

Penghapusan Data yang Aman pada Media Magnetik

Siscka Elvyanti
232 03 128

Proyek Akhir ini diajukan tanggal 17 September 2004
e-mail : siscka_elvyanti@yahoo.com

Abstraksi

Pada saat sebuah data dihapus (delete) hal ini tidak berarti bahwa data tersebut telah terhapus secara permanen, tapi memberitahukan bahwa ruang yang ditempati data tersebut dapat diisi, ditimpa atau digunakan oleh data lain. Agar data yang telah dihapus tidak dapat dikembalikan, terdapat beberapa metoda pengamanan. Metoda pengamanan yang paling aman saat ini adalah yang dikembangkan oleh Peter Gutmann dari Departemen Ilmu Komputer, Universitas Auckland. Proyek akhir ini akan membahas tentang beberapa metoda penghapusan data yang aman, sehingga data yang sudah dihilangkan tidak dapat dikembalikan oleh pihak-pihak yang tidak berhak.

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Delete tidak menghapus data secara menetap dari sebuah media penyimpanan, tapi memberitahukan pada computer bahwa ruang yang ditempati data tersebut tersedia untuk ditimpa atau diisi oleh data yang lain. File ini dapat dengan sangat mudah dikembalikan ke bentuk semula bila belum tertimpa dengan data lain, contohnya dengan menggunakan Norton Utility atau Lost & Found dari PowerQuest. Pada Windows 9x/NT bahkan disediakan Recycle Bin yang dapat mengembalikan file yang secara tidak sengaja terhapus.

Berbagai hal telah dilakukan banyak orang untuk memastikan bahwa data pribadinya aman dari pihak-pihak yang tidak berkepentingan pada saat media penyimpanan yang dimilikinya dijual atau diberikan pada orang lain. Salah satunya adalah dengan

menghapus seluruh data yang tersimpan pada media penyimpanan tersebut. Tetapi menghapus data bukanlah cara yang aman, karena pada tahun 1980-an telah ditemukan cara untuk mengembalikan data yang telah terhapus dari media penyimpanan, dalam hal ini adalah dari media magnetik. Oleh karena itu, untuk mengamankan data pribadi, haruslah memindahkan data penting tersebut dari media penyimpanan (harddisk) sebelum media penyimpanan tersebut dipindahtangankan.

Terdapat masalah utama dalam mengikuti aturan untuk membersihkan media penyimpanan, yaitu aturan penghapusan media tersebut seringkali sudah tertinggal jauh, baik dari teknik penyimpanan data pada media maupun teknik pengembalian data. Sebagai contoh, banyak aturan dalam membersihkan media penyimpanan magnetik baru diluncurkan pada awal 1990-an, seperti pendekatan dengan *channel coding techniques* yaitu *Partial-Response Maximum-Likelihood* (PRML), yang menggunakan *magnetik force microscopy* untuk menganalisis media magnetik.

1.2 Tujuan

Berdasarkan latar belakang di atas *paper* tugas akhir EL695 ini bertujuan untuk mempelajari kemungkinan pengembangan dan implementasi penghapusan data yang aman pada media magnetik, yaitu :

- a) Melakukan pengkodean pada harddisk seperti RLL, MFM, dan PRML
- b) Melakukan penulisan ulang dengan berkali-kali menggunakan pola-pola tertentu untuk mengeksposnya pada medan magnet tertentu yang beresilasi secepat mungkin sehingga menghasilkan pembalikan bidang magnet dalam waktu tertentu. Pola tersebut yang dikembangkan oleh Peter Gutmann.

1.3 Lingkup Masalah

Masalah sekuriti sistem komputer bisa dipandang relatif luas dan rumit. Dalam *paper* tugas akhir EL695 ini yang dilakukan hanya studi penghapusan data yang aman pada media magnetic. *Paper* ini hanya membahas tentang penulisan ulang dengan pola yang dikembangkan Peter Gutmann.

2. Pembersihan Media Melalui Penghapusan

Banyak orang percaya bahwa saat mereka benar-benar telah menghancurkan informasi saat menghapus file di komputer, akan tetapi perintah *delete* atau *erase* tidak benar-benar menghapus informasi file di harddisk. Meskipun gagasan tentang menghapus (“*erase*”) tergantung dari file sistem yang digunakan, pada kebanyakan kasus, penghapusan file seringkali hanya menulis ulang metadata yang menunjuk ke file, tetapi membiarkan blok-blok disk menyimpan isi-isi file yang utuh.

Pada sistem file FAT (FAT12, FAT16, VFAT, FAT32), sebuah harddisk selalu dibagi ke dalam beberapa sektor yang berisi 512 byte. Sebuah sistem file FAT mengelompokkan sektor-sektor data ke dalam beberapa *cluster*, yang terdiri dari 2^i buah sector, dimana i adalah parameter saat drive di-format. Setiap *cluster* harddisk memiliki sebuah isi (*entry*) pada FAT yang menggambarkan statusnya. *Cluster* sendiri merupakan :

- Bagian dari sebuah file, dan menunjuk ke *cluster* berikutnya dari file tersebut
- *Cluster* akhir dari sebuah file, dan menyimpan nilai khusus “*end of file*” (EOF)
- Kosong, dan pastinya nol
- Kerusakan yang ditandai

Pada intinya sebuah FAT adalah sebuah *linked list* dari *cluster* yang terkait dengan file. Ketika sebuah sistem operasi menghapus sebuah file FAT, yang terjadi adalah :

- Sistem memodifikasi huruf pertama nama file didalam ruang direktori file, yang memberikan sinyal bahwa file telah dihapus dan ruang direktori dapat dipakai lagi.
- Sistem memindahkan semua *cluster* FAT dari file ke daftar *cluster* yang kosong dari harddisk. Data actual tidak pernah tersentuh sama sekali.

Banyak pihak yang tidak mengetahui bahwa perintah *format* tidak menghapus semua informasi disk. Kebanyakan perintah *format* pada sistem operasi hanya menuliskan sistem *file* minimal, perintah itu tidak menghapus keseluruhan disk.

Teknik penghapusan media penyimpanan yang biasa dilakukan [1] adalah :

- Menghancurkan/merusak *harddisk* secara fisik.
- Membalik bidang magnetik pada disk bolak-balik sebanyak mungkin (degaussing) untuk mengacak daerah magnetik.
- Menimpa ulang (overwritten) data sehingga tidak bisa dikembalikan (recovered).

Perusakan secara fisik media relatif sulit dan tidak memuaskan, dan karena penggunaan sistem operasi untuk menghapus *file* tidak benar-benar menghapusnya, banyak pihak yang memilih menghapus informasi dari *harddisk* dengan cara menimpa data dengan data lainnya sehingga data yang asli tidak dapat dikembalikan lagi.

3. Metode Pengembalian Data yang disimpan pada Media Magnetik

Magnetik Force Microscopy (MFM) adalah teknik terbaru untuk menggambarkan pola magnetisasi dengan resolusi tinggi dan persiapan sample yang minimal. Teknik ini diperoleh dari *scanning probe microscopy* (SPM), yang menggunakan sebuah ujung magnetik yang tajam yang ditempelkan pada sebuah penopang yang fleksibel, dimana ujung magnetik itu berinteraksi dengan medan yang menyimpang yang berasal dari sample. Sebuah gambaran medan pada permukaan dibentuk oleh gerakan menyilang ujung permukaan magnet dan ukuran tenaga (atau *force gradient*) sebagai sebuah fungsi posisi. Kekuatan interaksi diukur oleh pantauan posisi penopang yang menggunakan sebuah *optical interferometer* atau *tunneling sensor*.

Magnetik force scanning tunneling microscopy (STM) adalah sebuah teknik terbaru lainnya yang menggunakan sebuah ujung *probe* yang pada dasarnya dibuat dengan cara melapiskan nikel murni kepada permukaan yang belum dibentuk, mengelupaskan lapisan film tipis dari substrat yang dilapiskan, melapisinya dengan lapisan tipis emas untuk meminimalkan karat, dan memasangnya pada sebuah *probe* yang ditempatkan pada potensial bias (biasanya sepersepuluh nano amper pada tegangan DC) sehingga elektron-elektron dari permukaan yang dites dapat menyeberangi celah ke ujung *probe* (atau sebaliknya). *Probe* tersebut dipindai

sepanjang permukaannya agar dianalisis sebagai sebuah sistem yang umpan balik yang senantiasa menyesuaikan posisi vertikal untuk menjaga arus agar konstan. *Image* (citra) kemudian dihasilkan dengan cara yang sama seperti halnya MFM. MFM dapat dijalankan terhadap lapisan pelindung yang sangat kuat yang diterapkan pada media magnetik, memerlukan sampel persiapan sedikit bahkan tidak sama sekali, dan dapat memberikan hasil dalam waktu singkat.

Bahkan untuk pengguna yang belum berpengalaman pun, waktu untuk mulai mendapatkan *image* data dari lempengan *drive* sekitar 5 menit. Untuk mulai mendapatkan *image* dari *track* tertentu perlu pengetahuan lebih. Ketika lokasi yang tepat sudah ditemukan, sebuah *image* memerlukan sekitar 2-10 menit tergantung dari keahlian operator dan resolusi yang diperlukan. Dengan satu atau lebih MFM dimungkinkan untuk mengotomatiskan sebuah urutan pengumpulan, dan secara teori memungkinkan untuk mengumpulkan *image* dari seluruh *disk* dengan cara merubah *software* pengendali MFM.

Ada ratusan SPM yang digunakan sekarang ini, beberapa diantaranya memiliki fungsi khusus untuk menganalisis lempengan *disk drive*. SPM ini dapat digunakan dengan *programmable controller* yang baik dan *software* analisis untuk mengotomatiskan proses pengembalian data.

Jika mengamati teknik MFM, menghapus data dari media magnetik sangatlah sulit. Masalahnya terletak pada kenyataan dimana data dituliskan ke medium, *head* penulis menentukan polaritas magnet. Keadaan ini secara parsial dikarenakan ketidakmampuan peralatan penulis untuk menuliskan ke lokasi yang sama dengan tepat setiap waktu, dan secara parsial disebabkan variasi pada kepekaan media, dan kekuatan media sepanjang waktu dan diantara peralatan-peralatan tersebut.

Di dalam proses konvensional, ketika nilai "satu" dituliskan ke *disk*, media merekam "satu", dan ketika "nol" dituliskan media merekam "nol". Akan tetapi pengaruh aktual cenderung menghasilkan nilai 0,95 ketika "nol" ditimpa oleh "1", dan 1,05 ketika "satu" ditimpa oleh "satu". Lintasan *disk* yang normal telah diatur sehingga kedua nilai tersebut dibaca akan terbaca sebagai nilai-nilai tersebut. Pengembalian

dari paling sedikit satu atau dua lapis data yang ditimpa tidaklah terlalu sulit, dilaksanakan dengan cara membaca sinyal dari *head* analog elektronik dengan menggunakan sebuah osiloskop berkemampuan tinggi, yang dapat melakukan sampling digital, memindahkan bentuk gelombang yang di-*sample* ke PC, dan menganalisisnya didalam *software* untuk mengembalikan sinyal yang direkam sebelumnya. Yang dilakukan *software* adalah membuat sebuah pembacaan sinyal yang ideal dan mengurangnya dari apa yang dibaca secara aktual, meninggalkan selisih dari sisa-sisa sinyal sebelumnya.

Dengan menggunakan MFM, dapat dilakukan yang lebih dari itu. Selama pembacaan ulang yang normal, sebuah *head* konvensional merata-ratakan sinyal yang ada di seluruh *track*, dan sisa-sisa magnetisasi di tepi *track* memberikan kontribusi persentase yang kecil dari *noise* terhadap sinyal total. Wilayah sampling terlalu luas untuk mendeteksi sisa-sisa magnetisasi pada tepi *track* secara berbeda-beda, sehingga data yang ditimpa dan yang masih ada (disamping data yang baru) tidak dapat dikembalikan tanpa menggunakan teknik khusus seperti MFM atau STM. Kebanyakan *drive* mampu melakukan *microstepping head* untuk mendiagnosa bagian internal dan untuk keperluan *error recovery*. Tetapi menulis ke media ketika *head* tidak pada *track*-nya (off-the track), untuk menghapus sisa-sisa sinyal, memiliki terlalu banyak resiko yang berkenaan dengan membuat *track* yang berdampingan dari yang tidak dapat dibaca menjadi berguna. Teknik-teknik khusus ini memungkinkan data dikembalikan dari media magnetik lama setelah *head* baca/tulis tidak mampu membaca apapun yang berguna.

Simpangan posisi *head* dari *track* semula dapat meninggalkan kepingan-kepingan yang signifikan dari data sebelumnya di sepanjang tepi *track* yang relatif tidak tersentuh. Data yang baru dituliskan, muncul sebagai pita lebar yang gelap dan terang pada *image* MFM dan STM. Wilayah-wilayah dimana data baru dan lama saling tumpang tindih, membuat magnetisasi yang berlanjut diantara keduanya. Akan tetapi, beberapa micron pita penghapusan, yang tidak memiliki magnetisasi yang pasti, dibuat pada sambungan *track* yang baru dan lama. Daerah penulisan pada pita penghapusan berada diatas koersifitas media dan akan merubah magnetisasi pada

daerah ini, tetapi ukurannya tidak cukup tinggi untuk membuat transisi baru yang baik.

Sebagai tambahan, lebar *track* baru menampilkan modulasi yang tergantung pada hubungan fase diantara pola-pola baru dan lama, memungkinkan data sebelumnya dikembalikan, meskipun jika pola-pola data lama itu sendiri tidak lagi berbeda. Penimpaan (*overwrite*) juga tergantung dari posisi *head* tulis relatif terhadap *track* semula yang ditulisi. Jika *head* secara langsung terarah dengan *track*, kinerja penimpaan relatif baik; saat *head* pindah *track*, kinerjanya menurun yang ditandai dengan komponen-komponen sisa dari data semula dibaca kembali sepanjang sinyal baru yang dituliskan.

4. Penghapusan Data yang disimpan pada Media Magnetik

Karena penghapusan data dengan cara merusak secara fisik relatif tidak diterima dan menimbulkan ketidakpuasan, serta karena menggunakan sistem operasi untuk menghapus data tidak efektif, maka banyak orang lebih memilih penghapusan data pada *harddisk*-nya dengan cara *overwriting* (menimpa data dengan data lain), sehingga data yang asli tidak bisa dikembalikan lagi oleh pihak yang tidak berhak atas data tersebut. Jika data telah di-*encode* dengan tepat, akan lebih mudah untuk memilih pola penimpaan “satu” dan “nol”, dan menulisnya secara berulang-ulang. *Disk* pada umumnya menggunakan beberapa bentuk *run-length limited* (RLL) *encoding*, sehingga penulisan nilai-nilai “satu” yang berdampingan tidak terjadi. *Encoding* ini digunakan untuk memastikan bahwa transisi tidak ditempatkan terlalu dekat, atau terpisah terlalu jauh, yang berarti bahwa *drive* akan gagal membaca data yang ada pada *track*.

Untuk menghapus media magnetik, kita perlu menyimpannya berkali-kali dengan pola-pola yang berbeda agar dapat menempatkannya pada medan magnet yang berosilasi cukup cepat. Sayangnya, menjenuhkan permukaan disk cukup rumit, dan sinyal frekuensi yang sangat tinggi hanya “menggores permukaan” media magnetik.

Frekuensi penulisan menentukan seberapa efektif data dapat ditimpa sehubungan dengan ketergantungannya terhadap medan yang diperlukan untuk menyebabkan

pertukaran magnetik pada panjang waktu dari *field* yang digunakan. Pengujian-pengujian pada sejumlah *head disk drive* tertentu menunjukkan sebuah selisih yang mencapai 20 dB pada kinerja penimpaan saat data direkamkan pada 40 KFCI (*kilo flux change per inch*). Rata-rata kinerja terbaik untuk beberapa *head* dalam sinyal *overwrite* sekitar 10 KFCI, dan yang terburuk pada 100 KFCI. Lebar penulisan *track* juga dipengaruhi oleh frekuensi penulisan – saat frekuensi naik, lebar penulisan turun baik untuk *head* MR maupun TFI. Akan tetapi, penurunan dalam lebar penulisan diimbangi dengan peningkatan di kedua sisi pita penghapusan, sehingga jumlah keduanya tetap mendekati konstan terhadap frekuensi dan setara dengan lebar penghapusan DC untuk *head*. Koersifitas media juga mempengaruhi lebar pita penghapusan dan penulisan, dimana penurunan lebar pita akan menambah koersifitas.

Untuk mencoba menulis pada frekuensi terendah yang mungkin dilakukan, maka harus ditentukan bentuk kode untuk menulis data yang dapat menghasilkan sebuah sinyal pengurai kode frekuensi rendah (*low-frequency encoded signal*).

Batasan utama pada perekaman *density* (kerapatan) adalah bahwa saat bit *density* ditingkatkan, puncak-puncak sinyal analog yang direkamkan pada media dibaca pada sebuah nilai yang menyebabkan puncak-puncak sinyal tersebut tampak tumpang tindih (*overlap*), menghasilkan interferensi antar simbol yang mengarah pada kesalahan (*error*) data. Detektor puncak tradisional membaca saluran-saluran, mencoba untuk mengurangi kemungkinan interferensi antar simbol dengan cara mengkodekan data, yang mana puncak-puncak sinyal analog dipisahkan sejauh mungkin. Rangkaian pembaca kemudian mendeteksi puncak-puncak tersebut secara akurat (kenyataannya head itu sendiri hanya mendeteksi transisi pada magnetisasi, sehingga kode perekaman yang paling sederhana menggunakan sebuah transisi untuk mengkodekan nilai “1” dan ketidakan transisi untuk mengkodekan nilai “0”. Transisi menyebabkan sebuah puncak positif/negatif pada tegangan output head). Ketika sebuah string panjang dari “0” akan membuat clock menjadi sulit, perlu diatur sebuah batas maksimum pada jumlah bilangan “0” yang berikutnya. Pemisahan puncak-puncak diterapkan sebagai bentuk dari pengkodean RLL.

Pengkodean (encoding) RLL digunakan pada kebanyakan *drive* saat ini yang digambarkan sebagai pasangan-pasangan dari batas-batas RLL (d, k), dimana d adalah jumlah minimum nilai “0” yang paling banyak muncul diantara setiap symbol “1” pada data yang dikodekan, dan k adalah jumlah maksimum. Parameter-parameter (d, k) tersebut dipilih untuk menempatkan nilai-nilai “1” yang berdekatan agar cukup jauh terpisah guna menghindari masalah-masalah yang berhubungan dengan interferensi antar simbol.

FM adalah cikal bakal kode-kode RLL, yang menuliskan sebuah bit data yang diikuti dengan sebuah bit *clock*, sehingga sebuah bit “1” dikodekan sebagai dua transisi (1 panjang gelombang), sementara sebuah bit “0” dikodekan sebagai sebuah transisi (<<panjang gelombang). Sebuah pendekatan yang berbeda dilakukan pada FM yang dimodifikasi (MFM), yang menahan bit *clock* kecuali diantara nilai-nilai “0” yang berdekatan.

Sebagai contoh : “0000” dikodekan sebagai “0(1)0(1)0(1)0(1)”,
 “1111” dikodekan sebagai, “1(0)1(0)1(0)1”, dan
 “1010” dikodekan sebagai “1(0)0(0)1(0)0”

(dimana tanda “()” adalah bit-bit clock yang disisipkan melalui proses *encoding*). Waktu maksimum diantara bit-bit “1” adalah tiga bit “0” (sehingga puncak-puncak tersebut tidak terpisah lebih dari empat periode waktu yang dikodekan), dan selalu ada sedikitnya sebuah bit “0” (sehingga puncak-puncak sinyal analog terpisah sedikitnya dua periode waktu yang dikodekan), sehingga menghasilkan (1, 3) pada kode RLL.

Berdasarkan pada bagaimana cara data dikodekan, dapat dipilih pola-pola mana dari pengubahan kembali kode (*decode*) yang ditulis agar diperoleh sinyal yang dikodekan. MFM memiliki paling banyak empat bit-waktu diantara transisinya. Frekuensi terendah yang mungkin didapat dengan cara menuliskan pengulangan pola-pola data yang di-decode “1010” dan “0101”. Data-data tersebut memiliki sebuah bit “1” untuk setiap bit “data” lainnya, dan bit-bit clock penghalang semuanya “0”.

Bit-bit yang di-*decode* hanya bergantung pada bit-bit berdekatan yang dikodekan, sehingga pola pengkodean bit-bit terkait dengan sebuah pola pengulangan dari bit-bit yang di-*decode*. Pola pengulangan dari bit-bit yang dikodekan adalah 6 bit panjangnya. Ketika nilai kode $2/3$, nilai ini berhubungan dengan pola pengulangan dari 4 bit yang di-*decode*-kan. Hanya ada 16 kemungkinan untuk pola ini, sehingga layak untuk menuliskan semuanya selama proses penghapusan. Maka untuk mencapai penimpaan yang baik dari disk RLL (1,7), pola-pola yang dituliskan adalah “0000”, “0001”, “0010”, “0011”, “0100”, “0101”, “0111”, “1000”, “1001”, “1010”, “1011”, “1100”, “1101”, “1110”, dan “1111”.

Drive-drive RLL (2,7) serupa dengan MFM, dimana sebuah sinyal delapan-bit-waktu dapat dituliskan dalam beberapa fase. Sebuah sinyal delapan-bit-waktu akan mengisi sisa *track*. Kode RLL (2,7) yang paling umum diperlihatkan pada Tabel 4.1.

Tabel 3.1 Kode RLL (2,7) yang umum

The Most Common (2,7) RLL Code	
Decoded Data	(2, 7) RLL Encoded Data
00	1000
01	0100
100	001000
101	100100
111	000100
1100	00001000
1101	00100100

Pola-pola enam-bit-waktu dapat dituliskan menggunakan pola-pola pengulangan 3-bit. Pola-pola “semua nol” dan “semua satu” tumpang tindih dengan pola-pola RLL (1,7), dengan meninggalkan enam lainnya :

001001001001001001001001
 2 4 9 2 4 9

dalam bilangan biner atau 0x24 0x92 0x49 dan 0x49 0x24 0x92 dalam bilangan heksa, dan

011011011011011011011011
 6 D B 6 D B

dalam bilangan biner atau 0x6D 0xB6 0xDB dan 0xDB 0x6D 0xB6 dalam bilangan heksa. Tiga yang pertama serupa dengan pola-pola MFM. Sehingga hanya diperlukan tiga tambahan pola untuk melengkapi drive RLL (2,7).

Terdapat 22 pola penipaan yang dapat menghapus apapun, tanpa memperhatikan pengkodean kasar. Penghapus disk yang paling rendah dapat ditingkatkan dengan cara menambahkan nilai-nilai random yang dilewatkan (pass) sebelum dan sesudah proses penghapusan, dan dengan melakukan lewatan-lewatan yang deterministik agar lebih sulit untuk menduga data mana yang dilewatkan pada titik tertentu. Urutan dari 35 penulisan dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Pola-pola MFM tertentu diulang dua kali karena *drive* MFM memiliki kerapatan paling rendah dan mudah untuk diuji. Pola-pola yang deterministik diantara penulisan-penulisan random dipermutasikan sebelum penulisan dilakukan, agar lebih menyulitkan dalam mengembalikan data-data yang telah ditimpa.

Tabel 4.2 Pola Overwrite Peter Gutmann [2]

Overwrite Data				
Pass no.	Data yang ditulis	Skema encoding ditargetkan		
1	Random			
2	Random			
3	Random			
4	Random			
5	01010101 01010101 01010101 0x55	RLL (1,7)		MFM
6	10101010 10101010 10101010 0xAA	RLL (1,7)		MFM
7	10010010 01001001 00100100 0x92 0x49 0x24		RLL (2,7)	MFM
8	01001001 00100100 10010010 0x49 0x24 0x92		RLL (2,7)	MFM
9	00100100 10010010 01001001 0x24 0x92 0x49		RLL (2,7)	MFM
10	00000000 00000000 00000000 0x00	RLL (1,7)	RLL (2,7)	
11	00010001 00010001 00010001 0x11	RLL (1,7)		
12	00100010 00100010 00100010 0x22	RLL (1,7)		
13	00110011 00110011 00110011 0x33	RLL (1,7)	RLL (2,7)	
14	01000100 01000100 01000100 0x44	RLL (1,7)		
15	01010101 01010101 01010101 0x55	RLL (1,7)		MFM
16	01100110 01100110 01100110 0x66	RLL (1,7)	RLL (2,7)	
17	01110111 01110111 01110111 0x77	RLL (1,7)		
18	10001000 10001000 10001000 0x88	RLL (1,7)		
19	10011001 10011001 10011001 0x99	RLL (1,7)	RLL (2,7)	
20	10101010 10101010 10101010 0xAA	RLL (1,7)	MFM	
21	10111011 10111011 10111011 0xBB	RLL (1,7)		
22	11001100 11001100 11001100 0xCC	RLL (1,7)	RLL (2,7)	
23	11011101 11011101 11011101 0xDD	RLL (1,7)		
24	11101110 11101110 11101110 0xEE	RLL (1,7)		
25	11111111 11111111 11111111 0xFF	RLL (1,7)	RLL (2,7)	
26	10010010 01001001 00100100 0x92 0x49 0x24		RLL (2,7)	MFM
27	01001001 00100100 10010010 0x49 0x24 0x92		RLL (2,7)	MFM
28	00100100 10010010 01001001 0x24 0x92 0x49		RLL (2,7)	MFM
29	01101101 10110110 11011011 0x6D 0xB6 0xDB		RLL (2,7)	
30	10110110 11011011 01101101 0xB6 0xDB 0x6D		RLL (2,7)	
31	11011011 01101101 10110110 0xDB 0x6D 0xB6		RLL (2,7)	
32	Random			
33	Random			
34	Random			
35	Random			

5. Metode Lain Penghapusan Media Magnetik

Metode lain penghapusan media magnetik adalah *degaussing* (sebuah proses dimana media perekaman dikembalikan ke keadaan awal) dan penghancuran secara fisik. *Degaussing* diakui efektif, dalam hal ini penghapusan data secara tetap dari media disk magnetik, dan akan bekerja pada banyak *drive*.

Pertukaran partikel magnetik domain-tunggal dari sebuah arah magnetisasi ke yang lainnya memerlukan penguasaan dari sebuah penghalang energi, dengan bantuan medan magnet dari luar untuk melemahkan penghalang tersebut. Pertukaran ini tergantung tidak hanya dari kekuatan medan dari luar, tapi juga pada panjangnya waktu yang digunakan. Untuk media *drive* tertentu, medan berjangka pendek yang diperlukan kira-kira 1/3 lebih tinggi dari koersifitas media agar cukup mengganti daerah magnetik sehingga dapat digunakan dalam perekaman sebuah sinyal.

Dengan demikian, untuk menghapus sebuah medium secara efektif diperlukan kira-kira lima kali koersifitas medium. Meskipun kecil medan magnet eksternal cocok menghambat operasi normal sebuah *harddisk*. Koersifitas (diukur dalam Oersted Oe) adalah sifat bahan magnetik dan didefinisikan sebagai jumlah medan magnet yang penting untuk mengurangi induksi magnet dalam bahan hingga nol, semakin tinggi koersifitas, semakin sulit menghapus data dari sebuah medium. Gambaran dari beberapa jenis media magnetik ditampilkan pada Tabel 5.1.

Degaussing media disk sedikit lebih sulit, sehingga sulit untuk menghapus dari luar. Seperti halnya penghancuran secara fisik, perlu digunakan peralatan khusus, misalnya degausser berkekuatan 2,5 MW yang digunakan Angkatan Laut AS untuk men-degauss *harddisk* 14" kurang dari 1 menit. Alat ini membengkokkan lempengan *drive* dan berhasil menghapus media diatas kemampuan dari cara-cara untuk mengembalikan data.

Tabel 5.1 Gambaran Beberapa Jenis Media Magnetik

Media	Koersifitas
5.25" 360K floppy disk	300 Oe
5.25" 1.2M floppy disk	675 Oe
3.5" 720K floppy disk	300 Oe
3.5" 1.44M floppy disk	700 Oe
3.5 2.88M floppy disk	750 Oe
3.5 21M floptical disk	750 Oe
Harddisk lama (1980-an)	900-1400 Oe
Harddisk baru (1990-an)	1400-2200 Oe
½" magnetik tape	300 Oe
¼" magnetik tape	550 Oe
8 mm metallic particle tape	1500 Oe
DAT metallic particle tape	1500 Oe

6. Lebih Jauh Tentang Media Magnetik

Kemampuan untuk menghapus pada media disk akan menurun beberapa dB. Kemungkinan untuk menghapus data tergantung pada lamanya waktu disimpan pada media, bukan pada umur media itu sendiri.

Ketergantungan koersifitas media pada suhu dapat mempengaruhi kemampuan untuk menimpa data jika data pada awalnya direkamkan pada suhu dimana tingkat koersifitas rendah, kecuali jika ditimpa pada suhu dimana koersifitas relatif tinggi.

Keadaan ini penting bagi harddisk, dimana suhu bervariasi tergantung pada seberapa lama harddisk digunakan, seberapa sering digunakan, dan kapan terakhir digunakan. Kinerja dari penyimpanan tidak hanya tergantung suhu media, tetapi juga pada suhu head baca/tulis.

Isu lainnya yang perlu diperhatikan adalah kemampuan peralatan penyimpanan yang terbaru untuk memulihkan diri dari kerusakan dengan berbagai cara perbaikan kesalahan. Sekalipun jika data dihapus, besar kemungkinannya untuk mengembalikan data dengan kemampuan bawaannya untuk memperbaiki kesalahan.

7. Kesimpulan

Penghapusan data/informasi yang sifatnya pribadi rahasia pada media penyimpanan magnetik perlu dilakukan dengan metode yang tepat, sehingga informasi-informasi tersebut tidak jatuh ke tangan pihak yang salah.

Beberapa cara yang digunakan untuk menghapus file/informasi dari media magnetik adalah menghancurkan secara fisik media, menimpa data dengan data yang lain (*overwriting*), dan degaussing.

Faktor penting lainnya untuk menjamin keberhasilan penghapusan file secara efektif adalah ketergantungan koersivitas media terhadap suhu dan waktu/lamanya data tersimpan di harddisk. Semakin lama sebuah data berada di dalam harddisk, semakin sulit pula data itu untuk dihapus. Harddisk-harddisk baru pada umumnya dilengkapi dengan proses-proses pemulihan dari kerusakan, sehingga penghapusan terhadap harddisk baru juga akan sedikit lebih sulit.

Daftar Pustaka

- [1] Simson L Garfinkel & Abhi Shelat, "Remembrance of Data Passed: A Study of Disk Sanitization Practices", *IEEE Security & Privacy*, January/Februari 2003
- [2] P. Gutmann, "Secure Deletion of Data from Magnetic and Solid-State Memory", www.cs.auckland.ac.nz/~pgut001/pubs/secure_del.html