JURNAL SAINS TEKNOLOGI & LINGKUNGAN

Homepage : http://jurnal.unram.ac.id/index.php/jstl
ISSN : 2477-0329 (cetak), E-ISSN : 2477-0310 (online)

SISTEM KEAMANAN NILAI AKADEMIK *ONLINE* BERBASIS KODE *HASH* DENGAN IDENTITAS *SERVER* SEBAGAI PARAMETER VALIDASI

[1])ArioYudoHusodo, [1])I Gede Pasek Suta Wijaya, [1])Heri Wijayanto
[1]) Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknik Universitas Mataram

Kata kunci :
Sistemkeamanan, data akademik,enkripsi, *hash*

Abstrak

Pada Sistem Informasi Akademik Fakultas Teknik Universitas Mataram (SIA FT Unram) dimungkinkan adanya pihak tidak berwenang untuk mengubah data akademik mahasiswa. Hal ini dikarenakan data akademik mahasiswa disimpan dalam bentuk teks biasa pada basis data *server* SIA FT Unram. Pengubahan nilai akademik secara illegal ini tentunya dapat merugikan banyak pihak. Keamanan data yang disimpan pada basis data SIA FT Unram merupakan suatu aspek yang perlu dijaga. Keamanan data SIA FT Unram berguna untuk menciptakan system informasi yang dapat menjaga privasi dan validitas data yang disimpan. Pada penelitian ini dibangun system pengamanan informasi penting pada basis data SIA FT Unram menggunakan metode *encryption of data in motion*. Metode yang digunakan pada penelitian ini berbasis kode *hash* sebagai kode validasi keabsahan suatu nilai akademik .Metode ini memetakan data akademik mahasiswa menjadi *string* dengan panjang yang tetap. Pada metode ini dilakukan pengkodean terhadap suatu nilai akademik menggunakan identitas *server* dan beberapa variabel lain sebagai parameter. Fokus utama penelitian ini adalah untuk mengembangkan system pengamanan data nilai akademik yang cepat dan aman. Kode *hash* yang dihasilkan pada penelitian ini memiliki panjang 98 karakter. Waktu eksekusi pembuatan kode *hash* kurang dari 1 detik untuk 10 data nilai akademik mahasiswa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa system keamanan yang dibangun telah dapat mengamankan data nilai akademik SIA FT Unram. Metode yang dikembangkan pada penelitian ini juga terbukti tidak mengurangi waktu kerja SIA FT Unram secara signifikan.

Key words :
Information security, academic grade, encryption, hash

Abstract

It is possible for illegal intruder to manipulate students academic data in Academic Information System of Engineering Faculty - Mataram University (SIA FT Unram). It happens because academic data in SIA FT Unram database sever is saved as plaintext data. Any illegal change of academic grade certainly will cause negative effects for many users. Database security of SIA FT Unram is an important aspect that should be protected.The protection is used to build secure information system that is able to keep privacy and validity of its saved data.This research builds a security system to protect important data saved on SIA FT Unram database using encryption of data in motion method.The method is based on hash code as validity code. This security method is implemented by mapping a student's academic data to a fixed-length string. The length of the string is 98 characters. The execution time needed to map the academic data is less than 1 second for 10 students. The method usesserver identity and other variables related to academic grade as paramaters. The main focus of this study is to build an academic grade data security system that is safe and secure. The experimental results show that the security system built in this research can protect academic grade data of SIA FT Unram. The security system is also proven insignificantly decrease the working time of SIA FT Unram.

✉ Alamat koresponden penulis: E-mail : ario@alumni.itb.ac.id

PENDAHULUAN

Sebagai salah satu contoh web-based SIA (Sistem Informasi Akademik), SIA FT Unram merupakan suatu SIA yang informatif di dalam memberikan informasi akademik. Sejak tahun 2003, FT Unram telah menggunakan suatu SIA yang terpercaya untuk menyimpan data-data akademik mahasiswa (Jurusan Teknik Elektro, 2005). Ditinjau dari aspek keamanan informasi SIA FT Unram memungkinkan adanya pihak tidak berwenang untuk mengakses dan mengubah data akademik. Hal ini dikarenakan data akademik disimpan dalam bentuk *plain text* pada basis data *server* yang digunakan oleh SIA FT Unram. Apabila terdapat pihak yang tidak berwenang berhasil mengubah data-data akademik mahasiswa, tentunya dapat menimbulkan kerugian bagi banyak pihak. Hal ini dapat mengakibatkan menurunnya tingkat kepercayaan masyarakat terhadap sistem akademik FT Unram.

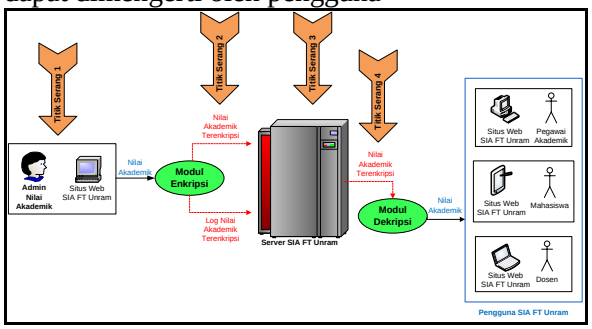
Saat ini telah berkembang beragam metode enkripsi basis data, seperti metode *encryptionof data in motion* ataupun metode *encryption of data at-rest*. Setiap metode enkripsi memiliki kelebihan dan kekurangannya masing-masing.Terdapat metode enkripsi yang memiliki tingkat keamanan tinggi tetapi waktu pemrosesannya lama dan kurang fleksibel terhadap perubahan *password* ataupun distribusi*password*. Di sisi lain, terdapat metode enkripsi dengan waktu pemrosesan cepat tetapi kurang aman. SIA FT Unram dirancang agar dapat mengakomodir banyaknya pengguna yang mengakses SIA FT Unram pada saat yang bersamaan. Hal ini mengindikasikan bahwa pengamanan data SIA FT Unram memerlukan metode enkripsi yang cepat dan aman. Selain itu, metode tersebut juga harus tidak bergantung pada terbatasnya pihak yang mengetahui kunci penyandian.

Pada penelitian ini dilakukan suatu rancangan, analisis, dan pengujian terhadap metode enkripsi yang dapat mengamankan data akademik SIA FT Unram sesuai kebutuhan. Hal ini dilakukan agar dapat mewujudkan SIA FT Unram yang mudah diakses, aman, dan terpercaya. Pada penelitian ini fokus pengamanan basis data *server* diarahkan kepada pengamanan data nilai akademik mahasiswa FT Unram. Hal ini dilakukan karena nilai akademik seorang mahasiswa merupakan data yang paling penting untuk diamankan dalam SIA FT Unram.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini merupakan pelengkap dari penelitian tentang SIA FT Unram. Penelitian ini menitikberatkan pada rancang bangun sistem pengamanan data nilai akademik mahasiswa. Penelitian ini dilaksanakan pada Bulan Juni 2014 sampai dengan Bulan November 2014 di Laboratorium Sistem Cerdas FT Unram. Gambar 1 menunjukkan rancangan global dari sistem yang dibangun pada penelitian ini. Pada gambar ini, sistem pengamanan data nilai akademik pada penelitian ini ditunjukkan oleh lingkaran berwarna hijau.

Rancangan sistem yang dilakukan pada penelitian ini terdiri atas dua modul utama, yaitu modul enkripsi dan modul dekripsi data nilai akademik. Kedua modul ini diintegrasikan ke dalam situs web SIA FT Unram. Ketika seorang administrator nilai akademik memasukkan nilai akademik melalui situs SIA FT Unram, nilai tersebut akan mengalami tahap pemrosesan awal.Pada tahap pemrosesan awal, nilai akademik akan diolah oleh modul enkripsi untuk diubah menjadi suatu data tersandikan. Selanjutnya, modul enkripsi mengirimkan data tersebut disertai dengan log masukan data nilai akademik terenkripsi ke dalam basis data *server* SIA FT Unram. Ketika pengguna SIA FT Unram ingin mengetahui suatu nilai akademik, maka SIA FT Unram akan mengirimkan data nilai akademik terenkripsi kepada pengguna.Selanjutnya data yang diterima tersebut akan diolah oleh modul dekripsi. Modul dekripsi bertugas untukmengubah data terenkripsi menjadi data nilai akademik yang dapat dimengerti oleh pengguna

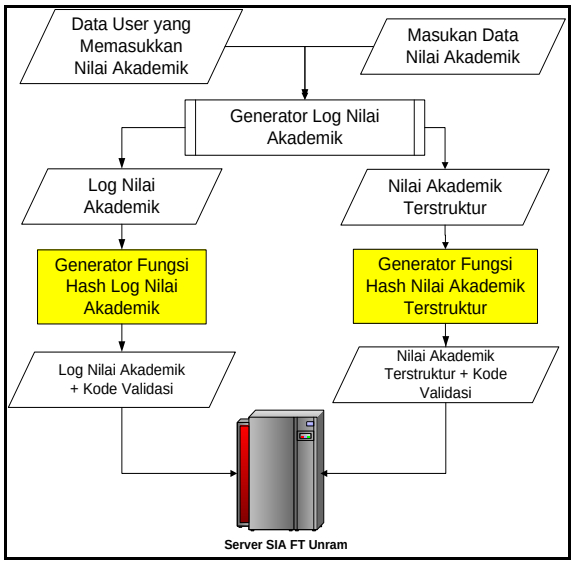


Gambar 1. Diagram Global Sistem Pengamanan Data Nilai Akademik pada SIA FT Unram

Berdasarkan hasil analisis, metode kriptografi fungsi hash cocok digunakan untuk mengamankan data nilai akademik SIA FT Unram secara efektif dan efisien. Pada metode ini, data nilai akademik

dipetakan menjadi suatu data *string* dengan panjang tetap tanpa memerlukan kunci apapun. Penggunaan metode ini bukanlah digunakan untuk mengenkripsi data akademik, melainkan untuk memvalidasi keabsahan suatu data nilai akademik. Validasi dilakukan untuk mengetahui apakah nilai akademik yang tersimpan merupakan nilai akademik yang dimasukkan oleh pihak yang berwenang atau oleh *intruder.*

Pada penelitian ini, terdapat tiga mekanisme pelindungan yang dikembangkan untuk mengamankan data nilai akademik pada SIA FT Unram.Mekanisme pertama adalahpembuatan log nilai akademik. Mekanisme kedua adalah pengembangan fungsi hash untuk memvalidasi keabsahan data nilai akademik. Mekanisme ketiga adalah penyandian kode program PHP menggunakan modul PHP *codeobfuscator*. Gambar 2memperlihatkan desain umum sistem yang dibangun untuk mengamankan data nilai akademik pada SIA FT Unram. Pada gambar tersebut terlihat segala aktivitas pemasukan nilai akademik selalu dicatat dalam bentuk log perubahan nilai akademik SIA FT Unram. Sebelum suatu log nilai akademik baru disimpan pada basis data SIA FT Unram, log nilai tersebut diberikan kode validasi. Kode validasi ini berupa suatu fungsi hash sehingga keabsahan data log nilai dapat dicek di waktu mendatang. Serupa dengan data log nilai, data nilai akademik yang hendak disimpan pada basis data SIA FT Unram terlebih dahulu diberikan tambahan kode validasi. Kode validasi inijuga berupa suatu fungsi hash sehingga pengecekan keabsahan suatu data nilai akademik dapat dilakukan secara lebih sistematis.



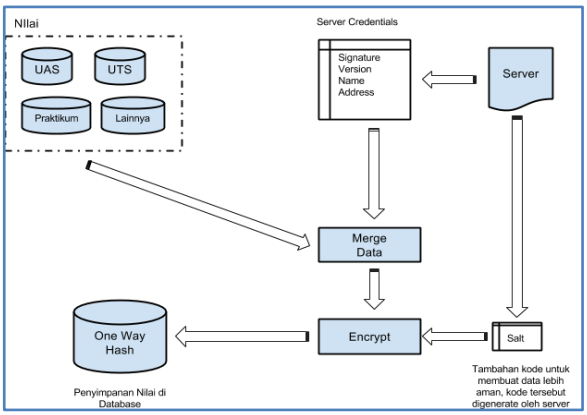
Gambar 2. Desain Sistem Pengamanan Data Nilai Akademik

Agar dapat memberikan fungsi pengamanan optimal, fungsi hash yang digunakan perlu bersifat rahasia dan sistematis. Untuk menjaga kerahasiaan fungsi hash, kode PHP untuk yang berisikan modul pemetaan fungsi hash diamankan menggunakan modul PHP *codeobfuscator*.Sebagai penunjang, untuk menjaga sistematika fungsi hash, diperlukan analisa terhadap variabel-variabel yang diperlukan sebagai parameter untuk melakukan pemetaan.

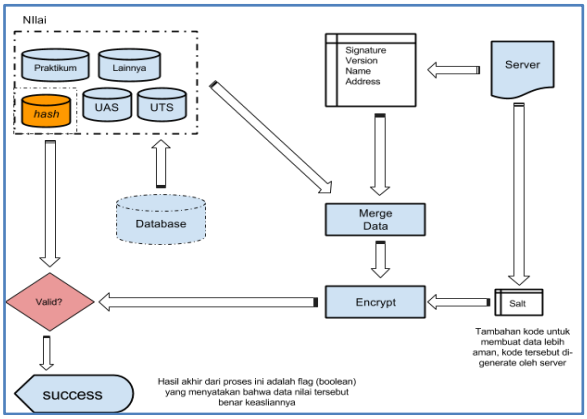
Variabel berupa data nilai akademik mahasiswa merupakan parameter wajib yang perlu digunakan untuk melakukan pemetaan fungsi hash terhadap data nilai akademik. Variabel ini meliputi NIM mahasiswa, kode mata kuliah, dan nilai seorang mahasiswa pada suatu mata kuliah.Di sisi lain, untuk melakukan pemetaan fungsi hash terhadap data log nilai akademik diperlukan beberapa variabel tambahan. Variabel tambahan ini meliputi identitas *user*, alamat IP *user*, dan waktu pengubahan data nilai akademik. Namun demikian, mengamankan suatu fungsi hash hanya berdasarkan parameter-parameter tersebut tergolong kurang aman karena parameter yang digunakan masih tergolong sedikit. Untuk itu, pada penelitian ini, digunakan beberapa variabel tambahan sebagai parameter pemetaan fungsi *hash*. Variabel tambahan tersebut antara lain *Server* Signature, *Server* Software, *Server* Name, dan *Server* Address. Keempat parameter ini dipertimbangkan untuk digunakan karena

bersifat unik untuk setiap *server* dan sulit diduplikasi.

Pada penelitian ini digunakan fungsi ”*crypt*()” dari PHP untuk melakukan pemetaan fungsi hash karena fungsi tersebut memiliki tingkat kebobolan dekripsi yang rendah. Pada Gambar 3 terlihatdi awal proses enkripsi, sistem menambahkan beberapa kode otomatis yang dibangun oleh *server* sebagai modul pelengkap. Hal ini dilakukanuntuk lebih meningkatkan keamanan fungsi hash yang digunakan untuk mengamankan data nilai akademik pada SIA FT Unram. Selanjutnya, data nilai akademik dipetakan menggunakan fungsi ”*crypt*()” dari PHP. Pemetaan suatu data log nilai menjadi suatu kode validasi juga memiliki desain sistem yang serupa dengan gambar tersebut. Pada proses pemetaan log nilai, parameter identitas *user*, alamat IP *user*, dan waktu pengubahan data nilai akademik disimbolkan sebagai ”parameter lainnya”. Gambar 4 menunjukkan proses validasi terhadap suatu data nilai akademik ketika kode validasi nilai akademik telah tercipta.Awal mula proses ini dilakukan dengan memisahkan data nilai akademik dari kode validasi. Selanjutnya, sistem memetakan data nilai akademik lalu mencocokkan hasilnya dengan kode validasi yang tersimpan di basis data. Proses validasi terhadap data log nilai pada dasarnya juga memiliki tahapan yang serupa dengan proses yang tertera pada gambar yang dimaksud.



Gambar 3. Desain Sistem Enkripsi untuk Mengamankan Data Nilai Akademik



Gambar 4. Desain Sistem Validasi Data Nilai Akademik

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penyandian kode program PHP menggunakan modul PHP *codeobfuscator* merupakan mekanisme menggunakan situs *online* gratis untuk memetakan suatu kode program PHP.Pemetaan ini mengubah kode PHP yang dapat dimengerti oleh manusia menjadi kode program PHP yang tidak dapat dimengerti manusia.Gambar 5 menunjukkan contoh hasil pemetaan yang dimaksud. Pada penelitian ini dibangun sebuah sistem pengamanan data nilai akademik pada SIA FT Unram berupa tambahan tiga modul pada situs web SIA FT Unram. Modul pertama adalah sebuah tabel log perubahan nilai pada basis data SIA FT Unram. Modul kedua adalah*page log* nilai pada situs web SIA FT Unram. Modul ketiga adalah tambahan *field*validasi pada tabel nilai akademik yang tersimpan pada basis data SIA FT Unram. Penambahan ketiga modul ini dilengkapi dengan kode program pengamanan yang berfungsi untuk mengamankan data nilai akademik pada SIA FT Unram.

Gambar 5. Contoh Kode PHP Sebelum dan Sesudah Diolah Menggunakan *CodeObfuscator*

Pengujian pada penelitian ini dilakukan pada komputer *client*dan komputer *server* berbeda. Komputer *client* yang digunakan memiliki merk Dell Optiplex 3010 dengan spesifikasi prosesor Intel Core I3 2.3 GHz, RAM 2GB, Hard-Disk 500GB. Di sisi

lain, komputer *server*yang digunakan memiliki merk HP Prolian ML 160G dengan spesifikasi prosesor Intel Ceon 1,6 GHz dengan RAM 2 GB dan Hard-Disk 160 GB. Waktu eksekusi untuk membangun kode validasi menggunakan suatu fungsi *hash* adalah kurang dari 1 detik untuk 10 data nilai akademik mahasiswa. Hal ini menunjukkan bahwa kode pemetaan fungsi *hash* yang dikembangkan pada penelitian ini tergolong efisien.

Untuk melakukan pengujian, digunakan sebuah web *server* 1 yang dimasukkan sebuah data nilai baru. Gambar 6menunjukkanmatakuliah dengan ID = 20201120051MK193 yang diambil oleh mahasiswa dengan NIM = F1B008004 memiliki nilai akhir = 90. Ketika sistem membangun kode validasi untuk data ini, sistem akan menghasilkan nilai *hash* = "6nuZMQ.8u$wH8tYamu4X5wH03fRtuzlwk97z AgRuFANATPp5.rLaJYRh/iyn.mbR9zG7kn58ES0lo HQiYzEvp1m7R6VYnGs/", dengan ukuran panjang sebesar 98 karakter.

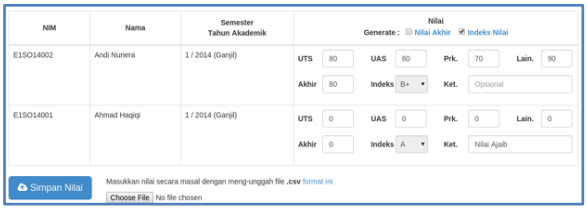
id_mk	tahun_akademik 4 digit pertama adalah tahun.	nim	nilai_akhir total nilai akhir	hash nilai hasi gabungan antara nilai_akhir+server_signature+server_software+server_name+server_addr
20201120051MK193	20142	F1B008004	90	6nuZMQ.8u$wH8tYamu4X5wH03fRtuzlwk97zAgRuFANATPp5...

Gambar 6. Contoh Hasil Kode *Hash* Suatu Nilai Akademik

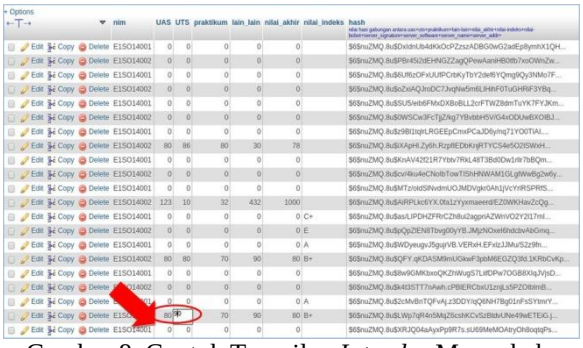
Berdasarkan Gambar 6 terlihat bahwa proses pembangunan kode hash tergolong rumit apabila dilakukan tanpa bantuan komputer. Hal ini mengindikasikan bahwa seorang *intruder* perlu mengetahui kode enkripsi yang digunakan pada penelitian ini untuk dapat menyerang sistem keamanan SIA FT Unram. Apabila suatu saat terdapat *intruder* yang berhasil membuat suatu data nilai akademik palsu dengan mengeksekusi kode program enkripsi tersebut di luar *server*Unram, hasil kode validasi yang diperoleh tentu akan berbeda. Hal ini terjadi karena terdapat variabel identitas *server*yang digunakan sebagai parameter untuk melakukan enkripsi. Tabel 1 menunjukkan nilai *hash* yang dihasilkan oleh dua buah *server*berbeda untuk data nilai akademik yang sama. Hal ini menunjukkan bahwa sistem keamanan SIA FT Unram sulit ditembus meskipun seorang *intruder* mengetahui kode program enkripsi yang digunakan.

Tabel 1. Kode *Hash* yang Dihasilkan untuk Data Nilai Akademik pada Gambar 6

***Server* yang Digunakan**	**HasilKode Hash**
*Server*Unram	6nuZMQ.8u$wH8tYamu4X5wH03fRtuzlwk97zAgRuFANATPp5.rLaJYRh/iyn.mbR9zG7kn58ES0loHQiYzEvp1m7R6VYnGs/
*Server*dariLuarUnram	6nuZMQ.8u$83ijpTjVpegti3kUyBU4utcKg/3YuBfb4H012nC4So3kanBB0epx10JmI2crhI0GBAq5b6DRJwzD87WhDNFsH1

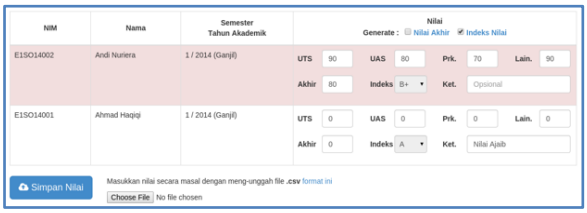


Gambar 7. Contoh Pemasukan Data Nilai Akademik Melalui Sistem



Gambar 8. Contoh Tampilan *Intruder* Mengubah Nilai Akademik Secara Ilegal

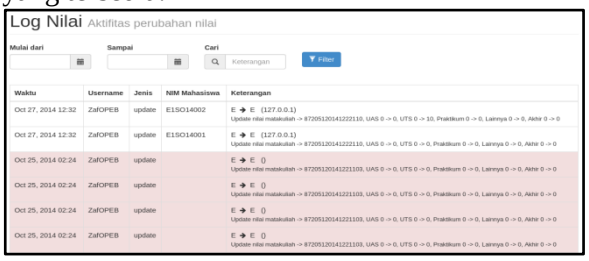
Gambar 7 menunjukkan contoh simulasi pemasukan data nilai akademik dua orang mahasiswa. Misalkan terdapat intruder yang ingin melakukan pengubahan nilai akademik mahasiswa dengan NIM E1S014002 secara ilegal.Gambar 8 menunjukkan contoh percobaan *intruder* untuk menerobos masuk ke sistem basis data SIA FT Unram. Apabila hal ini dilakukan, ketika suatu halaman nilai akademik dibuka oleh seorang *user*, maka sistem akan memberikan notifikasi keberadaan data yang tidak valid. Pada Gambar 9 terlihat bahwa ketika terindikasi data nilai akademik mahasiswa NIM E1S014002 untuk suatu mata kuliah tergolong tidak valid, sistem akan memberikan notifikasi. Notifikasi ini berupa tanda latar belakang berwarna merah untuk data tersebut.



Gambar 9. Contoh Notifikasi Keberadaan Data Nilai Akademik Tidak Valid

Untuk meningkatkan keamanan data nilai akademik pada SIA FT Unram ditambahkan modul pencatatan log aktivitas perubahan nilai. Prinsip kerjanya adalah mencatat identitas *user* yang melakukan perubahan nilai, waktu

perubahan nilai, serta data nilai akademik yang berhubungan dengan perubahan yang terjadi. Sebagai catatan, proses pembuatan *field* validitas keabsahan data log nilai serupa dengan proses pembuatan kode hash untuk *field* validitas keabsahan data nilai akademik. Gambar 10 menunjukkan contoh tampilan halaman untuk melihat aktivitas perubahan nilai yang terjadi pada SIA FT Unram. Untuk lebih mengamankan validitas data akademik SIA FT Unram, sistem yang dibangun pada penelitian ini diatur agar dapat melakukan automatic *back up.*Proses ini dilakukan pada selang waktu tertentu sehingga apabila terjadi kerusakan data pada basis data, sistem dapat melakukan *recovery* dari *back up* yang tersedia.



Gambar 10. Contoh Tampilan Halaman Pencatatan log Perubahan Nilai Akademik

Untuk setiap halaman log nilai ataupun halaman pemasukan data nilai akademik, sistem hanya memperbolehkan *user* dengan hak akses tertentu saja yang dapat mengaksesnya. Halaman pemasukan data nilai akademik hanya dapat diakses oleh operator program studi dan dosen suatu mata kuliah.Halaman log nilai hanya dapat diakses oleh administrator utama SIA FT Unram. Oleh karena itu, tingkat keamanan akses untuk kedua halaman ini tergolong baik. Apabila terdapat *intruder* yang berhasil membobol akun operator program studi atau dosen, rekam jejak aktivitas *intruder* tersebut akan dicatat otomatis oleh sistem.Dengan demikian, proses pelacakan aktivitas ilegal dapat diketahui melalui catatan yang tertera pada log nilai akademik yang tersimpan pada basis data SIA FT Unram.

Pengaksesan terhadap halaman pemasukan nilai akademik dilengkapi dengan fitur *cross check.* Fitur ini memungkinkan seorang dosen dapat memantau masukan nilai akademik yang sudah dimasukkan oleh dirinya atau operator program studi. Dengan adanya fitur ini, kesalahan pemasukan data nilai akademikdapat dideteksi oleh dosen mata kuliah yang bersangkutan. Selain itu, mahasiswa juga dapat melihat nilai akademik yang diperolehnya secara otomatis setelah suatu data nilai akademik dimasukkan oleh dosen atau operator program studi. Dengan demikian, apabila terdapat mahasiswa yang merasa dirugikan berkaitan dengan nilai akademik yang diperolehnya, mahasiswa tersebut dapat melakukan konsultasi ke pihak-pihak terkait.

Apabila serangan *intruder* dilakukan secara langsung ke basis data SIA FT Unram, terdapat dua kemungkinan utama serangan. Pertama yaitu pada kode program (*script*) yang memuat instruksi pada halaman web SIA FT Unram. Kedua yaitu pada basis data yang tersimpan pada SIA FT Unram. Jika serangan dilakukan terhadap script halaman web, dengan penggunaan modul PHP *codeobfuscator*, serangan semacam ini menjadi tidak berguna. Hal ini karena *intruder* akan kesulitan memahami *script* yang tersimpan di SIA FT Unram seperti yang ditampilkan di depan pada Gambar 5. Jika serangan dilakukan terhadap data pada basis data, dengan adanya kode hash untuk validasi data nilai akademik, keabsahan suatu data nilai akademik dapat ditelusuri dengan baik. Meskipun seorang *intruder* dapat mengetahui bocoran kode program fungsi hash untuk membuat kode validasi, tindakan ilegal *intruder* tetap dapat diketahui. Hal ini dikarenakan terdapat variabel identitas *server* sebagai parameter pemetaan fungsi hash.Pemasukan kunci validasi secara ilegal akan dapat dideteksi oleh sistem seperti yang ditampilkan di depan pada Tabel 1.

Hasil analisis menunjukkan setelah penggunaan sistem keamanan yang dikembangkan pada penelitian ini, hanya tersisa satu kemungkinan serangan intruder yang tergolong berbahaya. Kemungkinan serangan iniadalah*intruder* masuk ke basis data SIA FT Unram kemudian menghapus

seluruh data nilai akademik beserta *script* halaman web SIA FT Unram. Untuk menanggulangi hal tersebut, akun administrator utama basis data SIA FT Unram perlu dibuat mengguakan *password* yang rumit dan mengganti *password* tersebut secara berkala. Hal ini ditujukan guna meminimalisasi tingkat kebocoran informasi akun administrator utama basis data SIA FT Unram. Selain itu, sebagai langkah antisipasi tambahan, sistem keamanan yang dibangun pada penelitian ini dilengkapi dengan fitur *automatic back up*.Dengan demikian, apabila terjadi kerusakan data pada basis data SIA FT Unram, *recovery* terhadap data tersebut dapat dilakukan dengan baik.

Waktu eksekusi pembuatan kode *hash*kurang dari 1 detik untuk 10 data nilai akademik mahasiswa. Hal ini menunjukkan bahwa keberadaan modul pengamanan data nilai akademik yang dikembangkan pada penelitian ini tidak menambah beban eksekusi SIA FT Unram secara signifikan. Dengan demikian, sistem pengamanan data nilai akademik yang dikembangkan pada penelitian ini sudah tergolong baik dan layak untuk digunakan.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Pembuatan sistem pengamanan nilai akademik SIA FT Unram yang efektif dan efisien memerlukan modul pembangunan kode validasi dan modul pemantauan log perubahan nilai akademik.
2. Pada penelitian ini pengembangan modul pembangunan kode validasi dan modul pemantauan log perubahan nilai akademik telah berjalan dan teruji dengan baik.
3. Waktu eksekusi pembuatan kode *hash*kurang dari 1 detik untuk 10 data nilai akademik mahasiswa.
4. Sistem pengamanan data nilai akademik yang dikembangkan tidak mengurangi waktu kerja SIA FT Unram secara signifikan dalam memberikan pelayanan informasi akademik.

DAFTAR PUSTAKA

Arief, M.R. 2005. Pemrograman Basis Data Menggunakan Transact-SQL denganMicrosof SQL Server 2000**.**Andi Offset, Yogyakarta.

Ariyus, D. 2008. PengantarIlmuKriptografiTeori, Analisis, danImplementasi. Andi Offset, Yogyakarta.

Bruce, S. 1996. *Applied Cryptography, Protocols, Algorithms, and Source Code*. C. John Wiley & Sons. Inc.

Fathansyah. 1999. Basis Data.Informatika Bandung, Bandung.

Hall, J.A. 2001.Sistem InformasiAkuntansi.Salemba Empat, Jakarta.

Jogiyanto, H. M. 1999. Analisis Dan DesainSistemInformasi. Andi Offset, Yogyakarta.

JurusanTeknikElektro. 2005. Efisiensi Internal UntukMeningkatkanKualitas Proses BelajarMengajar. LaporanAkhirPelaksanaan Program SemiQUEJurusanTeknikElektroUnram, Mataram.

Mannino, M. V. 2001. *Database Application Development and Design.*McGrawHill, New York.

Munir, R. 2006. Kriptografi. Informatika, Bandung.

Muttaqin, Z. 2010. PembuatanAplikasiEnkripsiMenggunakanMetode*AdvanceEncryption Standard*danRivest Shamir Adleman. SkripsiUniversitas Islam NegeriSyarifHidayatullah, Jakarta.

Stair, R.M. 1992. *Principles of Information Systems*. Boyd & Fraser, Boston.

Wijayanto, H.; Irmawati, B.; Munas, R. B. 2006.RancangBangunPerangkatLunakSistemInformasiAkademik di FT Unram. LaporanPenelitian DPP/SPP Unram, Mataram.

Wijayanto, H.danWidiartha, I.B.K. 2009. Halaman Websebagai*UserInterface*SistemInformasi FT Unram. LaporanPenelitian DPP/SPP Unram, Mataram.