Bahan kuliah IF4020 Kriptografi

Steganografi
(Bagian 2)

Oleh: Dr. Rinaldi Munir

Prodi Informatika

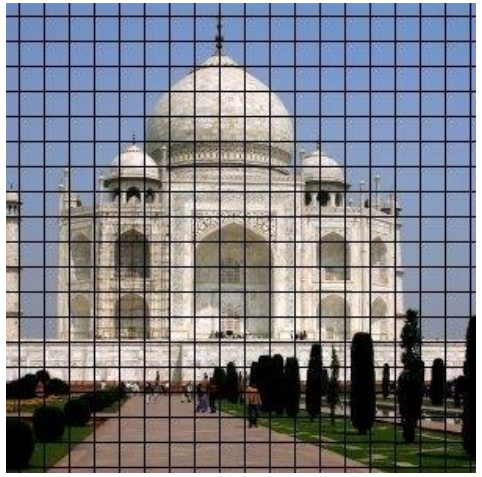
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika

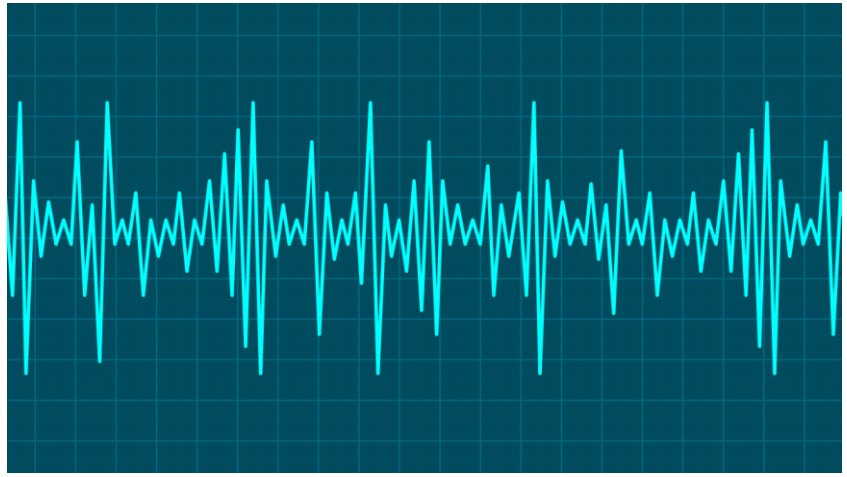
Ranah Steganografi

Berdasarkan ranah operasinya, metode steganografi dapat dibagi menjadi dua kelas:

- *Spatial (time) domain methods*

  Memodifikasi langsung nilai *byte* dari *cover-object* (*byte* merepresentasikan nilai *pixel* pada data citra atau nilai amplitudo pada data audio)

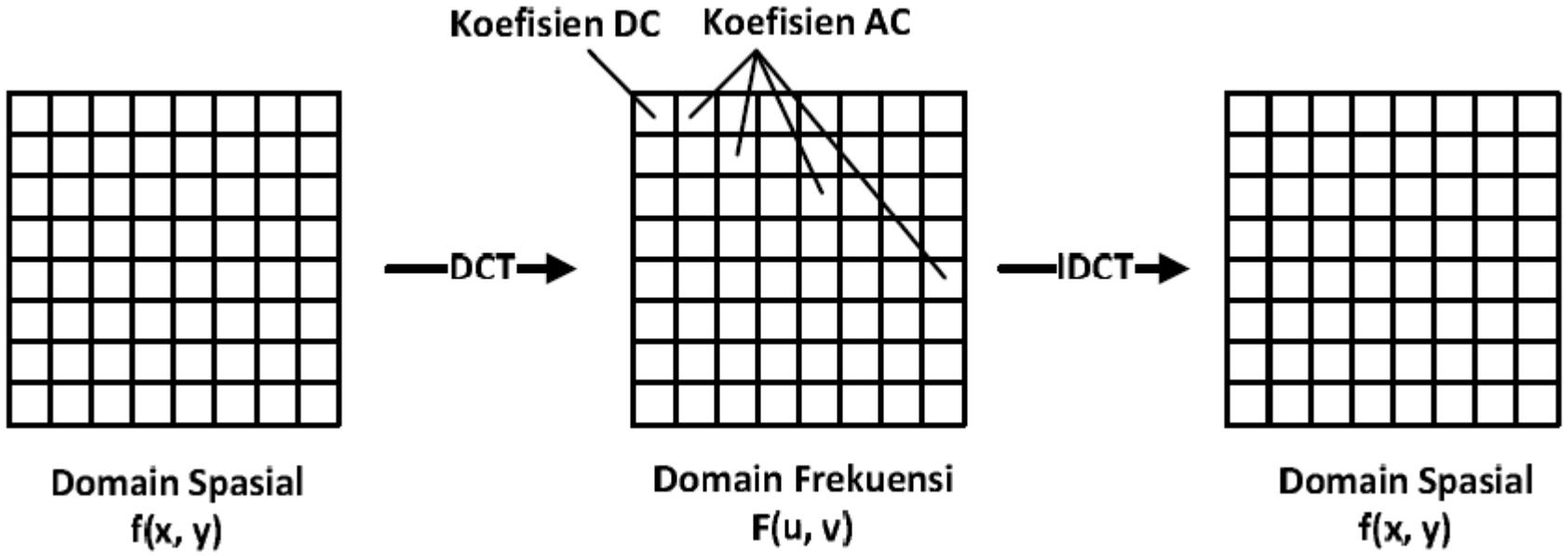




Contoh: Metode *LSB*, BPCS, echo-hiding, parity-bit coding, dll

- *Tranform domain methods*

Memodifikasi hasil transformasi sinyal dalam ranah *transform* (hasil transformasi dari ranah spasial atau waktu ke ranah lain misalnya ranah frekuensi). Metode transformasi yang digunakan misalnya DCT, FFT, DWT.

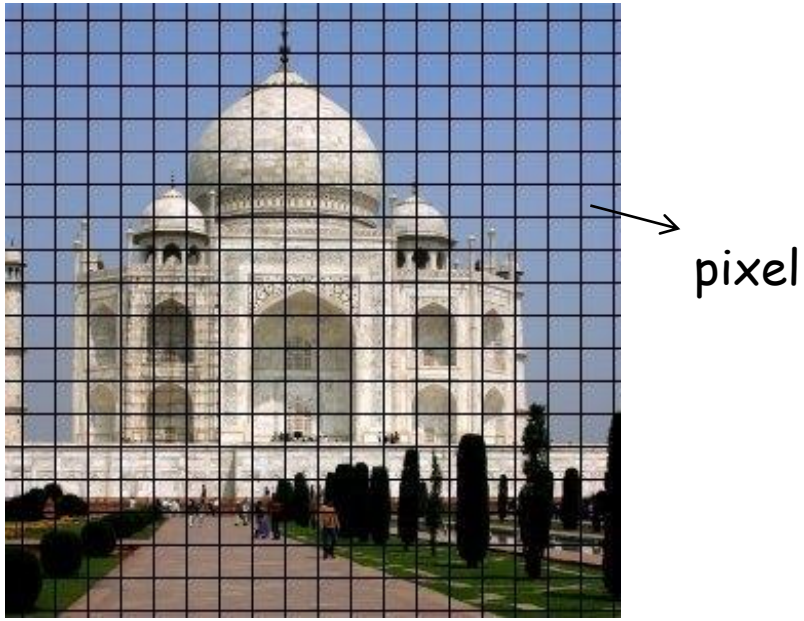


Contoh: Metode *Spread Spectrum*

Metode LSB

Citra Digital

- Citra terdiri dari sejumlah *pixel.* Citra 1200 x 1500 berarti memiliki 1200 x 1500 pixel = 1.800.000 pixel



- Setiap *pixel* panjangnya *n*-bit.

  Citra biner → 1 bit/pixel

  Citra *grayscale* → 8 bit/pixel

  Citra *true color* → 24 bit/pixel

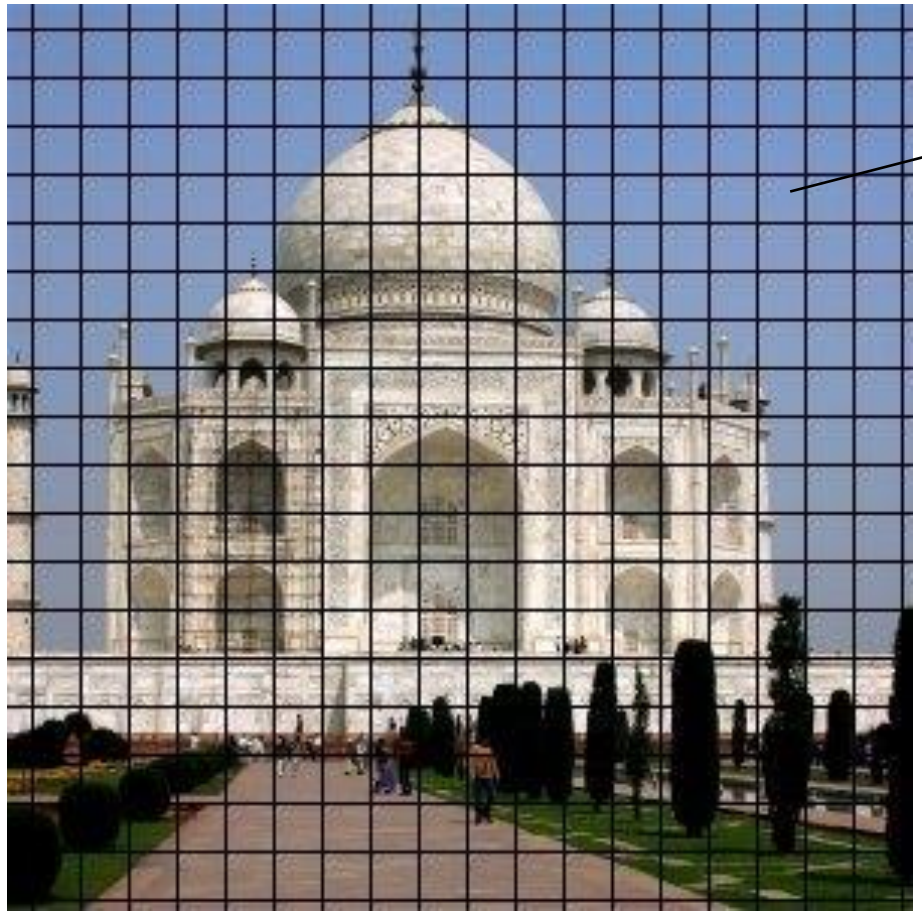
Citra Lenna

True color image
(24-bit)

Grayscale image
(8-bit)

Bimary image
(1-bit)

Pada citra 24-bit (*real image*), 1 pixel = 24 bit,
terdiri dari komponen RGB (Red-Green-Blue)



10010011100101001000 1010

R G B

Bitplane pada Citra Digital

- Nilai *pixel* pada koordinat (*x*, *y*) menyatakan intensitas nilai keabuan pada posisi tersebut.

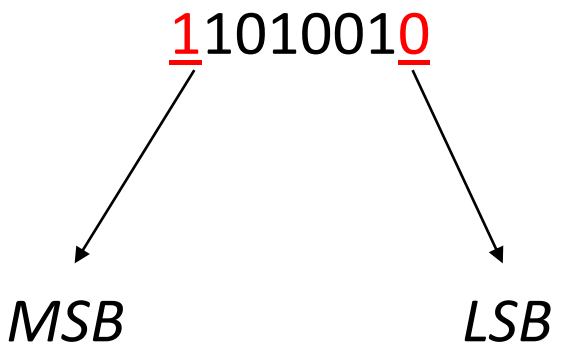
- Pada citra *grayscale* nilai keabuan itu dinyatakan dalam *integer* berukuran 1 *byte* sehingga rentang nilainya antara 0 sampai 255.

- Pada citra berwarna 24-bit setiap *pixel* tediri atas kanal *red*, *green*, dan *blue* (*RGB*) sehingga setiap *pixel* berukuran 3 *byte* (24 bit).

- Di dalam setiap *byte* bit-bitnya tersusun dari kanan ke kiri dalam urutan yang paling berarti (*most significant bits* atau *MSB*) hingga bit-bit yang kurang berarti (*least significant bits* atau *LSB*).

- Susunan bit pada setiap *byte* adalah $b_7b_6b_5b_4b_3b_2b_1b_0$

  Contoh:



LSB = Least Significant Bit
MSB = Most Significant Bit

- Jika setiap bit ke-*i* dari *MSB* ke *LSB* pada setiap *pixel* diekstrak dan diplot ke dalam setiap *bitplane image* maka diperoleh delapan buah citra biner.

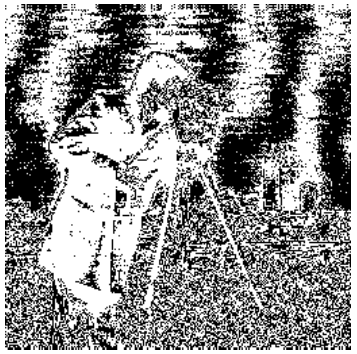
Original image

Bitplane 7

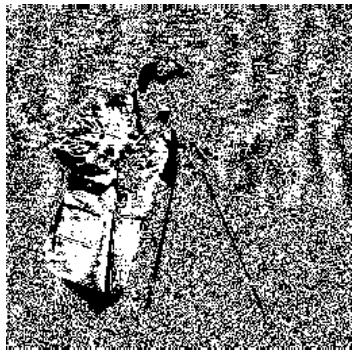
Bitplane 6

Bitplane 5

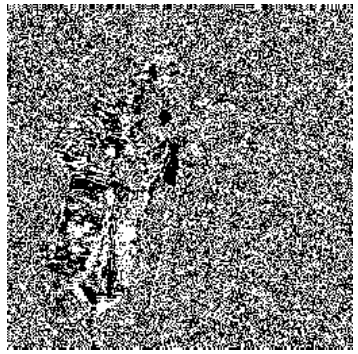
Bitplane 4



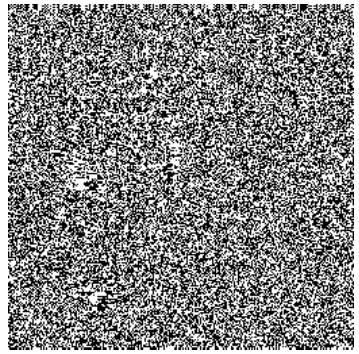
Bitplane 3



Bitplane 2

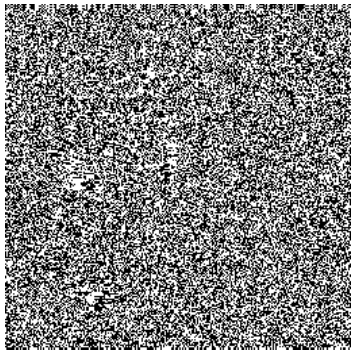


Bitplane 1



Bitplane 0

- *Bitpline* LSB, yaitu *bitplane* 0, terlihat seperti citra acak (*random image*).



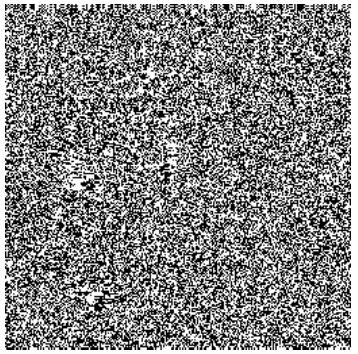
Bitplane 0

- Bitpline LSB merupakan bagian yang redundan pada citra.

- Artinya, perubahan nilai bit pada bagian tersebut tidak mengubah persepsi citra secara secara keseluruhan.

- Inilah yang mendasari metode steganografi yang paling sederhana, yaitu **metode LSB**.

Metode LSB



Bitplane 0

- Merupakan metode steganografi yang paling populer.
- Memanfaatkan kelemahan indra visual manusia dalam mengamati perubahan sedikit pada gambar
- Caranya: Mengganti bit *LSB* dari *pixel* dengan bit pesan.

  Mengubah bit *LSB* hanya mengubah nilai *byte* satu lebih tinggi atau satu lebih rendah dari nilai sebelumnya → tidak berpengaruh terhadap persepsi visual/auditori.

Misalkan semua bit LSB pada citra berwarna dibalikkan dari semula 0 menjadi 1; dari semula 1 menjadi 0

Sebelum

Sesudah

Adakah terlihat perbedaaanya?

Misalkan semua bit LSB pada citra *grayscale* dibalikkan
Dari semula 0 menjadi 1; dari semula 1 menjadi 0

Sebelum

Sesudah

Adakah terlihat perbedaaanya?

Contoh 1:

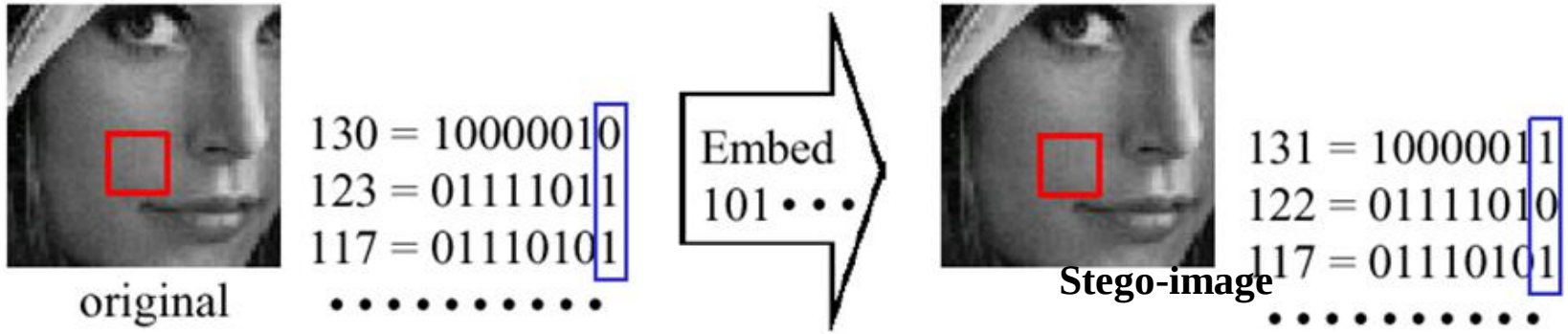
- Tinjau 1 buah *pixel* dari citra 24-bit (3 x 8 bit):

10000010 01111011 01110101

(130) (123) (117)

- Bit bit-bit *embedded message*: 101

- *Embed*: 00110011 10100010 11100011



Original: misalkan *pixel* [130, 123, 117] berwarna "ungu"
Stego-image: *pixel* [131, 122, 117] tetap "ungu" tapi berubah sangat sedikit.
Mata manusia tidak dapat membedakan perubahan warna yang sangat kecil.

Pergeseran warna sebesar 1 dari 256 warna tidak dapat dilihat oleh manusia

PESAN RAHASIA :

01101111

Sumber: TA Yulie Anneria Sinaga 13504085

Contoh 2:

- Jika pesan = 10 bit, maka jumlah *byte* yang digunakan = 10 *byte*

- Contoh susunan *byte* yang lebih panjang:

  00110011 10100010 11100010 10101011 00100110
  10010110 11001001 11111001 10001000 10100011

- Pesan: 1110010111

- Hasil penyisipan pada bit *LSB*:

  00110011 10100011 11100011 10101010 00100110
  10010111 11001000 11111001 10001001 10100011

Ekstraksi Pesan dari *Stego-image*

- Bit-bit pesan yang disembunyikan di dalam citra harus dapat diekstraksi kembali.

- Caranya adalah dengan membaca *byte-byte* di dalam citra, mengambil bit LSB-nya, dan merangkainya kembali menjadi bit-bit pesan.

- Contoh: Misalkan *stego-object* adalah sbb

  00110011 10100011 11100011 10101010 00100110

  10010111 11001000 11111001 10001001 10100011

  Ekstrak bit-bit LSB: 1110010111

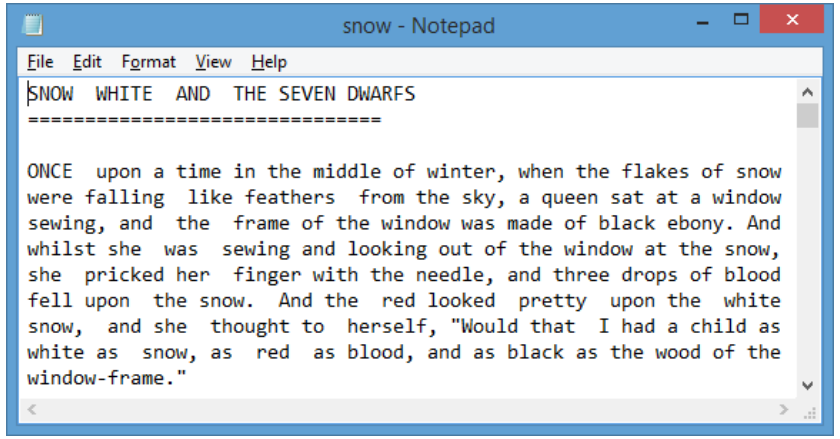
Menghitung Ukuran Pesan yang dapat Disembunyikan

- Ukuran pesan yang akan disembunyikan bergantung pada ukuran *cover-object*.

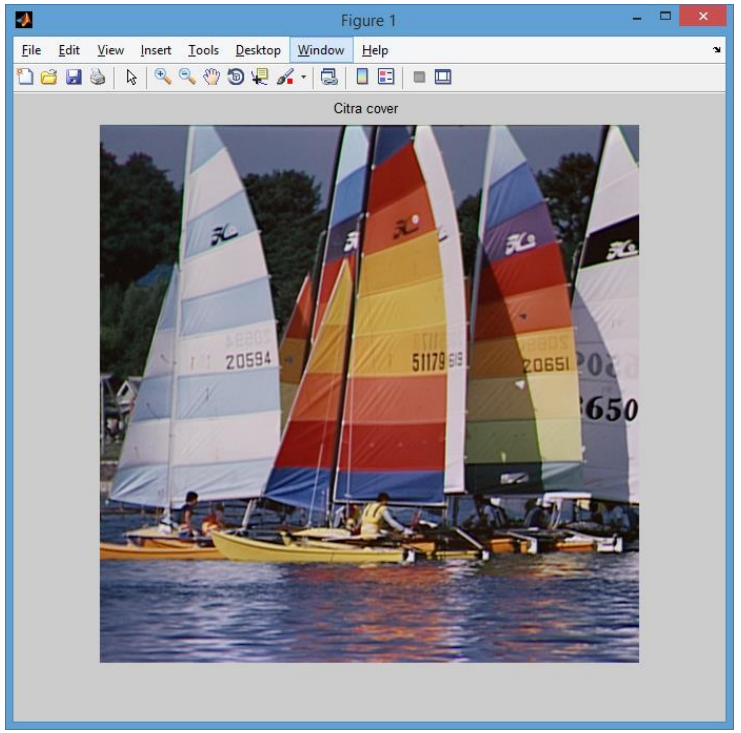
- Misalkan pada citra *grayscale* (1 *byte/pixel*) 256 x 256 *pixel* :
  - jumlah *pixel* = jumlah byte = 256 x 256 = 65536
  - setiap byte dapat menyembunyikan 1 bit pesan di LSB-nya
  - jadi ukuran maksimal pesan = 65536 bit = 8192 *byte* = 8 KB

- Pada citra berwarna 24-bit berukuran 256 $\times$ 256 *pixel*:
  - jumlah *pixel* 256 x 256 = 65536
  - setiap pixel = 3 byte, berarti ada 65536 $\times$ 3 = 196608 *byte*.
  - setiap *byte* dapat menyembunyikan 1 bit pesan
  - jadi ukuran maksimal pesan = 196608 bit = 24576 byte = 24KB

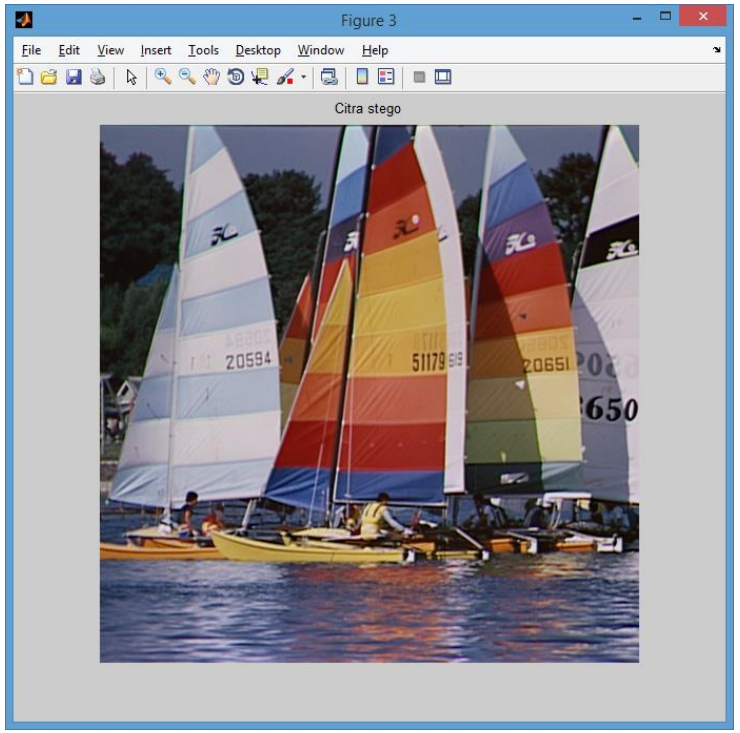
- Contoh penyembunyian pesan teks ke dalam citra



Secret message



Cover-image



Stego-image

- Contoh penyembunyian gambar ke dalam gambar

Secret message
60 KB

Cover-image
769 KB

Stego-image
769 KB

Extracted message
60 KB

Beberapa Varian Metode LSB

1. *Sequential*

- Bit-bit pesan disembunyikan secara sekuensial pada *pixel-pixel* citra.
- Misalkan ukuran pesan = 15 bit, maka urutan *pixel-pixel* yang digunakan untuk penyembunyian bit adalah:

1	2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15 =	

Ekstraksi pesan dari *Stego-image*

- Pada proses ekstraksi pesan, *pixel-pixel* dibaca secara sekuensial mulai dari *pixel* pertama sampai *pixel* yang menyimpan bit pesan terakhir

- Ambil setiap *byte* dari *pixel*, ekstraksi bit LSB-nya.

- Rangkailah bit-bit LSB menjadi bit-bit pesan semula.

2. Acak

- Untuk membuat penyembunyian pesan lebih aman, bit-bit pesan tidak disimpan pada pixel-pixel yang berurutan, namun dipilih secara acak.

- Pembangkit bilangan acak-semu (*PRNG*: *pseudo-random number generator*) digunakan untuk membangkitkan bilangan acak.

- Umpan (*seed*) untuk pembangkit bilangan acak berlaku sebagai kunci (*stego-key*).

- Misalnya jika terdapat 64 *byte* dan 15 bit pesan yang akan disembunyikan. *Pixel-pixel* dipilih secara acak, seperti pada gambar berikut.

				5			8
	10					4	
			13		2		
7							9
		1			12		
		15					
11						3	
			6				14

Ekstraksi pesan dari *Stego-image*

- Posisi *pixel* yang menyimpan bit pesan dapat diketahui dari bilangan acak yang dibangkitkan oleh *PRNG*.

- Jika kunci yang digunakan pada waktu ekstraksi sama dengan kunci pada waktu penyisipan, maka bilangan acak yang dibangkitkan juga sama.

- Dengan demikian, bit-bit pesan yang bertaburan di dalam citra dapat dikumpulkan kembali.

3. *m*-bit LSB

- Untuk meningkatkan ukuran pesan yang disembunyikan, maka digunakan lebih dari 1 bit LSB untuk setiap *byte*.
- Susunan bit pada setiap *byte* adalah $b_7b_6b_5b_4b_3b_2b_1b_0$. Jika diambil 2-bit LSB, maka bit yang digunakan adalah bit b_1 dan bit b_0

  Contoh: 11010010 → 2 bit LSB terakhir dipakai untuk menyembunyikian pesan.

- *Trade-off*: Semakin banyak bit LSB yang digunakan, semakin besar ukuran pesan yang dapat disembunyikan, tetapi semakin turun kualitas *stego-image*.

- Pesan dapat disembunyikan secara sekuensial atau secara acak pada *pixel-pixe*l di dalam citra.

4. Enkripsi

- Pesan dapat dienkripsi terlebih dahulu sebelum disembunyikan ke dalam citra.
- Teknik enkripsi yang sederhana misalnya dengan meng-XOR-kan bit-bit pesan dengan bit-bit kunci. Jumlah bit-bit kunci sama dengan jumlah bit pesan.

- Bit-bit kunci dibangkitkan secara acak.

- Kunci untuk pembangkitan bit-bit kunci menjadi *stego-key*.

- Jika dipakai teknik acak dalam memilih *pixel-pixel*, maka ada dua *stego-key*: satu untuk pembangkitan bit-bit kunci, satu lagi untuk pembangkitan posisi *pixel* yang dipilih untuk menyembunyikan pesan.

PSNR

- PSNR = *Peak-Signal-to-Noise Ratio*
- Merupakan metrik untuk mengukur kualitas (*fidelity*) citra setelah proses manipulasi.
- Selalu dibandingkan dengan citra semula (yang belum dimanipulasi).
- Misalkan *I* = *cover-image* dan $\hat{I}$ = *stego-image,* ukuran citra *M* x *N*, maka

$$PSNR = 20 \times \log_{10}\left(\frac{255}{rms}\right) \quad \text{dengan} \quad rms = \sqrt{\frac{1}{MN}\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{M}(I_{ij} - \hat{I}_{ij})^2}$$

rms = root mean square

$$PSNR = 20 \times \log_{10}\left(\frac{255}{rms}\right)$$

- Satuan *PSNR* adalah desibel (dB).
- Nilai PSNR berbanding terbalik dengan *rms*.
- *PSNR* yang besar mengindikasikan nilai *rms* yang kecil; *rms* kecil berarti dua buah citra mempunyai hanya sedikit perbedaan.
- PSNR yang kecil mengindikasikan nilai *rms* yang besar; *rms* besar berarti kedua citra memiliki perbedaan yang besar (degradasi).
- PSNR yang dapat diterima/ditoleransi adalah jika > 30

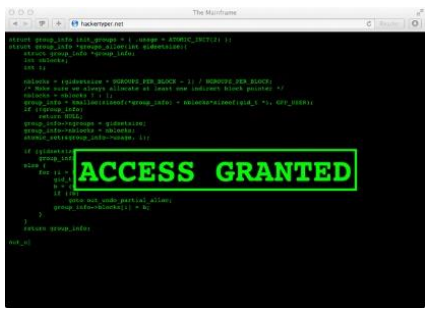
How to Hack a Computer Using Just An Image

Monday, June 01, 2015 Swati Khandelwal

Next time when someone sends you a photo of a cute cat or a hot chick than be careful before you CLICK on the image to view — it might hack your machine.

Yes, the normal looking images could hack your computers — thanks to a technique discovered by security researcher *Saumil Shah* from India.

Dubbed "***Stegosploit***," the technique lets hackers hide malicious code inside the pixels of an image, hiding a malware exploit in plain sight to infect target victims.



Just look at the image and you are HACKED!

http://thehackernews.com/2015/06/Stegosploit-malware.html

Program Stegano *shareware*

1. InPlainView:
   http://www.simtel.net/product.php%5Bid%5D12796%5BSiteID%5Dsimtel.net

   Keterangan: hanya untuk citra .bmp

2. S-tools

   http://digitalforensics.champlain.edu/download/s-tools4.zip

   Keterangan: untuk citra GIF dan BMP.

- Daftar 100 kakas steganografi lainnya:

  http://www.jjtc.com/Steganography/toolmatrix.htm

- Beberapa diantaranta berjalan di Linux:
  1. **JPHS (JPHide JPSeek, JP hide and seek)**

     http://linux01.gwdg.de/~alatham/stego.html

  2. Steghide
  3. Outguess
  4. Blindside
  5. Gifshuffle
  6. GzSteg
  7. dll

- Situs populer untuk informasi steganografi
  - http://www.ise.gmu.edu/~njohnson/Steganography
  - http://www.rhetoric.umn.edu/Rhetoric/misc/dfrank/stegsoft.html
  - http://www.topology.org/crypto.html
  - http://mozaiq.org/

Referensi

- Li, F., *The art and science of writing hidden messages: Steganography*
- Khan, M. M. , *Steganography*
- Wohlgemuth, S. (2002), IT-Security: Theory and Practice : *Steganography and Watermarking,* University of Freiburg, Denmakr, 2002.
- Wong, P.W. (1997). *A Watermark for Image Integrity and Ownership Verification*. Prosiding *IS&T PIC Conference*.
- *Tawalbeh, L.* (2006), *Watermarking,* Information System Security AABFS-Jordan.
- Bae, S.H. (2006), *Copyright Protection of Digital Image*, Tongmyong University of information technology
- Yuli Anneria Sinaga, *Steganalisis dengan Metode Chi-square dan RS-analysis*, Tugas Akhir Informatika, IT