

IF4020 Kriptografi

01 - Pengantar Kriptografi

Oleh: Rinaldi Munir



Program Studi Teknik Informatika
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika ITB
2026



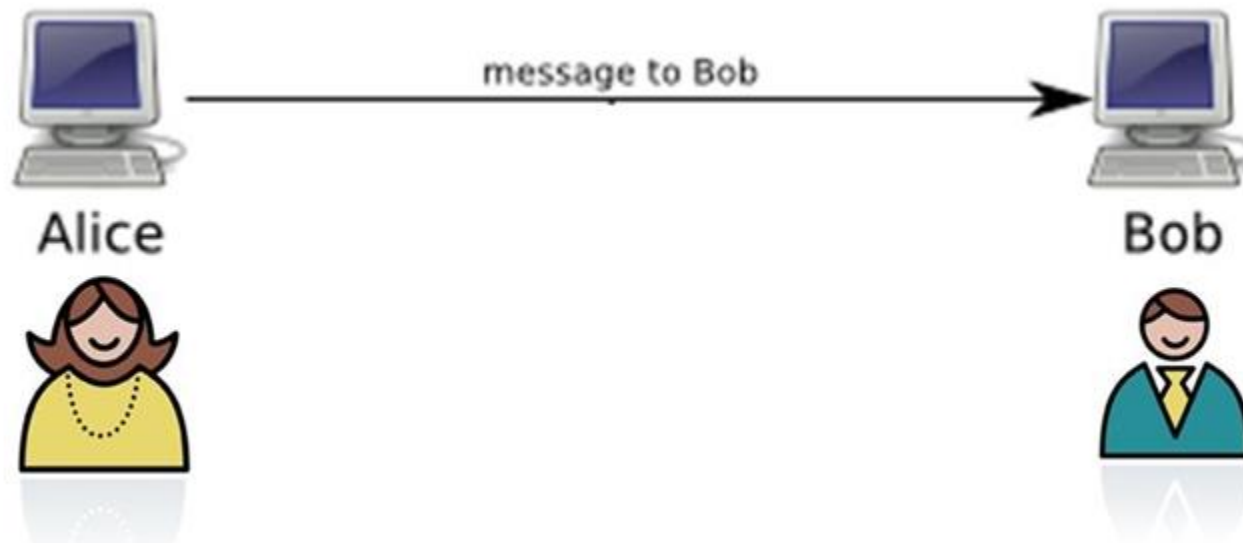
- Misalkan Alice dan Bob saling berkomunikasi dengan berkirim pesan:

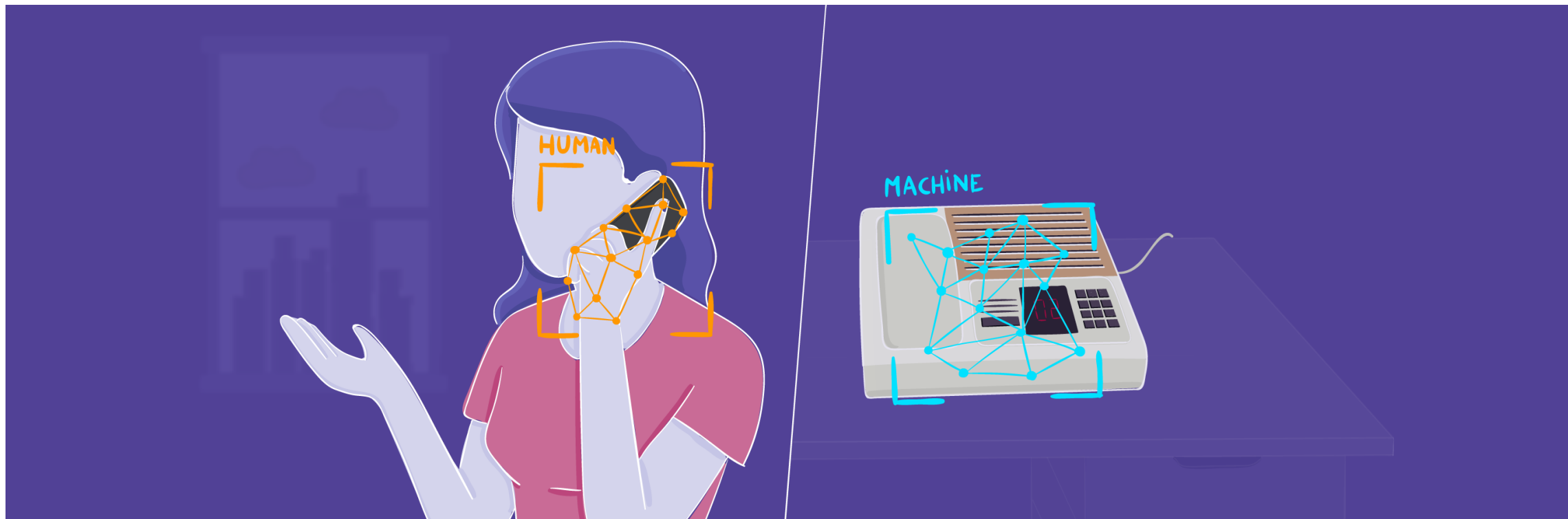
- via surat menyurat,
- via telepon
- via email
- via SMS
- dll

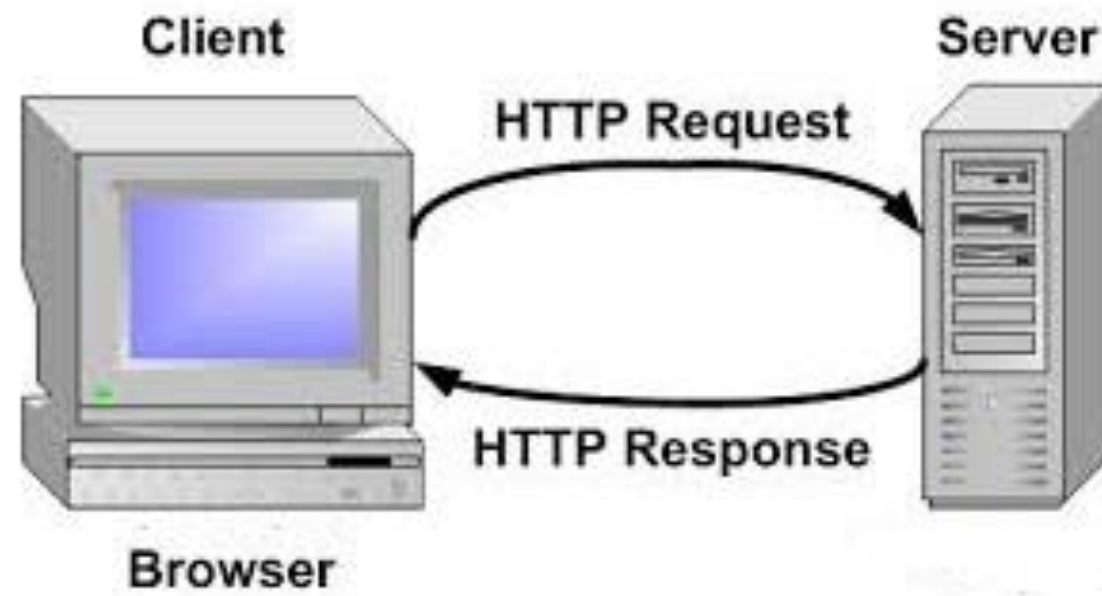
menggunakan saluran komunikasi publik (pos, telepon, jaringan seluler, internet)



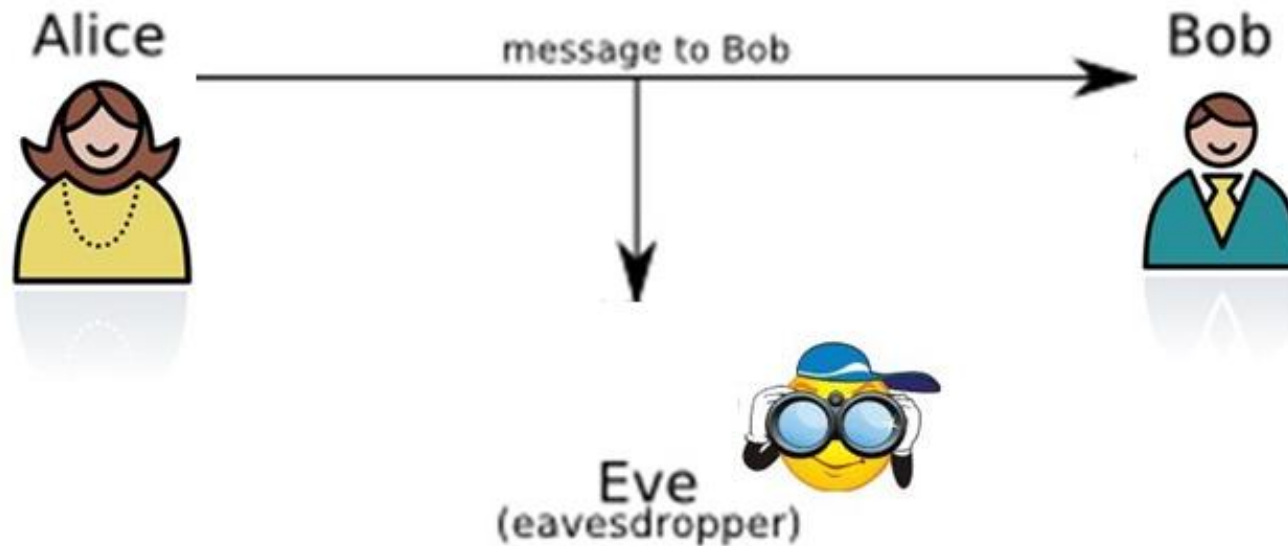
- FYI, Alice dan Bob di dalam dunia nyata bisa berupa
 - Alice dan Bob adalah manusia dalam arti sesungguhnya
 - manusia dengan mesin (misalnya mesin penjawab telepon)
 - mesin dengan mesin (misalnya komputer *client* dengan komputer *server*)
 - web browser dengan sistem server di dalam jaringan komputer
 - online banking client/server
 - DNS server, router, mesin penjawab telepon, dsb







- **Case 1:** Bagaimana Alice memastikan pesan-pesannya tidak dapat dibaca oleh penyadap (*eavesdropper*) yang menguping komunikasinya dengan Bob?



→ masalah kerahasiaan pesan (*confidentiality*)

- **Case 2:** Bagaimana cara Bob memastikan bahwa pesan tersebut dari Alice dan bukan dari Carol (yang menyamar menjadi Alice)?

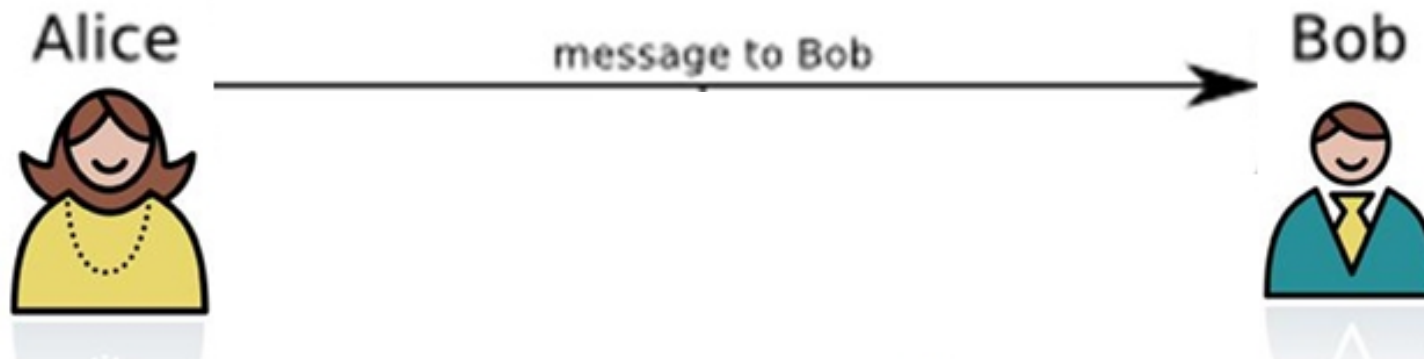
Benarkah ini pesan dari Alice?



→ masalah otentikasi (*authentication*) pengirim atau penerima pesan

- **Case 3:** Bagaimana cara Bob memastikan bahwa pesan dari Alice masih utuh, asli, tidak diubah, atau dimanipulasi selama komunikasi,

Sudah diubah atau masih asli kah pesan dari Alice ini?



→ masalah keutuhan (*integrity*) pesan?

- **Case 4:** Bagaimana Bob melakukan anti-sangkalan apabila Alice menyangkal telah mengirim pesan kepada Bob?

*Swer, saya **nggak** pernah
kirim pesan ini kepadamu,
Bob!*

Hmmmm....



→ masalah nir-penyangkalan (*non-repudiation*)

- Keempat masalah tersebut:
 - *confidentiality*,
 - *authentication*,
 - *data integrity*,
 - *non-repudiation*

solusinya adalah menggunakan KRIPTOGRAFI

Kriptografi

- Kata *cryptography* berasal dari bahasa Yunani:

cryptós (secret or hidden)

gráphein (writing)

Artinya “secret writing or “hidden writing”

- **Kriptografi**: ilmu dan seni untuk menjaga keamanan pesan. (Schneier, 1996)

Definisi lainnya:

Kriptografi adalah ilmu yang mempelajari teknik-teknik matematika yang berhubungan dengan aspek keamanan informasi seperti kerahasiaan, integritas data, serta otentikasi (Menez, 1996)



“Aman” artinya:

1. Terjaga kerahasiaannya (*confidentiality*)

Ketika saya berjalan-jalan di pantai, saya menemukan banyak sekali kepiting yang merangkak menuju laut. Mereka adalah anak-anak kepiting yang baru menetas dari dalam pasir. Naluri mereka mengatakan bahwa laut adalah tempat kehidupan mereka.

(a) Plainteks (teks)

Ztāxzp/épēp/qtüyp{p}<yp{p}/sx/□p}
âpx;pēp/|t}t|āzp}/qp}ēpz/étzp{x/z
t□xâx}v□□ēp}v/|tūp}vzpz/|t}äyā/{p
ää=/\tützp□□psp{pw/p}pz<p}pz/zt□x
âx}v/ēp}v/qpüä□□|t}tâpé/spüx/sp{p
|/□péxü=/]p{äüx□□|ttüzp/|t}vpâpzp
}/qpwâp/{pää/psp{pw□□ât|□pâ/ztwxs
ä□p}/|tützp=

(b) Cipherteks dari (a)

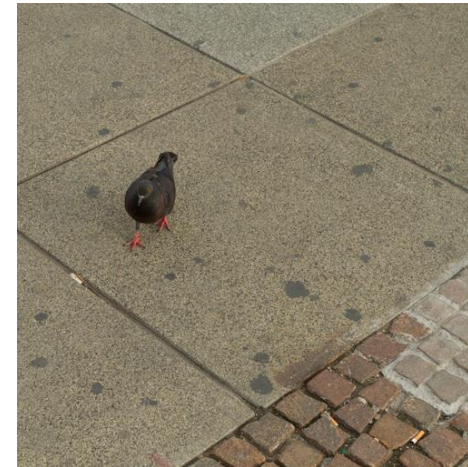
2. Terjaga keasliannya (*data integrity*)

Suhu di luar 33
derajat celcius

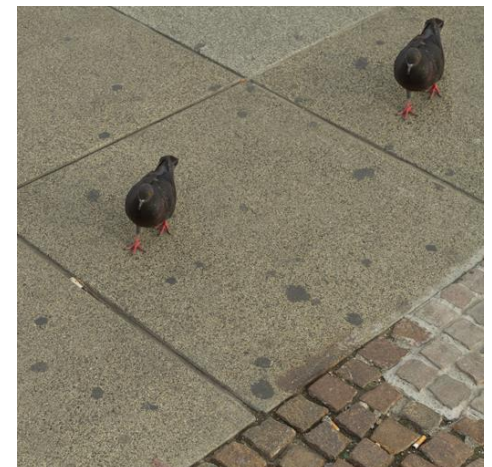
Pesan asli

Suhu di luar 32
derajat celcius

Pesan sudah diubah

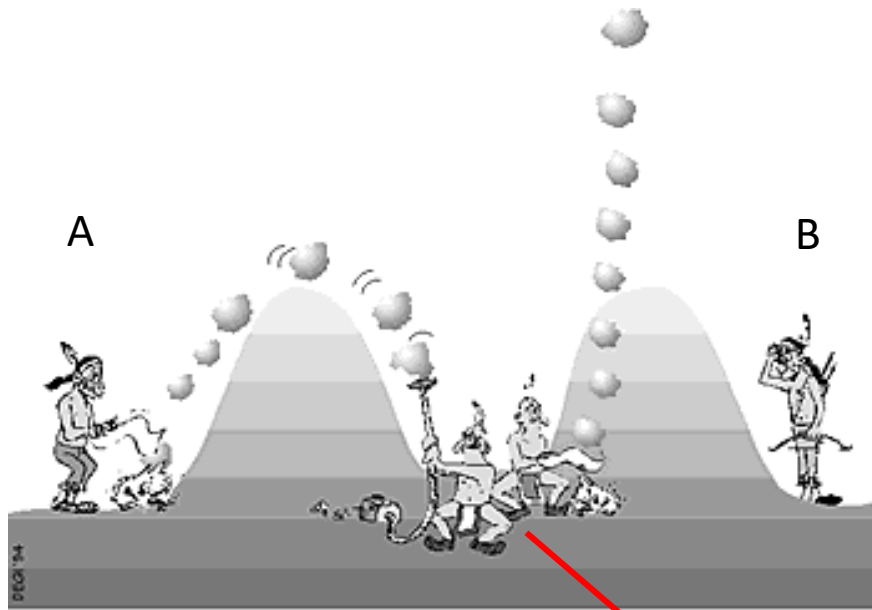


Pesan asli



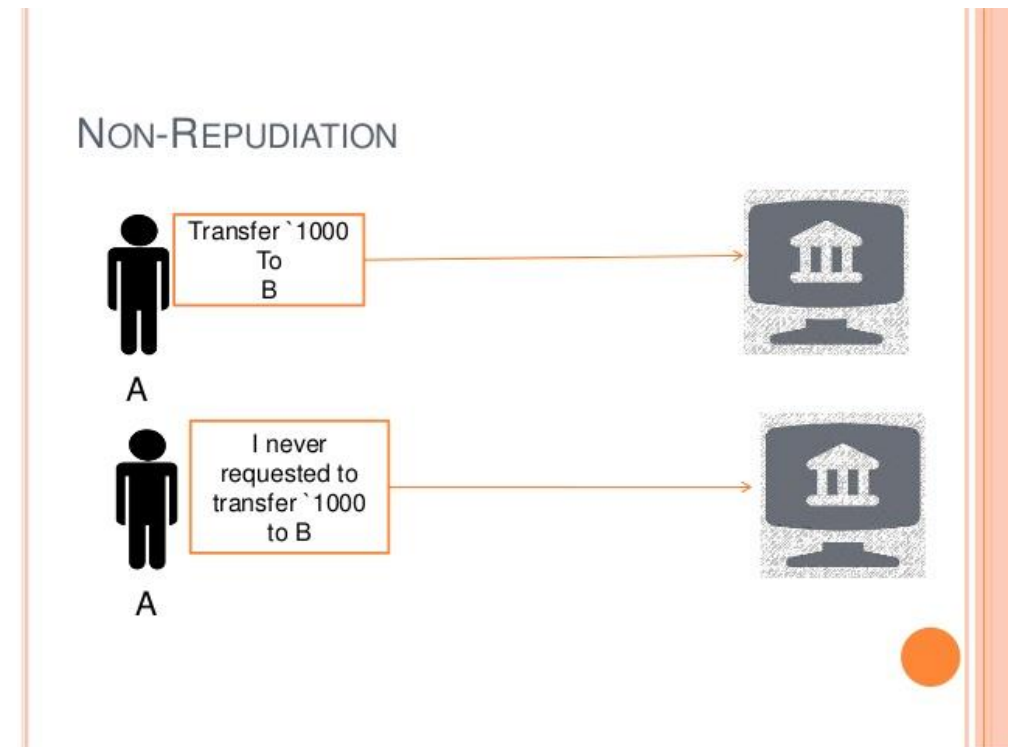
Pesan sudah diubah

3. Yakin pengirim pesan adalah asli (*authentication*), bukan pihak ketiga yang menyerupai.



Dia mengklaim bahwa dia adalah A

4. Pengirim pesan tidak dapat menyangkal (*non repudiation*) telah mengirim pesan.



Empat Layanan Kriptografi

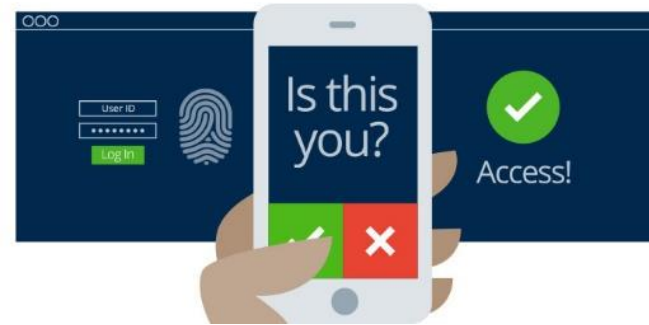
1. Kerahasiaan pesan (*Confidentiality/privacy/secrecy*)

**PRIVATE &
CONFIDENTIAL**

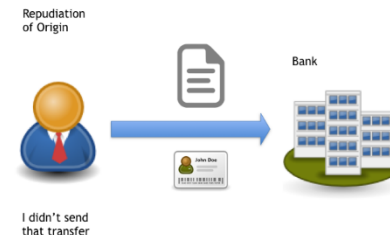
2. Keaslian pesan (*Data integrity*)

**Data
Integrity**

3. Keaslian pengirim dan penerima pesan (*Authentication*)



4. Anti penyangkalan (*Non-repudiation*)



“Cryptography lies at the heart of all cybersecurity technologies, and understanding the role it plays is vital to understanding how to secure cyberspace” (Keith M. Martin)

(Kriptografi merupakan inti dari semua teknologi keamanan siber, dan memahami peran yang dimainkannya sangat penting untuk memahami cara mengamankan ruang siber)

Kriptografer masih menjadi sosok yang langka di Indonesia. Namun, bidang ini sangat penting untuk segera ditumbuhkan

Masih ingat dengan kasus-kasus ini?

- **Wikileaks**

- pembocoran dokumen Perang Afghanistan (Juli, 2010)
- Pembocoran 400.000 dokumen Perang Irak (Oktober 2010)
- Pembocoran kawat diplomatik Amerika Serikat (November 2010)
- dll



Julian Assange, salah satu pendiri situs WikiLeaks.



- Penyadapan di Kedubes RI di luar negeri

detiknews Home Berita Jabodetabek Internasional Hukum detikX Kolom Blak Blaka

detikNews > Berita

Menlu: Penyadapan KBRI di Myanmar Langgar Konvensi Wina

- detikNews

Rabu, 14 Jul 2004 14:47 WIB

Banten - Menteri Luar Negeri Hasan Wirajuda menyesalkan terjadinya indikasi penyadapan kantor Kedutaan Besar RI di Yangoon. Penyadapan dinilai melanggar konvensi Wina. Kedubes Myanmar hingga kini masih berkelit."Ada indikasi kuat mengarah kesana. Itu berdasarkan temuan tim dan hasil pemeriksaan. Atas peristiwa ini, kita sampaikan keprihatinan yang mendalam dan keras bahwa ini terjadi antar sesama anggota Asean dan jelas melanggar konvensi Wina. Dalam konvensi itu dilarang mengganggu fasilitas kedutaan karena itu menyangkut masalah kerahasiaan." Hal ini disampaikan Menteri Luar Negeri Hasan Wirajuda usai mendampingi Presiden Megawati Soekarnoputri pada peringatan Dasawarsa Konvensi Internasional Kependudukan dan Pembangunan di Kabupaten Pandeglang, Provinsi Banten, Rabu (14/7/2004). Menurut



- **Penyadapan telepon Presiden SBY oleh Pemerintah Australia**



Jakarta, Setkab -Pemerintah Indonesia akan memanggil Duta Besar RI dari Australia menyusul dugaan penyadapan telepon Presiden Yudhoyono oleh pemerintah Australia. Menteri Luar Negeri Marty Natalegawa menyampaikan hal ini dalam jumpa pers mendadak di kantor Kementerian Luar Negeri pada Senin (18/11).

"Indonesia akan memanggil pulang Dubes di Canberra untuk konsultasi. Ini tidak bisa dianggap ringan. Ini menunjukkan sikap tegas dan terukur," kata Menlu Marty.

Marty menambahkan mengatakan tindakan itu melukai hubungan kedua negara. "Australia telah melanggar privasi individual, hak asasi manusia dan melukai hubungan Australia-Indonesia," katanya.

• Kebocoran data BPJS

SELLING Indonesian full Citizen 200M+ (NIK/KPT/PHONE/NAME/MAI/LADDRESS/),Free 1Million

by kotz - May 12, 2021 at 06:30 AM

kotz



New User

MEMBER

Posts49

Threads10

JoinedMay 2020

Reputation50

New User

MEMBER

Posts49

Threads10

JoinedMay 2020

Reputation50

1 YEAR OF SERVICE

May 12, 2021 at 06:30 AM #1

Hi folks

All of the Indonesian gov full personal information(NID/KPT/PHONE/MAIL/NAME/ADDRESS /) data for sale. there is No password include.

1 Million sample data for free to test. Whole 279 million. 20million have personal photo.

KEBOCORAN DATA PRIBADI YANG TERUS BERULANG

Data penduduk Indonesia rawan disalahgunakan, tapi hingga kini belum ada regulasi perlindungan data pribadi.

SUMBER: ENGELBERTUS WENDRATAMA (2021), KEMENKOMINFO, KATADATA NASKAH: ANDREA LIDWINA DESAIN: PRETTY | FOTO: 123RF

DATA BPJS KESEHATAN BOCOR

279 juta data pengguna diperjualbelikan (Mei 2021)

NIK, nama, alamat, telepon, e-mail, foto

Harga jual 0,15 BTC (Rp 70-80 juta)

Dijual di Raid Forums

Langkah pemerintah

Akses unduhan ditutup

Blokir situs Raid Forums

Investigasi

KEBOCORAN DATA PERNAH TERJADI

Kasus 2020

91 juta data pengguna & 7 juta data merchant (Tokopedia)

2,3 juta data pemilih Pemilu 2014 (KPU)

230 ribu data pasien Covid-19

Pentingnya regulasi

Masyarakat berhak:

Tahu tujuan penggunaan data

Hapus data ke pengelola

Pengelola wajib mitigasi kebocoran

Sanksi/denda, jika bocor

KATADATAAcid

Katadata Indonesia

katadataacid

www.katadata.co.id

19

• Kebocoran data pengguna Tokopedia

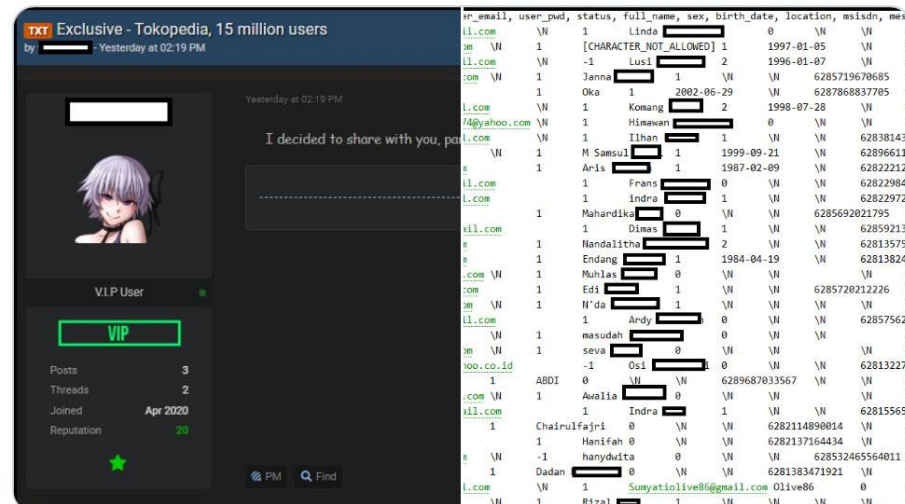


Under the Breach
@underthebreach

Actor leaked the database of Tokopedia - a large Indonesian technology company specializing in e-commerce.

(@tokopedia)

- Hack occurred in March 2020 and affects 15,000,000 users though the hacker said there are many more.
- Database contains emails, password hashes, names



4:15 PM · May 2, 2020 · Twitter Web App



- Dugaan kebocoran data pemilih Pemilu 2014, kebocoran sertifikat vaksin Jokowi



- Kebocoran data di Kemenhan dan Bank BSI

KEJAHATAN SIBER

Situs Kementerian Pertahanan Diduga Diretas, Dokumen Rahasia Berpotensi Bocor

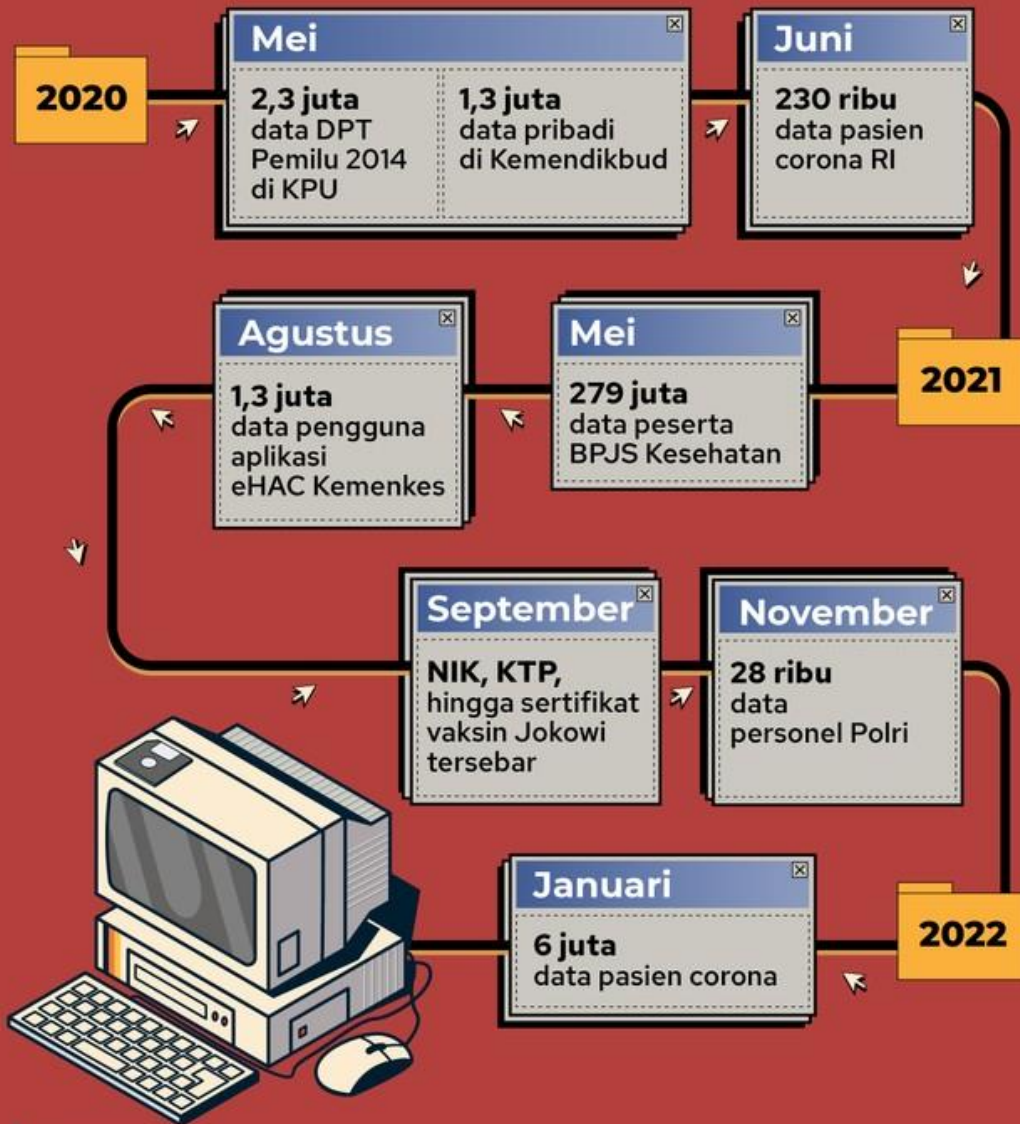
Data Kementerian Pertahanan sebesar 1,64 terabita berpotensi bocor setelah situs resmi kementerian itu dibobol peretas.

1,5 TB Data Nasabah BSI Dibobol Hacker LockBit 3.0

Taufan Bara Mukti Sabtu, 13 Mei 2023 | 12:03 WIB



Deretan Kasus Dugaan Kebocoran Data di RI



...dan masih banyak lagi

- Kasus-kasus seperti:
 - kebocoran data,
 - pencurian data,
 - pengaksesan data secara ilegal, dll

menunjukkan pentingnya **kriptografi** menjaga keamanan data dan informasi.

Terminologi di dalam Kriptografi

1. **Pesan:** data atau informasi yang dapat dibaca dan dimengerti maknanya (baik dipersepsi secara visual maupun audial)

Nama lain: **plainteks** (*plaintext*), *plain-image*, *plain-video*,
plain-video

Di dalam kriptografi, data dan informasi disebut pesan (*message*)

Rupa pesan: teks, gambar, musik, video, tabel, daftar belanja,
gambar 3D, sinyal control, dll

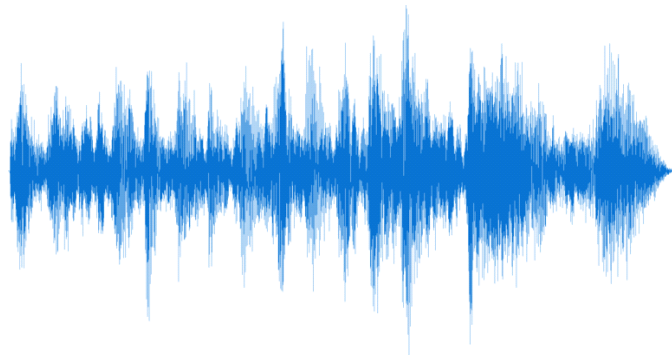
(a) Teks

“Kita semua bersaudara”
“Hello, world!”
“Namaku Alice”

(b) Gambar



(c) Audio



Sumber: <http://cloudinary.com>

(d) Video



Sumber: <http://www.engineersgarage.com>

TABEL PENJUALAN

No	Nama sales	Jan	Feb	Item	Total
1	edi	95	65	Monitor	160
2	edo	65	52	Speaker	117
3	danu	98	57	PDA	155
4	didi	57	36	Printer	93
5	barra	84	98	Printer	182
6	hery	51	29	PDA	80
7	rio	19	97	Speaker	116
8	juni	66	47	Monitor	113
9	lala	16	36	PDA	52
10	endang	47	100	Printer	147
11	andi	99	69	Monitor	168
12	yudi	31	54	Speaker	85
13	widi	52	20	Speaker	72
14	eko	34	52	PDA	86
15	santi	74	43	Monitor	117

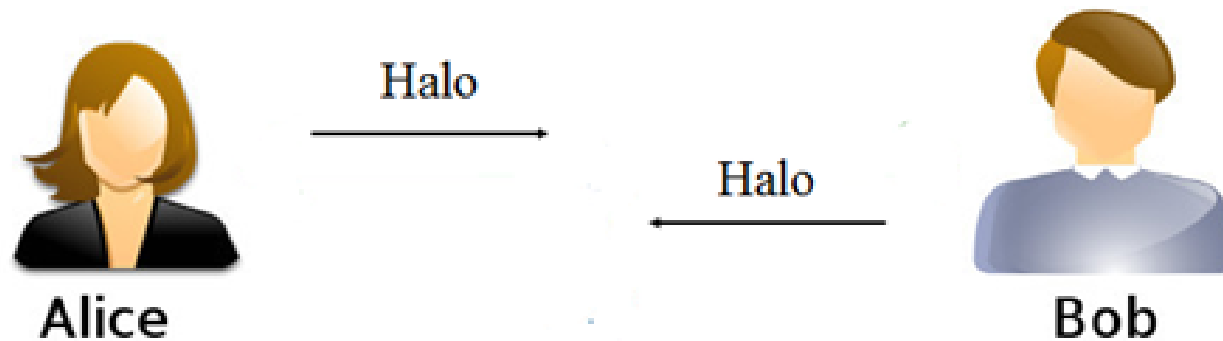


2. Pengirim (*sender*) dan penerima (*receiver*)

Pengirim: pihak yang mengirim pesan

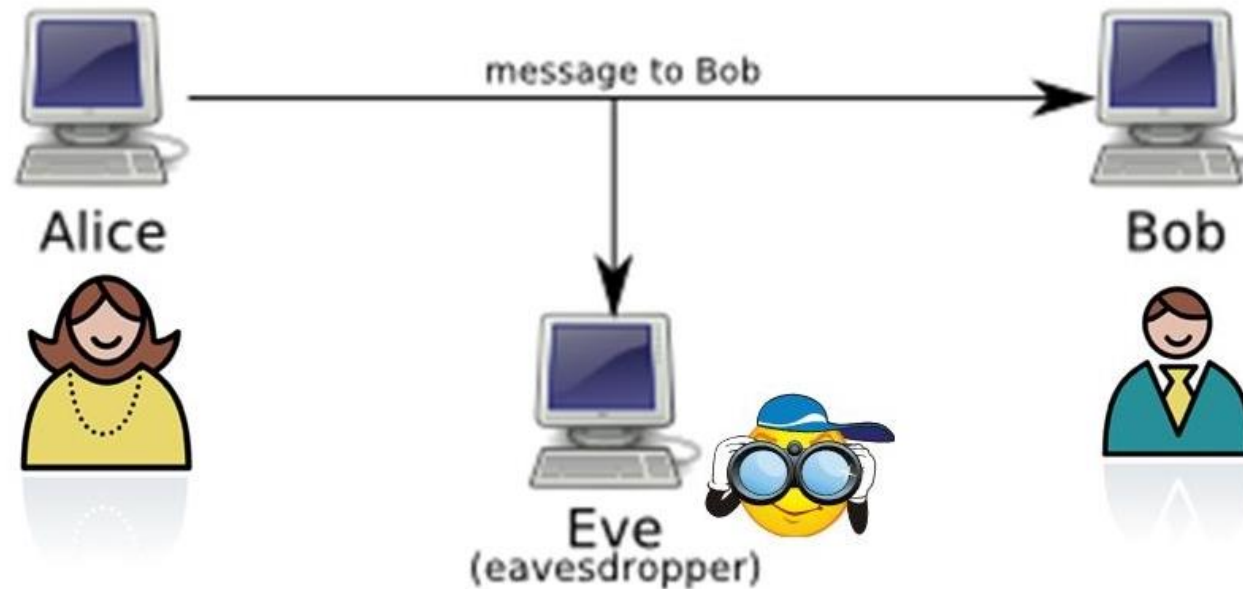
Penerima (*receiver*): pihak yang menerima pesan

- Di dalam kriptografi, pengirim pesan ditokohkan sebagai Alice dan penerima pesan ditokohkan sebagai Bob (agar terkesan lebih manusiawi ketimbang menggunakan simbol A, B, C, dan sebagainya).



3. Penyusup (*intruder*)

- Pihak ketiga yang menyadap, mengintersepsi, menghapus, menambah, atau mengubah pesan
- Sebutan lain: *eavesdropper*, *enemy*, *adversary*, *interceptor*, *bad guy*, dsb
- Nama tokohnya: Eve, Carol, Trudy, Mallory, dsb



Ronald Rivest: “*cryptography is about communication in the presence of adversaries*”

Q: What can a “bad guy” do?

A: a lot!

- *eavesdrop*: intercept messages
- actively *insert* messages into connection
- *impersonation*: can fake (spoof) source address in packet (or any field in packet)
- *hijacking*: “take over” ongoing connection by removing sender or receiver, inserting himself in place
- *denial of service*: prevent service from being used by others (e.g., by overloading resources)

Sumber: Chapter 8, Network Security

4. **Cipherteks** (*ciphertext*): pesan yang telah disandikan sehingga tidak bermakna lagi.

Tujuan: agar pesan tidak dapat dibaca oleh pihak yang tidak berhak.

Nama lain: **kriptogram** (*cryptogram*)

- Contoh:

Plainteks: culik anak itu jam 11 siang

Cipherteks: t^\$gfUi89rewoFpfdWqLMp[uTcxZ

Kriptogram: t^\$gfU i89rewo FpfdWqLM p[uTcxZ

Plainteks:

Dinas Pendidikan Kota Ternate meminta kepada pihak sekolah dan orang tua siswa untuk jenjang pendidikan SD dan SMP se-Kota Ternate untuk melarang para siswa membawa permainan lato-lato yang sedang tren itu ke sekolah, karena akan mengganggu kegiatan belajar mengajar yang dinilai berbahaya sehingga mengantisipasi kecelakaan bagi anak di daerah itu.

Cipherteks:

HAWFHZDOHAHANGOMKLGFCVWFLBOCPRKFGNHOFNIN
SPGNLHMPFVBFWMVFWTBWRHSFZRWKFMVHPAFWIK
DOHAHANGPFEWNFPFNKLHMPFGLBAMGFCXKFQMOCFV
AVKANIHAVHSFZRNCODGAFOHYUVGWFOFGFXEGFMLFWIT
HEFWTBVCPAYQOBLHMPFVBPVADOVWGNFWOCKARVKA
RQOBRGGFFWCHFVG VYUDORVG VYCFWABAPVSVGCHGCI
DRFIFHBAPVQRVOCKAFWSGHSNIHSOBDH FVNGFWDGRGF
WGNHANFCVIDGSWZ

Plainteks:

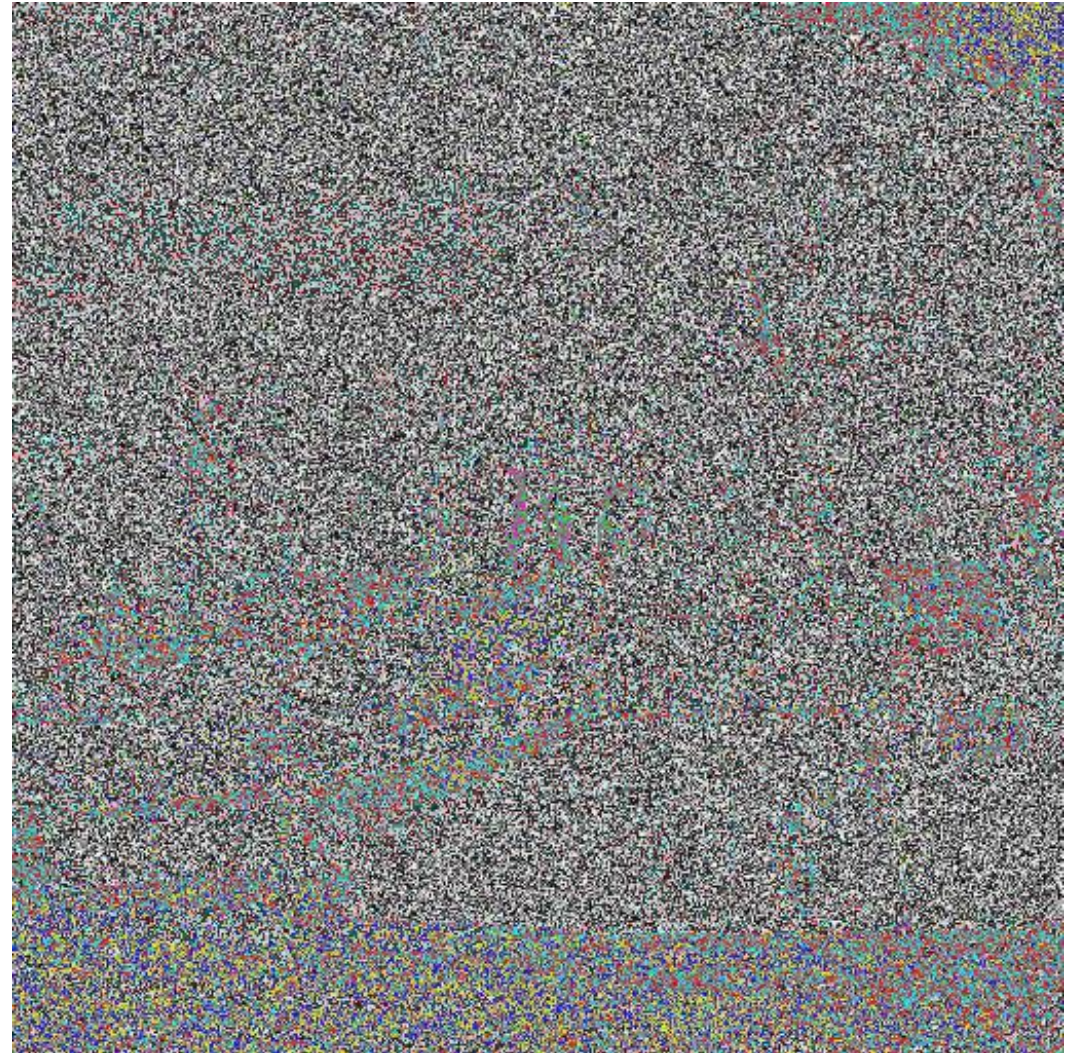
Setelah Presiden Venezuela Nicolas Maduro digulingkan dan ditahan di New York atas tuduhan terorisme narkoba, kepemimpinan di Caracas kini berpindah tangan ke pemerintahan sementara yang dikawal Amerika Serikat (AS). Meski demikian, jaringan loyalis dan aparat keamanan yang menopang kekuasaan Maduro tetap aktif dan memiliki pengaruh besar. Bahkan, tercatat kini ada sepuluh orang yang memegang kendali negara kaya minyak itu, baik dari kubu Venezuela maupun AS.

Cipherteks:

Ti2TVWlery8mUA6rmlz0lC17mXmlz1ykQH2D+rc5fGqYjkFyQKcfNBnOjeHhS+s
Ag3wyPuiur4xjdpvj0h7jQnzdjcLOJ+//jm6enh7KO6OzVjR6gdgNcFyaUZZiZ/x+v
/2zmEYurACii7TGdDb4ypbvSsZW32SuUonj0FurxB9ZUpSrHX8v17ff8bN6f/jgg0
E62YfwXexZn+hZwS8jKSuPy8e42MRUnp8+OxVuZofITkhnt9ZTns+DS2V/zFU9In
wvLzu2oi+cpyj8fHjYQwcVOKsLqUFTL5y4wM3F48J4Ht/FrGgaHOV7igXYCAT+FF
ZlbJ0rYXplf231fficW3kO4Ssju1sG2CrnuwY6aqNx9hmYcUpaPE925FLmf5OYn72
XBcod0AmLd+GIOsfdlzlBXwkpLJFynQN/SWOBhj+RDW7xaZKwO1A2ulO7wPNB
Dj6L73AlxmYhZey+lg/4vYFeSbxcoJK+kGYlOqGf0YiTYHpKriPKyuLA/DuA3OpvO
BJCOOJqli2ntq4L0r7lpTk8vv1od+mgvK5ceGSnBJSkPORrngTwIAS6uFdO0YKQz
NpWWdUyZihrMM8dqmXGVIMuRWCxUgXZ3SF0LglaJrk=



Plain-image



Cipher-image



Plain-video



Encrypted-video

Plainteks:

Dinas Pendidikan Kota Ternate meminta kepada pihak sekolah dan orang tua siswa untuk jenjang pendidikan SD dan SMP se-Kota Ternate untuk melarang para siswa membawa permainan lato-lato yang sedang tren itu ke sekolah, karena akan mengganggu kegiatan belajar mengajar yang dinilai berbahaya sehingga mengantisipasi kecelakaan bagi anak di daerah itu.

Cipherteks:

HAWFHZDOHAHANGOMKLGFCVWFLBOCPRKFGNHOFNIN
SPGNLHMPFVBFWMVFWTBWRHSFZRWKFMVHPAFWIK
DOHAHANGPFEWNFPFNKLHMPFGLBAMGFCXKFQMOCFV
AVKANIHAVHSFZRNCODGAFOHYUVGWFOFGFXEGFMLFWIT
HEFWTBVCPAYQOBLHMPFVBPVADOVWGNFWOCKARVKA
RQOBRGGFFWCHFVG VYUDORVG VYCFWABAPVSVGCHGCI
DRFIFHBAPVQRVOCKAFWSGHSNIHSOBDH FVNGFWDGRGF
WGNHANFCVIDGSWZ

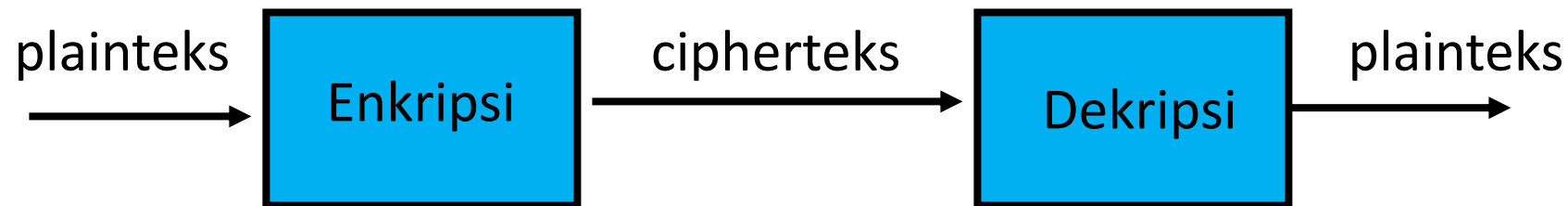
5. **Enkripsi** (*encryption*) dan **dekripsi** (*decryption*)

- Enkripsi: proses menyandikan plainteks menjadi cipherteks.

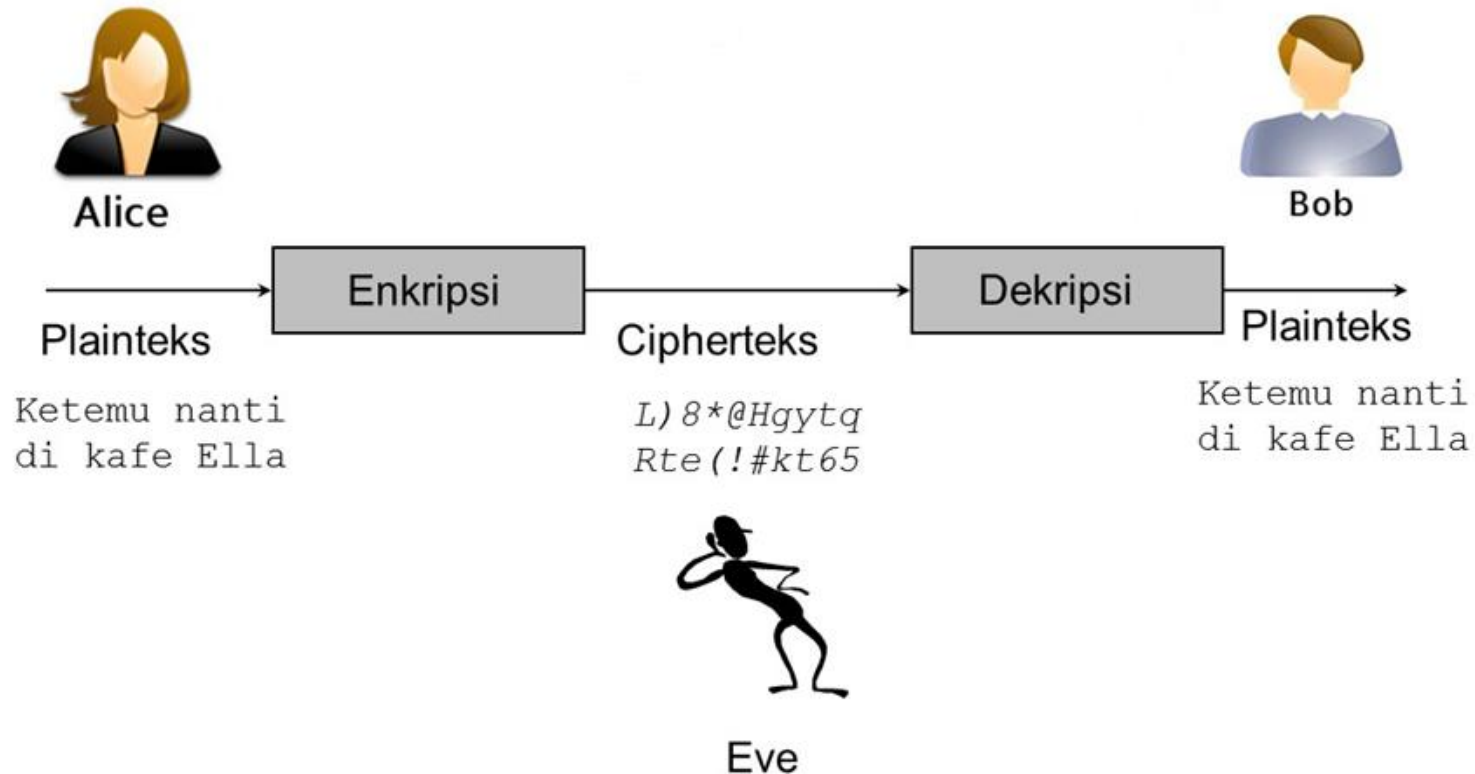
Nama lain: *enciphering*

- Dekripsi: proses mengembalikan cipherteks menjadi plainteks semula.

Nama lain: *deciphering*



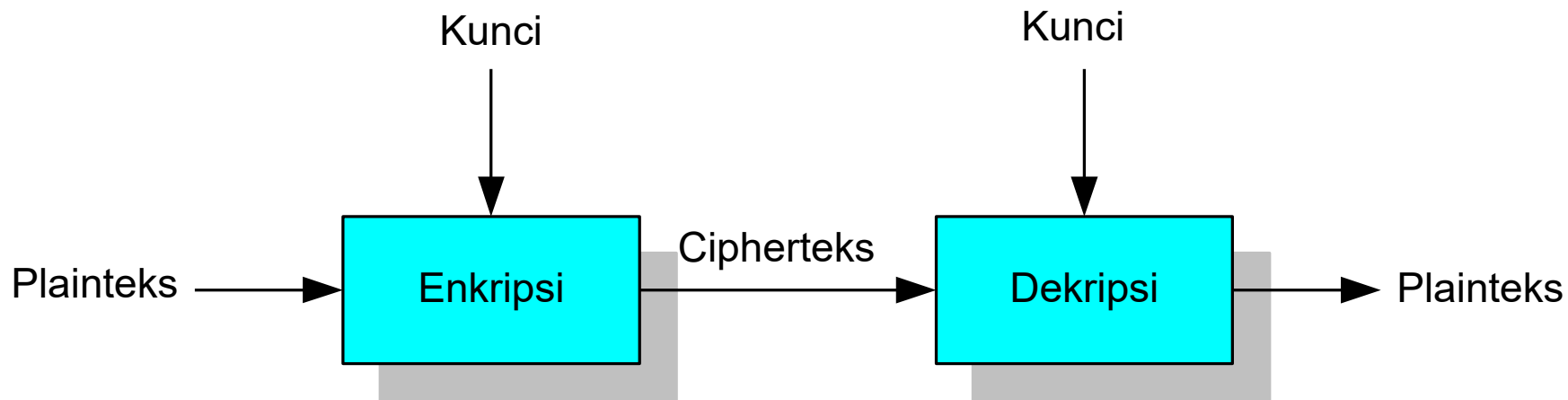
- Meskipun Eve dapat menyadap komunikasi antara Alice dan Bob, namun karena pesan sudah dienkripsi menjadi cipherteks, Eve tidak dapat memahami pesan yang disadapnya



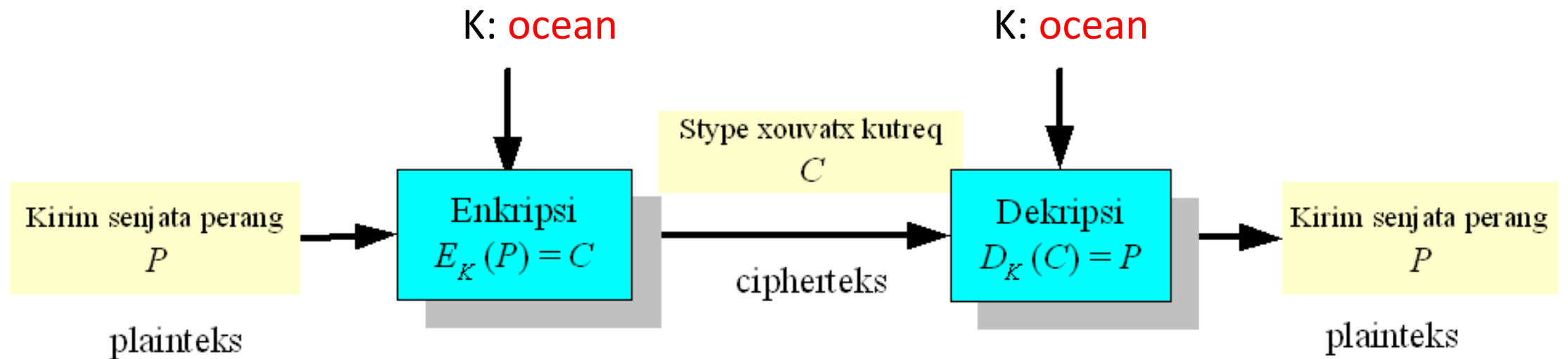
6. Kunci

- Agar enkripsi dan dekripsi hanya dapat dilakukan oleh dua pihak yang berkomunikasi, maka diperlukan **kunci** rahasia.
- Kunci adalah parameter yang digunakan di dalam enkripsi dan dekripsi
Simbol: K (K dapat berupa integer, string, alphanumeric, dsb)

Enkripsi: $E_K(P) = C$; Dekripsi: $D_K(C) = P$



Prinsip Kherkoff: semua algoritma kriptografi harus publik (tidak rahasia), hanya kunci yang harus rahasia.



7. Cipher

- Algoritma untuk enkripsi dan dekripsi pesan
- Aturan (*rule*) untuk *enchiper*ing dan *dechiper*ing, atau berupa fungsi matematika yang digunakan untuk enkripsi dan dekripsi pesan.

Contoh: Enkripsi: Geser tiga huruf ke kanan (rule)

Dekripsi: Geser tiga huruf ke kiri (rule)

$E(p) = (p + k) \bmod 26$ (fungsi matematika)

$D(c) = (c - k) \bmod 26$ (fungsi matematika)

- **Classical cipher**: Caesar cipher, Vigenere cipher, Playfair Cipher, Enigma cipher, dll
- **Modern cipher**: DES, AES, Blowfish, Serpent, RSA, ElGamal, RC4, RC5, A5, dll

8. Sistem kriptografi (*cryptosystem*)

Sistem kriptografi adalah *quintuple* $(\mathcal{E}, \mathcal{D}, \mathcal{M}, \mathcal{K}, \mathcal{C})$

- $\mathcal{M}$ adalah himpunan plainteks
- $\mathcal{K}$ adalah himpunan kunci
- $\mathcal{C}$ adalah himpunan cipherteks
- $\mathcal{E}$ adalah himpunan fungsi enkripsi $E: \mathcal{M} \times \mathcal{K} \rightarrow \mathcal{C}$
- $\mathcal{D}$ adalah himpunan fungsi dekripsi $D: \mathcal{C} \times \mathcal{K} \rightarrow \mathcal{M}$

Contoh: Caesar cipher (ingat kembali materi di dalam kuliah Matdis 😊)

- $\mathcal{M} = \{ \text{huruf-huruf alfabet} \}$
- $\mathcal{K} = \{ k \mid k \text{ adalah bilangan bulat dan } 0 \leq k \leq 25 \}$
- $\mathcal{E} = \{ E_k \mid k \in \mathcal{K} \text{ dan untuk semua plainteks } m, \\ E_k(m) = (m + k) \bmod 26 \}$
- $\mathcal{D} = \{ D_k \mid k \in \mathcal{K} \text{ dan untuk semua cipherteks } c, \\ D_k(c) = (c - k) \bmod 26 \}$
- $\mathcal{C} = \mathcal{M}$

Dua Aplikasi Utama Enkripsi

- Enkripsi dokumen di dalam storage (*encryption at rest*)
- Enkripsi pesan yang dikirim (*encryption on motion*)



Sumber: <https://www.scienceabc.com/innovation/how-whatsapp-app-message-end-to-end-encryption-works-msgs-security-method-key.html>

Kriptanalisis

- **Kriptanalisis** (*cryptanalysis*): ilmu dan seni untuk memecahkan chiperteks menjadi plainteks tanpa mengetahui *kunci* yang digunakan.
- Pelakunya disebut **kriptanalis**
- Kriptanalisis merupakan “lawan” kriptografi
- Teknik kriptanalisis sudah ada sejak abad ke-9.

Kriptanalisis dikemukakan pertama kali oleh seorang ilmuwan Arab pada Abad IX bernama *Abu Yusuf Yaqub Ibnu Ishaq Ibnu As-Sabbah Ibnu 'Omran Ibnu Ismail Al-Kindi*, atau yang lebih dikenal sebagai **Al-Kindi**.



- Al-Kindi menulis buku tentang seni memecahkan kode, buku yang berjudul *'Risalah fi Istikhraj al-Mu'amma (Manuscript for the Deciphering Cryptographic Messages)*
- Al-Kindi menemukan frekuensi perulangan huruf di dalam Al-Quran. Teknik yang digunakan Al-Kindi kelak dinamakan **analisis frekuensi**.
- Yaitu teknik untuk memecahkan cipherteks berdasarkan frekuensi kemunculan karakter di dalam pesan



Halaman pertama buku Al-Kindi,
Manuscript for the Deciphering Cryptographic

Sejarah kriptanalisis mencatat hasil gemilang seperti pemecahan Telegram Zimmermann yang membawa Amerika Serikat ke kancah Perang Dunia I.

MAILED
Oct 1-8-18
W. L. Morrison, State Dept.
By *Wm. A. Eckhoff*
Date *Oct 22, 1918*

TELEGRAM RECEIVED.

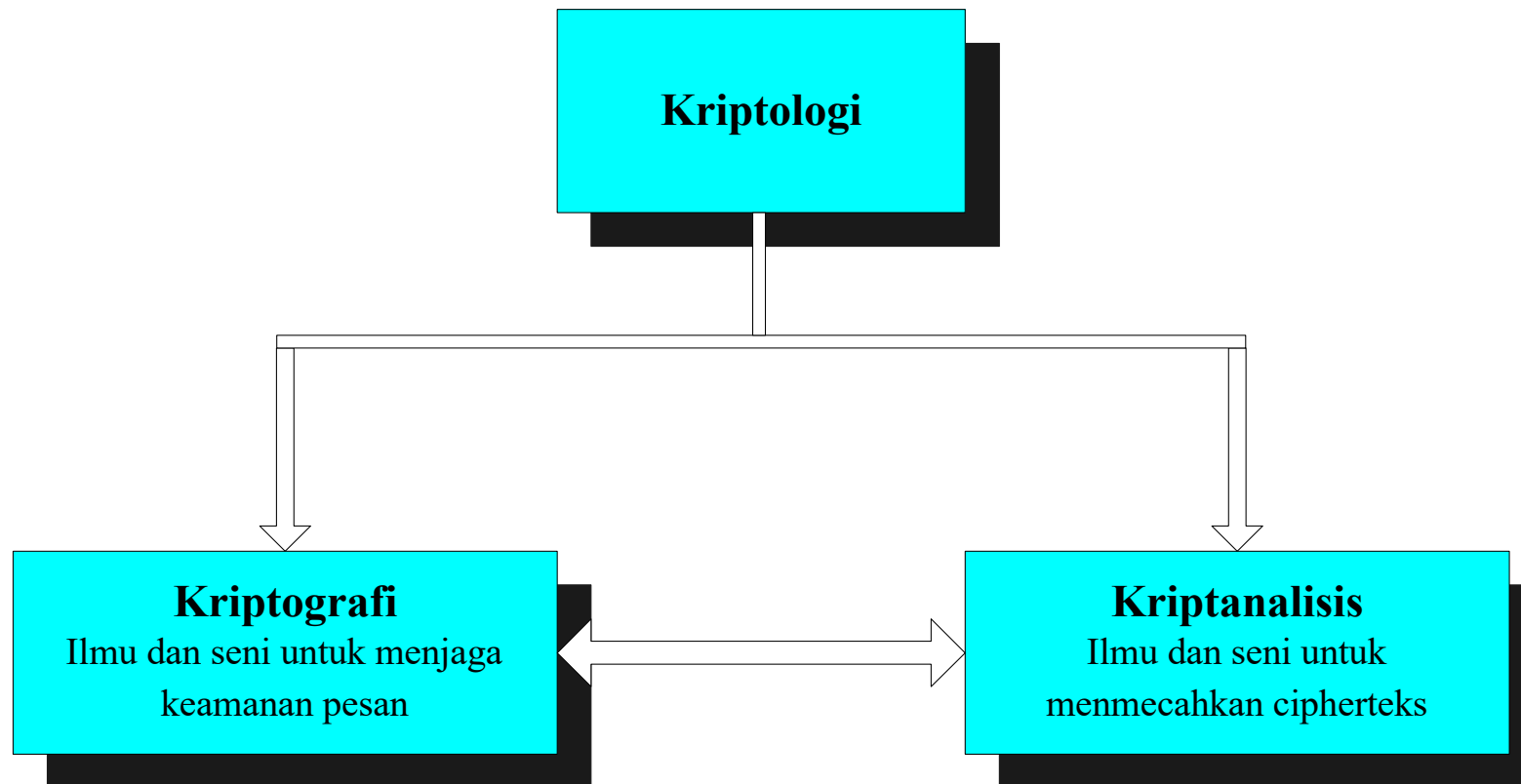
FROM 2nd from London # 5747.

"We intend to begin on the first of February unrestricted submarine warfare. We shall endeavor in spite of this to keep the United States of America neutral. In the event of this not succeeding, we make Mexico a proposal of alliance on the following basis: make war together, make peace together, generous financial support and an understanding on our part that Mexico is to reconquer the lost territory in Texas, New Mexico, and Arizona. The settlement in detail is left to you. You will inform the President of the above most secretly as soon as the outbreak of war with the United States of America is certain and add the suggestion that he should, on his own initiative, ~~invite~~ ^{invite} Japan to immediate adherence and at the same time mediate between Japan and ourselves. Please call the President's attention to the fact that the ruthless employment of our submarines now offers the prospect of compelling England in a few months to make peace." Signed, ZIMMERMANN.

Telegram Zimmerman yang sudah berhasil didekripsi (Sumber: Wikipedia.org)

Kriptologi

Kriptologi (*cryptology*): studi mengenai kriptografi dan kriptanalisis.



Sejarah Kriptografi

- Kriptografi sudah berusia sangat tua, sudah ada sejak peradaban manusia di bumi
- Secara historis, kriptografi diasosiasikan dengan kegiatan mata-mata, pemerintahan, dan militer, dan telah digunakan di dalam perang selama ribuan tahun.
- Tiga pihak yang memiliki kontribusi penting di dalam perkembangan kriptografi zaman dahulu: kalangan militer, diplomat, dan *diarist*.
- Sejak lebih dari 50 tahun yang lalu, kriptografi mendapatkan landasan matematika, dan telah bergeser dari aplikasi militer ke aplikasi komersil.
- Secara garis besar, kriptografi dibagi menjadi dua era: **kriptografi klasik** dan **kriptografi modern**.

Old Cryptography



- *Ancient cryptography* atau *classical cryptography*
- Kriptografi zaman dulu (sebelum Masehi s/d sebelum ada komputer digital)
- Hanya mengkripsi huruf dan angka, menggunakan kertas dan pena saja
- Semua *cipher* nya sudah kadaluarsa (sudah tidak aman, karena sudah berhasil dikriptanalisis)



- Caesar cipher
- Vigenere cipher
- Playfair cipher
- Hill cipher
- Beauford cipher
- Enigma cipher
- dll

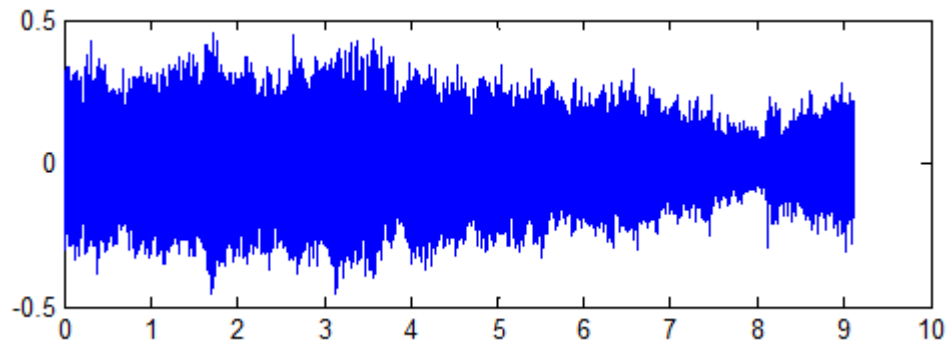
Modern Cryptography

- Enkripsi dan dekripsi pesan dalam bentuk digital dengan komputer digital

1. Teks

A Quick Brown Fox Jumps Over The Lazy Dog 0123456789
A Quick Brown Fox Jumps Over The Lazy Dog 0123456789
A Quick Brown Fox Jumps Over The Lazy Dog 0123456789
A Quick Brown Fox Jumps Over The Lazy Dog 0123456789
A Quick Brown Fox Jumps Over The Lazy Dog 0123456789
A Quick Brown Fox Jumps Over The Lazy Dog 0123456789
A Quick Brown Fox Jumps Over The Lazy Dog 0123456789
A Quick Brown Fox Jumps Over The Lazy Dog 0123456789
A Quick Brown Fox Jumps Over The Lazy Dog 0123456789
A Quick Brown Fox Jumps Over The Lazy Dog 0123456789
A Quick Brown Fox Jumps Over The Lazy Dog 0123456789

2. Audio



3. Gambar (*image*)



- DES, 3DES
- AES, Serpent
- RSA, ElGamal, ECC
- Diffie-Hellman
- MD5, SHA-3
- DSA
- TLS
- dll

4. Video



Kriptografi pada zaman Mesir Kuno

- Bangsa Mesir 4000 tahun yang lalu menggunakan *hieroglyph* yang tidak standard untuk menulis pesan di dinding piramid.



Kriptografi pada Zaman Yunani dan Romawi Kuno

- Di Yunani, kriptografi sudah digunakan 400 BC
- Alat yang digunakan: *scytale*



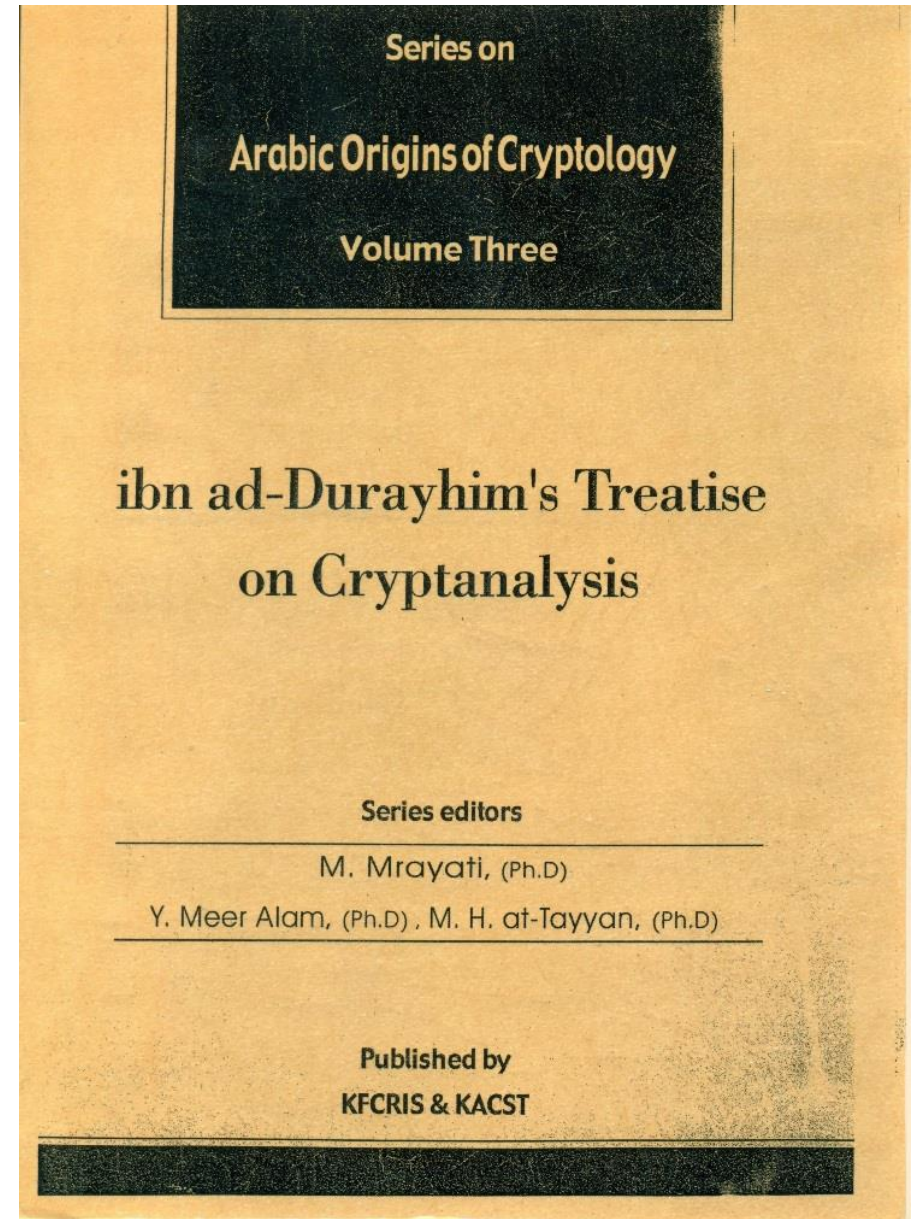
Plainteks: KILLKINGTOMORROWMIDNIGHT

Ciphrteks: KIMWIINOMGLGRIHLTRDTKOON

Kriptografi pada Bangsa Arab

Sejarah kriptologi pada bangsa Arab dapat dibaca pada seri buku *Arabic Origins of Cryptology* yang diterbitkan oleh *King Faisal Center for Research and Islamic Studies*, Arab Saudi.

Ibn ad-Durayhim bernama lengkap Ali ibn Muhammad ibn Abd al Aziz, Tag ad-Din. Dia lahir di Mosul, Irak, pada bulan Sya'ban tahun 712 H atau 1312 M. Dia sering berdagang antara Kairo dan Damaskus dan ditunjuk sebagai guru di Masjid Umayyah Damaskus. Dia pindah ke Mesir tahun 760 H/1359 M dan dikirim oleh Sultan sebagai duta kepada raja Abyssinia (sekarang Etiopia).



Menurut ad-Durayhim, jenis-jenis *cipher* dapat dikelompokkan ke dalam delapan tipe:

- (1) transposisi,
- (2) substitusi,
- (3) penambahan atau reduksi jumlah huruf,
- (4) penggunaan piranti sandi,
- (5) penggantian huruf dengan angka yang diboboti secara desimal,
- (6) penyandian huruf dengan menggunakan kata-kata,
- (7) penggantian huruf dengan nama generik,
- (8) menggunakan simbol atau tanda untuk menyatakan huruf.

*Cryptology was born among Arabs. They were the first to discover and write down the methods of cryptanalysis.
(David Kahn – Penulis buku: The Code Breaker)*

Kriptografi di Eropa dari Zaman Renaisans sampai Abad 19

- Zaman renaissance → abad pertengahan (abad 15-16)
- *Cipher* terkenal pada abad pertengahan hingga abad 19:

1. Vigenere Cipher

Dipublikasikan oleh diplomat Perancis bernama Blaise de Vigenere pada tahun 1586.

2. Playfair Cipher

Dipromosikan oleh diplomat Inggris, Lord Playfair, meskipun penemu aslinya adalah Charles Wheastone pada tahun 1854.

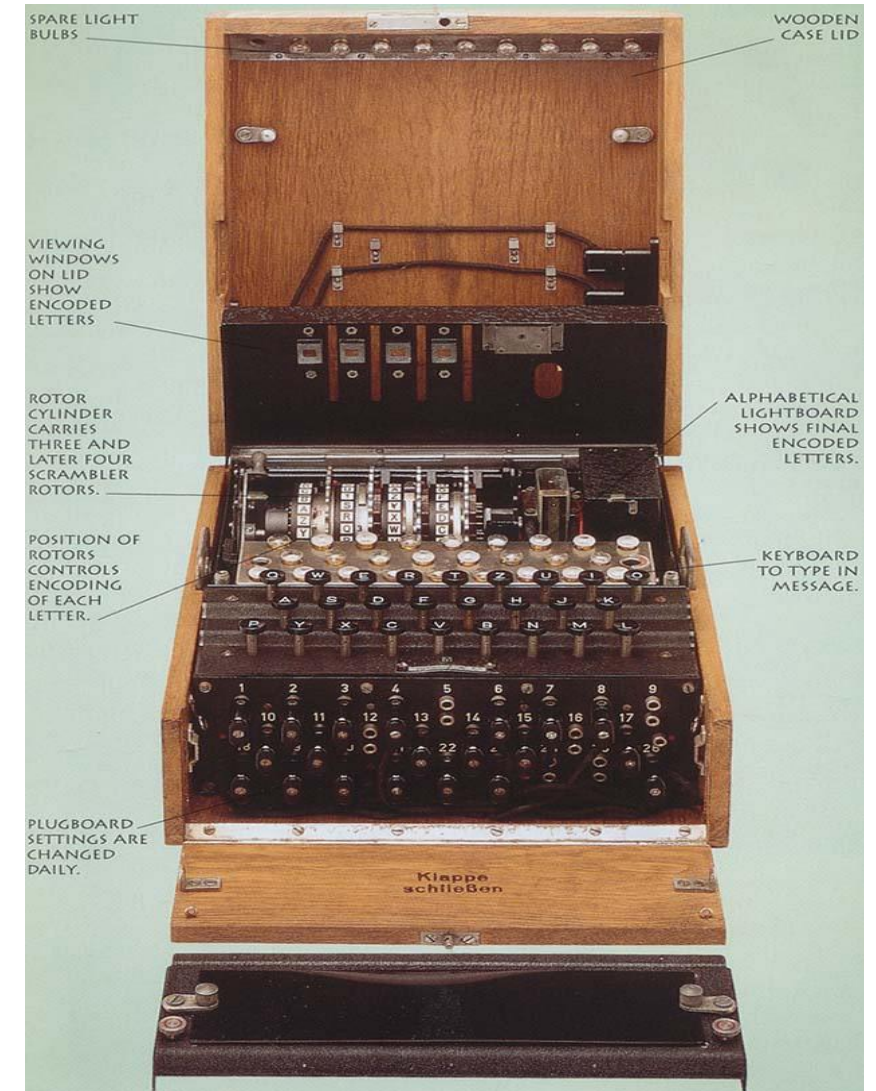
- Pada Abad ke-17, sejarah kriptografi pernah mencatat korban di Inggris.
- Queen Mary of Scotland, dipancung setelah pesan rahasianya dari balik penjara (sebuah cipherteks yang isinya rencana membunuh Ratu Elizabeth I) pada Abad Pertengahan berhasil dipecahkan oleh Thomas Phelippes, seorang pemecah kode (*codebreaker*).



Queen Mary

Kriptografi pada Perang Dunia II

- Perang Dunia ke II, Pemerintah Nazi Jerman membuat mesin enkripsi yang dinamakan *Enigma*.
- *Enigma cipher* berhasil dipecahkan oleh pihak Sekutu.
- Keberhasilan memecahkan *Enigma* sering dikatakan sebagai faktor yang memperpendek perang dunia ke-2

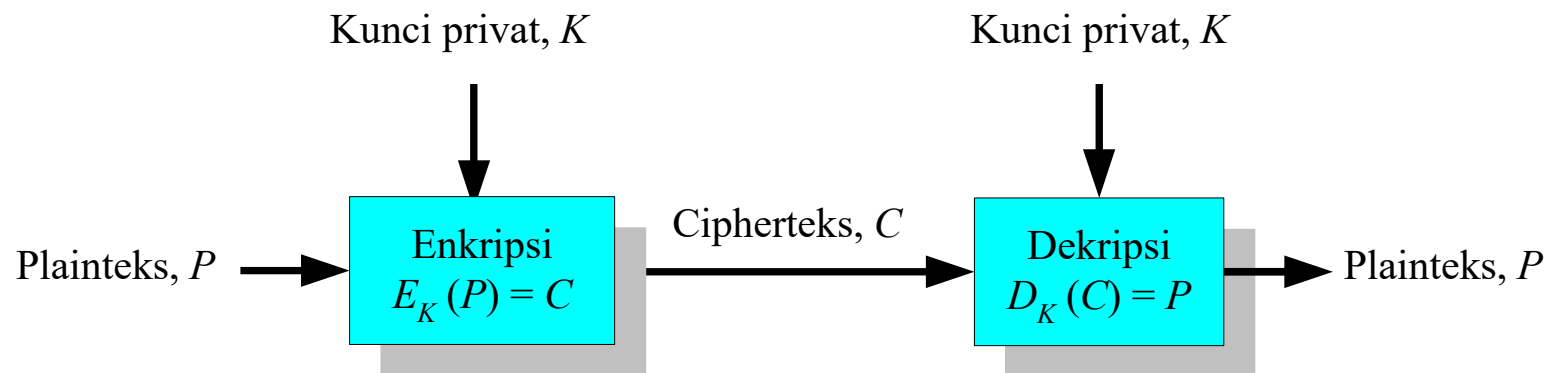


Enigma

Tiga (3) Jenis Algoritma Kriptografi

1. Algoritma kriptografi simetri (*symmetric-key cryptography*)

- Kunci enkripsi = kunci dekripsi, harus dijaga privat (rahasia) atau *secret*
- Sudah ada sejak ribuan tahun yang hingga tahun 1976



- Data Encryption Standard (DES)
- Advanced Encryption Standard (AES)
- Serpent
- Blowfish
- Loki

- MARS
- RC6
- Twofish
- 3-DES
- IDEA

- FEAL
- RC4
- SEAL
- Panama
- dll

Plaintext input

"The quick
brown fox
jumps over
the lazy
dog"

Ciphertext

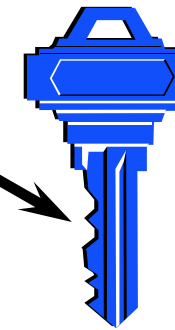
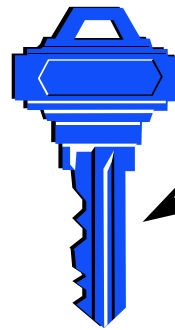
"AxCv;5bmEseTfid3)
fGsmWe#4^,sdgfMwi
r3:dkJeTsY8R\s@!q3
%"

Plaintext output

"The quick
brown fox
jumps over
the lazy
dog"

Encryption

Decryption

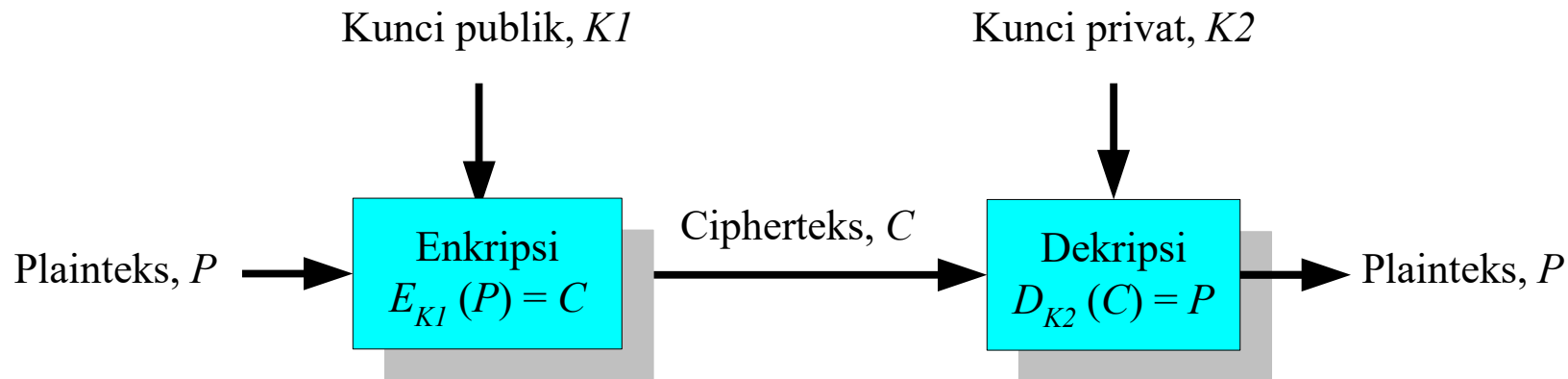


Same key
(shared secret)

2. Algoritma kriptografi nir-simetri (*asymmetric-key cryptography*)

- Kunci enkripsi $\neq$ kunci dekripsi ($K1 \neq K2$)
Kunci enkripsi $\rightarrow$ tidak rahasia (*public key*)
Kunci dekripsi $\rightarrow$ rahasia (*private key*)
- Mulai ditemukan sejak tahun 1976

Nama lain: **Kriptografi kunci –publik**
(*public-key cryptography*)



- RSA (Rivest-Shamir-Adleman)
- ElGamal
- DSA
- Diffie-Hellman
- Mercke Knapsack Algorithm

- Rabin
- EPOC
- Mc Eliece
- XTR
- ECC (*Elliptic Curve Cryptography*)

Plaintext input

"The quick
brown fox
jumps over
the lazy
dog"

Ciphertext

"Py75c%bn&*)9|fDe^
bDFaq#xzjFr@g5=&n
mdFg\$5knvMd'rkveg
Ms"

Plaintext output

"The quick
brown fox
jumps over
the lazy
dog"

Encryption

Decryption

Public key



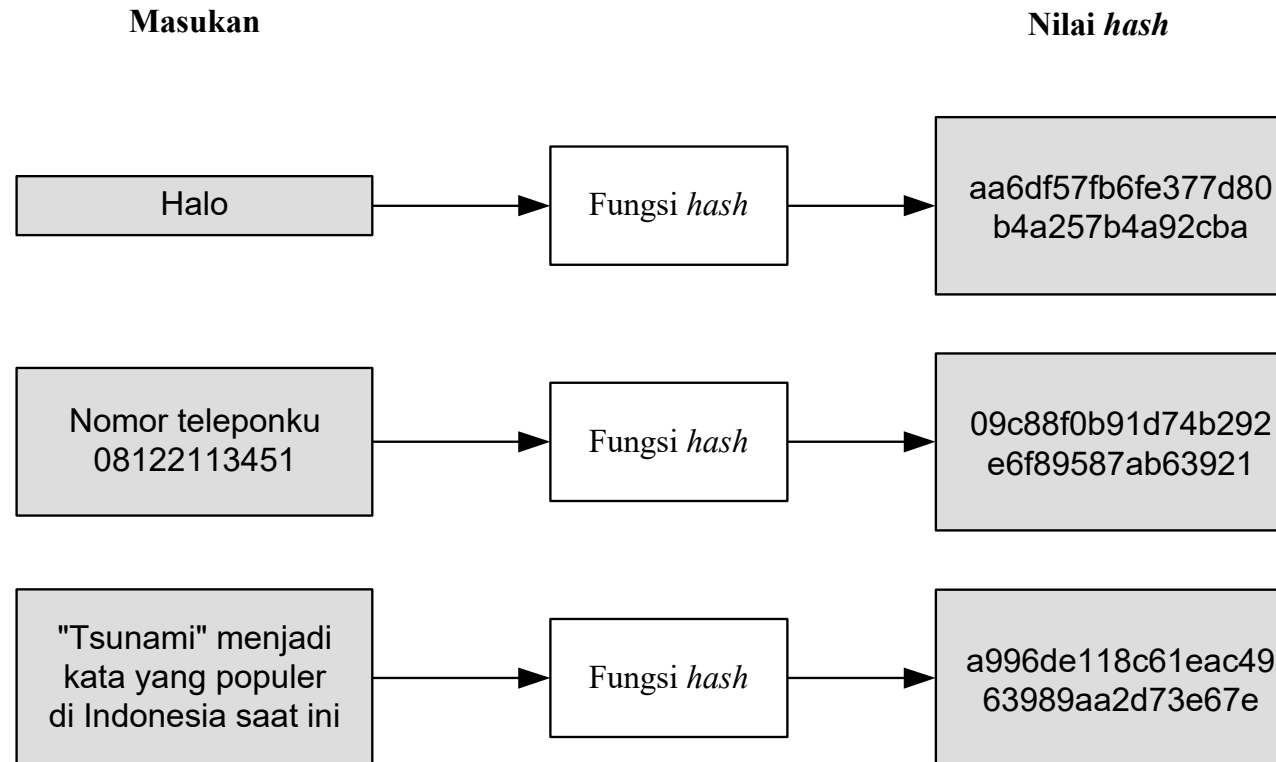
Different keys



Private key

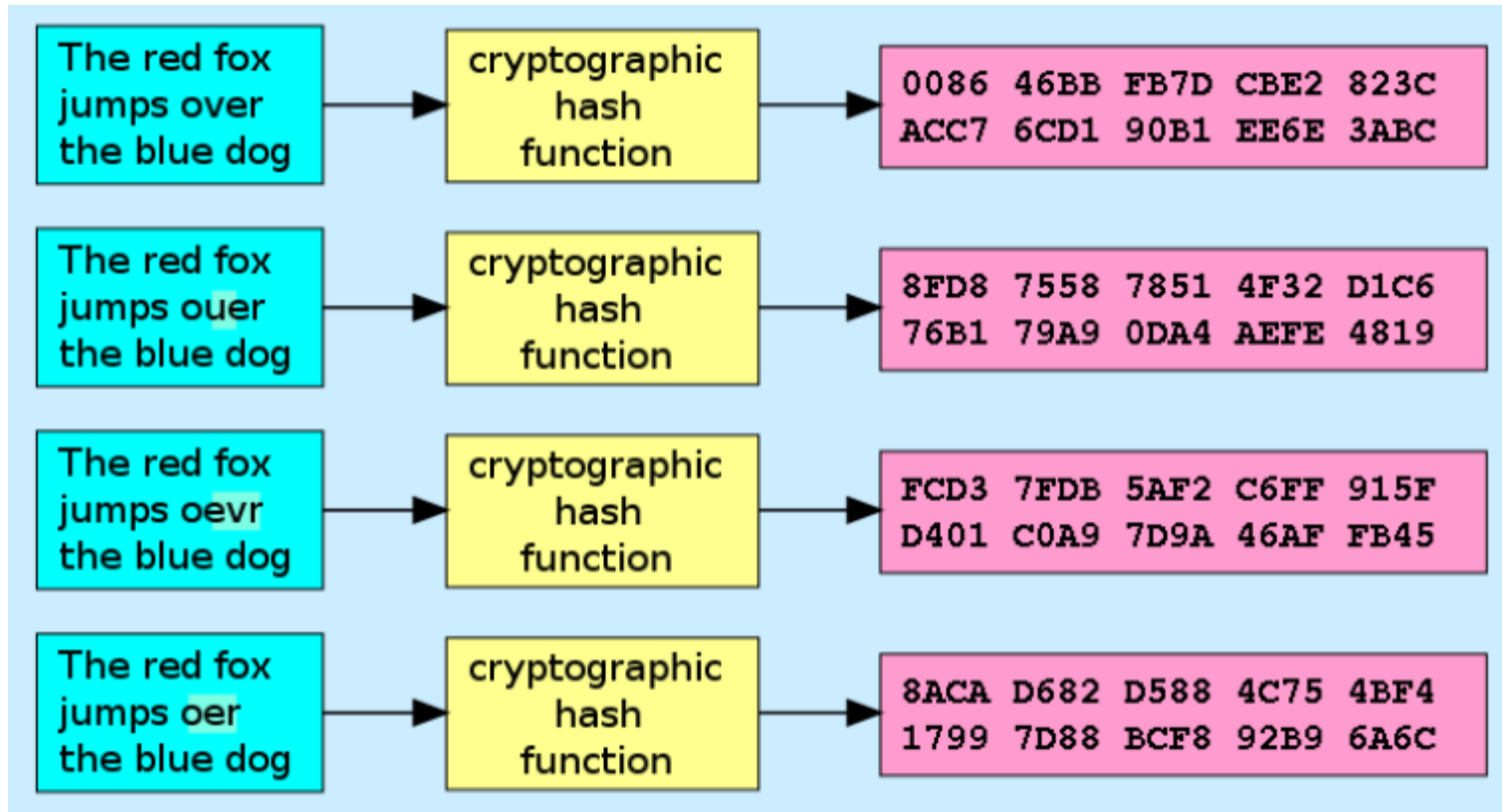
3. Fungsi Hash

- Mengkompresi pesan ukuran sembarang menjadi *message-digest* berukuran *fixed*.
- *Irreversible* (tidak bisa dikembalikan menjadi pesan semula)



- MD5
- SHA-1
- SHA-2
- Keccak (SHA-3)
- RIPEMD
- WHIRLPOOL

Kegunaan: memeriksa integritas pesan



(Sumber gambar: Wikipedia)

Lembaga Terkait Kriptografi di Indonesia

1. Badan Siber dan Sandi Negara (BSSN)

<http://bssn.go.id>

Merupakan penggabungan Lembaga Sandi Negara (Lemsaneg) dan Direktorat Jenderal Aplikasi Informatika (Aptika), Kementerian Komunikasi dan Informatika

2. Politeknik Siber dan Sandi Negara (PSSN)

<https://poltekssn.ac.id/>

Museum Sandi di Yogyakarta (Sumber: <http://museum.lemsaneg.go.id/>)



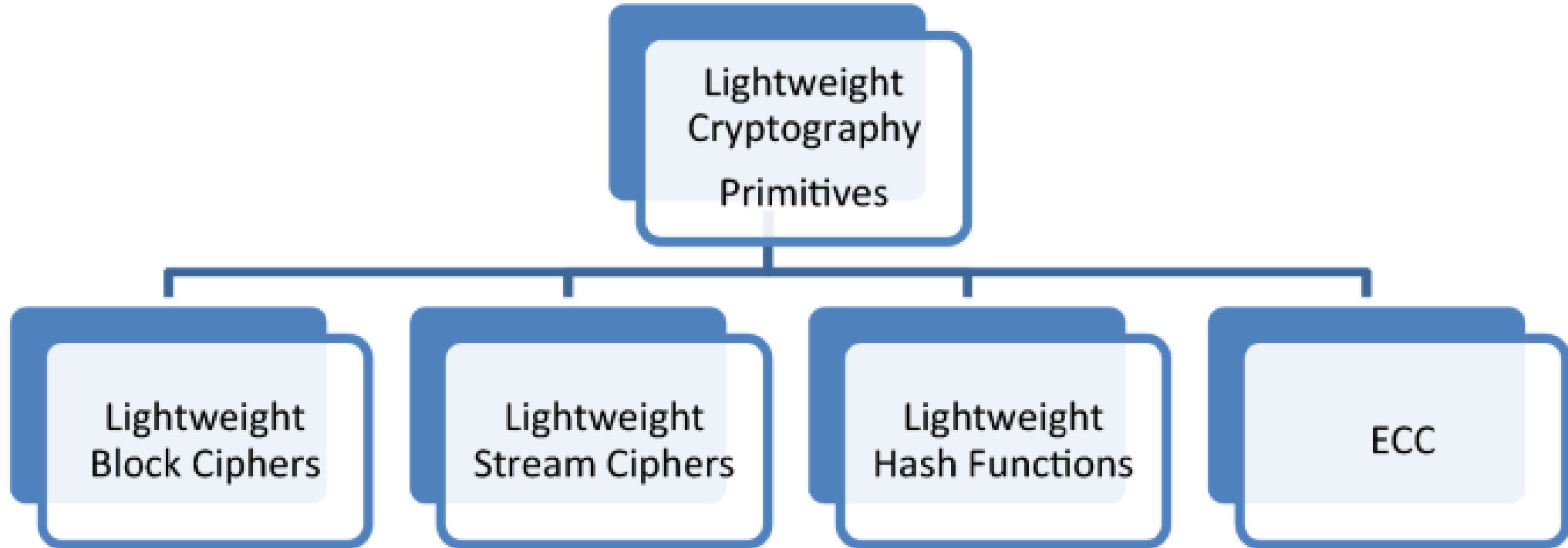
Alamat Jl. Faridan Muridan Noto No. 21, Kota Baru, Yogyakarta. Ini museum san satu-satunya di Indonesia, bahkan di dunia. Di dalamnya terdapat berbagai koleksi alat sandi yang pernah digunakan di Indonesia



Mesin sandi di Museum Sandi Yogyakarta

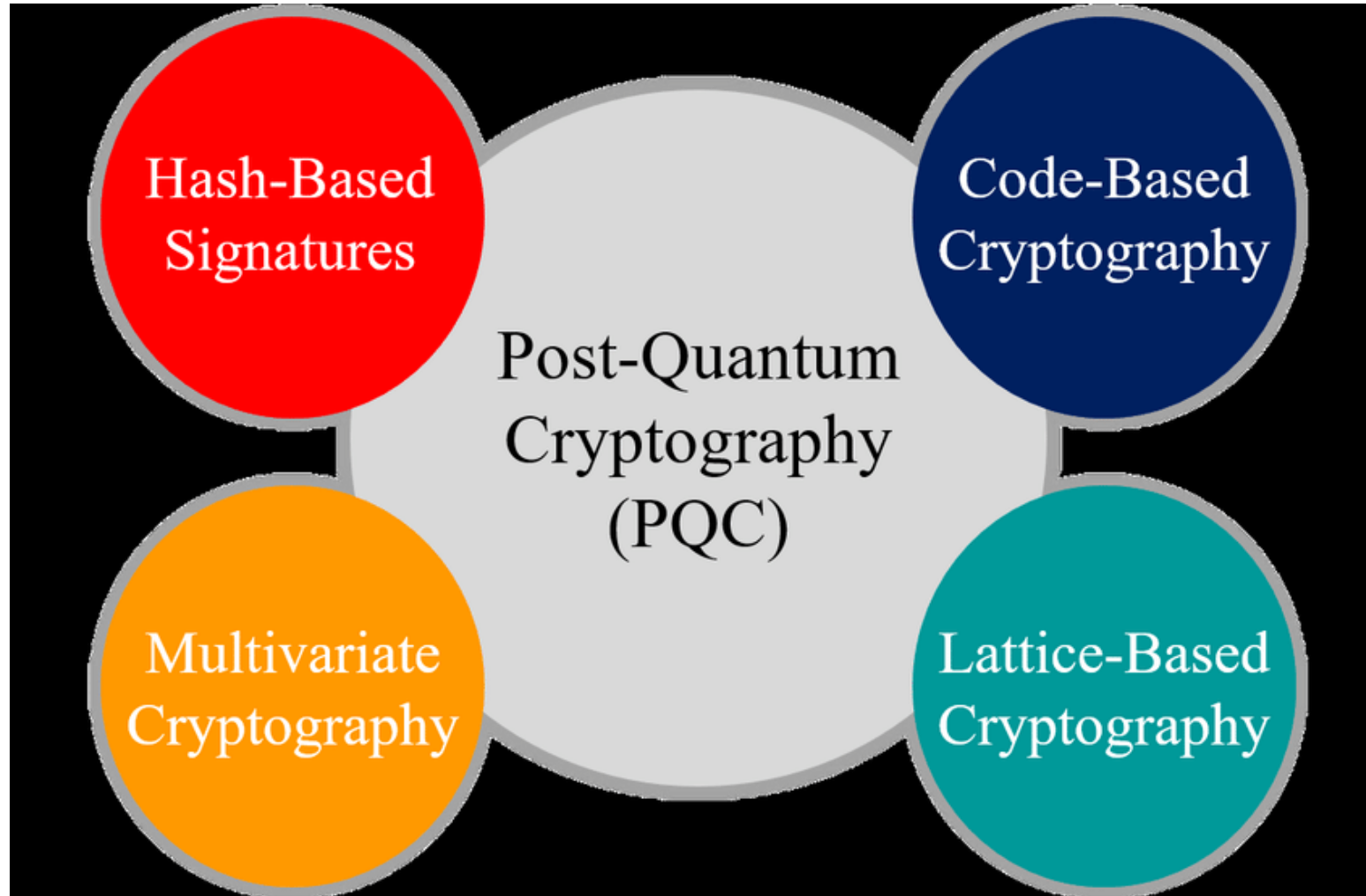
Tantangan Masa Depan Kriptografi

- **Lightweight cryptography**

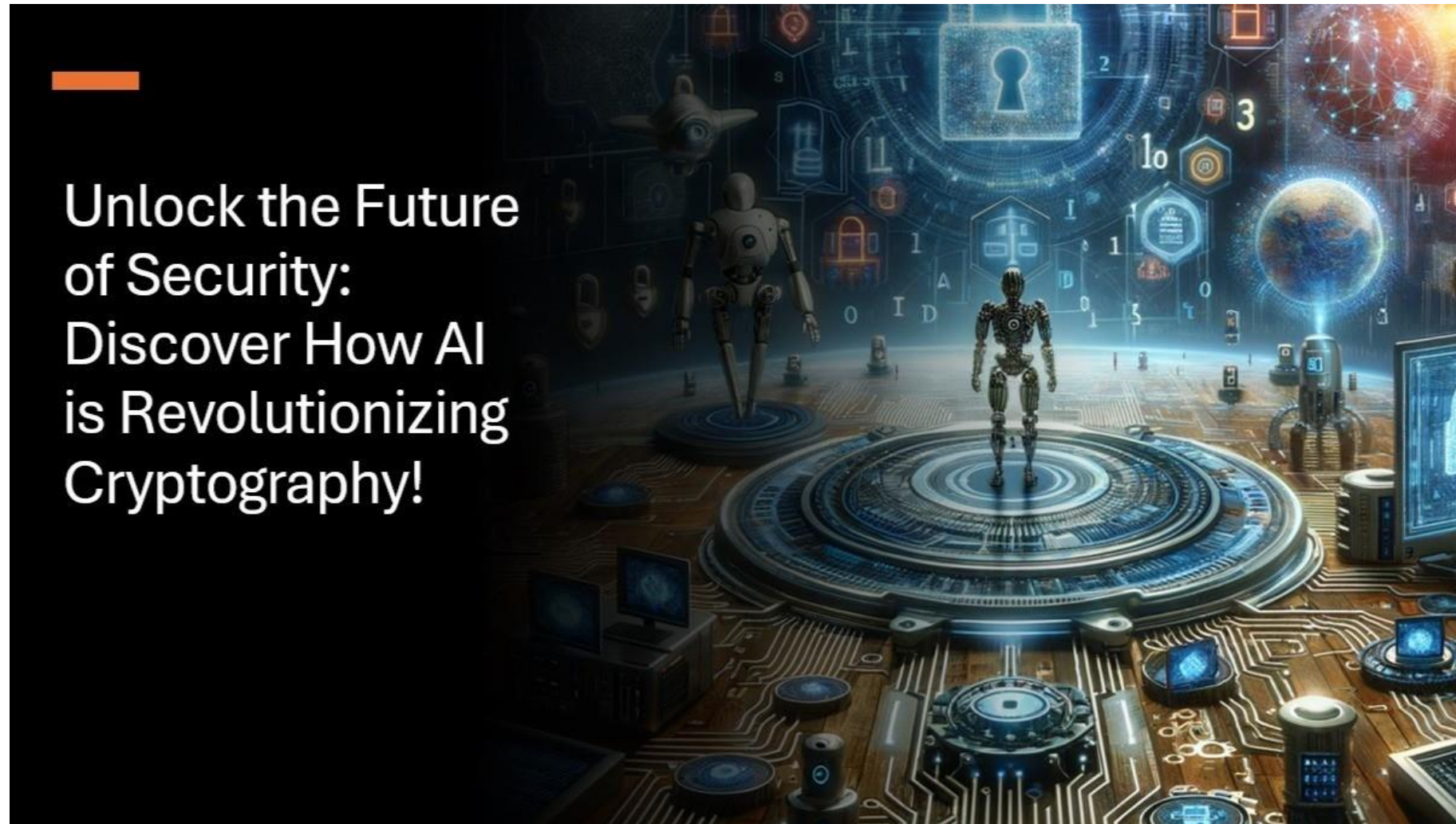


Sumber: https://www.researchgate.net/figure/Lightweight-cryptographic-primitives-for-IoT_fig9_338830634

- **Post-quantum cryptography**



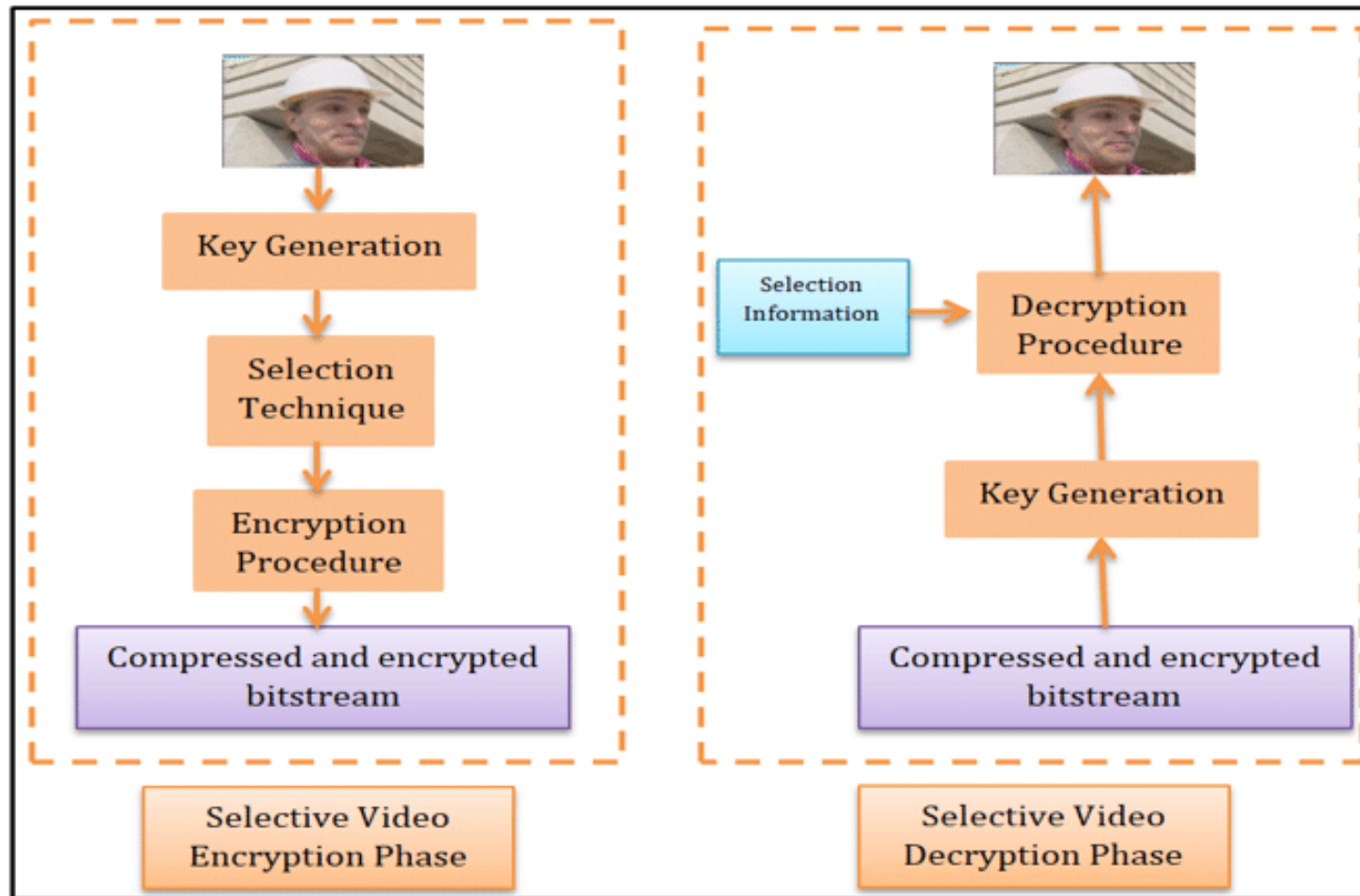
- Kriptografi berbasis AI dan serangan AI



Unlock the Future
of Security:
Discover How AI
is Revolutionizing
Cryptography!

<https://www.linkedin.com/pulse/unlock-future-security-discover-how-ai-revolutionizing-cryptography-aelkc>

- Selective encryption for multimedia data



Sumber: https://www.researchgate.net/figure/Selective-video-encryption-and-decryption-phases_fig3_353880117

Beberapa kesalahan umum karena tidak paham kriptografi

- Menganggap enkripsi = encoding, hashing, tokenisasi.
- Tidak paham perbedaan *symmetric encryption* dan *asymmetric encryption*, kapan menggunakan *symmetric* dan kapan menggunakan *asymmetric encryption*



Sumber gambar: Slide kuliah tamu dari Burman Noviansyah

Encryption Is Not Encoding, Hashing, or Tokenization



Professional habit: define the exact protection goal before choosing the cryptographic primitive.

Sumber gambar: Slide kuliah tamu dari Burman Noviansyah

- Tidak paham perbedaan *symmetric encryption* dan *asymmetric encryption*, kapan menggunakan *symmetric/asymmetric encryption*