II4031 Kriptografi dan Koding

Secure Hash Algorithm (SHA)

Oleh: Rinaldi Munir

Program Studi Sistem dan Teknologi Informasi
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika
ITB

Secure Hash Algorithm (*SHA*)

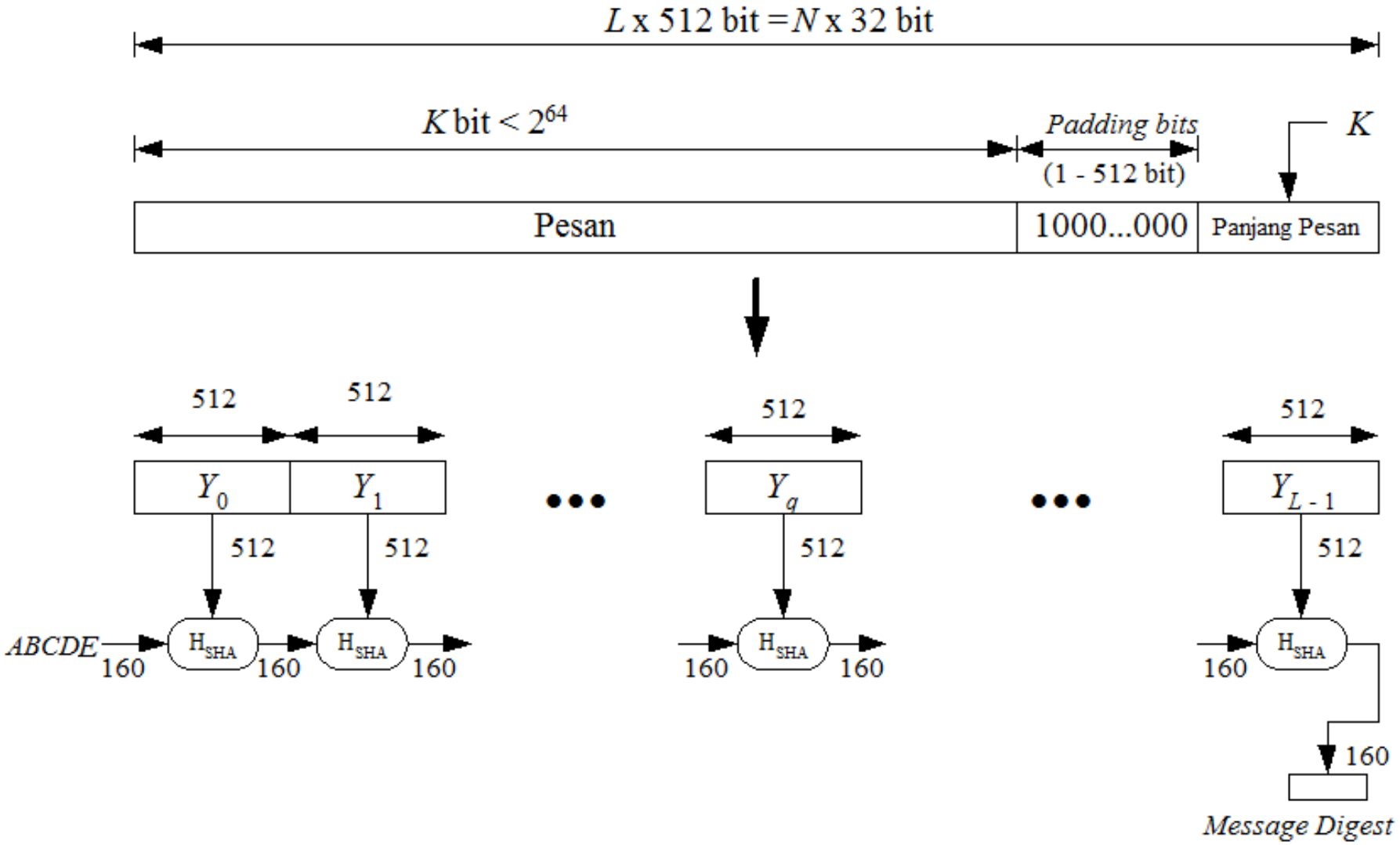
- *SHA* adalah fungsi *hash* satu-arah yang dibuat oleh *NIST* dan digunakan bersama *DSS* (*Digital Signature Standard*).
- Oleh *NSA*, *SHA* dinyatakan sebagai standard fungsi *hash* satu-arah.
- *SHA* didasarkan pada *MD4* yang dibuat oleh Ronald L. Rivest dari *MIT*.
- Algoritma *SHA* menerima masukan berukuran maksimum 2^{64} bit (2.147.483.648 *gigabyte*) dan menghasilkan *message digest* yang panjangnya 160 bit.
- *Message digest* dari SHA lebih panjang dari *message digest* yang dihasilkan oleh *MD5* (128 bit).

- Sebutan *SHA* mengacu pada keluarga fungsi *hash* satu-arah SHA.
- Enam varian *SHA*:
    - SHA-0
    - SHA-1
    - SHA-224
    - SHA-256
    - SHA-384
    - SHA-512

- SHA-0 sering diacu sebagai *SHA* saja
- Yang akan dibahas: SHA-1
- Detil algoritma SHA-1 dapat dibaca di dalam dokumen RFC 3174 (http://www.faqs.org/rfcs/rfc3174.html)

		Output size (bits)	Internal state size (bits)	Block size (bits)	Max message size (bits)	Word size (bits)	Rounds	Operations	Collisions found?
SHA-0									Yes
SHA-1		160	160	512	$2^{64} - 1$	32	80	+,and,or, xor,rot	Yes
SHA-2	*SHA-256/224*	256/224	256	512	$2^{64} - 1$	32	64	+,and,or, xor,shr,rot	No
	SHA-512/384	512/384	512	1024	$2^{128} - 1$	64	80		

Gambaran Umum *SHA-1*



Langkah-langkah pembuatan *message digest* dengan SHA-1:

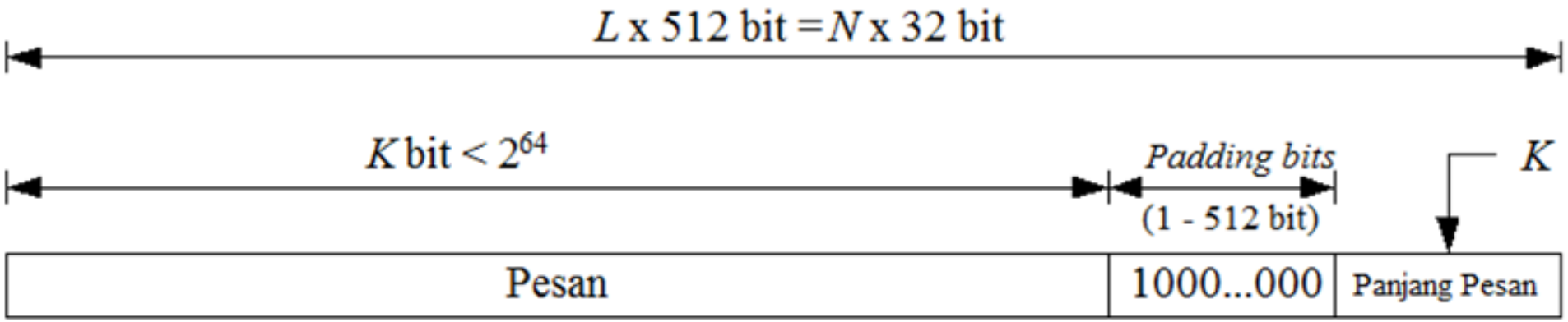
1. Penambahan bit-bit pengganjal (*padding bits*).

2. Penambahan nilai panjang pesan semula.

3. Inisialisasi penyangga (*buffer*) *MD*.

4. Pengolahan pesan dalam blok berukuran 512 bit.

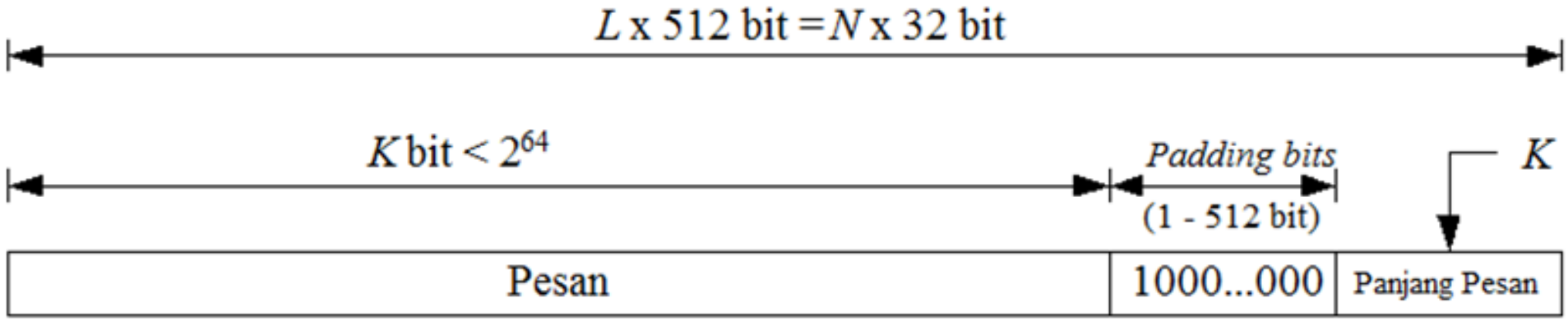
1. Penambahan Bit-bit Pengganjal



- Pesan ditambah dengan sejumlah bit pengganjal (*padding bits*) sedemikian sehingga panjang pesan (dalam satuan bit) kongruen dengan 448 (mod 512).
- Panjang bit-bit pengganjal adalah antara 1 sampai 512.
- Bit-bit pengganjal terdiri dari sebuah bit 1 diikuti dengan sisanya bit 0.

- Contoh: K = 32000 bit → 32000 + 192 bit = 32192 → 32192 mod 512 = 448

2. Penambahan Nilai Panjang Pesan



- Pesan yang telah diberi bit-bit pengganjal selanjutnya ditambah lagi dengan 64 bit yang menyatakan panjang pesan semula.

  Contoh: K = 32000 = 111110100000000_2 = 000...111110100000000

- Setelah ditambah dengan 64 bit, panjang pesan sekarang menjadi kelipatan 512 bit.

3. Inisialisasi Penyangga MD

- *SHA* membutuhkan 5 buah penyangga (*buffer*) yang masing-masing panjangnya 32 bit.
- Total panjang penyangga adalah $5 \times 32 = 160$ bit.
- Kelima penyangga *MD* ini diberi nama *A*, *B*, *C*, *D*, dan *E*. Setiap penyangga diinisialisasi dengan nilai-nilai (dalam notasi HEX) sebagai berikut:

  A = 67452301

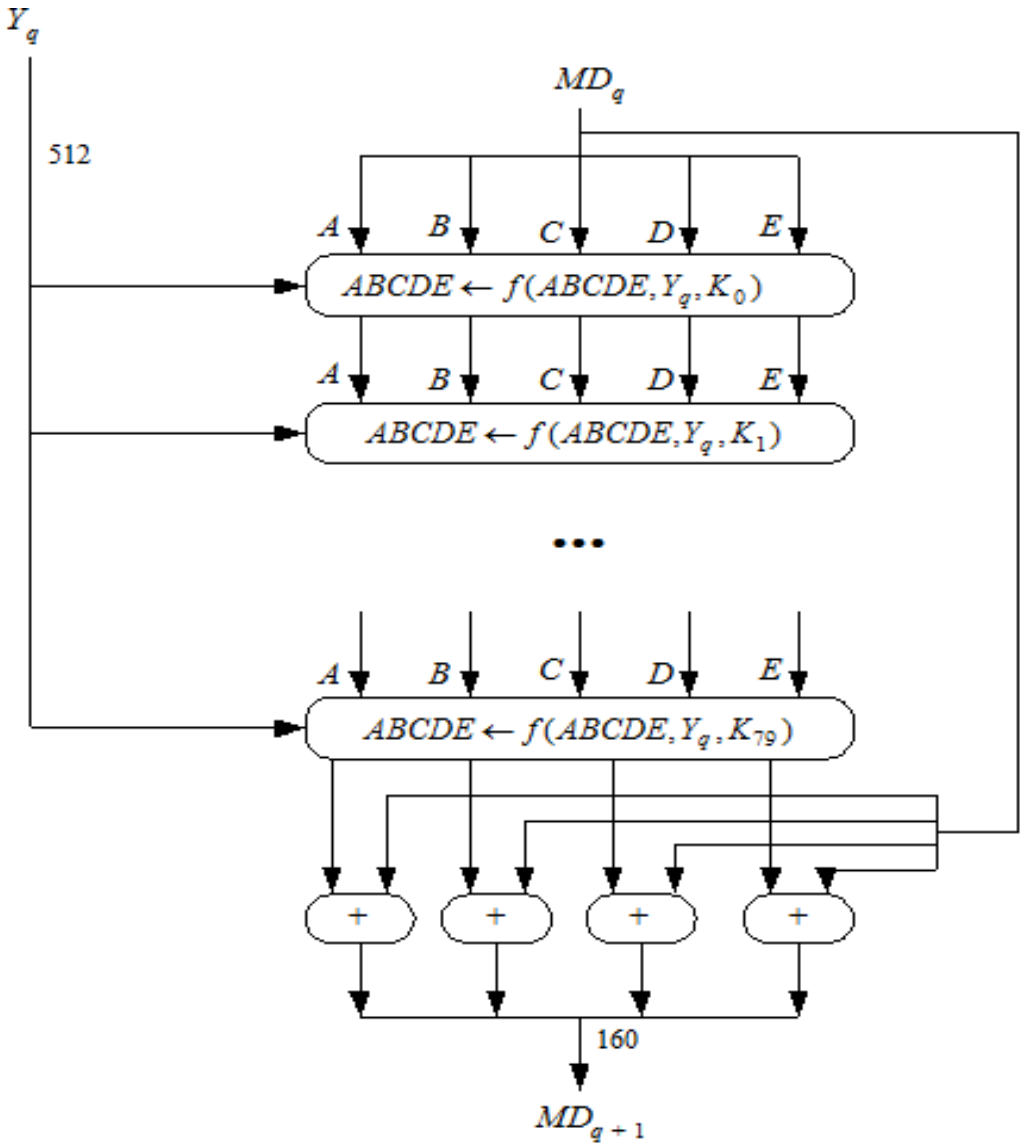
  B = EFCDAB89

  C = 98BADCFE

  D = 10325476

  E = C3D2E1F0

4. Pengolahan Pesan dalam Blok Berukuran 512 bit.



- Proses H_{SHA} terdiri dari 80 buah putaran (*MD5* hanya 4 putaran)

- Masing-masing putaran menggunakan bilangan penambah K_t, yaitu:

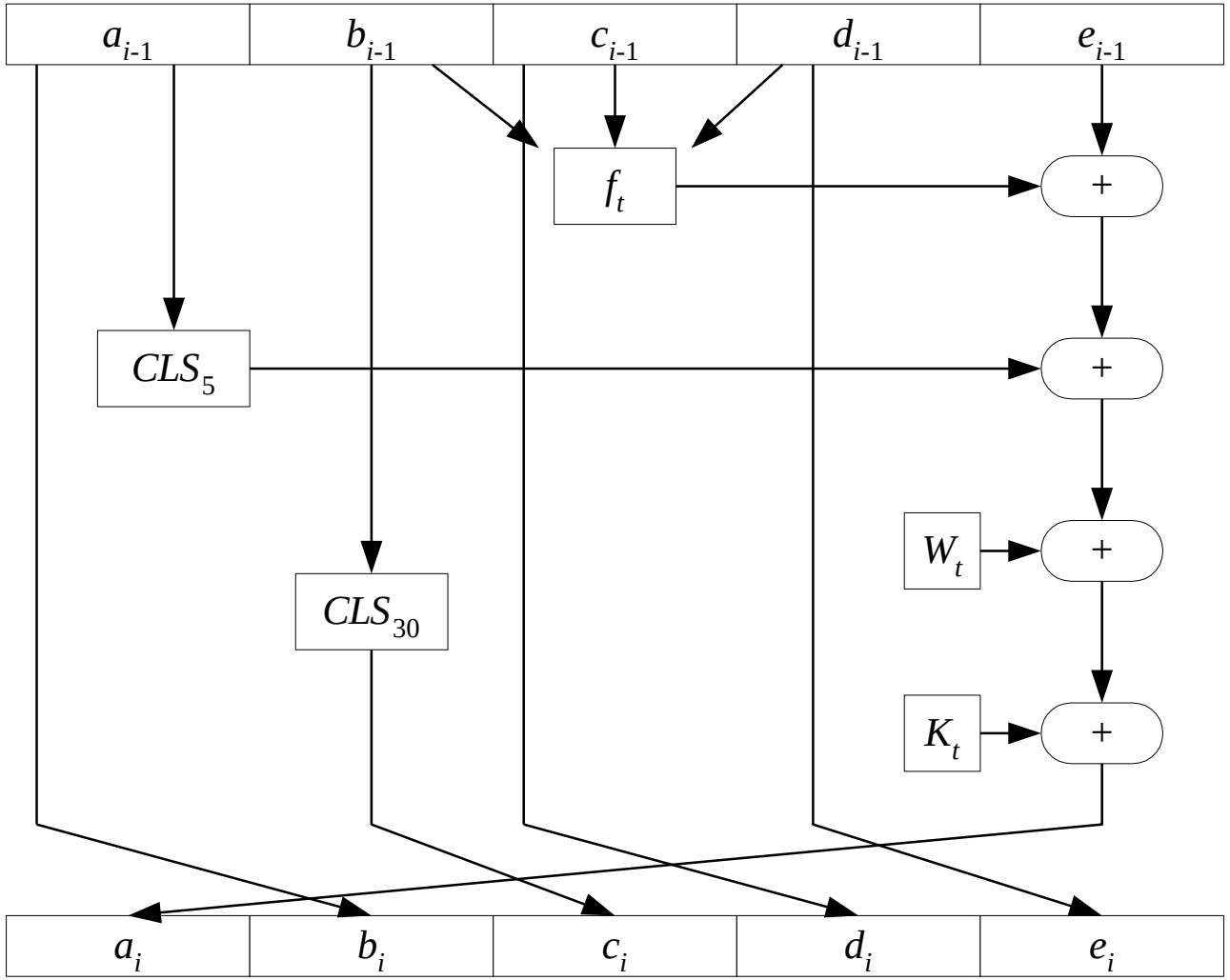
Putaran $0 \leq t \leq 19$ K_t = 5A827999

Putaran $20 \leq t \leq 39$ K_t = 6ED9EBA1

Putaran $40 \leq t \leq 59$ K_t = 8F1BBCDC

Putaran $60 \leq t \leq 79$ K_t = CA62C1D6

Operasi dasar pada setiap putaran:



Tabel 1. Fungsi logika f_t pada setiap putaran

Putaran	$f_t(b, c, d)$
0 .. 19	$(b \wedge c) \vee (\sim b \wedge d)$
20 .. 39	$b \oplus c \oplus d$
40 .. 59	$(b \wedge c) \vee (b \wedge d) \vee (c \wedge d)$
60 .. 79	$b \oplus c \oplus d$

$e \leftarrow d$

$d \leftarrow c$

$c \leftarrow \mathrm{CLS}_{30}(b)$

$b \leftarrow a$

$a \leftarrow (\mathrm{CLS}_5(a) + f_t(b, c, d) + e + W_t + K_t)$

Nilai W_1 sampai W_{16} berasal dari 16 *word* pada blok yang sedang diproses (1 word = 32 bit), sedangkan nilai W_t berikutnya didapatkan dari persamaan

$$W_t = W_{t-16} \oplus W_{t-14} \oplus W_{t-8} \oplus W_{t-3}$$

Contoh *message digest* beberapa pesan yang dihasilkan oleh SHA-1:

sha1("halo")= 33b1eac210971fb02a3b90afce9dbff758be794d

sha1("halo, apa kabar teman? ") =
03d17abd2962dbed1037d1230f012037cd25fe91

sha1("The quick brown fox jumps over the lazy dog") =
2fd4e1c67a2d28fced849ee1bb76e7391b93eb12

Kriptanalisis *SHA*-1

- Pada tahun 2005, Rijmen dan Oswald mempubliksikan serangan pada versi *SHA*-1 yang direduksi (hanya menggunakan 53 putaran dari 80 putaran) dan menemukan kolisi dengan kompleksitas sekitar 2^{80} operasi (lihat di http://eprint.iacr.org/2005/010).

- Pada bulan Februari 2005, Xiayoun Wang, Yiqun Lisa Yin, dan Hongbo Yo mempublikasikan serangan yang dapat menemukan kolisi pada versi penuh SHA-1, yang membutuhkan sekitar 2^{69} operasi (lihat beritanya di:

  http://www.schneier.com/blog/archives/2005/02/sha_1broken.html)

- Rizki Wicaksono, seorang *hacker* alumni Informatika ITB Angkatan 1999 mendemonstrasikan cara membentuk dua file berbeda yang memiliki nilai *hash* SHA-1 sama (silakan baca tulisannya pada pranala:

  http://www.ilmuhacking.com/cryptography/membuat-sha1-collision-file/

Rizki Wicaksono

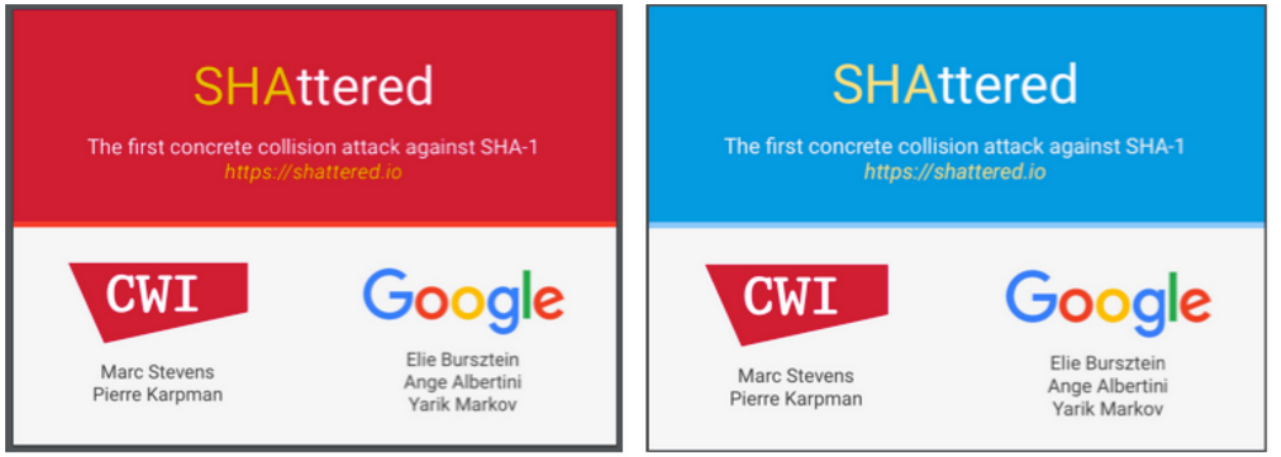
Published

March 21, 2017

in Cryptography

Membuat file dengan SHA1 collision

Sejumlah ilmuwan dengan didukung kekuatan komputasi Google berhasil melakukan serangan SHA1 collision terhadap dokumen PDF. Mereka menciptakan dua file PDF dengan nilai SHA1 hash yang identik walaupun isi filenya berbeda.



shattered-1.pdf dan shattered-2.pdf memiliki SHA1 yang sama

SELAMAT BELAJAR