PERTEMUAN 06

TANDA TANGAN DIGITAL
&
PROTOKOL KRIPTOGRAFI

Sub Pembahasan

- ✓ **Tandatangan Digital**
  - ✓Konsep tanda tangan digital
  - ✓Penandatangan dengan Cara Mengenkripsi Pesan
  - ✓Tandatangan dengan menggunakan Fungsi Hash
  - ✓Digital Standard Algorithm (DSA)
- ✓ **Protokol Kriptografi**
  - ✓ Protokol komunikasi dengan sistem kriptografi simetri
  - ✓ Protokol komunikasi dengan sistem kriptografi kunci publik
  - ✓ Protokol untuk tanda tangan digital
  - ✓ Protokol untuk tanda tangan digital dengan enkripsi
  - ✓ Pertukaran kunci
  - ✓ Otentikasi

- Aspek keamanan yang disediakan oleh kriptografi:
  1. Kerahasiaan pesan (*confidentiality/secrecy*)
  2. Otentikasi (*authentication*).
  3. Keaslian pesan (*data integrity*).
  4. Anti-penyangkalan (*nonrepudiation*).
- Aspek 1 diselesaikan dengan enkripsi/dekripsi
- Aspek 2 s/d 4 diselesaikan dengan tanda-tangan digital (*digital signature*).

Konsep Tanda Tangan Digital

- Sejak zaman dahulu, tanda-tangan sudah digunakan untuk otentikasi dokumen cetak.
- Tanda-tangan mempunyai karakteristik sebagai berikut:

  - Tanda-tangan adalah bukti yang otentik.

  - Tanda tangan tidak dapat dilupakan.

  - Tanda-tangan tidak dapat dipindah untuk digunakan ulang.

  - Dokumen yang telah ditandatangani tidak dapat diubah.

  -Tanda-tangan tidak dapat disangkal(*repudiation*).

- Fungsi tanda tangan pada dokumen kertas juga diterapkan untuk otentikasi pada data digital (pesan, dokumen elektronik).
- Tanda-tangan untuk data digital dinamakan **tanda-tangan digital**.
- Tanda-tangan digital bukanlah tulisan tanda-tangan yang di-digitisasi (di-*scan*).

- Tanda-tangan digital adalah nilai kriptografis yang bergantung pada isi pesan dan kunci.
- Tanda-tangan pada dokumen cetak selalu sama, apa pun isi dokumennya.
- Tanda-tangan digital selalu berbeda-beda antara satu isi dokumen dengan dokumen lain.

- Contoh:

Kepada Yth.
Bapak Dekan
Di Tempat

Dengan hormat.
Bersama surat ini saya ingin mengabarkan bahwa nilai skripsi mahasiswa yang bernama Faisal Saleh dengan NIM 13902021 adalah 86,5 atau dalam nilai indeks A. Sidang skripsi sudah dilakukan pada Hari Rabu Tanggal 21 Januari 20 Juli 2005.

Atas perhatian Bapak saya ucapkan terima kasih.

Bandung, 25 Juli 2005

Dosen Pembimbing Skripsi

Ir. Ahmad Agus

-----BEGIN PGP SIGNATURE-----

iQA/AwUAQnibsbPbxejK4Bb3EQJXvQCg8zN6UL0xnwBTPR5
FfWNt4uxh3AEAn2NC/G2VTUrLpcSyo2l/S/D/+rUl=pZeh

-----END PGP SIGNATURE-----

Tanda-tangan digital

Dua cara menandatangani pesan:

1. Enkripsi pesan
2. Menggunakan kombinasi fungsi *hash* (*hash function*) dan kriptografi kunci-publik

Penandatangan dengan Cara Mengenkripsi Pesan

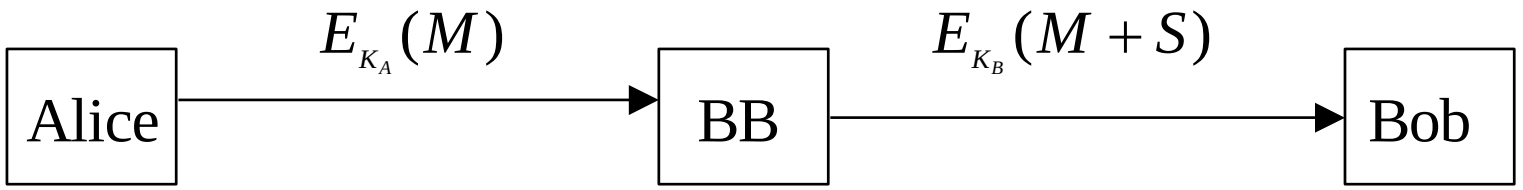
a. Menggunakan kriptografi simetri

Pesan yang dienkripsi dengan algoritma simetri sudah memberikan solusi untuk otentikasi pengirim dan keaslian pesan, karena kunci simetri hanya diketahui oleh pengirim dan penerima.

Tetapi cara ini tidak menyediakan mekanisme untuk anti-penyangkalan.

- Agar dapat mengatasi masalah penyangkalan, maka diperlukan pihak ketiga yang dipercaya oleh pengirim/penerima. Pihak ketiga ini disebut **penengah (arbitrase).**
- Misalkan BB (*Big Brothers*) adalah otoritas arbitrase yang dipercaya oleh Alice dan Bob.
- BB memberikan kunci rahasia K_A kepada Alice dan kunci rahasia K_B kepada Bob.
- Hanya Alice dan BB yang mengetahui K_A, begitu juga hanya Bob dan BB yang mengetahui K_B.

- Jika Alice bekirim pesan *P* kepada Bob, maka langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:
  1. Alice mengenkripsi pesan *M* untuk Bob dengan K_A, lalu mengirim cipherteksnya ke BB.
  2. BB melihat bahwa pesan dari Alice, lalu mendekripsi pesan dari Alice dengan K_A.
  3. BB membuat pernyataan *S* bahwa ia menerima pesan dari Alice, lalu menambahkan pernyataan tersebut pada plainteks dari Alice.
  4. BB mengenkripsi bundel pesan ($M + S$) dengan K_B, lalu mengirimkannya kepada Bob.
  5. Bob mendekripsi bundel pesan dengan K_B. Ia dapat membaca pesan dari Alice (*M*) dan pernyataan (*S*) dari BB bahwa Alice yang mengirim pesan tersebut.



- Jika Alice menyangkal telah mengirim pesan tersebut, maka pernyataan dari BB pada pesan yang diterima oleh Bob digunakan untuk menolak penyangkalan Alice.

- Bagaimana BB tahu bahwa pesan tersebut dari Alice dan bukan dari Charlie? Karena hanya BB dan Alice yang mengetahui kunci rahasia, maka hanya Alice yang dapat mengenkripsi pesan dengan kunci terebut.

b. Menggunakan kriptografi kunci-publik

Enkripsi biasa (hanya untuk *secrecy*):

- Pesan dienkripsi dengan kunci publik penerima.
- Pesan didekripsi dengan kunci privat penerima.

Cara ini tidak memberikan sarana otentikasi karena kunci publik diketahui oleh banyak orang

Enkripsi sebagai tanda-tangan:

- Pesan dienkripsi dengan kunci privat pengirim.
- Pesan didekripsi dengan kunci publik pengirim.

Dengan cara ini, maka kerahasiaan pesan dan otentikasi keduanya dicapai sekaligus. Ide ini ditemukan oleh Diffie dan Hellman.

- Proses menandatantangani pesan (oleh pengirim):

  $S = E_{SK}(M)$

- Proses membuktikan otentikasi pesan (oleh penerima):

  $M = D_{PK}(S)$

Keterangan:

SK = *secret key* = kunci privat pengirim

PK = *public key* = kunci publik pengirim

E = fungsi enkripsi *D* = fungsi dekripsi

M = pesan semula

S = *signature* = hasil enkripsi pesan

- Dengan algoritma kunci-publik, penandatanganan pesan tidak membutuhkan lagi pihak penengah (arbitrase).

- Beberapa agoritma kunci-publik dapat digunakan untuk menandatangani pesan dengan cara mengenkripsinya, asalkan algoritma tersebut memenuhi sifat:

$$D_{SK}(E_{PK}(M)) = M \text{ dan } D_{PK}(E_{SK}(M)) = M ,$$

Keterangan:

PK = kunci publik

SK = kunci privat (*secret key*).

E = fungsi enkripsi

D = fungsi dekripsi

M = pesan

- Misalkan *M* adalah pesan yang akan dikirim. Pesan *M* ditandatangani menjadi pesan terenkripsi *S* dengan menggunakan kunci privat (*SK*) si pengirim,

$$S = E_{SK}(M)$$

yang dalam hal ini, *E* adalah fungsi enkripsi dari algoritma kunci-publik.

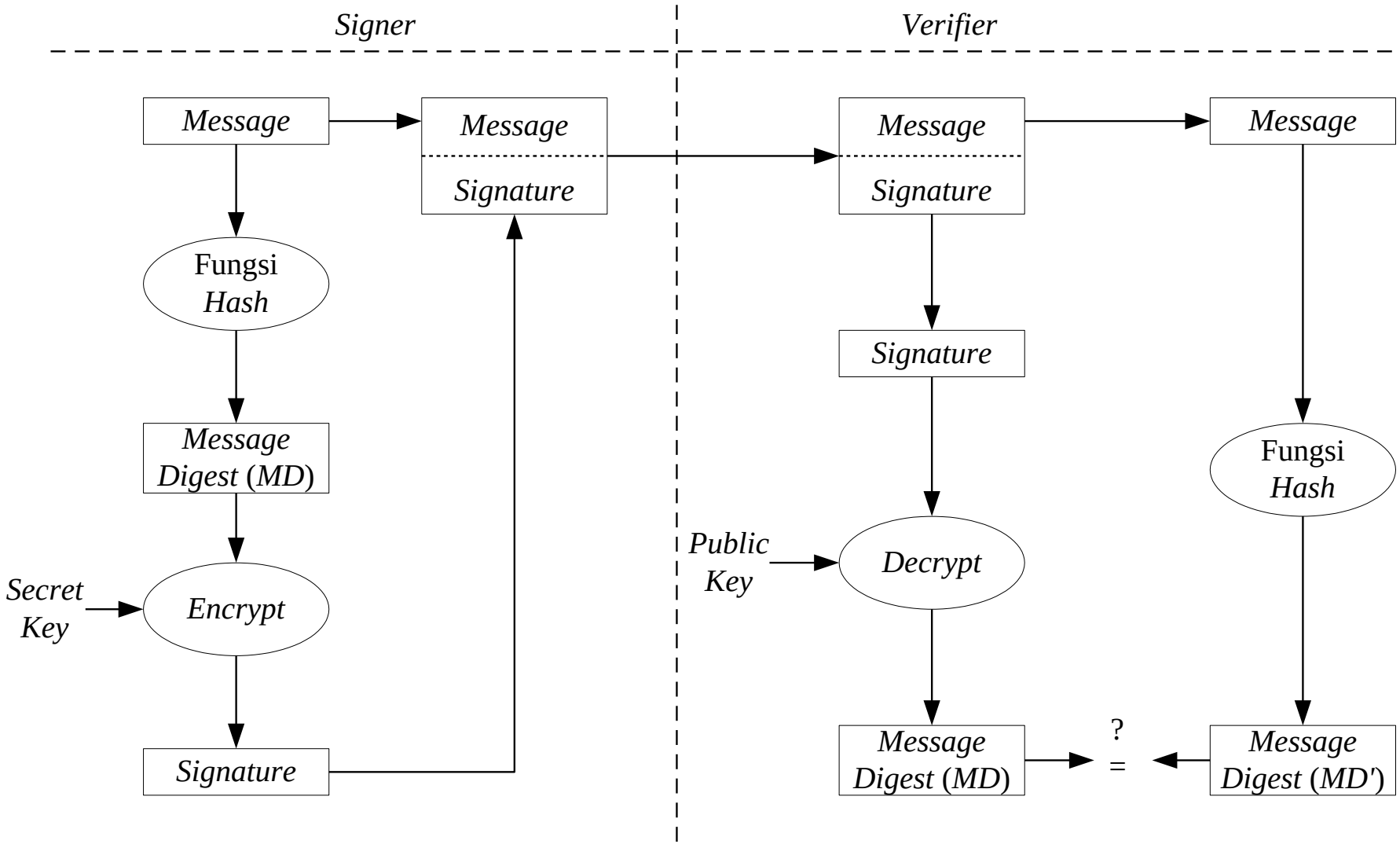
- Selanjutnya, *S* dikirim melalui saluran komunikasi.

Penandatangan dengan Menggunakan Kriptografi kunci-publik dan Fungsi *Hash*

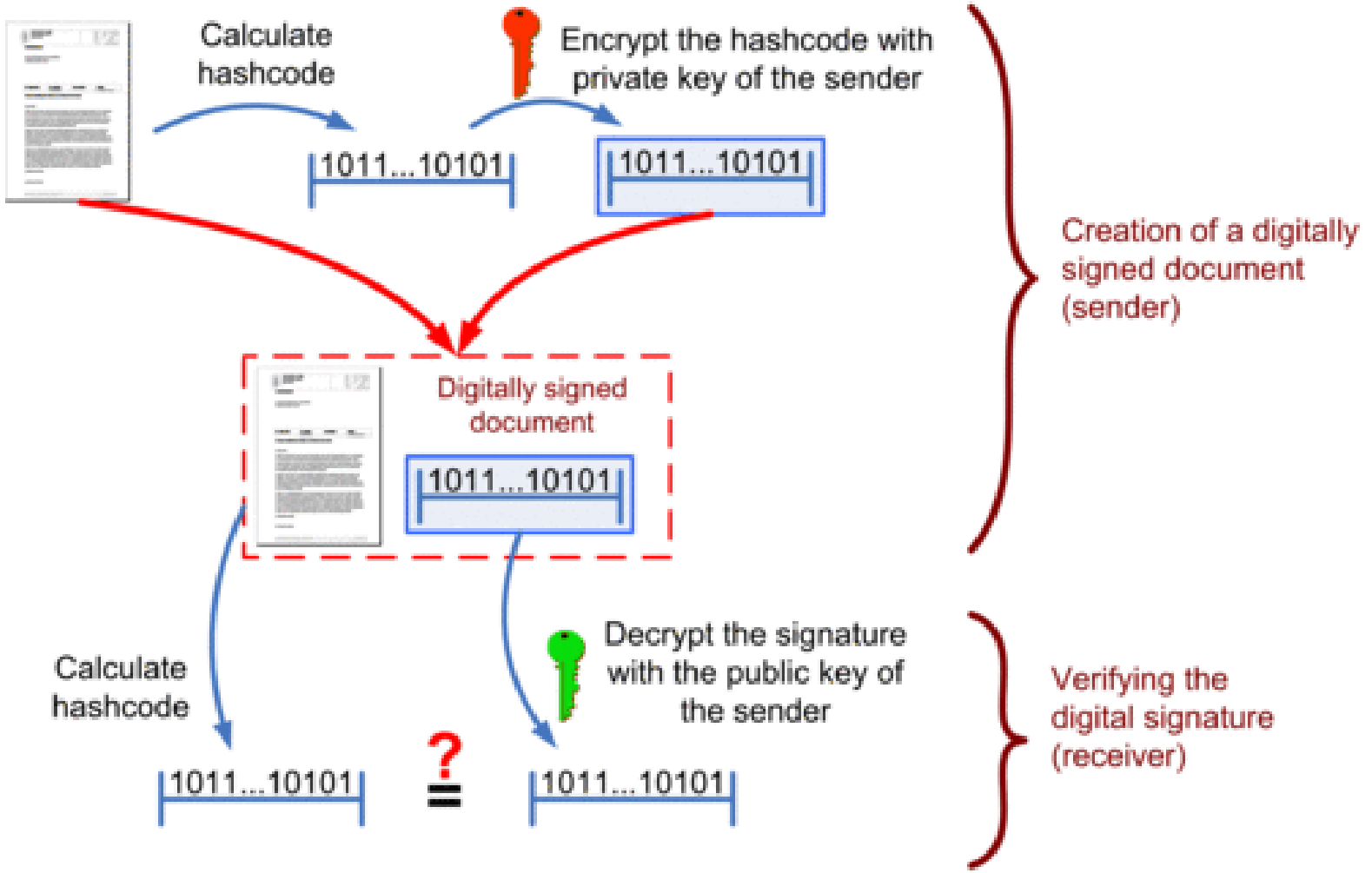
- Penandanganan pesan dengan cara mengenkripsinya selalu memberikan dua fungsi berbeda: kerahasiaan pesan dan otentikasi pesan.

- Pada beberapa kasus, seringkali otentikasi yang diperlukan, tetapi kerahasiaan pesan tidak. Maksudnya, pesan tidak perlu dienkripsikan, sebab yang dibutuhkan hanya keotentikan pesan saja.

- Algoritma kunci-publik dan fungsi hash dapat digunakan untuk kasus seperti ini.


Signer
Verifier
Message
Message
Signature
Fungsi
Hash
Message
Digest (MD)
Secret
Key
Encrypt
Signature
Message
Signature
Signature
Public
Key
Decrypt
Message
Digest (MD)
?
=
Message
Fungsi
Hash
Message
Digest (MD')

Creating and verifying a digital signature



If the calculated hashcode does not match the result of the decrypted signature, either the document was changed after signing, or the signature was not generated with the private key of the alleged sender.

Keotentikan ini dijelaskan sebagai berikut:

a. Apabila pesan M yang dikirim sudah berubah, maka *MD'* yang dihasilkan dari fungsi *hash* berbeda dengan *MD* semula. Ini berarti pesan sudah tidak asli lagi.
b. Apabila pesan M tidak berasal dari orang yang sebenarnya, maka *MD* yang dihasilkan berbeda dengan *MD'* yang dihasilkan pada proses verifikasi (hal ini karena kunci publik yang digunakan oleh penerima pesan tidak berkoresponden dengan kunci privat pengirim)
c. Bila *MD* = *MD'*,ini berarti pesan yang diterima adalah pesan yang asli (*message authentication*) dan orang yang mengirim adalah orang yang sebenarnya (*user authentication*)

- Dua algoritma *signature* yang digunakan secara luas adalah *RSA* dan *ElGamal*.
- Pada *RSA*, algoritma enkripsi dan dekripsi identik, sehingga proses *signature* dan verifikasi juga identik.
- Selain *RSA*, terdapat algoritma yang dikhususkan untuk tanda-tangan digital, yaitu *Digital Signature Algorithm* (DSA), yang merupakan bakuan (*standard*) untuk *Digital Dignature Standard* (DSS).
- Pada *DSA*, algoritma *signature* dan verifikasi berbeda

Tanda-tangan dengan algoritma RSA

- **Langkah-langkah pemberian tanda-tangan**

1. Pengirim menghitung nilai *hash* dari pesan *M* yang akan dikirim, misalkan nilai *hash* dari M adalah *h*.
2. Pengirim mengenkripsi *h* dengan kunci privatnya menggunakan persamaan enkripsi *RSA*:

$$S = h^{SK} \bmod n$$

   yang dalam hal ini *SK* adalah kunci privat pengirim dan n adalah modulus ($n = pq$, p dan q adalah dua buah bilangan prima).
3. Pengirim mentransmisikan *M* +*S* ke penerima

Langkah-langkah verifikasi tanda-tangan

1. Penerima menghitung nilai *hash* dari pesan *M* yang akan dikirim, misalkan nilai *hash* dari *M* adalah *h*'.
2. Penerima melakukan dekripsi terhadap tanda-tangan *S* dengan kunci publik si pengirim menggunakan persamaan dekripsi *RSA*:

   $h = S^{PK} \bmod n$

   yang dalam hal ini *PK* adalah kunci privat pengirim dan *n* adalah modulus (*n* = *pq*, *p* dan *q* adalah dua buah bilangan prima).
3. Penerima membandingkan *h* dengan *h*'. Jika *h* = *h*' maka tanda-tangan digital adalah otentik. Jika tidak sama, maka tanda-tangan tidak otentik sehingga pesan dianggap tidak asli lagi atau pengirimnya

Digital Standard Algorithm (DSA)

- Digital Signature Algorithm (DSA) merupakan algoritma kriptografi otentikasi pesan yang menggunakan teknologi kunci publik dan Secure Hash Algorithm (SHA-1) dalam operasinya.
- Secara umum DSA dapat dideskripsikan sebagai algoritma kriptografi yang memproses pesan dalam sekumpulan bit (block)/ satuan waktu tertentu dengan menggunakan sepasang kunci publik dan kunci privat bagi proses pembentukan dan verifikasi tanda tangan digital.

Pembentukan kunci

- Terdapat tiga parameter publik yaitu ***p,q,*** dan ***g***
- Parameter ***q*** adalah bilangan prima dengan panjang 160 bit
- Parameter ***p*** adalah bilangan prima dengan panjang 512 bit, dimana ***p***=1 mod 2***q***, dan ***g*** diperoleh dari bilangan bulat antara 1 sampai (***p***-1) dengan batasan ***g*** harus lebih besar dari 1.

Pembentukan kunci

- Kunci privat x dibentuk dari bilangan bulat antara 1 sampai (***q***-1) yang dipilih secara acak.
- Sedangkan kunci publik dibentuk dari persamaan $y = g^x \bmod p$

Protokol Kriptografi

- Protokol adalah aturan yang berisi rangkaian langkah-langkah, yang melibatkan dua atau lebih orang, yang dibuat untuk menyelesaikan suatu kegiatan.
- Protokol kriptografi adalah protokol yang menggunakan kriptografi.
- Orang yang berpartisipasi dalam protokol kriptografi memerlukan protokol tersebut misalnya untuk:
  - ✓ Berbagi komponen rahasia untuk menghitung sebuah nilai
  - ✓ Membangkitkan rangkaian bilangan acak,
  - ✓ Meyakinkan identitas orang lainnya (otentikasi)

Protokol Kriptografi

- Protokol kriptografi dibangun dengan melibatkan beberapa algoritma kriptografi.
- Sebagian besar protokol kriptografi dirancang untuk dipakai oleh kelompok yang terdiri dari 2 orang pemakai, tetapi ada juga beberapa protokol yang dirancang untuk dipakai oleh kelompok yang terdiri dari lebih dari dua orang pemakai (misalnya pada aplikasi *teleconferencing*)

Protokol Kriptografi

Untuk mendemonstrasikan protokol kriptografi, kita menggunakan nama-nama pemain sebagai berikut:

- ✓ Alice: orang pertama (dalam semua protokol)
- ✓ Bob: orang kedua (dalam semua protokol)
- ✓ Carol: orang ketiga dalam protokol tiga- atau empatorang
- ✓ Dave: orang keempat dalam protokol empat-orang
- ✓ Eve: penyadap (*eavesdropper*)
- ✓ Trent: juru penengah (*arbitrator*) yang dipercaya

Protokol Komunikasi dengan sistem kriptografi simetri

Protokol 1:

1) Alice dan Bob menyepakati algoritma kriptografi simetri yang akan digunakan.
2) Alice dan Bob menyepakati kunci yang akan digunakan.
3) Alice menulis pesan plainteks dan mengenkripsinya dengan kunci menjadi cipherteks.
4) Alice mengirim pesan cipherteks kepada Bob.
5) Bob mendekripsi pesan cipherteks dengan kunci yang sama dan membaca plainteksnya.

Protokol Komunikasi dengan sistem kriptografi simetri

Eve mendengar semua percakapan antara Alice dan Bob pada protokol ini.

- ✓ Jika Eve menyadap transmisi pesan pada langkah (4), ia harus mencoba mengkriptanalisis cipherteks untuk memperoleh plainteks tanpa mengetahui kunci.
- ✓ Jika ia mendengar pembicaraan pada langkah (1) dan (2), maka ia mengetahui algoritma dan kunci yang digunakan, sehingga ia dapat mendekripsi cipherteks dengan kunci tsb.

Protokol Komunikasi dengan sistem kriptografi simetri

- Protokol kriptografi di atas tidak bagus karena kunci harus tetap rahasia sebelum, sepanjang, dan setelah protokol.
- Langkah (1) dapat dilakukan dalam mode publik, namun
- langkah (2) harus dilakukan dalam mode rahasia. Sistem kriptografi kunci-publik dapat memecahkan masalah distribusi kunci ini.

- https://id.wikipedia.org/wiki/Protokol_kriptografi
- http://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Kriptografi/Protokol%20Kriptografi.pdf
- Heri Wibowo, Niken Dwi Cahyani, Vera Suryani. Implementasi Digital Signature Algorithm (DSA) Dalam Keamanan SMS Pada Mobile Device. 2010.
- Kaspar Situmorang. Analisis Keamanan dan Kinerja Algoritma Digital Signature Algorithm (DSA) Pada Proses Pembentukan dan Verifikasi Tanda Tangan Digital.
- Rinaldi Munir. Protokol Kriptografi

TUGAS PERTEMUAN 06

- Dikumpulkan pada pertemuan 07
- Buat makalah dengan tema Protokol Kriptografi