapasitas besar, sistem keamanan, mesin virtual, model penempatan, *server*, serta mekanisme pengendalian lalu lintas. (<https://dte.telkomuniversity.ac.id/>, 2025).



**Gambar 5.1: Arsitektur Cloud Computing**

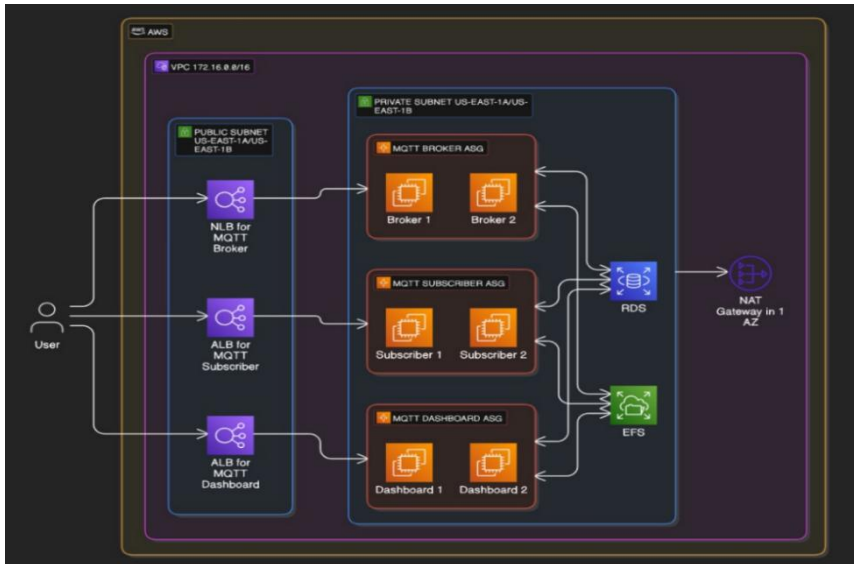
Sumber: Modul 2 TelU.

#### 4. Elastic Resource Capacity

Arsitektur kapasitas sumber daya elastis terutama terkait dengan penyediaan dinamis *server virtual*, menggunakan sistem yang mengalokasikan dan mengambil kembali CPU dan RAM sebagai respons langsung terhadap persyaratan pemrosesan yang berfluktuasi dari sumber daya TI yang di-hosting.

Arsitektur penyeimbangan beban layanan dapat dianggap sebagai variasi khusus dari arsitektur distribusi beban kerja yang dirancang khusus untuk penskalaan implementasi layanan *cloud*. Penerapan layanan *cloud* yang redundan dibuat, dengan sistem penyeimbangan beban ditambahkan untuk mendistribusikan beban kerja secara dinamis.

#### Contoh Implementasi Arsitektur Cloud



**Gambar 5.5: Contoh Arsitektur Lomba LKS Cloud Computing**

Sumber: Dok. Pribadi (2025).

Jika arsitektur diibaratkan gambaran secara menyeluruh dari apa yang akan kita buat, maka dapat kita gunakan sebagai acuan. Baik secara umum maupun secara khusus dan detail. Sehingga para pihak yang terlibat dapat berkontribusi pada bagian masing-masing.

Harapan akhirnya manajemen organisasi dapat terlaksana dengan baik. Berikut pada gambar 5.5 adalah sebuah arsitektur desain dari Lomba Kompetensi Siswa (LKS) SMK Tingkat Kabupaten yang pernah penulis buat.

Gambar tersebut dapat dibuat menggunakan draw.io maupun *tool* yang lainnya. Sebelum memulai tugas lain, Anda harus membangun infrastruktur jaringan. Buat *Virtual Private Cloud* (VPC) dengan konfigurasi berikut:

### 1. VPC

- Blok CIDR: 172.16.0.0/16.

### 2. Subnet Publik.

- Hanya boleh berisi IPv4.

- Didistribusikan di dua Availability Zone: us-east-1a dan us-east-1b.

- Subnet Publik A: Blok CIDR 172.16.1.0/25.

- Subnet Publik B: Blok CIDR 172.16.1.128/25.

### 3. Subnet Privat

- Didistribusikan di dua Availability Zone: us-east-1a dan us-east-1b.

- Subnet Privat A: Blok CIDR 172.16.2.0/25.

- Subnet Privat B: Blok CIDR 172.16.2.128/25.

### 4. Gateway NAT

Anda memerlukan *Gateway* NAT agar subnet privat dapat mengakses internet. Namun, anda harus meminimalkan biaya, jadi gunakan strategi di mana hanya satu *Gateway* NAT yang diterapkan di satu *Availability Zone* (pilih zona yang paling murah), dan bagikan ke *subnet* privat di kedua *Availability Zone*.

## Daftar Pustaka

AZS, By PuTI. *Arsitektur Cloud Computing* URL: <https://dte.telkomuniversity.ac.id/arsitektur-cloud-computing/> (diakses September 2025) (2024, PuTI telkomuniversity).

Google Gemini.

Ian Foster, Dennis B. Gannon. *Cloud Computing for Science and Engineering*. (2017, The MIT Press).

Microsoft M365 Copilot.

Muhammad Ainul Yaqin. *Kompasiana, Membongkar Masa Depan Arsitektur Enterprise Bersama Romi Satria Wahono: Sebuah Podcast Imajiner*, URL: [https://www.kompasiana.com/yaqinov/67a6a3ef34777c5aa2357e64/membongkar-masa-depan-arsitektur-enterprise-bersama-romi-satria-wahono-sebuah-podcast-imajiner?page=9&page\\_images=2](https://www.kompasiana.com/yaqinov/67a6a3ef34777c5aa2357e64/membongkar-masa-depan-arsitektur-enterprise-bersama-romi-satria-wahono-sebuah-podcast-imajiner?page=9&page_images=2) (diakses September 2025).

Portal aws.amazon. *Apa itu Infrastruktur Cloud?*. URL: <https://aws.amazon.com/id/what-is/cloud-infrastructure/> (diakses September 2025).

## PROFIL PENULIS



### **Cahyo Prihantoro, S.Kom., M.Eng.**

Ketertarikan penulis terhadap dunia komputer dimulai pada tahun 2004 silam. Hal tersebut membuat penulis memilih untuk masuk ke kampus komputer dengan mengambil studi S1 di prodi Teknik Informatika STMIK Amikom Yogyakarta (Sekarang bernama: Universitas Amikom) dan lulus pada tahun 2012. Tiga tahun kemudian, penulis menyelesaikan studi S2 di prodi Teknologi Informasi Fakultas Teknik Program Pasca Sarjana Universitas Gadjah Mada Yogyakarta. Penulis memiliki kepekaan minat dibidang Jaringan Komputer, *Cloud Computing* dan Teknologi Informasi. Saat ini penulis bekerja sebagai dosen di Telkom *University* Purwokerto (TelU Purwokerto). Proses untuk mewujudkan karir sebagai dosen profesional, penulis pun aktif sebagai peneliti di bidang kepekarannya tersebut. Beberapa penelitian yang telah dilakukan didanai oleh internal perguruan tinggi dan juga Kemenristek DIKTI. Selain peneliti, penulis juga aktif melakukan pengabdian masyarakat dan pengajaran dengan harapan dapat memberikan kontribusi positif bagi bangsa dan negara yang sangat tercinta ini. Berkat jejaring keilmuan dan profesional, penulis pernah menjadi Juri kabupaten maupun Provinsi bidang lomba *Cloud Computing* pada *event* bergengsi tahunan tingkat SMK yaitu Lomba Kompetensi Siswa (LKS).

Email Penulis: [cahyop@telkomuniversity.ac.id](mailto:cahyop@telkomuniversity.ac.id).



# **BAB 6**

# **INFRASTRUKTUR**

# ***CLOUD* DAN PUSAT**

# **DATA**

---

**Euis Nur Fitriani Dewi, S.T., M.Kom.**  
Universitas Siliwangi



## Pengertian *Infrastruktur Cloud*

*Infrastruktur cloud* merupakan kumpulan elemen perangkat keras dan perangkat lunak, termasuk sumber daya seperti *server*, penyimpanan, jaringan, dan basis data, yang ditawarkan oleh penyedia *cloud* dengan basis bayar sesuai penggunaan dan sesuai kebutuhan (Oracle.com, 2024).

Penyedia layanan *cloud* mengelola pusat data berskala global yang berisi ribuan komponen infrastruktur TI, meliputi *server*, perangkat penyimpanan, serta perlengkapan jaringan. Perangkat fisik tersebut dikonfigurasi dengan beragam sistem operasi. Secara umum, *infrastruktur cloud* dikelompokkan ke dalam tiga kategori utama, yaitu:

### 1. *Hardware*

Ini mencakup *server*, *array* penyimpanan, dan perangkat keras pendukung lainnya di dalam pusat data penyedia, seperti distribusi daya, pendinginan, dan fasilitas keamanan. Penyedia *cloud* bertanggung jawab untuk memelihara dan meningkatkan perangkat keras; pelanggan berfokus pada cara terbaik menggunakan sumber daya untuk memenuhi kebutuhannya.

### 2. *Virtualisasi*

Ketika perangkat lunak virtualisasi digunakan, satu *server* dapat berfungsi sebagai banyak *server*, yang juga dikenal sebagai *Virtual Machine* (VM). VM mendukung aplikasi dengan sistem operasi dan persyaratan perangkat keras yang berbeda dengan menciptakan lingkungan perangkat lunak, yang disebut kontainer, untuk mendukung persyaratan setiap aplikasi, karena VM adalah perangkat lunak, VM dapat dengan mudah dihentikan, dijalankan, atau dipindahkan dari satu *server* fisik ke *server* fisik lainnya, memberikan organisasi fleksibilitas untuk memenuhi kebutuhan beban kerja mereka. Perangkat lunak manajemen virtualisasi umumnya disebut sebagai *hypervisor*.

### 3. *Jaringan*

Jaringan yang digunakan di pusat data *cloud* dapat menjadi faktor pembeda di antara penyedia *cloud*. Semuanya akan menawarkan jaringan berkecepatan tinggi dan latensi rendah. Beberapa

Untuk menjaga agar pusat data tetap aman, ada beberapa standar keamanan yang bisa diterapkan, salah satunya adalah ISO 27001 tentang keamanan informasi. ISO 27001 merupakan standar internasional untuk sistem manajemen keamanan informasi atau ISMS. Standar ini menyediakan kerangka kerja untuk pengelolaan dan perlindungan informasi sensitif.

Selain itu, ada pula Standar Nasional Indonesia yang spesifik terkait pusat data, yakni SNI 8799. SNI 8799 dirancang untuk memberikan pedoman bagi organisasi yang mengoperasikan pusat data di Indonesia, memastikan bahwa mereka mematuhi praktik terbaik dalam hal keamanan fisik, logis, dan manajemen risiko. Tujuan utamanya adalah untuk melindungi informasi dan data yang disimpan di pusat data dari ancaman dan gangguan.

## 8. Manajemen Pusat Data

Manajemen pusat data ini bertugas untuk melakukan pemeliharaan umum diantaranya meningkatkan perangkat lunak, perangkat keras, pengaturan jaringan, dan server. Dalam manajemen pusat data juga diperlukan perangkat lunak yang dapat memantau, mengukur, mengelola, dan mengontrol semua elemen pusat data secara *realtime*.

## Perbandingan Pusat Data Lokal dan Layanan Cloud

Dalam konteks manajemen infrastruktur, integrasi antara pusat data lokal dan layanan *cloud* merupakan keputusan strategis yang krusial bagi perusahaan. Perbandingan ini melibatkan beberapa faktor seperti biaya, kontrol sumber daya, kepatuhan, dan skalabilitas.

Memahami kelebihan dan kekurangan masing-masing model sangat penting untuk membuat keputusan yang sejalan dengan tujuan Perusahaan (AscentOptics.com, 2024).

**Tabel 6.2: Perbandingan Pusat Data Lokal dan Layanan Cloud  
(AscentOptics.com, 2024)**

Pembanding	Pusat Data Lokal	Layanan Cloud
Kelebihan	1. Kontrol penuh atas infrastruktur fisik dan dunia <i>cyber</i>	1. Menghemat biaya modal dengan sistem pembayaran

	<ol style="list-style-type: none"> <li>2. Penguatan keamanan dapat dikelola dan diatur secara mandiri oleh internal perusahaan.</li> <li>3. Kepatuhan penuh terhadap standar dan peraturan yang berlaku.</li> </ol>	<p>berdasarkan penggunaan.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2. Menawarkan skalabilitas dan fleksibilitas yang tinggi dalam mengalokasikan sumber daya.</li> <li>3. Mengalihkan manajemen infrastruktur untuk mengurangi beban kerja tim internal.</li> </ol>
Kekurangan	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Risiko keamanan dan privasi yang lebih tinggi karena melibatkan pihak ketiga.</li> <li>2. Ketergantungan pada koneksi internet untuk mengakses data.</li> <li>3. Potensi masalah terkait pengawasan dan kepatuhan data.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Menggunakan manajemen pihak ketiga dapat menimbulkan risiko keamanan dan privasi.</li> <li>2. Akses ke data memerlukan koneksi internet yang stabil.</li> <li>3. Potensi masalah terkait pengawasan dan kepatuhan data.</li> </ol>

## Daftar Pustaka

- Amazon.com. (2025). *Apa itu Infrastruktur Cloud?*. Diakses 1 September 2025, dari <https://aws.amazon.com/id/what-is/cloud-infrastructure/>.
- Arsa, W., & Mustofa, K. (2014). Perancangan dan Analisis Kinerja Private Cloud Computing Dengan Layanan Infrastructure-As-A-Service (IAAS). *Indonesian Journal of Computing and Cybernetics Systems*, 8(2), 165-176.
- AscentOptics.com. 22 Februari 2022. *Pusat Data Lokal vs Cloud: Membuat Pilihan Infrastruktur yang Tepat*. Diakses pada 1 September 2025, pada <https://ascentoptics.com/blog/id/on-premises-data-center-vs-cloud/>.
- blokBojonegoro.com. 16 Juli 2022. *Pusat Data Nasional Berbasis Cloud akan Beroperasi di 2024*. Diakses pada 1 September 2025, pada <https://blokbojonegoro.com/2022/07/16/pusat-data-nasional-berbasis-cloud-akan-beroperasi-di-2024/>.
- Cloudraya.com. 18 February 2025. *Apa itu Public Cloud? Pengertian, Manfaat, dan Kelebihannya*. Diakses 1 September 2025, dari <https://cloudraya.com/id/cloud-insight-id/apa-itu-public-cloud-pengertian-manfaat-kelebihannya/>.
- Ibm.com. 4 September 2024. *Apa Itu Pusat Data?*. Diakses pada 1 September 2025, Pada <https://www.ibm.com/id-id/think/topics/data-centers>.
- inixindojogja.co.id. 9 Juli 2024. *Bagaimana Cara yang Tepat untuk Menjaga Keamanan Pusat Data?*. Diakses pada 1 September 2025, pada <https://inixindojogja.co.id/bagaimana-cara-yang-tepat-untuk-menjaga-keamanan-pusat-data/>.
- Jaiswal, Manishaben (2017). Cloud Computing And Infrastructure. *International Journal of Research and Analytical Reviews*, 4(2), 742-746.
- Oracle.com. 20 December 2024. *What Is Cloud Infrastructure?*. Diakses pada 31 Agustus 2025, dari <https://www.oracle.com/cloud/cloud-infrastructure/>.

Sok, S., Plewnia, C., Tanachutiwat, S., & Lichter, H. (2020). Optimization of Compute Costs in Hybrid Clouds with Full Rescheduling. *2020 IEEE International Conference on Smart Cloud (SmartCloud)*, 35–40.

## PROFIL PENULIS



### **Euis Nur Fitriani Dewi, S.T., M.Kom.**

Penulis tertarik pada bidang Informatika saat memasuki jenjang Pendidikan SMA, yaitu di SMAN 1 Banjar. Setelah lulus dari SMA, penulis berkeinginan untuk menjadi guru TIK, namun hal itu diurungkan dan akhirnya penulis melanjutkan ke jenjang S1 pada tahun 2007 di Universitas Siliwangi di Kota Tasikmalaya. Lulus S1 kemudian bekerja di sebuah bank swasta, selama 1,5 tahun. Setelah resign dari bank tersebut, penulis mengikuti seleksi beasiswa Pendidikan Profesi Guru (PPG) Pra Jabatan di Universitas Negeri Jakarta selama satu tahun (2013-2014). Lulus PPG mengajar di satu SMK swasta dan satu SMK Negeri di Kota Tasikmalaya. Sembari mengajar di SMK, kemudian melanjutkan Pendidikan jenjang S2 di STMIK Likmi Bandung pada akhir 2016-2018. Pada akhir 2018, penulis mengikuti seleksi dosen tetap non PNS di Universitas Siliwangi Tasikmalaya dan Alhamdulillah lulus. Penulis *resign* dari SMK dan fokus menjadi Dosen di Universitas Siliwangi. Selang 3 tahun, penulis mengikuti seleksi Dosen CPNS dan lulus menjadi Dosen PNS Prodi Informatika pada tahun 2022. Tahun 2022 sampai sekarang aktif dalam kegiatan Tri Dharma.

Email Penulis: [euis.nurfitriani@unsil.ac.id](mailto:euis.nurfitriani@unsil.ac.id).



# **BAB 7**

## **KEAMANAN *CLOUD***

---

**Dr. Nungky Awang Chandra, S.Si., M.TI.**  
Universitas Mercu Buana



## Pendahuluan Keamanan Cloud

Dalam satu dekade terakhir, perkembangan teknologi informasi telah membawa perubahan besar dalam cara organisasi dan individu mengelola data dan aplikasi.

Salah satu inovasi paling signifikan adalah munculnya *cloud computing*, sebuah model penyediaan layanan komputasi melalui jaringan internet yang memungkinkan akses ke sumber daya komputasi tanpa harus memiliki atau mengelola infrastruktur fisik secara langsung. Teknologi ini menawarkan berbagai keunggulan seperti skalabilitas yang fleksibel, efisiensi biaya, kemudahan kolaborasi, serta kemampuan untuk mengakses data dari mana saja dan kapan saja.

Namun, di balik kemudahan tersebut, tersimpan tantangan besar dalam hal keamanan. Perpindahan data dari infrastruktur internal ke lingkungan *cloud* mengubah pola ancaman dan risiko yang dihadapi. Jika sebelumnya data disimpan dalam *server* lokal yang dikelola langsung oleh organisasi, kini data tersebut berada di pusat data milik pihak ketiga dan diakses melalui jaringan publik.

Hal ini menimbulkan potensi kerentanan terhadap ancaman eksternal seperti peretasan (*hacking*), penyalahgunaan kredensial, hingga serangan siber berskala besar. Menurut Kaspersky keamanan *cloud* adalah disiplin ilmu keamanan siber yang didedikasikan untuk mengamankan sistem komputasi *cloud*.

Ini mencakup menjaga privasi dan keamanan data di seluruh infrastruktur, aplikasi, dan *platform* berbasis daring. Keamanan *cloud computing* menjadi semakin penting seiring meningkatnya insiden kebocoran data (*data breach*), kehilangan data (*data loss*), dan serangan penolakan layanan (*Denial of Service DoS/DDoS*) yang berdampak langsung pada reputasi, keberlangsungan bisnis, dan kepercayaan pengguna.

Tidak hanya ancaman teknis, faktor kesalahan manusia seperti konfigurasi yang keliru (*misconfiguration*) dan lemahnya pengendalian akses juga sering menjadi penyebab utama terjadinya insiden keamanan di lingkungan *cloud*. Selain ancaman tersebut, terdapat pula tantangan dalam hal kepatuhan terhadap regulasi dan perlindungan privasi.

## **Keptuhan dan Regulasi Dalam Cloud Computing**

Penggunaan *cloud computing* membawa peluang besar bagi efisiensi dan inovasi, namun juga menuntut organisasi untuk mematuhi berbagai regulasi dan standar keamanan. Keptuhan (*compliance*) ini bertujuan memastikan bahwa pengelolaan data dan layanan cloud dilakukan secara aman, legal, dan dapat dipertanggungjawabkan. Dalam konteks global dan nasional, beberapa kerangka regulasi dan standar yang sering digunakan antara lain ISO/IEC 27017, ISO/IEC 27018, GDPR, UU ITE, dan UU PDP.

### **1. ISO/IEC 27017-Panduan Kontrol Keamanan Cloud**

- a. Ruang Lingkup: memberikan panduan implementasi kontrol keamanan informasi khusus untuk lingkungan cloud, melengkapi ISO/IEC 27002.
- b. Tujuan: mengatur tanggung jawab keamanan baik bagi penyedia (*Cloud Service Provider*) maupun pengguna (*Cloud Service Customer*) dalam model *shared responsibility*.
- c. Contoh Pengaturan: manajemen identitas dan akses, perlindungan data di lingkungan *multi-tenant*, penghapusan data yang aman, dan pengamanan API.

### **2. ISO/IEC 27018-Perlindungan Data Pribadi di Cloud**

- a. Ruang lingkup: Fokus pada perlindungan *Personally Identifiable Information* (PII) yang diproses oleh penyedia layanan cloud publik.
- b. Tujuan: Menjamin bahwa pengelolaan data pribadi sesuai prinsip privasi internasional seperti transparansi, batasan tujuan, dan minimalisasi data.
- c. Contoh Pengaturan: persetujuan pengguna sebelum memproses PII, kontrol akses ketat, enkripsi PII, dan pelaporan insiden kebocoran data.

### **3. General Data Protection Regulation (GDPR)**

- a. Ruang Lingkup: regulasi Uni Eropa yang mengatur perlindungan data pribadi warga negara UE, berlaku bagi semua organisasi yang memproses data warga UE, termasuk yang menggunakan *cloud*.

- b. Tujuan: memberikan kendali penuh kepada individu atas data pribadi mereka dan menyelaraskan regulasi privasi di seluruh Eropa.
- c. Poin Kunci: hak untuk mengakses dan menghapus data (*right to be forgotten*), kewajiban *data breach notification* dalam 72 jam, dan denda hingga 4% pendapatan tahunan global.
- d. Relevansi *cloud*: penyedia dan pengguna *cloud* harus memastikan data yang disimpan atau diproses di luar UE tetap memenuhi standar GDPR.

#### 4. UU ITE (Undang-Undang Informasi dan Transaksi Elektronik)

- a. Ruang Lingkup: mengatur penggunaan teknologi informasi, transaksi elektronik, dan perlindungan data di Indonesia.
- b. Tujuan: memberikan kepastian hukum terkait aktivitas digital, termasuk yang berbasis *cloud*.
- c. Poin Kunci Terkait *Cloud*: tanggung jawab atas keamanan sistem elektronik, kewajiban melindungi data pribadi, dan sanksi atas pelanggaran seperti peretasan atau pencurian data.

#### 5. UU PDP (Undang-Undang Perlindungan Data Pribadi)

- a. Ruang Lingkup: regulasi nasional Indonesia yang setara dengan GDPR, fokus pada perlindungan data pribadi individu.
- b. Tujuan: memberikan perlindungan hukum atas pengumpulan, penyimpanan, pemrosesan, dan distribusi data pribadi.
- c. Poin Kunci: hak subjek data, kewajiban *data controller* dan *data processor*, persetujuan eksplisit, serta sanksi administratif dan pidana atas pelanggaran.
- d. Relevansi *Cloud*: penyedia layanan *cloud* yang beroperasi di Indonesia wajib memastikan pengelolaan data pribadi sesuai UU PDP, termasuk penggunaan pusat data yang aman.

Kepatuhan terhadap ISO/IEC 27017, ISO/IEC 27018, GDPR, UU ITE, dan UU PDP adalah elemen penting dalam strategi keamanan *cloud*. Standar ISO memberikan kerangka teknis dan prosedural, sedangkan GDPR dan UU PDP menetapkan kewajiban hukum yang mengikat.

Mengabaikan regulasi ini dapat mengakibatkan sanksi berat, kerugian reputasi, dan hilangnya kepercayaan pelanggan. Oleh karena itu, organisasi perlu mengintegrasikan kepatuhan dan keamanan sejak tahap perencanaan hingga operasional *cloud*, dengan melibatkan audit berkala, *risk assessment*, dan pelatihan keamanan.

## Daftar Pustaka

- Dotson, C. (2023). *Practical Cloud Security: A Guide for Secure Design And Deployment* (2nd ed.). O'Reilly Media.
- Kavis, M.J. (2014). *Architecting the Cloud: Design Decisions for Cloud Computing Service Models (SaaS, PaaS, and IaaS)*. Wiley.
- Ko, R.K.L., & Choo, K.K.R. (2020). *The Cloud Security Ecosystem*. Syngress, Elsevier.
- Krutz, R.L., & Vines, R.D. (2010). *Cloud Security: A Comprehensive Guide to Secure Cloud Computing*. Wiley.
- Malisow, B. (2020). *CCSP Certified Cloud Security Professional All-in-One Exam Guide*. McGraw-Hill Education.
- Mather, T., Kumaraswamy, S., & Latif, S. (2009). *Cloud Security and Privacy: An Enterprise Perspective on Risks and Compliance*. O'Reilly Media.
- Rittinghouse, J.W., & Ransome, J.F. (2017). *Cloud Computing: Implementation, Management, and Security* (2nd ed.). CRC Press.
- Samani, R., Honan, B., & Reavis, J. (2014). *CSA Guide to Cloud Computing: Implementing Cloud Privacy and Security*. McGraw-Hill Education.
- Vora, Z. (2017). *Enterprise Cloud Security And Governance*. Packt Publishing
- Winkler, V.J.R. (2011). *Securing The Cloud: Cloud Computer Security Techniques and Tactics*. Syngress, Elsevier.

## PROFIL PENULIS



### **Dr. Nungky Awang Chandra, M.TI., S.Si.**

Nungky Awang Chandra, lahir di Semarang 1973. Penulis selain dosen teknik informatika fasilkom universitas mercubuana, juga berprofesi sebagai auditor sistem manajemen keamanan informasi ISO 27001, ISO22301, ISO 27701, ISO 20000, ISO 42001 yang teregister di BSSN. Penulis merupakan lulusan pendidikan Sarjana S1 jurusan Fisika

Komputasi Institut Teknologi Bandung pada tahun 1998.

Kemudian pada tahun 2007 melanjutkan pendidikan master di bidang Magister Teknologi Informasi Universitas Indonesia, menyelesaikan studinya pada tahun 2009. Pada tahun 2022 penulis juga menyelesaikan studi S3 di Universitas Indonesia dengan disertasi dan publikasi jurnal bereputasi internasional tentang keamanan siber dan manajemen risiko keamanan siber. Selain itu pada tahun 2023 penulis juga menyelesaikan studi *postgraduate cyber security* di *Massachusetts Institute of Technology* (MIT).

\Penulis memiliki kepakaran dibidang keamanan siber, pengembangann aplikasi, *drone*. Dan untuk mewujudkan karir sebagai dosen profesional, penulis pun aktif sebagai 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. Adapun untuk koresponden dengan penulis dapat email ke penulis dengan email: [nungkyac707@gmail.com](mailto:nungkyac707@gmail.com).



# **BAB 8**

## **PROTEKSI DATA DAN PRIVASI DALAM *CLOUD***

---

**Patria Adhastian, S.T., M.M.**  
Universitas Pamulang



## Pengenalan *Data Security*

Keamanan data merupakan disiplin penting dalam era digital yang bertujuan untuk melindungi informasi dari akses tidak sah, penyalahgunaan, perubahan, hingga penghancuran. Informasi yang dimaksud mencakup data pribadi, catatan keuangan, hingga kekayaan intelektual. Perlindungan ini berlaku baik ketika data berada dalam kondisi diam (*at rest*) maupun ketika sedang ditransmisikan (*in transit*).

Peraturan *data privacy* adalah hukum yang mengatur pengumpulan, penggunaan, pemrosesan, penyimpanan, dan pembagian informasi pribadi individu. Peraturan ini bertujuan untuk melindungi privasi dan hak-hak individu di dunia yang semakin digital dan saling terhubung. Beberapa negara dan wilayah telah memberlakukan peraturan privasi data mereka sendiri.

## Tujuan dan Prinsip Keamanan Data

Tujuan utama keamanan data adalah menjaga kerahasiaan, integritas, dan ketersediaan data atau dikenal CIA Triad (*Confidentiality, Integrity, Availability*) merupakan pondasi utama dalam keamanan data modern, digunakan untuk memastikan perlindungan informasi digital (Stallings & Brown, 2018):

1. *Confidentiality* (Kerahasiaan): memastikan data hanya dapat diakses oleh pihak yang berwenang melalui enkripsi, kontrol akses, autentikasi, dan protokol komunikasi aman.
2. *Integrity* (Integritas): menjamin keakuratan dan keandalan data agar tidak mengalami perubahan tanpa otorisasi, misalnya dengan *hash function*, tanda tangan *digital*, atau *version control*.
3. *Availability* (Ketersediaan): memastikan data dan layanan tetap dapat diakses saat dibutuhkan melalui mekanisme redundansi, *backup*, rencana pemulihan bencana, serta infrastruktur jaringan yang andal.

## Pentingnya Keamanan Data

Keamanan data bukan sekadar kebutuhan teknis, melainkan fondasi bagi kelangsungan bisnis, kepatuhan hukum, dan kepercayaan publik. Aspek penting meliputi:

penyimpanan. Hal ini mungkin melibatkan penghapusan yang aman atau penghancuran fisik media penyimpanan.

d. *Data Retention*

Menerapkan kebijakan penyimpanan data untuk membersihkan data yang tidak diperlukan secara teratur dengan periode tertentu. Hal ini akan mengurangi volume informasi sensitif yang perlu dilindungi.

e. *Endpoint Security*

Menerapkan langkah-langkah keamanan yang kuat pada titik akhir (perangkat tempat data disimpan), termasuk perangkat lunak antivirus, *firewall*, dan pembaruan keamanan rutin.

## Keamanan Data *Pipeline*

Mengamankan jalur data sangat penting untuk melindungi informasi sensitif, menjaga integritas data, dan memastikan keandalan infrastruktur data anda secara keseluruhan. Serangan siber yang meningkat, termasuk kebocoran data, berdampak besar pada kerugian finansial maupun reputasi organisasi (Kesan *et al.*, 2013; Saini *et al.*, 2012). Dalam arsitektur data modern, keamanan *pipeline* data menjadi krusial. Praktek dalam keamanan *pipeline* meliputi:

1. Enkripsi menyeluruh (*in transit & at rest*) Enkripsi data baik saat transit maupun saat tidak aktif untuk melindunginya dari akses yang tidak sah. Gunakan protokol seperti TLS/SSL untuk data yang sedang dalam perjalanan dan mekanisme enkripsi untuk data yang tidak aktif (misalnya, menggunakan enkripsi AES-256).
2. Autentikasi kuat & kontrol akses granular, Siapkan kontrol akses *fine-grained access controls* untuk membatasi akses ke data sensitif dan komponen *pipeline* berdasarkan peran dan izin.
3. *Secure* Konfigurasi (mis. pengelolaan API keys & *credentials*), Tinjau dan perbarui konfigurasi secara teratur untuk mematuhi praktik terbaik keamanan. Hal ini termasuk mengamankan kredensial akses, kunci API, dan informasi sensitif lainnya.
4. *Monitoring & logging* untuk mendeteksi anomali dan aktivitas tidak sah, Menerapkan *robust monitoring* dan *logging systems* yang kuat untuk mendeteksi dan memperingatkan setiap aktivitas yang mencurigakan atau anomali dalam data *pipeline*.

## Daftar Pustaka

- AlHogail, A. (2015). Design And Validation Of Information Security Culture Framework. *Computers in Human Behavior*, 49, 567–575. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.03.054>.
- Ardagna, C. A., Asal, R., Damiani, E., & Vu, Q. H. (2018). From Security To Assurance In The Cloud: A Survey. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 51(1), 1–41. <https://doi.org/10.1145/3150217>.
- Catteddu, D. (2009). Cloud Computing: Benefits, Risks And Recommendations For Information Security. *Iberic Web Application Security Conference*, 17.
- European Union. (2016). General Data Protection Regulation (GDPR). In *Official Journal of the European Union* (Vol. L119). <https://gdpr-info.eu/>.
- Hashem, I. A. T., Yaqoob, I., Anuar, N. B., Mokhtar, S., Gani, A., & Khan, S. U. (2015). The Rise of “Big Data” on Cloud Computing: Review And Open Research Issues. *Information Systems*, 47, 98–115. <https://doi.org/10.1016/j.is.2014.07.006>,
- Kesan, J. P., Hayes, C., & Bashir, M. (2013). A Comprehensive Empirical Study of Data Breach Litigation. *Iowa Law Review*, 99(1), 47–104.
- Saini, H., Rao, Y. S., & Panda, T. C. (2012). Cyber-Crimes And Their Impacts: A Review. *International Journal of Engineering Research and Applications*, 2(2), 202–209.
- Sen, J. (2013). *Security And Privacy Issues In Cloud Computing BT - Cloud Technology: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications* (pp. 1585–1630). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-4666-2181-7.ch080>.
- Stallings, W., & Brown, L. (2018). *Computer Security: Principles And Practice (4th ed. (ed.))*. Pearson.
- Sweeney, L. (2002). K-Anonymity: A Model For Protecting Privacy. *International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems*, 10(05), 557–570. <https://doi.org/10.1142/S0218488502001648>.

## PROFIL PENULIS



### **Patria Adhastian, S.T., M.M.**

Patria Adhastian, S.T., M.M. Adalah seorang profesional di bidang teknologi dan manajemen strategis dengan pengalaman lebih dari 15 tahun di industri telekomunikasi dan digital. Lulus sebagai Sarjana Teknik (S.T.) dari jurusan Teknik Informatika, ia kemudian melanjutkan studi dan meraih gelar Magister Manajemen (M.M.) dengan konsentrasi Manajemen. Kombinasi keahlian teknis dan wawasan bisnis menjadikannya sosok yang mampu menjembatani kebutuhan teknologi dengan arah strategis perusahaan. Dengan latar belakang sebagai insinyur, Patria dikenal sebagai sosok yang analitis dan *detail-oriented*, namun juga mampu berpikir strategis dalam merancang solusi yang berdampak luas. Karirnya ditandai dengan keterlibatannya dalam berbagai program integrasi sistem, optimalisasi proses bisnis, serta inisiatif efisiensi operasional yang mendukung tujuan perusahaan jangka panjang. Dan untuk mewujudkan karir sebagai dosen profesional, penulis pun aktif sebagai peneliti di bidang kepakarannya tersebut. Beberapa penelitian yang telah dilakukan didanai oleh internal perguruan tinggi dan juga Kemenristek DIKTI.


Email Penulis: dosen01529@unpam.ac.id.



**BAB 9**  
***CLOUD STORAGE:***  
**KONSEP DAN**  
**IMPLEMENTASI**

---

**Robby Maududy, S.Pd., M.Kom.**  
Universitas Cipasung Tasikmalaya



## Konsep Cloud Storage

*Cloud Storage*, sebuah inovasi fundamental dalam dunia teknologi, dapat didefinisikan sebagai arsitektur penyimpanan data yang memanfaatkan infrastruktur berbasis internet. Berbeda dari metode konvensional yang mengandalkan perangkat keras fisik seperti *hard drive* internal atau *server* lokal, teknologi ini mentransformasi cara pengguna berinteraksi dengan data.

Alih-alih menyediakan dan mengelola infrastruktur penyimpanan secara mandiri, pengguna dapat menyimpan, mengakses, dan mengelola data melalui jaringan global yang disediakan dan dipelihara sepenuhnya oleh penyedia layanan. Model ini meniadakan kebutuhan akan investasi modal yang besar dan pemeliharaan teknis yang rumit. memungkinkan individu maupun organisasi untuk berfokus pada aktivitas inti (Tantowi & Wijayanti, 2023).

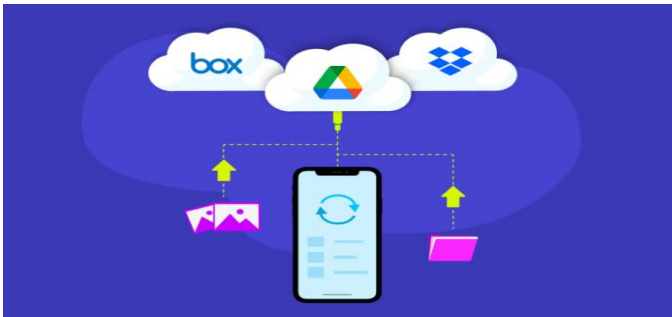
Keunggulan utama dari teknologi ini bertumpu pada trinitas fungsionalitasnya: fleksibilitas, skalabilitas, dan aksesibilitas. Fleksibilitasnya tercermin dalam kemampuannya untuk beradaptasi dengan beragam kebutuhan pengguna, dari skala perorangan hingga korporasi multinasional. Skalabilitas menjadi fitur krusial yang memungkinkan kapasitas penyimpanan untuk ditingkatkan atau dikurangi secara dinamis, sesuai dengan fluktuasi kebutuhan bisnis atau personal, tanpa harus mengganti atau menambah perangkat keras fisik (Bagus Pratama *et al.*, 2024). Puncaknya, aksesibilitas adalah daya tarik terbesar. Selama tersedia koneksi internet, data yang tersimpan dapat diakses kapan saja dan dari mana saja di seluruh dunia, memfasilitasi kolaborasi global dan mobilitas profesional yang tak terbatas.

*Cloud Storage* telah berevolusi menjadi tulang punggung ekosistem digital modern. Di balik kemudahan akses, terdapat lapisan keamanan yang kompleks. Penyedia layanan terkemuka menerapkan protokol keamanan mutakhir, termasuk enkripsi data yang kuat, sistem otentikasi multifaktor, dan audit keamanan rutin, untuk melindungi informasi sensitif dari ancaman siber dan kehilangan data (Fachry *et al.*, 2018) Fitur *backup* otomatis adalah jaminan tambahan, menciptakan redundansi data yang esensial untuk mitigasi risiko bencana atau kegagalan sistem.

## Implementasi *Cloud Storage*

Implementasi *cloud storage* pada tingkat individu telah menjadi solusi populer untuk mengatasi keterbatasan kapasitas perangkat lokal. Layanan seperti *Google Drive*, *Dropbox*, dan *OneDrive* memungkinkan pengguna menyimpan foto, video, maupun dokumen penting di awan dengan sistem *backup* otomatis.

Dengan demikian, data tetap aman meskipun perangkat fisik mengalami kerusakan, kehilangan, atau pencurian. Fitur sinkronisasi antar perangkat juga memastikan pengguna dapat mengakses data yang sama baik melalui *smartphone*, tablet, maupun komputer pribadi tanpa perlu melakukan pemindahan manual.



**Gambar 9.10: Implementasi *Cloud Storage* Untuk Penggunaan Individu**

Sumber: <https://www.jotform.com/blog/upload-form-squarespace/>.

Selain aspek penyimpanan, *cloud storage* memberikan kemudahan berbagi *file* dengan orang lain. Melalui *sharing link* dan pengaturan izin akses, pengguna dapat mendistribusikan dokumen atau media dengan cepat tanpa harus menggunakan perangkat keras eksternal seperti *flashdisk*. Hal ini tidak hanya meningkatkan efisiensi komunikasi, tetapi juga mendukung gaya hidup digital yang semakin mobile, di mana akses data dapat dilakukan kapan saja dan di mana saja selama terhubung ke internet.

Bagi organisasi dan perusahaan, *cloud storage* memiliki peran yang lebih luas dan strategis. Layanan ini mendukung kolaborasi tim melalui fitur kerja bersama (*real-time collaboration*) yang memungkinkan beberapa karyawan mengedit dokumen yang sama

secara bersamaan. Misalnya, penggunaan *Google Workspace* atau *Microsoft 365* memberikan fleksibilitas dalam bekerja jarak jauh, sehingga tim yang tersebar secara geografis tetap dapat menjaga produktivitas. Dengan cara ini, *cloud storage* tidak hanya menjadi repositori data, tetapi juga sarana kolaborasi yang mempercepat proses pengambilan keputusan.

Selain mendukung kolaborasi, perusahaan juga memanfaatkan *cloud storage* sebagai media arsip digital untuk dokumen penting, catatan transaksi, maupun laporan internal. Layanan seperti *Amazon S3* atau *Azure Blob Storage* menyediakan kemampuan penyimpanan jangka panjang dengan tingkat keamanan tinggi dan dukungan enkripsi data. Keberadaan arsip digital berbasis awan sangat penting bagi perusahaan dalam menjaga keberlanjutan data, memenuhi regulasi industri, serta memastikan akses cepat terhadap dokumen historis ketika diperlukan.

Lebih jauh lagi, *cloud storage* dapat diintegrasikan dengan berbagai aplikasi bisnis modern. Misalnya, *platform* manajemen proyek seperti *Asana* atau *Trello*, serta perangkat analitik bisnis seperti *Tableau*, mendukung integrasi langsung dengan penyimpanan awan. Integrasi ini memungkinkan organisasi untuk mengelola data lebih efisien, mengurangi biaya pemeliharaan infrastruktur lokal, serta meningkatkan kemampuan adaptasi terhadap perubahan kebutuhan pasar.

Dengan demikian, implementasi *cloud storage*, baik untuk individu maupun perusahaan, memberikan manfaat yang sangat luas mulai dari efisiensi, keamanan, hingga dukungan terhadap transformasi digital. Pilihan jenis dan layanan *cloud storage* yang tepat harus mempertimbangkan kebutuhan spesifik, seperti kapasitas, skala penggunaan, dan integrasi aplikasi. Dengan pemanfaatan yang optimal, *cloud storage* bukan sekadar media penyimpanan, melainkan fondasi strategis bagi keberlangsungan aktivitas digital di era modern.

## Daftar Pustaka

- Bagus Pratama, Y., Reza, F., Hanif Setiawan, R., & Sukma, M. (2024). *The 7 th Business and Economics Conference in Utilization of Modern Technology Analisis Kesiapan Organisasi Dalam Mengadopsi Sistem Informasi Manajemen Berbasis Cloud*. <https://journal.unimma.ac.id>.
- Fachry, M., Kusyanti, A., & Amron, K. (2018). *Pengamanan Data pada Media Penyimpanan Cloud Menggunakan Teknik Enkripsi dan Secret Sharing* (Vol. 2, Issue 11). <http://j-ptiik.ub.ac.id>.
- Robbi, F. A. A., Prasetyo, A. B., & Widiyanto, E. D. (2019). Perbandingan Kinerja Block Storage Ceph dan ZFS di Lingkungan Virtual. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Komputer*, 7(1), 7-11. <https://doi.org/10.14710/jtsiskom.7.1.2019.7-11>.
- Sari, N., & Amnur, H. (2020). *Rahmat Hidayat 144 Monitoring Next Cloud sebagai Private Cloud Storage dengan Notifikasi Telegram* *Jurnal Ilmiah Teknologi Sistem Informasi* (Vol. 1, Issue 4). <http://jurnal-itsi.org>.
- Tantowi, L., & Wijayanti, L. (2023). *Draf Artikel Pada Dokumen Digital* (Vol. 15, Issue 1).
- Widyastuti, Y. P., & Setiyanti, A. A. (2024). Perancangan Private Cloud Storage Menggunakan Nextcloud Untuk Meningkatkan Kinerja Administrasi di Sekolah. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 2024(15), 697-709. <https://doi.org/10.5281/zenodo.13834069>.

## PROFIL PENULIS



### **Robby Maududy, S.Pd., M.Kom**

Ketertarikan penulis terhadap ilmu komputer telah muncul sejak tahun 2009. Minat tersebut mendorong penulis untuk menempuh pendidikan di Universitas Pendidikan Indonesia dengan memilih Program Studi *International Program on Science Education*. Selanjutnya, pada tahun 2016 penulis melanjutkan pendidikan di STMIK LIKMI dengan memilih Program Studi Sistem Informasi. Dalam perjalanan karirnya, penulis memiliki pengalaman profesional yang cukup luas, salah satunya pernah dipercaya sebagai *Lead Automation & Robotic Engineer* pada industri manufaktur, khususnya di sektor otomotif. Pada posisi tersebut, penulis terlibat secara langsung dalam berbagai proyek strategis yang berhubungan dengan perancangan, implementasi, serta pengembangan sistem otomasi dan robotika. Saat ini, penulis aktif sebagai dosen tetap pada Program Studi Rekayasa Perangkat Lunak, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Cipasung Tasikmalaya. Penulis memiliki kepakaran di bidang Teknologi *Web* dan Aplikasi, Sistem Otomasi dan Robotika, serta Sistem Industri. Selain mengajar, penulis juga banyak terlibat dalam penelitian dan pengabdian kepada masyarakat yang berkaitan dengan industri manufaktur dan pengembangan aplikasi. Beberapa penelitian yang telah dilakukan bahkan memperoleh pendanaan dari Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi (Kemenristek Dikti).


Email Penulis: [robby.maududy@uncip.ac.id](mailto:robby.maududy@uncip.ac.id).



**BAB 10**  
***CLOUD COMPUTING***  
***DAN INTERNET OF***  
***THINGS (IoT)***

---

**Khaeruddin, S.T., M.T.**  
Universitas Insan Budi Utomo



## **Pendahuluan: Revolusi *Digital* yang Terkoneksi**

*Internet of Things* (IoT) dan *cloud computing* merupakan dua pilar fundamental dalam transformasi *digital* abad ke-21. IoT merevolusi cara kita berinteraksi dengan dunia fisik dengan menghubungkan miliaran perangkat yang tertanam dengan sensor, perangkat lunak, dan teknologi lainnya untuk bertukar data melalui internet.

Perangkat ini mencakup spektrum yang luas, mulai dari perangkat konsumen seperti *wearable device* dan smart home appliances hingga perangkat industri canggih seperti sensor mesin dan actuator. Di sisi lain, *cloud computing* menyediakan layanan komputasi termasuk *server*, penyimpanan, *database*, jaringan, perangkat lunak, analitik, dan kecerdasan melalui internet, menawarkan inovasi yang lebih cepat, sumber daya yang fleksibel, dan skala ekonomi.

Konvergensi IoT dan *cloud computing*, yang sering disebut sebagai *CloudIoT*, menciptakan paradigma komputasi yang sangat powerful. Dalam hubungan simbiosis ini, *cloud* bertindak sebagai "otak" yang memproses dan menyimpan data dalam jumlah besar yang dihasilkan oleh "sistem saraf" Io. Sinergi strategis ini memungkinkan terwujudnya aplikasi cerdas yang sebelumnya tidak mungkin diwujudkan, mendorong inovasi di berbagai sektor termasuk manufaktur, perawatan kesehatan, transportasi, dan pertanian.

## **Peran Kritis *Cloud Computing* Dalam Ekosistem IoT**

*Cloud computing* memecahkan beberapa tantangan paling kritis dalam implementasi IoT skala besar:

### **1. Penyimpanan Data (*Storage*) yang Terdistribusi dan Skalabel**

Perangkat IoT menghasilkan data dalam volume, kecepatan, dan varietas yang sangat besar karakteristik yang mendefinisikan Big Data. Infrastruktur *cloud* menyediakan penyimpanan yang hampir tidak terbatas dan elastis untuk menampung aliran data yang masif dan terus menerus ini, menghilangkan kebutuhan untuk investasi awal yang besar dalam infrastruktur hardware fisik.

### **2. Pemrosesan Data (*Processing*) dan Analitik Canggih**

Data mentah dari sensor pada dasarnya tidak berharga tanpa analitik. *Cloud* menyediakan daya komputasi yang hampir tak

- a. Lapisan Perangkat: perangkat IoT mengumpulkan data.
- b. Lapisan Konektivitas: data dikirim melalui jaringan (misalnya, MQTT, HTTP).
- c. Lapisan *Cloud*: *cloud* menyediakan *platform* untuk:
  - 1) Penyimpanan Data: menyimpan data yang sangat besar yang dihasilkan oleh perangkat IoT.
  - 2) Analisis: menganalisis data menggunakan layanan analitik dan ML.
  - 3) Manajemen Perangkat: mengelola dan memperbarui perangkat dari jarak jauh.
  - 4) Layanan Aplikasi: menjalankan aplikasi yang memberikan wawasan kepada pengguna.
- d. Lapisan Pengguna: pengguna berinteraksi dengan aplikasi yang digerakkan oleh data IoT.

Sinergi ini memungkinkan perusahaan untuk membangun solusi skala besar yang dapat mengumpulkan data dari miliaran perangkat dan mengubahnya menjadi wawasan yang dapat ditindaklanjuti. Ini adalah fondasi untuk inisiatif seperti *Smart Cities* dan Industri 4.0.

## Implementasi *Cloud Computing* dan IoT Dalam Kehidupan Sehari-Hari

Integrasi *Cloud Computing* dan *Internet of Things* (IoT) telah meresap ke dalam berbagai aspek kehidupan kita, sering kali tanpa kita sadari. Keduanya bekerja sama untuk menciptakan sistem yang lebih cerdas, efisien, dan terhubung. Berikut adalah beberapa contoh implementasi yang paling umum.

### 1. Rumah Pintar (*Smart Home*)

Ini mungkin adalah contoh paling nyata dari implementasi IoT dan *cloud* dalam kehidupan sehari-hari.

- a. IoT: perangkat seperti termostat pintar (misalnya, *Nest*), lampu pintar, dan kunci pintu terhubung ke internet. Sensor-sensor ini mengumpulkan data (misalnya, suhu ruangan, kehadiran orang) dan menerima perintah.
- b. *Cloud Computing*: data dari semua perangkat ini dikirim ke *cloud* untuk diproses. Aplikasi di *smartphone* anda, yang berjalan di

*cloud*, memungkinkan anda untuk mengendalikan perangkat ini dari jarak jauh, membuat jadwal otomatis, atau menganalisis pola penggunaan energi. *Cloud* menyediakan "otak" yang membuat rumah pintar menjadi cerdas.

## 2. Kendaraan Terhubung (*Connected Cars*)

Mobil modern bukan lagi sekadar alat transportasi; mereka adalah perangkat IoT yang kompleks.

- a. IoT: sensor di dalam mobil mengumpulkan data *real-time* tentang performa mesin, tingkat bahan bakar, dan lokasi GPS. Data ini dikirim melalui jaringan seluler.
- b. *Cloud Computing*: data tersebut diunggah ke *cloud* untuk berbagai tujuan. Produsen mobil dapat menganalisis data untuk pemeliharaan prediktif, sistem navigasi dapat memberikan informasi lalu lintas *real-time* dengan menganalisis data dari jutaan kendaraan lain di *cloud*, dan aplikasi seluler memungkinkan pemilik untuk mengunci pintu atau menyalakan mesin dari jarak jauh.

## 3. Kesehatan (*Healthcare*)

IoT dan *cloud* telah merevolusi cara kita memantau dan mengelola kesehatan.

- a. IoT: perangkat *wearable* seperti *smartwatch* atau gelang kebugaran mengumpulkan data vital (detak jantung, langkah, kualitas tidur). Sensor medis yang lebih canggih, seperti monitor glukosa, juga mengirimkan data secara kontinu.
- b. *Cloud Computing*: data kesehatan pribadi ini disimpan dengan aman di *cloud*. Dokter dapat mengakses data ini untuk pemantauan pasien jarak jauh, dan algoritma analitik di *cloud* dapat mendeteksi pola yang tidak biasa, yang bisa menjadi tanda peringatan dini dari masalah kesehatan.

## 4. Ritel (*Retail*)

Industri ritel menggunakan teknologi ini untuk meningkatkan pengalaman berbelanja dan efisiensi operasional.

- a. IoT: toko dilengkapi dengan sensor yang memantau inventaris secara otomatis dan mendeteksi pergerakan pelanggan. Tag RFID pada produk memungkinkan inventarisasi yang cepat dan akurat.
- b. *Cloud Computing*: data dari sensor dikirim ke *cloud*. Sistem berbasis *cloud* menganalisis data ini untuk memberikan wawasan tentang pola pembelian, mengoptimalkan tata letak toko, dan mengirimkan notifikasi kepada staf untuk mengisi kembali rak yang kosong (Koushik *et al.*, 2021).

## 5. Kota Pintar (*Smart Cities*)

Solusi kota pintar menggunakan integrasi IoT dan cloud untuk mengelola sumber daya dan layanan publik dengan lebih efisien.

- a. IoT: sensor ditempatkan di seluruh kota untuk memantau lalu lintas, kualitas udara, tingkat kebisingan, dan tempat parkir yang tersedia. Lampu jalan pintar dapat menyesuaikan intensitas cahaya berdasarkan waktu atau kondisi.
- b. *Cloud Computing*: data dari semua sensor ini dikirim ke *platform cloud* yang terpusat. Analisis data di *cloud* membantu otoritas kota untuk mengoptimalkan aliran lalu lintas, mengurangi kemacetan, dan merespons kondisi darurat lebih cepat.

## Daftar Pustaka

- Bhandari, S. K., Singh, S., Pahal, R., & Pahal, G. (2022). A Review of Internet of Things (IoT) And Its Applications. *Journal of Data Analysis and Information Processing*, 10(1), 1-15.
- Gartler, M., Vianna, G. R., & Neer, T. (2021). *Cloud Computing For Dummies*. John Wiley & Sons.
- IEEE.Jindal, S., & Gupta, A. K. (2017). A survey on Internet of Things (IoT) And Its Integration With Cloud Computing. *International Journal of Computer Applications*, 168(9), 1-5.
- Jindal, S., & Gupta, A. K. (2017). A Survey on Internet of Things (IoT) And Its Integration With Cloud Computing. *International Journal of Computer Applications*, 168(9), 1-5.
- Koushik, S., Prathap, V., Sai, D. P., & Shariq, S. M. (2021). A Study On The Convergence of Iot And Cloud Computing In Various Applications. *International Journal of Advances in Engineering and Management (IJAEM)*, 3(4), 162-166.
- Rao, A. K., Singh, S., & Singh, R. (2015). A Survey On Cloud Computing And Its Security. *International Journal of Computer Science and Engineering*, 7(2), 241-246.
- Sarkar, T., Bera, S., Chattopadhyay, S., & Saha, R. (2020). IoT Based Smart Factory Automation Using Cloud Computing. In *2020 3rd International Conference on Computing and Communications Technologies (ICCCT)* (pp. 37-42).
- Sarkar, T., Bera, S., Chattopadhyay, S., & Saha, R. (2020). IoT Based Smart Factory Automation Using Cloud Computing. In *2020 3rd International Conference on Computing and Communications Technologies (ICCCT)* (pp. 37-42). IEEE

## PROFIL PENULIS




### **Khaeruddin, S.T., M.T.**

Pada tahun 2001 tepatnya dimulai saat penulis masuk ke Sekolah Menengah Kejuruan Negeri 02 Kota Bima. Saat itu ada kelas wajib bagi kami yang masih kelas 1, yaitu wajib mengikuti kelas komputer yang biasanya dilaksanakan di sore hari tepatnya mulai jam 15:00 WITA s.d 17:00 WITA. Untuk dunia komputer saat saya mulai berkenalan dengan dunia komputer itu berbeda dengan yang sekarang, apa-apa sudah berbasis GUI.

Pada saat itu kami diperkenalkan dengan Sistem Operasi *WordStar*, dimana yang ada hanya layer hitam putih. Tetapi di sela-sela itu kami oleh guru diperkenalkan juga *game, game* yang paling saya ingat adalah game catur, jika ingin *main level* satu harus masukin disket yang seukuran 8 inch. Baru di semester kedua kami diperkenalkan dunia perwindowsan, tetapi lebih difokuskan ke aplikasi *Microsoft Office 2000*. Hal tersebut mendorong penulis melanjutkan pendidikan ke Perguruan Tinggi dan berhasil menyelesaikan studi S1 di prodi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Malang pada tahun 2009.

Mulai tahun 2010 sampai 2015 penulis dipercaya menjadi System Admin dan Network Admin pada Lembaga INFOKOM Universitas Muhammadiyah Malang. Pada tahun 2020 penulis menyelesaikan studi Magister di prodi Teknik Elektro Program Pasca Sarjana Universitas Brawijaya. Penulis memiliki kepakaran dibidang Telekomunikasi dan Informatika (Telematika). Dan untuk mewujudkan karir sebagai dosen profesional, penulis pun aktif sebagai peneliti di bidang kepakarannya tersebut. Beberapa penelitian yang telah dilakukan didanai oleh internal perguruan tinggi dan juga Kemenristek DIKTI.


Email Penulis: lamone41@gmail.com.



**BAB 11**  
**LAYANAN *CLOUD***  
**POPULER: AWS,**  
**MICROSOFT *AZURE***  
**DAN *GOOGLE CLOUD***

---

**Mohammad Badrul, S.Kom., M.Kom.**  
Universitas Bina Sarana Informatika



## Pendahuluan

*Cloud computing* atau yang dikenal dengan istilah komputasi awan merupakan salah satu kata kunci paling populer yang digunakan saat ini. Teknologi ini memberikan kemudahan bagi pengguna dalam mengatur data serta aplikasi. Dengan penggunaan teknologi ini, individu atau pengguna bisa mendapatkan data serta informasi dari internet tanpa harus menginstal aplikasi (Santoso, 2023).

Layanan ini memberikan kesempatan kepada pengguna untuk mendapatkan akses penyimpanan berbasis *web* yang fleksibel dan waktu nyata terhadap sumber daya jaringan, seperti informasi, perangkat lunak, dan lainnya. Mengingat layanan ini berbasis *web*, setiap pengguna harus memastikan bahwa mereka memiliki koneksi internet yang stabil dan dapat diandalkan agar dapat memperoleh informasi di dalamnya.

Di sisi lain, layanan ini menawarkan kenyamanan kepada pengguna untuk bisa mengakses informasi dari lokasi mana pun menggunakan berbagai perangkat. Layanan *cloud* dapat diklasifikasikan menjadi tiga yaitu *Infrastructure as a Service* (IaaS), *Platform as a Service* (PaaS) dan *Software as a Service* (SaaS). Layanan pertama yaitu IaaS atau *Infrastructure as a Service* merupakan salah satu model layanan komputasi awan (*cloud computing*) yang menyediakan infrastruktur Teknologi Informasi *virtual*, seperti *server*, penyimpanan data, jaringan, dan sistem operasi, melalui internet. IaaS umumnya dikelola langsung oleh *cloud provider* yang terintegrasi seperti *Biznet Gio Cloud* (Sofana, 2024).

Pengguna yang sudah menggunakan layanan ini tidak perlu memiliki perangkat fisik untuk menyimpan data atau merancang berbagai jenis pengelolaan penyimpanan data yang bisa menyita waktu. Pengguna juga diberikan fitur yang memudahkan seperti melakukan konfigurasi secara *virtual* dengan lebih praktis, fleksibel, lebih mudah serta efisien. Beberapa contoh layanan *Biznet Gio* seperti *Gio Private*, *NEO Virtual Compute*, *GIO Public*, *NEO Metal*, dan *NEO Dedicated Hosting*.

Layanan kedua yaitu PaaS atau *Platform as a Service* yaitu layanan komputasi awan yang menyediakan platform lengkap untuk mengembangkan, menguji, menjalankan, dan mengelola aplikasi

keleluasan untuk pengguna dan *developer* untuk melakukan penyimpanan data yang mereka miliki ke *server* yang dimiliki *google* dengan segala jenis data bisa disimpan dengan baik menggunakan fitur atau layanan ini.

Penyimpanan database yang tersimpan di platform *google* yang mumpuni dan bisa difungsikan dengan skala besar seperti *Cloud SQL*, *Cloud Datastore* dan *Cloud Bigtable Google*.

#### 4. *Google Container Engine*

Fitur berikutnya yang disediakan oleh GCP atau *Google Cloud Platform* adalah *Google Container Engine* yang dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan produktivitas bagi *developer*. Layanan ini bisa memberikan kemudahan bagi pengguna terutama dalam membangun aplikasi dan menyebarkannya melalui layanan cloud.

### *Google Workspace vs Google Cloud Platform*

*Google Workspace* adalah kumpulan aplikasi produktivitas dan kolaborasi berbasis *cloud* yang dikembangkan oleh *Google*, termasuk tools seperti *Gmail*, *Docs*, *Drive*, *Calendar*, dan *Meet*. Aplikasi ini dirancang untuk membantu individu dan tim meningkatkan kolaborasi dan efisiensi, memudahkan berbagi dokumen, pengelolaan tugas, serta komunikasi.

Di sisi lain, *Google Cloud Platform* (GCP) adalah *platform cloud computing* yang menawarkan layanan seperti *hosting* aplikasi, komputasi, penyimpanan data, dan *machine learning*. GCP menyediakan infrastruktur yang memungkinkan *developer* menjalankan aplikasi dan *database* berskala besar, menggunakan teknologi yang sama yang digunakan *Google* untuk mendukung produknya sendiri.

**Tabel 11.1: Perbedaan Antara *Google Workspace* dan *Google Cloud Platform* Ditinjau Dari Beberapa Fitur**

Fitur	<i>Google Workspace</i>	<i>Google Cloud Platform</i>
Tujuan Utama	Memberikan layanan <i>cloud computing</i> untuk mengembangkan aplikasi, analisis data dan lainnya	Meningkatkan produktivitas dan kolaborasi dengan <i>tools</i> komunikasi dan kolaborasi

<i>User</i>	Pengembang dan bisnis yang membutuhkan solusi <i>cloud computing</i> yang kompleks dan skalabel	Individu, tim dan bisnis yang membutuhkan <i>tools</i> untuk kolaborasi sehari-hari
Layanan Utama	Komputasi, penyimpanan data, <i>machine learning</i> dan analitik data	<i>Gmail, Docs, Drive, Calendar, Meet</i>
Integrasi	<i>Platform</i> yang menyediakan berbagai layanan dan API untuk membangun aplikasi yang kompleks	<i>Tools</i> yang terintegrasi untuk memudahkan kolaborasi dan produktivitas
Skalabilitas	Skalabilitas tinggi untuk menangani permintaan komputasi dan data yang besar dan kompleks	Didesain untuk meningkatkan kolaborasi pada skala yang sesuai dengan kebutuhan bisnis
Kasus Penggunaan	Pengembangan aplikasi analisis <i>big data</i> , pembelajaran mesin, <i>hosting</i> aplikasi	Pengelolaan dokumen, komunikasi tim, penyimpanan <i>file</i> , konferensi video

Sumber: Diolah Penulis.

## Daftar Pustaka

- Enterprise, J. (2023). *Amazon Web Services (AWS) Untuk Pemula*. Elex Media Komputindo.
- Ferdiana, R. (2016). *Solusi Cloud Computing Dengan Microsoft Azure Bagi UMKM*. Elex Media Komputindo.
- Santoso, J. T. (2023). *Komputasi Awan (Cloud Computing)*. Yayasan Prima Agus Teknik.
- Saputra, D. (2022). *Google Cloud! Kenali Layanan Yang Ada Di Dalamnya*. Dicoding. <https://dicoding.com/blog/mengenal-services-di-google-cloud/>.
- Singh, S. (2024). *Cloud Computing and AWS Introduction: Mastering AWS Fundamentals And Core Services*. AWS.
- Sofana, I. (2024). *Teori dan Praktik Cloud Computing*. Informatika.
- Wiranda, N. (2023). *Cloud Computing: Panduan Implementasi Cloud Computing Menggunakan Amazon Web Services*. Andi Offset.

## PROFIL PENULIS



### **Mohammad Badrul, M.Kom.**

Penulis lahir dari keluarga sederhana di daerah Bangkalan tahun 1984. Dari kecil penulis sudah di didik di lingkungan agamis dan sederhana. Setelah lulus dari Sekolah Menengah Pertama dan Sekolah Menengah Atas di lingkungan Pesantren, Sejak di Sekolah Menengah Atas, Penulis memiliki ketertarikan di bidang komputer. Oleh sebab itu penulis melanjutkan program Diploma III atau D3 di Akademi Manajemen Informatika dan Komputer (AMIK) Bina Sarana Informatika di Jakarta dengan Jurusan Komputerisasi Akuntansi. Lulus dari Program Diploma III tahun 2007, Penulis melanjutkan Program Strata Satu (S1) di Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer (STMIK) Nusa Mandiri di Jakarta Jurusan Sistem Informasi. Setelah lulus program Strata Satu (S1) tahun 2009, Penulis melanjutkan program Strata Dua (S2) di Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer (STMIK) Nusa Mandiri Jakarta jurusan Ilmu Komputer tahun 2010 dan lulus tahun 2012. Saat ini penulis aktif mengajar di beberapa kampus di Jakarta khususnya Jurusan Sistem Informasi, Informatika dan Teknologi Informasi dengan konsentrasi di bidang *Data Mining*, *Data Science*, dan Sistem Penunjang Keputusan. Dan untuk mewujudkan karir sebagai dosen profesional, penulis pun aktif sebagai peneliti di bidang kepakarannya tersebut. Beberapa penelitian yang telah dilakukan didanai oleh internal perguruan tinggi dan juga Kemenristek DIKTI.

Email Penulis: [mohammad.mbl@bsi.ac.id](mailto:mohammad.mbl@bsi.ac.id).



**BAB 12**  
***CLOUD COMPUTING UNTUK***  
***BIG DATA DAN ARTIFICIAL***  
***INTELLIGENCE (AI)***

---

**Dr. Nur Azizah, S.Kom., M.Akt., M.Kom.**  
Universitas Raharja



## Pendahuluan

*Cloud computing*, *big data*, dan *Artificial Intelligence (AI)* merupakan pondasi utama transformasi *digital* di era Revolusi Industri 4.0. Ketiga teknologi ini saling mendukung dalam menciptakan sistem cerdas berbasis data besar yang dapat diakses dan dijalankan secara fleksibel melalui infrastruktur *cloud*. Tanpa adanya *cloud*, eksekusi model AI skala besar dan pengolahan *big data* akan sulit dilakukan secara efisien.

*Cloud computing* menyediakan infrastruktur elastis dan skalabel yang memungkinkan organisasi untuk menyimpan, mengelola, dan menganalisis volume data yang sangat besar secara *real-time*. Teknologi ini tidak hanya mengurangi biaya investasi infrastruktur (*capital expenditure*), tetapi juga mempercepat waktu pengembangan dan pengujian model AI melalui layanan seperti *Machine Learning-as-a-Service (MLaaS)*. Sementara itu, *Big Data* memberikan bahan baku yang sangat penting bagi sistem AI untuk melakukan pembelajaran dan pengambilan keputusan berbasis pola dari data historis maupun data *streaming* (Marr, 2018).

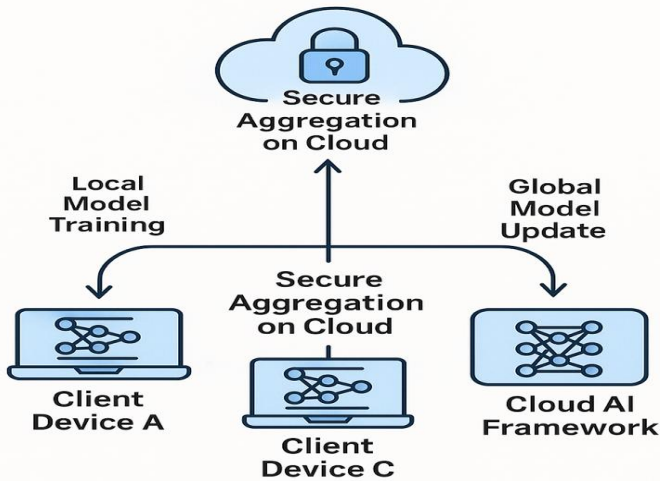
AI, di sisi lain, memanfaatkan kekuatan *cloud* untuk menjalankan algoritma pembelajaran mesin yang kompleks dan memproses data *big data* dalam jumlah besar secara efisien. Kombinasi ketiga teknologi ini mendorong inovasi di berbagai sektor, mulai dari kesehatan, keuangan, manufaktur, pendidikan, hingga sektor publik (Hashem *et al.*, 2015). Dengan demikian, pemahaman yang mendalam tentang keterkaitan antara *Cloud Computing*, *Big Data*, dan AI menjadi sangat krusial dalam menghadapi tantangan *digital* masa kini.

## **Cloud Computing: Definisi dan Peran**

*Cloud Computing* adalah model penyediaan layanan komputasi seperti pemrosesan data, penyimpanan, jaringan, analitik, dan kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*) yang dapat diakses secara fleksibel melalui jaringan internet dengan model layanan "*on-demand*" atau sesuai permintaan pengguna (Mell & Grance, 2011).

Konsep ini mengubah paradigma teknologi informasi dari sistem lokal (*on-premise*) menjadi sistem terdistribusi berbasis internet, yang memungkinkan organisasi untuk mengakses sumber daya teknologi

## Skema Federated Learning di Cloud:



**Gambar 12.2: Skema *Federated Learning* di Cloud**

Sumber: Diolah Penulis.

Skema *federated learning* di *cloud* adalah pendekatan pembelajaran mesin terdistribusi yang memungkinkan pelatihan model AI tanpa harus memindahkan data dari sumber aslinya ke server pusat. Ini sangat penting dalam konteks privasi data, efisiensi bandwidth, dan kepatuhan terhadap regulasi data (seperti GDPR).

## Penutup

1. *Cloud computing* telah menjadi akselerator utama dalam perkembangan dan adopsi *Big Data* dan *Artificial Intelligence (AI)*. Kemampuannya dalam menyediakan infrastruktur yang elastis, penyimpanan terdistribusi, dan komputasi berskala tinggi memungkinkan organisasi dari berbagai sektor baik pemerintahan, industri, maupun akademik untuk mengelola dan mengekstraksi nilai dari data dalam jumlah besar dengan lebih efisien dan efektif.
2. Keunggulan *cloud* dalam hal skalabilitas, fleksibilitas, dan efisiensi biaya menjadikannya solusi ideal untuk pemrosesan data real-time, pelatihan model AI, dan penyajian layanan berbasis kecerdasan buatan secara cepat dan berkelanjutan. Selain itu,

dengan hadirnya berbagai layanan seperti *AI-as-a-Service*, *Federated Learning*, dan *green cloud computing*, transformasi digital dapat dilakukan tanpa mengorbankan keamanan data, privasi pengguna, dan kelestarian lingkungan.

3. Dengan terus berkembangnya inovasi di bidang cloud dan AI, masa depan pengolahan data dan kecerdasan buatan diperkirakan akan semakin desentralistik, inklusif, dan berorientasi keberlanjutan. Organisasi yang mampu memanfaatkan potensi cloud secara strategis akan memiliki keunggulan kompetitif dalam menghadapi era digital yang semakin dinamis.

## Daftar Pustaka

- Armbrust, M., Fox, A., Griffith, R., Joseph, A. D., Katz, R. H., Konwinski, A., ... & Zaharia, M. (2010). *A View of Cloud Computing*. Communications of the ACM, 53(4), 50–58. <https://doi.org/10.1145/1721654.1721672>.
- Buyya, R., Vecchiola, C., & Selvi, S. T. (2013). *Mastering Cloud Computing: Foundations and Applications Programming*. Morgan Kaufmann.
- Dean, J., & Ghemawat, S. (2008). *MapReduce: Simplified Data Processing on Large Clusters*. Communications of the ACM, 51(1), 107–113. <https://doi.org/10.1145/1327452.1327492>.
- Ghemawat, S., Gobiuff, H., & Leung, S.-T. (2003). *The Google File System*. In *ACM SIGOPS Operating Systems Review* (Vol. 37, No. 5, pp. 29–43). <https://doi.org/10.1145/1165389.945450>.
- Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). *Deep Learning*. MIT Press.
- Grover, P., & Kar, A. K. (2017). *Big data analytics: A review on theoretical contributions and tools used in literature*. Global Journal of Flexible Systems Management, 18(3), 203–229. <https://doi.org/10.1007/s40171-017-0159-3>.
- Hellerstein, J. M., Ré, C., & Stonebraker, M. (2017). *Readings in Database Systems* (5th ed.). MIT CSAIL.
- IBM. (2020). *Federated Learning: Collaborative Machine Learning without Centralized Training Data*. IBM Research. <https://research.ibm.com/blog/federated-learning>.
- Kelleher, J. D., Namee, B. M., & D'Arcy, A. (2015). *Fundamentals of Machine Learning for Predictive Data Analytics: Algorithms, Worked Examples, and Case Studies*. MIT Press.
- Kitchin, R. (2014). *The Data Revolution: Big Data, Open Data, Data Infrastructures and Their Consequences*. SAGE Publications.
- Kraska, T. (2013). *MLbase: A Distributed Machine-Learning System*. CIDR.
- LeCun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015). *Deep learning*. Nature, 521(7553), 436–444. <https://doi.org/10.1038/nature14539>.
- Mahmood, Z., & Hill, R. (2011). *Cloud Computing for Enterprise Architectures*. Springer.

- Marr, B. (2016). *Big Data in Practice: How 45 Successful Companies Used Big Data Analytics to Deliver Extraordinary Results*. Wiley.
- Microsoft Azure. (2023). *What is Azure Machine Learning?*. <https://learn.microsoft.com/en-us/azure/machine-learning/>.
- Mladenov, M., Waller, L., & Weikum, G. (2018). *Scalable Data Science: From Big Data to AI*. Dagstuhl Reports, 8(2). <https://doi.org/10.4230/DagRep.8.2.1>.
- OpenAI. (2023). *GPT-4 Technical Report*. <https://openai.com/research/gpt-4>.
- Rajaraman, A., & Ullman, J. D. (2011). *Mining of Massive Datasets*. Cambridge University Press.
- Reddi, V. J., Cheng, C., Kanev, S., Jeffries, N., Hazan, G., Idgunji, S., ... & Jouppi, N. P. (2019). *MLPerf Inference Benchmark*. *Arxiv Preprint ArXiv:1911.02549*. <https://arxiv.org/abs/1911.02549>.
- Sholla, S., Naaz, R., & Khan, R. A. (2020). Green Cloud Computing: Frameworks, Tools, and Challenges. *Journal of Cleaner Production*, 273, 122795. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122795>.
- Tang, J., Liu, J., Zhang, M., & Mei, Q. (2022). *Recommendation in the Age of Generative AI: A Survey*. *Arxiv Preprint Arxiv:2305.19514*. <https://arxiv.org/abs/2305.19514>.
- TensorFlow. (2023). *TensorFlow: An End-To-End Open-Source Machine Learning Platform*. <https://www.tensorflow.org/>.
- The Linux Foundation. (2022). *Introduction to Apache Kafka*. <https://kafka.apache.org/>.
- Zaharia, M., Chowdhury, M., Franklin, M. J., Shenker, S., & Stoica, I. (2010). Spark: Cluster Computing With Working Sets. *In Proceedings of the 2nd USENIX Conference on Hot Topics in Cloud Computing (HotCloud'10)*.
- Zhang, Y., Zheng, Y., & Qi, H. (2021). Federated Learning: A Survey on Concepts, Applications, and Research Challenges. *IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems*, 32(12), 5745–5763. <https://doi.org/10.1109/TNNLS.2020.3015957>.

## PROFIL PENULIS



### **Dr. Nur Azizah, S.Kom., M.Akt., M.Kom.**

Penulis Lulus S1 Program Studi Sistem Informasi di Sekolah Tinggi Manajemen dan Ilmu Komputer (STMIK) Budi Luhur Jakarta dan menyelesaikan Program Studi Magister Akuntansi S2 di Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Budi Luhur Jakarta dan Program Studi Magister Komputer S2 di Fakultas Teknologi Universitas Budi Luhur Jakarta.

Penulis Lulus Program Doktor S3 Ilmu Komputer pada Program Studi Teknologi Informasi di Fakultas Teknologi Informasi Universitas Gunadarma Jakarta. Saat ini sebagai Dekan Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Raharja merangkap sebagai Ketua Program Studi Sains Data Jenjang Sarjana. Penulis mengampu mata kuliah Dasar Akuntansi, Sistem Informasi Akuntansi, Sistem Informasi Manajemen, Sistem Basis Data, *Business Intelligence Management*, *IT Risk Management*, Pengantar *Data Science*. Aktif sebagai Pengurus Pusat Asosiasi Perguruan Tinggi Ilmu Komputer (APTIKOM), sebagai pengurus Asosiasi Perguruan Tinggi Swasta (APTISI) Wilayah IVB-Banten dan sebagai Pengurus Asosiasi Dosen Indonesia (ADI) Banten. Aktif menulis di beberapa Jurnal nasional dan Internasional dan Buku yang sudah terbit Manajemen Retail dan Industri Halal di Indonesia. Aktif sebagai pendakwah di Majelis-majelis Ta'lim Muslimah.

Email Penulis: [nur.azizah@raharja.info](mailto:nur.azizah@raharja.info).



# **BAB 13**

## **IMPLEMENTASI *CLOUD***

### **DI BERBAGAI INDUSTRI**

---

---

**Martono, S.Pd.Kim., M.TI.**  
Universitas Raharja



## Pendahuluan

Dalam Industri 4.0, perusahaan dengan rantai pasokan kolaboratif dapat memanfaatkan *cloud* dalam berbagai cara. Manajemen dapat mengambil berbagai pendekatan yang lebih proaktif berkat visibilitas informasi yang tersentralisasi dan secara *real-time* oleh berbagai pihak di sepanjang rantai pasokan.

Dengan kemampuan cepat dan tanggap dalam menangani perubahan atau masalah yang muncul, organisasi dapat memastikan efisiensi dan mengurangi risiko terulangnya kembali. Sudah banyak produsen skala besar dan menengah telah mengadopsi *cloud computing* sebagai salah satu dari lima teknologi teratas Industri 4.0.

Dalam sebuah studi yang dilakukan oleh *Intel* dan *Oracle*, 60% manajer perusahaan manufaktur global kelas menengah hingga besar meyakini bahwa *hosting cloud* yang dikelola dengan baik merupakan suatu keharusan untuk membuka potensi Industri 4.0.

Dalam Industri 4.0, *cloud computing* merupakan bagian integral dari setiap teknologi lainnya. Infrastruktur *cloud computing* juga mengelola teknologi lain yang bervariasi di setiap industri. Kendaraan otonom dan lini perakitan dalam industri semakin bergantung pada robotika dan *Machine Learning* (ML).

Melalui *cloud computing*, *Internet of Things* (IoT) secara fundamental mengubah pengiriman dan logistik dengan menggantikan prosedur antar manusia yang tidak efektif dan rawan terhadap kesalahan dan mulai digantikan dengan komunikasi mesin-ke-perangkat. Ini sering disebut sebagai *Industrial Internet of Things* (IIoT).

Infrastruktur *cloud computing* dan teknologi Industri 4.0 lainnya mempermudah manajemen transportasi. Sulit menemukan alat yang lebih baik untuk melacak posisi distribusi barang dalam rantai pasokan selain mengandalkan telemetri yang canggih, yang memungkinkan produsen dan pengecer mengelola seluruh rantai pasokan secara *real-time*.

Sistem manajemen armada berbasis *cloud* menyediakan informasi *real-time* tentang ketersediaan, pemeliharaan, servis, dan jarak tempuh yang dapat membantu perusahaan beradaptasi dengan kondisi dunia nyata yang terkadang tidak dapat diprediksi.

manufaktur yang membutuhkan kendali penuh atas infrastruktur dan data mereka. Manfaat *private cloud* meliputi peningkatan keamanan, kustomisasi, kinerja yang konsisten, dan kepatuhan regulasi.

#### 4. **Hybrid Cloud**

Model ini menggabungkan elemen *cloud* publik dan privat. Keunggulan terbesarnya adalah fleksibilitas, sehingga direkomendasikan bagi perusahaan manufaktur yang membutuhkan infrastruktur serbaguna. Dengan *cloud* hibrida, produsen dapat menyimpan data dan aplikasi penting di lokasi sekaligus memanfaatkan skalabilitas dan manfaat biaya dari layanan *cloud* publik.

#### 5. **Community Cloud Computing**

Pada beberapa literatur juga mencantumkan tentang *community cloud computing* pada industri. *Cloud* komunitas ini merupakan bagian dari model *cloud* hibrida, yang dirancang untuk kelompok pengguna yang lebih kecil yang berbagi tanggung jawab dan sumber daya. Para pengguna ini biasanya memiliki karakteristik yang serupa, seperti berasal dari industri yang sama atau mematuhi peraturan yang serupa. Dengan berkolaborasi, mereka dapat mengelola lingkungan *cloud* bersama, sehingga menghindari kebutuhan untuk berbagi ruang dengan pihak yang tidak terkait.

### **Aplikasi *Cloud Computing***

Berikut contoh aplikasi *cloud computing* dalam industri manufaktur. Namun juga bisa diterapkan dalam bisnis yang lainnya:

#### 1. **Supply Chain Management (SCM)**

*Cloud computing* mengoptimalkan fungsi rantai pasokan dengan memberikan pandangan dan kemampuan analitis secara real-time. *Cloud computing* memfasilitasi manajemen inventaris yang efektif, analisis permintaan prediktif, dan perencanaan logistik yang efisien.

Contoh pada *General Electric Company* (GE) menggunakan manufaktur awan untuk mengoptimalkan manajemen rantai pasokannya dan memenuhi program "Keunggulan Operasional".

## 2. **Enterprise Resource Planning (ERP)**

Sistem ERP yang berpusat pada *cloud* mengintegrasikan beragam operasi bisnis, mulai dari keuangan hingga SDM ke dalam satu *platform* yang terpadu.

Sistem ini memberikan data *real-time* dan kemampuan analitis yang meningkatkan pengambilan keputusan dan efisiensi operasional. Contoh pada *Victorinox*, produsen pisau terkemuka Swiss, menggunakan *platform* ERP *Comarch* untuk meningkatkan kontrol proses produksi.

## 3. **Product Lifecycle Management (PLM)**

Sistem PLM (Manajemen Siklus Hidup Produk) berbasis *cloud* memungkinkan perusahaan mengelola seluruh siklus hidup produksi secara efisien mulai dari desain hingga hasil akhir. Hal ini membantu mengurangi biaya dan mempercepat proses produksi.

Contoh pada *Adidas* menggunakan PLM ini untuk meningkatkan kustomisasi produk. Dengan berkolaborasi dengan penyedia *cloud* *adidas* dapat meningkatkan peramalan permintaan dan mempercepat waktu pemasaran.

## 4. **Quality Management**

Manajemen mutu yang berpusat pada *cloud* adalah sistem untuk memverifikasi mutu produk atau layanan manufaktur. Sistem ini biasanya mencakup fitur-fitur seperti pengendalian dokumen, manajemen tindakan korektif dan pencegahan, manajemen audit, pelaporan, dan analitik.

Contoh kasus implementasi ini adalah *Flex Ltd*, sebuah perusahaan jasa manufaktur elektronik multinasional, menggunakan sistem manajemen mutu berbasis *cloud* untuk memusatkan data terkait mutu, menstandarisasi proses, dan meningkatkan kolaborasi.

## Penutup

Implementasi modern menekankan penggunaan *cloud* dalam berbagai industri untuk:

1. **Meningkatkan Efisiensi:** menghubungkan berbagai sistem (misalnya, akademis dan keuangan) untuk integrasi data yang lebih baik dan mengurangi redundansi.

2. **Mencapai Skalabilitas:** menyesuaikan sumber daya komputasi secara dinamis agar sesuai dengan permintaan tanpa investasi perangkat keras awal yang signifikan. Tingkatkan .
3. **Aksesibilitas:** memungkinkan pengguna mengakses data dan aplikasi dari mana saja, asalkan ada koneksi internet.
4. **Mengurangi Biaya:** mengalihkan pengeluaran TI dari modal ke operasional, hanya membayar sumber daya yang digunakan (model bayar sesuai pemakaian).

## Daftar Pustaka

- A. Khayer, M. S. Talukder, Y. Bao and M. N. Hossain, (2020). Cloud Computing Adoption And Its Impact on SMEs' Performance for Cloud Supported Operations: A Dual-Stage Analytical Approach, *Technology in Society*, vol. 60, p. 101225.
- C. C. Kai, G. G. K. Jacob and T. Mei, (1997). Interface between CAD and Rapid Prototyping systems. Part 1: A Study of Existing Interfaces, *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, vol. 13, pp. 566–570.
- <https://www.comarch.com/trade-and-services/ict/news/cloud-computing-in-manufacturing-benefits-and-use-cases/#:~:text=the%20manufacturing%20industry.-,What%20is%20Cloud%20Computing%20in%20Manufacturing?,applications%20related%20to%20production%20processes.> (diakses 30 Agustus 2025).
- <https://www.actnv.com/blog/key-types-of-cloud-computing-and-their-benefits/> (diakses 30 Agustus 2025).
- J.-P. Rudolph and C. Emmelmann. (2017). A Cloud-based Platform for Automated Order Processing in Additive Manufacturing, in *The 50th CIRP Conference on Manufacturing Systems*, Taiwan.
- K. B. Ooi, V. H. Lee, G. W.-H. Tan, T.-S. Hew and J.-J. Hew, (2017). Cloud Computing in Manufacturing: The Next Industrial Revolution in Malaysia?, *Expert Systems With Applications*, vol. 93, pp. 376–394.
- L. Novais, J. M. Maqueira and A. Ortiz-Bas. (2019). A Systematic Literature Review of Cloud Computing Use in Supply Chain Integration, *Computers & Industrial Engineering*, vol. 129, pp. 296–314.
- Mohankumar. P. (2020). *Cloud Computing In Industrial Revolution 4.0*, School AQ2 of Engineering, Taylor's University, Selangor Darul Ehsan, Malaysia.

## PROFIL PENULIS



### **Martono, S.Pd.Kim, M.TI.**

Ketertarikan penulis pada bidang komputer awalnya hanya karena hobi dan iseng-iseng. Sambil menyelesaikan Pendidikan Kimia jenjang Diploma 3 di IKIP Jakarta pada saat itu penulis juga mengikuti pelatihan elektronika komputer. Belajar tentang jaringan komputer dimulai dari era *Novell Netware* dan *Microsoft NT 4.0* pada saat jaringan LAN yang masih populer menggunakan *Cable Coaxial* hingga kini era jaringan menggunakan *Wifi* dan *Fiber Optics*, hal tersebut lebih karena tuntutan pekerjaan. Pendidikan D3 diselesaikan di IKIP Jakarta dan S1 diselesaikan di Universitas Terbuka pada tahun 2006 masih pada Jurusan yang sama yakni Pendidikan Kimia. Penulis kemudian melanjutkan Pendidikan S2 di STMIK Raharja (sekarang sudah jadi Universitas Raharja) pada program studi Teknik Informatika dan selesai pada tahun 2017.

Awalnya penulis bekerja di Perusahaan yang merupakan vendor di bidang Teknologi Informasi yang melayani berbagai organisasi pendidikan dan perusahaan. Kemudian penulis berlanjut bergabung dengan perusahaan Teknologi Informasi yang memberikan pelatihan-pelatihan kepada sekolah-sekolah dan juga mengembangkan *Software-software* Pendidikan dan Pelatihan Robotika. Dari sini penulis akhirnya banyak melakukan eksplorasi *software*, Mikrokontroler dan Robotika serta terlibat baik secara langsung maupun tidak langsung dalam pengembangan *software*. Beberapa tulisan ringan ditulis dalam bentuk blog dan sering menggunakan nickname *martonokita*. Adapun tulisan ilmiahnya telah diterbitkan dalam beberapa buku dan dalam beberapa Jurnal Ilmiah. Selain memberikan pelatihan, penulis juga mengajar di SMKN 4 Depok dan Universitas Raharja dan juga Kampus swasta lainnya. Email Penulis: [martono@raharja.info](mailto:martono@raharja.info).



**BAB 14**  
**TANTANGAN DAN TREN**  
**MASA DEPAN *CLOUD***  
***COMPUTING***

---

**Kotim Subandi, S.Kom., M.T.**  
Universitas Pakuan



## Awan yang Semakin Matang

*Cloud computing* telah bertransisi dari sekadar inovasi teknologi menjadi fondasi fundamental bagi ekonomi *digital* global. Hampir tidak ada organisasi modern, dari perusahaan rintisan yang dinamis hingga korporasi multinasional, yang tidak tersentuh oleh kekuatan, skalabilitas, dan efisiensi yang ditawarkannya.

Namun, seiring dengan kematangannya, lanskap *cloud* tidaklah statis. Ia terus berevolusi, menghadirkan serangkaian tantangan baru yang lebih kompleks sekaligus membuka pintu bagi tren-tren inovatif yang akan mendefinisikan dekade berikutnya (Al-Fuqaha, 2023). Bab ini akan mengupas dua sisi dari mata uang yang sama: tantangan krusial yang harus diatasi oleh para pengadopsi *cloud* dan tren transformatif yang membentuk masa depannya.

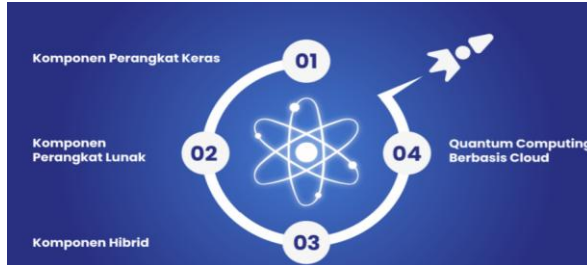
Memahami dinamika ini adalah kunci bagi para pemimpin bisnis dan teknologi untuk tidak hanya bertahan, tetapi juga unggul dalam era komputasi yang cerdas, terdistribusi, dan semakin otonom ((AWS), 2023). Di dalam awan, anda dapat melihat bentuk-bentuk transparan yang menyerupai *server* dan pusat data. Ini melambangkan konsep komputasi *serverless* dan infrastruktur sebagai kode, di mana pengembang tidak lagi perlu mengelola *server* fisik. Semuanya terabstraksi dan dikelola secara otomatis oleh *cloud* aliran data yang menjulur keluar dari awan utama menuju representasi kota dan perangkat melambangkan perluasan *cloud* ke "tepi" jaringan (*edge computing*).

Pemrosesan data tidak lagi hanya terjadi di pusat data yang jauh, tetapi juga di lokasi yang lebih dekat dengan pengguna dan perangkat IoT. Ini memungkinkan aplikasi yang membutuhkan respons *real-time*, seperti mobil otonom atau kota pintar (*smart cities*) (Chen, 2024).

## Tantangan Utama di Era *Cloud* Berikutnya

Meskipun adopsi *cloud* semakin meluas, kompleksitas dalam pengelolaan, keamanan, dan biaya juga turut meningkat. Berikut adalah tantangan-tantangan utama yang menjadi fokus saat ini dan di masa depan.

komersial, meskipun masih dalam tahap awal. Aksesibilitas melalui *platform cloud* menjadi kunci utama yang mendorong demokratisasi teknologi ini, memungkinkan perusahaan, akademisi.



**Gambar 14.6: Tipe-Tipe Quantum Computing**

Sumber: Diolah Penulis.

Perkembangan paling menonjol di tahun 2025 adalah penguatan model komputasi hibrida. Sistem ini tidak menggantikan komputer klasik, melainkan mengintegrasikannya. Pengguna merumuskan masalah kompleks di lingkungan komputasi klasik. Bagian dari masalah yang membutuhkan kekuatan komputasi kuantum (seperti optimasi atau simulasi molekuler) dikirim ke *Quantum Processing Unit* (QPU) melalui *cloud*.

Hasilnya kemudian dikirim kembali ke sistem klasik untuk dianalisis dan diproses lebih lanjut. Penyedia utama seperti *Microsoft Azure Quantum*, *Amazon Braket*, dan *IBM Quantum Experience* telah memantapkan *platform* mereka untuk mendukung alur kerja hibrida ini. Mereka menyediakan *Software Development Kits* (SDKs) seperti *Qiskit* (IBM) dan *Q#* (*Microsoft*) yang memungkinkan pengembang untuk membangun dan mengelola alur kerja ini secara terpadu.

## Tantangan dan Ancaman Keamanan

Perkembangan ini juga membawa tantangan baru, terutama di bidang keamanan siber. Ancaman kriptografi komputer kuantum yang cukup kuat di masa depan berpotensi memecahkan sebagian besar sistem enkripsi yang kita gunakan saat ini (seperti RSA).

Solusi keamanan kuantum sebagai respons, perusahaan seperti *Cloudflare* dan lembaga seperti NIST (*National Institute of Standards and Technology*) telah memimpin pengembangan dan standarisasi Kriptografi Pasca-Kuantum (*Post-Quantum Cryptography-PQC*). Pada tahun 2025, perusahaan-perusahaan mulai mengadopsi solusi keamanan *Zero Trust* yang aman-kuantum untuk melindungi data dari ancaman "panen sekarang, dekripsi nanti" (*harvest now, decrypt later*).

Secara keseluruhan, tahun 2025 adalah titik penting di mana *Quantum Computing* di awan mulai bertransisi dari "apa itu?" menjadi "apa yang bisa kita lakukan dengannya?". Meskipun jalan menuju komputer kuantum universal yang toleran terhadap kesalahan masih panjang, pondasi untuk revolusi komputasi berikutnya sedang dibangun secara aktif di *platform cloud* saat ini (Wang, 2020).

Solusi Keamanan *Cloud Computing*: Solusi keamanan untuk *cloud computing* dibangun di atas kerangka kerja berlapis yang menggabungkan praktik terbaik, kebijakan, dan teknologi. Kunci utamanya adalah memahami Model Tanggung Jawab Bersama (*Shared Responsibility Model*). Berikut adalah solusi keamanan *cloud* yang terbagi dalam pilar-pilar utama:

1. Manajemen identitas dan akses (*Identity and Access Management*) ini adalah lapisan pertahanan pertama memastikan hanya orang yang tepat yang memiliki akses ke sumber daya yang tepat.
2. Keamanan jaringan ini adalah tentang mengisolasi sumber daya dan mengontrol lalu lintas data yang masuk dan keluar.
3. Perlindungan data ini berfokus pada pengamanan aset Anda yang paling berharga data. Mengenkripsi data yang bergerak antara pengguna dan cloud, atau antar layanan di *cloud*, menggunakan protokol seperti TLS/HTTPS.
4. Keamanan infrastruktur dan aplikasi ini adalah tentang memastikan konfigurasi cloud yang aman dan beban kerja (*workload*) yang berjalan di atasnya terlindungi.
5. Pemantauan, logging, dan kepatuhan tidak dapat melindungi apa yang tidak dapat Anda lihat. Pilar ini adalah tentang visibilitas dan tata kelola. Mengaktifkan layanan logging (seperti *AWS Cloud Trail* atau *Azure Monitor*) untuk mencatat semua panggilan API dan aktivitas di akun ini penting untuk audit dan investigasi insiden.

## Daftar Pustaka

- Al-Fuqaha, A. G. (2023). Edge-to-Cloud Orchestration: Challenges and Opportunities in the Era of IoT and 5G. *Proceedings of the IEEE International Conference on Communications (ICC)*, (pp. 1-6).
- AWS, A. W. (2023). *Serverless Architectures With AWS Lambda: Overview And Best Practices*. AWS Whitepaper.
- Chen, Y. &. (2024). FinOps: A Framework For Optimizing Cloud Costs And Value In Enterprise Environments. *Journal of Enterprise Information Management*, 37(2), 115-135.
- CNCF, T. C. (2024). *CNCF Annual Survey 2024*. CNF.
- Flexera. (2024). *State of the Cloud Report*. Flexera.
- Gartner, I. (2024). *Top Strategic Technology Trends 2025: Cloud-Native Platforms*. Gartner Research.
- Hassan, M. M. (2024). A Review On Security Challenges In Multi-Cloud And Hybrid Cloud Environments. *IEEE Transactions on Cloud Computing*, 10(4), 2345-2360. <https://doi.org/10.1109/TCC.2021.3131234>.
- Linux Foundation, R. (2023). *11th Annual Open Source Jobs Report*. The Linux Foundation.
- Mao, Y. Y. (2017). A Survey On Mobile Edge Computing: The Communication Perspective. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 19(4), 2322-2358.
- Mell, P. &. (2020). The NIST Definition of Cloud Computing . *T. National Institute of Standards And Technology*. (Special Publication 800-145).
- Pahl, C. &. (2020). Cloud-Native Architecture: A Systematic Literature Review. *Journal of Systems And Software*, 171, 110824. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2020.110824>.
- Porambage, P. O. (2024). Survey on Multi-Access Edge Computing For 5G And Beyond. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 2661-2702.

- Roman, R. L. (2018). Mobile Edge Computing, Fog Computing And A New Threat Model. *IEEE Cloud Computing*, 5(3), 50-58, <https://doi.org/10.1109/MCC.2018.032781320>.
- Satyanarayanan, M. (2017). The Emergence Of Edge Computing. *Computer*. 50(1), 30-39 <https://doi.org/10.1109/MC.2017.9>.
- Sethi, S. &-R. (2024). A Comprehensive Review of Emerging Trends. *Journal Of Cloud Computing: Advances, Systems And Applications*, 10(1), 34. <https://doi.org/10.1186/s13677-021-00248-x>.
- Shi, W. C. (2016). Edge Computing: Vision And Challenges. *IEEE Internet of Things Journal*, 3(5), 637-646. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2016.2579182>.
- Singh, A. &. (2022). Data Sovereignty In The Cloud: A Review of Challenges And Solutions. *ACM Computing Surveys*, 1-36. <https://doi.org/10.1145/3512345>.
- Siriwardhana, Y. D. (2021). The Fight Against COVID-19: A Comprehensive Survey of An Emerging New-Normal Driven by 5G, IoT, and Edge Computing. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 3(4), 2269-2313. <https://doi.org/10.1109/COMST.2021.3114510>.
- Wang, X. H. (2020). Convergence Of Edge Computing And Deep Learning: A Comprehensive Survey. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 22(2), 869-904. <https://doi.org/10.1109/COMST.2020.2970550>.

## PROFIL PENULIS



### **Kotim Subandi, S.Kom., M.T.**

Salah satu tugas dosen selain melakukan penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat, yaitu menulis buku ajar. Saya dosen peneliti di bidang Teknologi Informasi di Universitas Pakuan Bogor. Fokus penelitiannya meliputi *big data*, keamanan siber, dan transformasi *digital* di sektor bisnis *digital*. Buku ini merupakan bagian dari kontribusinya dalam meningkatkan literasi digital di kalangan akademisi dan praktisi di Indonesia. Karena penting buku ajar sebagai pegangan saat mengajar membuat penulis Penulis menempuh pendidikan ke Perguruan Tinggi dan berhasil menyelesaikan studi S1 di prodi Teknik Informatika, kemudian penulis menyelesaikan studi S2 di prodi Rekayasa Manufaktur Program Pasca Sarjana Universitas Pancasila Jakarta. Dengan pengalaman lebih dari 10 tahun sebagai konsultan ISO 27002 untuk berbagai instansi pemerintah dan perusahaan swasta. Saya dikenal sebagai pengajar yang mampu menyederhanakan konsep-konsep teknis menjadi materi yang mudah dipahami. Selain aktif mengajar di perguruan tinggi, ia juga rutin menjadi narasumber dalam seminar dan pelatihan *cyber security* di tingkat nasional. Penulis memiliki kepakaran dibidang *Network Security* dan *Data Analys*. Demi mencapai karir sebagai dosen profesional, penulis pun aktif sebagai peneliti di bidang *Networking*. Beberapa penelitian yang telah dilakukan didanai oleh internal perguruan tinggi dan aktif di dunia industri terkait IT dan ISO 27002.

# CLOUD COMPUTING

## Konsep, Arsitektur, dan Implementasi

Revolusi digital telah mengubah paradigma komputasi tradisional. Komputasi awan (*cloud computing*) telah muncul sebagai tulang punggung transformasi ini, menawarkan skalabilitas, fleksibilitas, dan efisiensi biaya yang belum pernah terjadi sebelumnya. Buku ini hadir sebagai respons atas kebutuhan akan pemahaman yang komprehensif dan mendalam tentang cloud computing, tidak hanya dari segi teori tetapi juga penerapannya dalam dunia nyata. Buku ini dirancang secara sistematis untuk membimbing pembaca, mulai dari memahami:

1. Pendahuluan: Konsep Dasar Cloud Computing
2. Karakteristik Utama Cloud Computing
3. Model Layanan Cloud: IaaS, PaaS, dan SaaS
4. Model *Deployment Cloud*: *Public*, *Private*, *Hybrid*, dan *Community*
5. Arsitektur *Cloud Computing*
6. Infrastruktur Cloud dan Pusat Data
7. Keamanan Cloud
8. Proteksi Data dan Privasi dalam Cloud
9. *Cloud Storage*: Konsep dan Implementasi
10. *Cloud Computing* dan *Internet of Things (IoT)*
11. Layanan Cloud Populer: AWS, Microsoft Azure, Google Cloud
12. *Cloud Computing* untuk *Big Data* dan AI
13. Implementasi Cloud di Berbagai Industri
14. Tantangan dan Tren Masa Depan *Cloud Computing*

