

# Penggunaan Fungsi Hash sebagai Pengaman Label *Radio Frequency Identification*

Septu Jamasoka (13509080)  
Program Studi Teknik Informatika  
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika  
Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganessa 10 Bandung 40132, Indonesia  
13509080@std.stei.itb.ac.id

**Abstract**—Saat ini teknologi telah berkembang sangat pesat. Dahulunya yang hanya menggunakan kode batang (barcode) sebagai alat identifikasi jenis barang, sekarang telah digunakan Radio Frequency Identification (RFID) sebagai sistem yang digunakan untuk mengidentifikasi jenis barang, bahkan untuk menentukan pemilik dari binatang yang frekuensi radionya dipancarkan dari labelnya itu sendiri. RFID bekerja dengan mendeteksi frekuensi radio yang dikeluarkan oleh label dan dibaca oleh pembaca RFID sehingga diketahui kode yang diinginkan. Akan tetapi, dengan semakin berkembangnya RFID, keamanan dari RFID menjadi dicemaskan karena mudah untuk dibobol oleh orang yang mampu memperoleh frekuensi radio yang dipancarkan. Oleh karena itu, digunakan fungsi hash untuk mengunci frekuensi radio sehingga harus diminta key untuk dicocokkan terlebih dahulu sebelum diidentifikasi gelombang radio tersebut. Dengan penggunaan fungsi hash yang bekerja seperti password, RFID akan menjadi semakin aman dan hanya membutuhkan memori yang sedikit.

**Index Terms**—hash, keamanan, label RFID, RFID.

## I. PENDAHULUAN

Radio Frequency Identifier (RFID) atau Identifikasi Frekuensi Radio adalah metode identifikasi yang menggunakan frekuensi radio sebagai media identifikasi yang dipancarkan dari sebuah label RFID yang bersifat memancarkan frekuensi dalam jarak jauh[3]. Sekarang ini, teknologi RFID telah banyak digunakan karena lebih cepat dalam mengidentifikasi karena cukup dengan memancarkan radio, identifikasi sudah dapat dilakukan jarak yang cukup jauh. RFID juga banyak digunakan untuk menemukan binatang yang hilang dengan memasang label pada hewan mereka masing-masing.

Akibat penggunaan yang semakin banyak dari RFID ini, semakin banyak juga orang yang ingin melakukan pemalsuan sehingga produk atau hewan dapat ia identifikasi menjadi hak milik dia. Masalah keamanan ini terjadi karena kemudahan dan keuntungan yang ditawarkan oleh RFID ini. Masalah keamanan ini seperti macam-macam masalah yang mungkin dilakukan sehingga akan merusak sistem kerja RFID akan kemudian dibahas pada bab berikutnya.

Dengan timbulnya masalah-masalah ini, maka timbullah salah satu solusi untuk menggunakan fungsi hash untuk mengamankan query pada pembaca RFID

(RFID reader) sehingga data pada pembaca RFID akan terjaga keamanannya dan label RFID juga hanya bias dibaca oleh pembaca yang mengetahui kuncinya.

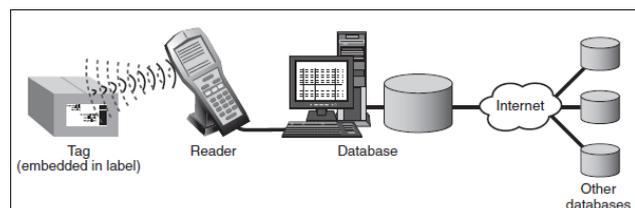
## II. RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION (RFID) DAN FUNGSI HASH

### A. Radio Frequency Identification (RFID) Secara Umum

RFID adalah sebuah teknologi pengambilan data secara otomatis yang dapat digunakan untuk pengidentifikasian secara elektronik, melacak, dan menyimpan informasi yang terdapat pada label RFID. Secara umum, RFID terdiri dari sebuah label RFID, pembaca, dan basis data. Pembaca RFID akan membaca frekuensi yang dipancarkan oleh label RFID yang kemudian mengirimkan data ke dalam basis data. Label-label RFID yang bersifat pasif biasanya tidak mengandung energinya sendiri seperti baterai. Dalam pengembangannya, RFID telah diciptakan secara luas untuk dapat digunakan secara umum karena label yang tidak terlalu mahal tersebut[7].

Teknologi dari RFID ini menggunakan komunikasi secara nirkabel pada frekuensi radio untuk kemudian mengirimkan informasi dari label pada pembaca RFID. Label dari RFID dapat ditempelkan atau tertanam pada objek. Contohnya, label dapat ditempelkan pada mobil di kaca depan sehingga dapat digunakan sebagai sarana pembayaran tol dengan mengapitulasikan nilainya pada basis data.

Komponen-komponen pada RFID dapat dilihat pada gambar di bawah ini.

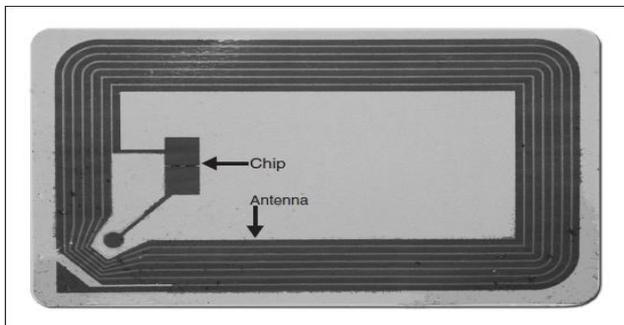


**Gambar 1. Komponen Utama pada Sistem RFID**

### B. Label RFID

Label RFID atau transponder terdiri dari sebuah chip

dan antenna yang dibuat dari bahan silicon. Chip tersebut dapat menyimpan sebuah nomor seri yang unik atau informasi lainnya berdasarkan jenis memori yang terdapat pada label, dalam hal ini dapat bersifat *read-only*, *read-write*, atau sekali penyimpanan data saja. Antena yang melekat pada chip digunakan untuk mentransmisikan informasi dari dalam chip ke pembaca RFID. Antena yang semakin besar akan memudahkan pembacaan data dalam jangkauan yang cukup luas. Antena akan memancarkan sinyal pada frekuensi radio.



**Gambar 2. Contoh Label RFID dilihat dari Belakang**

Adapun jenis-jenis label berdasarkan sumber energinya dapat dibagi menjadi tiga yaitu label bersifat pasif, semipasif dan aktif. Label yang bersifat pasif adalah label yang sangat simple karena tidak mengandung sumber dayanya sendiri, sehingga mereka tidak perlu menginisiasi komunikasi dengan pembaca RFIDnya. Dalam hal ini, sumber dayanya diperoleh dari emisi frekuensi radio pada pembaca yang kemudian akan diperoleh energy dari gelombang yang diemisikan tersebut. Label pasif mengandung minimal sebuah identifikasi yang unik untuk sebuah benda yang dipasangkan dengan label ini. Selain itu, data-data lain juga dapat disimpan bergantung pada kapasitas dari memori label tersebut.

Label semipasif sama halnya dengan label pasif yang tidak memerlukan inisiasi komunikasi dengan pembacanya, tetapi mengandung baterai yang digunakan selain untuk membantu memancarkan gelombang, juga digunakan untuk memantau kondisi sekitarnya. Dalam hal ini, label tidak akan secara aktif mentransmisikan sinyal ke pembaca, dan baru akan mentransmisikan sinyal jika telah menerima sinyal dari pembaca.

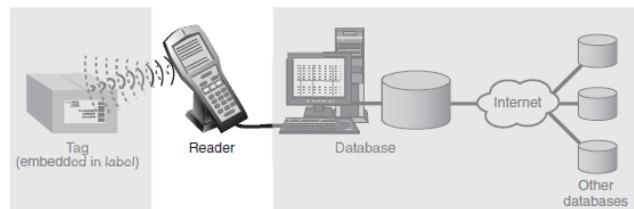
Label aktif adalah label yang mengandung sumber dayanya sendiri dan sebuah transmitter, sebagai tambahan dari antenna dan chip, sehingga mampu mentransmisikan sinyal secara terus menerus. Selain itu, memori yang ada pada label aktif ini juga bersifat *read-write* dimana label dapat ditulis ulang datanya. Selain itu, sinyalnya juga dapat menjangkau area yang cukup luas, bergantung pada daya baterainya.

Label juga memiliki berbagai tipe memori, seperti *read-only*, *read-write*, dan *write-once read-many*. Label *read-only* memiliki kapasitas yang cukup rendah dan mengandung data yang tidak dapat diubah. Label *read-*

*write* memungkinkan data untuk diubah (diperbaharui) ketika diperlukan, akan tetapi label ini akan membutuhkan memori yang cukup besar dan biaya yang cukup besar. Label *write-once read-many* memungkinkan data untuk disimpan sekali, dan dapat dibaca seterusnya.

### C. Pembaca RFID

Pembaca RFID merupakan divais scanning yang mampu membaca label, dan kemudian membandingkan hasilnya dengan basis data. Pembaca memiliki sebuah antenna untuk berkomunikasi dengan label. Ketika sebuah pembaca memancarkan gelombang radio, semua label akan merespon terhadap frekuensinya. Selain itu, pembaca RFID memiliki kemampuan untuk berkomunikasi dengan label tanpa harus terlihat labelnya, bergantung pada frekuensi radio yang dipancarkan dan tipe dari labelnya (aktif, pasif, atau semipasif).

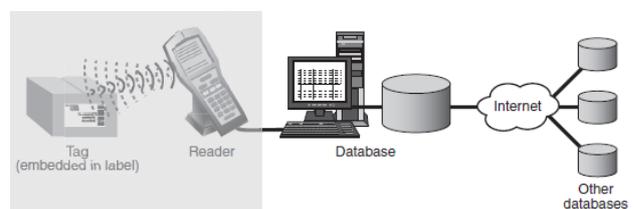


**Gambar 3. Pembaca RFID**

Pembaca dapat memroses banyak data sekaligus, yang memungkinkan untuk menambah waktu dalam pembacaan dan pemrosesan. Pembaca ini juga dapat dibawa kemana-mana. Pembaca RFID dapat dibedakan berdasarkan kapasitas penyimpanannya, kemampuan pemrosesan, dan frekuensi yang dapat dibacanya.

### D. Basis Data RFID

Basis data RFID adalah sebuah system informasi terakhir yang melacak dan mengandung informasi-informasi dari benda dan/atau barang yang dilabel. Informasi yang disimpan pada basis data ini bisa berisi identifikasi benda, deskripsi, pembuatan, dan lokasi dari benda tersebut. Dalam hal ini, tiap informasi yang disimpan bergantung dari penggunaan RFID. Basis data ini juga dapat dihubungkan dengan jaringan-jaringan lainnya seperti jaringan lokal yang bisa menghubungkan dengan basis data RFID melalui jaringan internet. Koneksi ini juga memungkinkan untuk penyebaran data antar basis data lokal.



**Gambar 4. Basis Data RFID**

### E. Frekuensi yang Digunakan RFID

Pemilihan frekuensi yang digunakan sangat memengaruhi karakteristik dari sistem RFID. Secara umum frekuensi sangat menentukan kecepatan komunikasi dan jarak label bisa dibaca oleh pembaca RFID. Semakin besar frekuensi, maka semakin jauh keterbacaannya. Dalam pemilihan frekuensi juga sangat berpengaruh karena tiap frekuensi memiliki cirri khas masing-masing. Contohnya, untuk gelombang frekuensi rendah dapat menembus dinding lebih baik daripada frekuensi tinggi, tetapi frekuensi tinggi memiliki kecepatan penyaluran data yang lebih cepat.

Secara umum, ada empat frekuensi utama yang digunakan untuk system RFID, yaitu frekuensi rendah, tinggi, sangat tinggi, dan gelombang mikro. Frekuensi rendah memiliki lebar pita dari 125 kilohertz (kHz) hingga 134 kHz. Frekuensi ini cocok digunakan untuk jarak pendek. Frekuensi tinggi beroperasi pada 13.56 megahertz (MHz). RFID dengan frekuensi tinggi dapat menstabilkan pentransmisian pada jarak yang cukup jauh, dan mengurangi resiko ketidaktepatan pembacaan label. Frekuensi sangat tinggi bekerja pada frekuensi 900 MHz yang memungkinkan untuk pembacaan yang lebih jauh lagi dan lebih sensitive terhadap faktor lingkungan. Frekuensi pada ambang gelombang mikro memiliki frekuensi antara 2.45 dan 5.8 gigahertz (GHz), yang memungkinkan pemantulan gelombang radio sehingga pembacaan semakin baik.

Secara umum daftar frekuensi dapat dilihat pada table dibawah ini.

**Tabel 1 Frekuensi Operasi RFID**

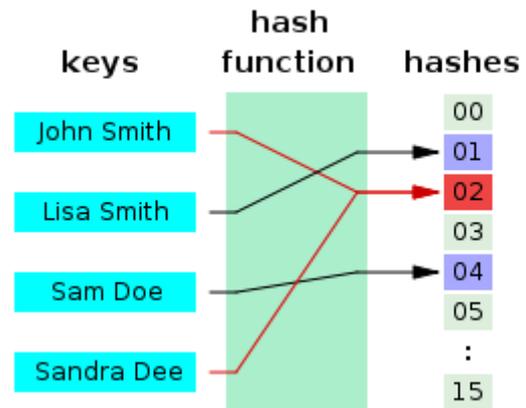
Jenis Frekuensi	Frekuensi	Jarak pembacaan dan kecepatan
Frekuensi rendah	125 kHz	~1.5 kaki; kecepatan pembacaan rendah
Frekuensi tinggi	13.56 MHz	~3 kaki; kecepatan pembacaan sedang
Frekuensi sangat tinggi	860-930 MHz	Hingga 15 kaki; kecepatan pembacaan tinggi
Frekuensi gelombang mikro	2.45/5.8 GHz	~3 kaki; kecepatan pembacaan tinggi

### F. Fungsi Hash

Fungsi Hash adalah sebuah prosedur yang tersusun dengan baik atau fungsi matematika yang mengubah sejumlah data berukuran variable menjadi data-data kecil, biasanya berupa sebuah bilangan bulat tunggal yang menjadi indeks pada sebuah *array* (tabel)[2]. Hasil keluaran dari fungsi hash biasanya disebut sebagai kode hash, nilai hash, atau lainnya. Fungsi hash kebanyakan digunakan untuk membaca table secara cepat, atau perbandingan data – seperti penemuan data pada basis data, mendeteksi adanya kesamaan data yang tersimpan pada file dengan ukuran yang besar.

Fungsi hash mungkin dapat memetakan dua atau lebih

kunci dengan nilai hash yang sama. Dalam penggunaannya, biasanya diusahakan seminimal mungkin kejadian tabrakan ini terjadi, yang artinya bahwafungsi hash harus memetakan kunci ke dalam nilai hash yang berbeda satu sama lainnya.



**Gambar 5. Contoh Cara Kerja Fungsi Hash**

Secara umum fungsi hash memiliki bentuk

$$h(k) = k \text{ mod } m \quad (1)$$

dengan  $k$  adalah kunci yang ingin dipetakan dengan fungsi hash dan  $m$  adalah jumlah memori yang tersedia. Fungsi di atas akan kemudian menempatkan kunci  $k$  pada posisi memori yang beralamat  $h(k)$ . Untuk menghindari masalah tabrakan dari persamaan (1) diatas, maka salah satu cara yang diterapkan adalah dengan menerapkan kejijakan resolusi tabrakan yaitu jika nilai hash telah ada, maka kunci  $k$  akan menempati lokasi memori berikutnya dengan lokasi  $(m-1)$  akan diikuti dengan lokasi 0.

### G. Fungsi Hash Satu Arah

Fungsi Hash satu arah, atau dikenal juga sebagai *message digest*, sidik jari, atau fungsi kompresi, adalah fungsi matematika yang mengubah kunci misalnya berupa *string* panjang menjadi serentatan angka biner yang panjang. Fungsi hash ini dirancang agar tidak memungkinkan pemrosesan secara terbalik, yaitu mencari *string* (kunci) dari nilai hash yang sudah diketahui, yang sesuai dengan namanya, yaitu satu arah. Sebuah fungsi hash yang baik tentunya tidak memungkinkan ada dua *string* (kunci) yang memberikan rentetan nilai hash yang sama persis. Hal ini dapat dilakukan dengan apabila terjadi perbedaan sedikit pada *string* (kunci), nilai hash akan berubah secara besar-besaran, yaitu jika satu bit berubah, maka keseluruhan bit hingga akhir akan ikut berubah. Hal ini disebut dengan efek longsor (*avalanche effect*)[4].

Fungsi hash satu arah ini juga menawarkan preimage resistance – yaitu kemungkinan untuk mencari kunci  $k$  bila kita memiliki nilai hash  $h(k)$  adalah tidak mungkin,

dan juga menawarkan 2<sup>nd</sup>—preimage resistance – yang misalnya diberikan  $x$ , maka tidak mungkin diperoleh  $x' \neq x$  yang  $h(x') = h(x)$ .

### III. MASALAH KEAMANAN RFID DAN PENGGUNAAN FUNGSI HASH UNTUK KEAMANAN RFID

#### A. Masalah Keamanan RFID

Dengan kemudahan dan keuntungan yang ditawarkan oleh RFID, maka masalah keamanan akan semakin rentan. Hal ini terjadi karena semakin banyak orang yang menginginkan untuk menyadap RFID untuk mendapatkan berbagai informasi yang diinginkan.

Beberapa contoh masalah keamanan yang dapat terjadi pada RFID adalah dengan memengaruhi basis data sehingga mau menyalurkan data dari pembaca RFID, atau melalui penyadapan informasi dengan mendeteksi data yang dipancarkan dalam bentuk gelombang, mendeteksi jumlah penggunaan pembaca RFID untuk kemudian dapat mengganggu jalannya sinyal, dan dapat dilakukan dengan mengacaukan frekuensi yang dikeluarkan oleh pembaca ataupun label sehingga tidak dapat terdeteksi.

Salah satu masalah utama yaitu mampu masuknya seseorang ke dalam basis data sehingga dapat memengaruhi data yang ada di dalamnya. Hal ini banyak terjadi pada penggunaan RFID sekarang ini. Contohnya, dia dapat membaca data yang berada dalam basis data misalnya data tagihan tol yang diakumulasi. Kemudian karena tidak menginginkan untuk membayar biaya yang mahal, kemudian dia akan mengubah nilainya menjadi lebih murah dengan melalui penyadapan data pada labelnya. Hal ini juga dapat dilihat pada transaksi perbankan menggunakan ATM. Contoh lainnya lagi yaitu dengan kemampuan menelusuri data yang ada, dia bisa mengubah label benda yang memiliki nilai mahal menjadi label dengan nilai yang lebih murah. Selain itu, pada pertokoan misalnya dengan system mengecek barang, dan kemudian membayar di akhir. Dengan kemampuan untuk membuat label menjadi seolah asli, dia dapat membuat bahwa barang seolah tidak diambil, tetapi barang tersebut aslinya keluar dari toko.

Masalah lainnya yang dapat terjadi misalnya terjadinya penyadapan data secara pasif sehingga dapat dibuat reader yang seolah-olah nyata. Hal ini dapat dilakukan dengan berada diluar jangkauan, kemudian mengambil data sehingga seolah barang/benda tersebut menjadi miliknya. Hal ini sangat berbahaya terutama pada bidang perindustrian karena dapat dilakukannya spionase pada industri sehingga industry akan mengalami kerugian yang cukup besar. Masalah lain yang cukup serius yang dapat menimbulkan masalah keamanan adalah dengan dikacaukannya sinyal oleh *noise* baik yang dikeluarkan oleh pembaca RFID atau dari label RFID yang menyebabkan label tidak terbaca ataupun terbaca sebagai data yang salah. Hal ini dapat menyebabkan kerugian yang cukup besar apabila dipergunakan untuk pertokoan

atau perindustrian atau lainnya.

Masalah-masalah tersebut merupakan beberapa contoh masalah yang dapat terjadi pada RFID terutama karena rentannya keamanan yang dimiliki oleh RFID tersebut. Masalah diatas juga masih hanya mencakup bagian label atau pembaca RFIDnya saja. Masih banyak masalah lainnya terutama masalah fisik yang menyangkut masalah keamanan yang dapat terjadi pada RFID. Oleh karena itu, masalah keamanan harus dapat dipecahkan sehingga tidak akan menimbulkan kerugian bagi pengguna RFID.

#### B. Fungsi Hash untuk Mengamankan RFID (Hash Lock)

Dari subbab sebelumnya diketahui bahwa terdapat banyak masalah keamanan pada RFID terutama masalah pengaksesan basis data yang cukup berbahaya. Oleh karena itu, digunakanlah fungsi hash untuk menjaga keamanan tersebut yang bekerja seperti halnya sandi lewat. Adapun cara kerjanya adalah label RFID dilengkapi dengan fungsi hash yang dalam operasinya dimungkinkan adanya cadangan memori untuk temporer *metaID* yang merupakan nilai hash. Pada kondisi ini, label dianggap memiliki posisi yang disebut posisi terkunci ataupun posisi tidak terkunci. Cara seperti ini disebut dengan hash lock yang memiliki prinsip kerja yang menyerupai *one way hash function*.

Label yang memiliki kunci label, pertama kali pembaca RFID akan membuat kunci secara acak untuk kemudian oleh fungsi hash pada label akan dilakukan untuk menghasilkan *metaID* yang merupakan hasil hash. Kemudian *metaID* ini akan disimpan ke dalam label, dan label akan masuk dalam kondisi terkunci. Pada akhir, reader akan menyimpan *metaID* yang terbentuk dan kunci yang dibuat tersebut ke dalam basis data lokal untuk kemudian digunakan sebagai perbandingan. Secara ringkas cara kerja fungsi hash untuk mengunci label dapat dilihat pada gambar di bawah ini.

1. Reader R selects a random *key* and computes  $metaID := hash(key)$ .
2. R writes *metaID* to *Tag T*.
3. T enter the locked state.
4. R stores the pair (*metaID*,*key*) locally.

#### Gambar 6. Rangkuman Cara untuk Mengunci Label RFID

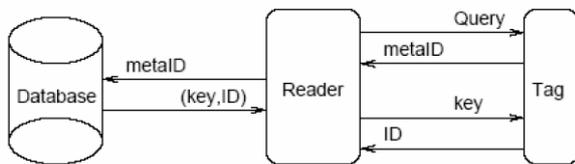
Cara untuk membuka label RFID yang telah dikunci dengan cara di atas yaitu pembaca RFID akan memancarkan gelombang pada label, kemudian label itu akan mengirimkan *metaID* dalam bentuk gelombang kepada pembaca RFID. *MetaID* yang diperoleh tersebut kemudian akan dimasukkan ke dalam basis data untuk dicari kunci yang digunakan. Setelah diperoleh kuncinya, maka kunci tersebut kemudian akan dikirim kembali menuju ke label RFID dan dengan fungsi hash yang ada dalam label, kunci tersebut akan diubah menjadi nilai hash yang kemudian dicocokkan dengan *metaID*. Apabila nilai hash ternyata sama dengan *metaID*, maka label akan

berada pada keadaan terbuka dan label akan mampu mengirimkan data ke pembaca RFID dalam jarak dekat. Rangkuman cara kerja dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

1. Reader R queries Tag T for T its *metaID*.
2. R looks up (*metaID, key*) locally.
3. R sends *key* to T.
4. If ( $hash(key) == metaID$ ), T unlock itself.

**Gambar 7. Rangkuman Cara untuk Membuka Label RFID**

Dengan penggunaan one way hash function ini, maka reader akan mencegah untuk mengakses isi label yang tidak sah untuk dibaca oleh pembaca RFID. Akan tetapi, cara yang dijelaskan ini tidak mampu mencegah terjadinya penyadapan pada label dengan pembaca yang sah sehingga suatu saat kunci akan diperoleh oleh penyadap. Untuk menghadapi masalah ini, dapat digunakan cara pada subbab berikutnya.



**Gambar 8. Skema Cara untuk Membuka Label RFID yang Terkunci dengan Fungsi Hash**

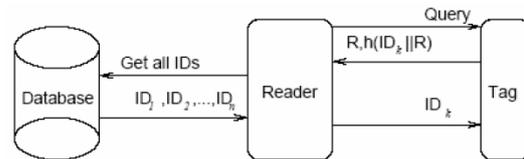
### C. Randomize Hash Lock

Untuk menghindari terjadinya penyadapan pada label RFID, maka dapat digunakan *randomize hash lock* yang merupakan pengembangan dari *hash lock* pada subbab sebelumnya. Label yang ingin menggunakan *randomize hash lock* biasanya dilengkapi dengan *random number generator*. Label yang tidak terkunci akan dikunci tanpa ada cara kerja secara umum. Untuk membuka label tersebut, pembaca RFID pertama akan memancarkan gelombang menuju label. Kemudian, label akan merespon untuk membangkitkan nilai *R* secara acak, kemudian mencari nilai hash dengan fungsi hash yang ada dalam label. Label kemudian mengirim kembali kepada pembaca dalam bentuk pasangan ( $R, h(ID||R)$ ). Ketika pembaca RFID yang asli menerima, kemudian akan dicari *ID* yang memenuhi dari basis data local terhadap hasil hash yang diterimanya. Setelah diperoleh, *ID* tersebut akan kemudian dikirim kembali ke label sehingga label akan berada pada posisi terbuka dan pembacaan data dapat dilakukan. Rangkuman cara kerja dari *randomize hash lock* dapat dilihat pada gambar di bawah ini.

1. Reader R queries Tag T.
2. T generates a random nonce R and computes  $hash(ID||R)$ .

3. T send ( $R, hash(ID||R)$ ) to R.
4. R computes  $hash(ID_i||R)$  for its known  $ID_i$  values.
5. If R finds a match such that  $hash(ID_j||R) == hash(ID||R)$ , R sends  $ID_j$  to T.
6. T unlock itself if it receives  $ID_j == ID$ .

**Gambar 9. Rangkuman Cara Kerja Randomize Hash Lock**



**Gambar 10. Skema Cara Kerja Randomize Hash Lock**

## IV. APLIKASI RFID

Beberapa contoh aplikasi penggunaan dari RFID yang telah berkembang diberbagai dunia, diantaranya

1. untuk pembayaran biaya telepon selular yang menggunakan microSD card yang bekerja sebagai label dan pembaca RFID yang dimasukkan ke dalam telepon selular yang kemudian akan menyebabkan terhubung dengan akun bank dan terjadi pembayaran biaya telepon selular,
2. untuk pembayaran biaya tol seperti E-Tolling yang menggunakan system RFID untuk mengakumulasi biaya penggunaan tol,
3. untuk mengidentifikasi binatang,
4. untuk penyimpanan daftar peminjaman dan pengembalian buku pada perpustakaan, dan
5. masih banyak lagi contoh aplikasi dari penggunaan RFID.

## V. KESIMPULAN

RFID telah berkembang cukup pesat sehingga sudah banyak sektor kehidupan yang menggunakan sistem RFID untuk pengidentifikasian. Akibat perkembangan yang semakin pesat dalam pengembangan RFID sebagai alat identifikasi, maka masalah keamanan pun akan semakin meningkat dimana semakin banyak akan terjadi pemalsuan atau penyadapan atau hal lainnya untuk mengubah, mengambil, dan memengaruhi data yang tersimpan pada basis data RFID. Oleh karena itu, salah satu solusi yang ditawarkan untuk mencegah masalah keamanan RFID adalah dengan menggunakan fungsi hash yang bekerja seperti halnya password pada pembaca dan label RFID. Keamanan yang ditawarkan dengan menggunakan fungsi hash adalah keamanan pada penyadapan label RFID dan juga pembaca RFID. Dengan penggunaan fungsi hash, penyadapan akan bisa dikurangi.

## REFERENSI

- [1] R. Munir, *Diktat Kuliah IF2091 Struktur Diskrit*. Bandung: Program Studi Teknik Informatika Sekolah Teknik Elektro dan Informatika Institut Teknologi Bandung, 2008, pp. V - 27 - V - 28.
- [2] [http://en.wikipedia.org/wiki/Hash\\_function](http://en.wikipedia.org/wiki/Hash_function), diakses pada 14 Desember 2010 pukul 14.21 WIB
- [3] [http://en.wikipedia.org/wiki/Radio-frequency\\_identification](http://en.wikipedia.org/wiki/Radio-frequency_identification), diakses pada 13 Desember 2010 pukul 22.50 WIB
- [4] [http://www.aspcrypt.com/crypto101\\_hash.html](http://www.aspcrypt.com/crypto101_hash.html), diakses pada 14 Desember 2010 pukul 09.47 WIB
- [5] <http://www.cert.or.id/~budi/courses/ec7010/dikmenjur-2004/supandri-report.pdf>, diakses pada 14 Desember 2010 pukul 16.34 WIB
- [6] <http://www.cs.bham.ac.uk/~mdr/teaching/modules04/security/lectures/hash.html>, diakses pada 14 Desember 2010 pukul 14.32 WIB
- [7] <http://www.gao.gov/new.items/d05551.pdf>, diakses pada 13 Desember 2010 pukul 21.06 WIB
- [8] <http://www.lib.itb.ac.id/~mahmudin/makalah/ict/ref/RFID.pdf>, diakses pada 13 Desember 2010 pukul 21.08 WIB

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa makalah yang saya tulis ini adalah tulisan saya sendiri, bukan saduran, atau terjemahan dari makalah orang lain, dan bukan plagiasi.

Bandung, 15 Desember 2010

Septu Jamasoka (13509080)