

Penerapan Graf pada Database System Privilege

Raka Nurul Fikri (13513016)
Program Studi Teknik Informatika
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika
Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia
raka_rukri@yahoo.com

Abstract—Penggunaan Teori graf sangat luas dan menyebar di berbagai kehidupan manusia pada masa sekarang. Salah satu bidang yang menerapkan teori graf adalah basis data. Proses sistem basis data dalam memberikan dan menarik hak istimewa akses kepada pengguna basis data dapat digambarkan menggunakan graf.

Keywords—Lintasan, Graf, Privilege, Sistem Basis Data

1. PENDAHULUAN

Teori graf merupakan teori yang sudah ada sejak zaman dahulu kala, yaitu pada tahun 1736. Pada masa itu, graf digunakan untuk memecahkan masalah yang berhubungan dengan sebuah jembatan di Jerman – apakah mungkin seseorang dapat melalui ketujuh jembatan Königsberg tepat satu kali dan kembali lagi ke posisi semula. Rasanya permasalahan tersebut bukanlah sesuatu yang penting, tetapi ada seseorang yang dapat membuktikan hal tersebut dengan rumus, bukan sekedar coba-coba. Beliau adalah L. Euler, matematikawan Swiss pada masa itu. Hasil pemikirannya menciptakan tetapan pada teori graf yang kita kenal saat ini, yaitu titik (vertex) dan sisi (edge). Berkat hasil pemikiran Euler pada permasalahan yang kurang penting tersebut, teori graf dapat berkembang hingga saat ini di berbagai aspek kehidupan. Sangat banyak bidang-bidang keilmuan dan non-keilmuan yang menerapkan teori ini. Salah satu bidang yang menerapkan teori graf adalah Sistem Basis Data (Database System). Teori graf berperan dalam salah satu cakupan di Basis Data, yaitu pada bidang Keamanan dan Manajemen Pengguna (Security and User Management). Pada bidang tersebut, graf diterapkan dalam menyelesaikan permasalahan alur dan koneksi hak istimewa (privilege) antara pengguna-pengguna suatu basis data dalam mengakses basis data yang bersangkutan. Kepemilikan hak istimewa dan pemberian hak istimewa suatu pengguna di suatu basis data sangat tergambar jelas dengan teori graf. Adanya pengguna (user) yang diserupakan sebagai titik, dan hubungan antara user yang diserupakan sebagai sisi.

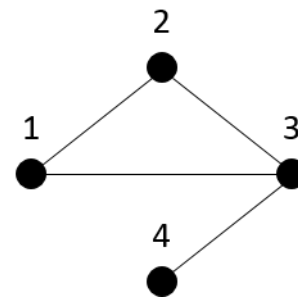
2. DASAR TEORI

2.1 Graf

Untuk memenuhi kebutuhan penjabaran penerapan graf pada hak istimewa basis data, beberapa dasar teori dari graf akan dijabarkan, yaitu definisi graf, jenis-jenis graf, terminologi graf, dan representasi graf.

2.1.1 Definisi Graf

Secara matematis, definisi dari graf adalah pasangan himpunan (V,E) dalam notasi $G = (V,E)$, dalam hal ini V adalah himpunan tidak-kosong dari simpul (vertex) dan E adalah himpunan sisi (edge). Pasangan himpunan tersebut menyatakan simpul-simpul yang ada pada suatu graf berikut hubungan antara simpul-simpul tersebut. Secara visual berdasarkan pasangan himpunan yang telah terdefiniskan diatas, graf digambarkan dalam Gambar 1.



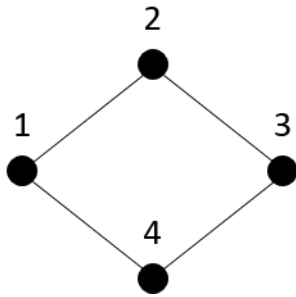
Gambar 1 – Contoh graf empat simpul

Sumber : Penulis

Pada gambar tersebut ditampilkan contoh graf yang merupakan visualisasi dari pasangan himpunan $V = \{1, 2, 3, 4\}$ dan $E = \{(1,2), (2,3), (3,4), (1,3)\}$.

2.1.2 Jenis-Jenis Graf

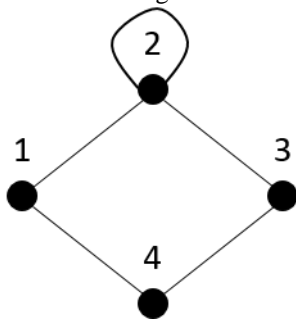
Graf dapat dikategorikan menjadi dua jenis berdasarkan ada tidaknya kalang (loop) dan sisi ganda pada graf tersebut. Jenis graf yang pertama adalah graf sederhana. Graf sederhana adalah graf yang tidak mengandung kalang maupun sisi ganda pada himpunannya. Kalang pada graf diartikan sebagai suatu sisi yang menghubungkan antara suatu simpul dengan simpul itu sendiri.



Gambar 2 – Contoh graf sederhana

Sumber : Penulis

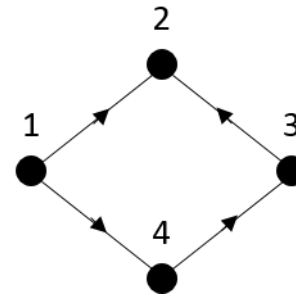
Jenis graf yang kedua adalah graf tidak sederhana. Graf ini mengandung kalang dan/atau sisi ganda pada himpunanannya. Graf yang mengandung kalang memiliki sebutan graf semu (pseudograph). Graf yang mengandung sisi ganda disebut graf ganda (multigraph). Sisi ganda pada suatu graf memiliki arti bahwa antara dua buah titik terdiri dari dua sisi yang menghubungkan antara keduanya. Namun, pada penggunaannya, jenis graf yang paling sering dan umum digunakan adalah graf semu.



Gambar 3 – Contoh graf tidak sederhana

Sumber : Penulis

Selain dikelompokkan berdasarkan ada tidaknya kalang atau sisi ganda, graf juga dapat dikelompokkan menjadi dua jenis berdasarkan orientasi arah. Graf yang tidak memiliki arah pada sisi-sisinya adalah graf jenis pertama, dinamakan graf tidak berarah. Graf ini hanya terdiri dari titik dan sisi yang menghubungkan antara titik-titik dan pada sisinya tidak adanya orientasi arah. Sebaliknya, jenis kedua graf pada kategori ini dinamakan graf berarah. Graf berarah memiliki perbedaan dibandingkan graf tidak berarah yaitu adanya orientasi arah pada sisi-sisinya. Arah pada sisi tersebut menandakan hubungan non-komutatif antara satu titik graf dengan titik graf lainnya yang dihubungkan oleh sisi tersebut. Pada graf berarah, sisi ganda tidak diperbolehkan ada pada suatu graf, tetapi tidak berlaku untuk kalang.



Gambar 4 – Contoh graf berarah

Sumber : Penulis

2.1.3 Terminologi Graf

Dalam teori graf, terdapat beberapa istilah yang digunakan untuk memberikan nama atas suatu hal. Dalam terminologi graf ini, akan dijabarkan beberapa terminologi : bertetangga (adjacent), bersisian (incident), simpul terencil (isolated vertex), graf kosong (null graph/empty graph), derajat (degree), siklus/sirkuit (cycle/circuit), terhubung (connected) upagraf (subgraph), upagraf merentang (spanning subgraph), dan cut-set.

a. Bertetangga

Terminologi dari bertetangga dalam sebuah graf adalah kondisi dua buah simpul terhubung langsung oleh sebuah sisi. Berdasarkan Gambar 1, simpul 1 dan simpul 2 adalah bertetangga.

b. Bersisian

Terminologi dari bersisian dalam sebuah graf adalah kondisi sebuah simpul terhubung dengan sebuah sisi. Berdasarkan Gambar 1, simpul 1 dan sisi 1-2 adalah bersisian.

c. Simpul Terencil

Simpul terencil adalah simpul yang tidak memiliki sisi yang bersisian dengannya. Dapat juga diartikan sebagai simpul yang tidak bertetangga dengan simpul lainnya.

d. Graf Kosong

Graf yang tidak memiliki sisi sama sekali (elemen himpunan E kosong).

e. Derajat

Terminologi derajat suatu simpul memiliki arti banyaknya sisi yang bersisian dengan simpul tersebut. Berdasarkan Gambar 1, simpul 2 memiliki derajat dua.

f. Siklus/Sirkuit

Siklus atau sirkuit adalah lintasan yang berawal dari suatu simpul dan berakhir pada simpul yang sama. Sirkuit yang digunakan disini adalah sirkuit sederhana, yaitu lintasan yang tidak melalui sisi yang sama dua kali.

g. Terhubung

Suatu simpul didalam sebuah graf dikatakan terhubung jika ada lintasan antara

keduanya. Berdasarkan Gambar 1, antara simpul 1 dan simpul 4 terhubung.

h. Upagraf

Upagraf adalah graf yang merupakan himpunan bagian dari sebuah graf yang lebih besar.

i. Upagraf Merentang

Upagraf merentang adalah upagraf suatu graf yang memiliki seluruh simpul graf aslinya.

j. Cut-Set

Terminologi dari cut-set adalah himpunan sisi yang jika dibuang dari graf yang bersangkutan akan menyebabkan graf tersebut tidak terhubung.

k. Graf Berbobot

Suatu sisi pada graf dapat diberikan suatu nilai yang menandakan informasi dari sisi tersebut. Sisi antara kedua simpul dapat diberi nilai yang bisa berarti jarak, waktu tempuh, atau informasi lainnya.

2.1.4 Representasi Graf

Dalam merepresentasikan sebuah graf, dapat digunakan beberapa cara, namun disini hanya dijabarkan salah satunya yaitu matriks ketetanggaan.

Berdasarkan terminologi bertetangga, suatu graf yang bertetangga akan direpresentasikan dalam sebuah matriks yang berelemen 0 atau 1. Kolom dan baris pada matriks akan merepresentasikan simpul-simpul yang ada pada suatu graf. Simbol 0 menandakan bahwa tidak adanya hubungan bertetangga antara kedua simpul. Sebaliknya, simbol 1 menandakan bahwa antara kedua simpul bertetangga. Representasi graf ini terbatas hanya untuk graf sederhana.

2.2 Basis Data (Database) dan Sistem Basis Data (Database System)

Basis data adalah kumpulan data yang konsisten, persisten, dan terintegrasi satu sama lain. Basis data menggantikan pola penyimpanan data yang dilakukan oleh manusia yang sebelumnya menggunakan file system.

Pada umumnya, basis data yang digunakan oleh manusia akan bersamaan dengan penggunaan Sistem Basis Data. Sistem Basis Data adalah sebuah sistem yang mengatur pengelolaan basis data seperti penyimpanan, pembuatan, perubahan, dan penghapusan data dari basis data.

Penggunaan sistem basis data memberikan keuntungan yang banyak bagi pengguna dibandingkan saat menyimpan data melalui file system. Keuntungan yang diberikan oleh sistem basis data dan tidak dimiliki oleh file system antara lain :

a. Redundansi data minimal

Sistem basis data dapat menjamin data-data yang disimpan tidak redundan (berulang) dengan data yang lain. Adanya hal ini menyebabkan data menjadi lebih

akurat dan tidak ambigu.

b. Kemudahan akses data

Dibandingkan dengan file system, menggunakan sistem basis data untuk mengakses data yang disimpan jauh lebih mudah disebabkan karena sistem basis data dapat mencerna query masukan dari pengguna saat membutuhkan suatu data.

c. Integrasi data

Sistem basis data akan membuat seluruh data yang disimpan dan dikelola terintegrasi satu sama lain. Unit-unit data yang memiliki keterkaitan tidak akan menampilkan nilai yang berbeda.

d. Atomicity

Suatu data yang disimpan adakalanya akan terjadi suatu perubahan. Oleh karena itu, sistem basis data menjaga agar perubahan yang terjadi pada basis data tersebut tidak akan menimbulkan ketidak konsistenan pada basis data. Sistem basis data akan memastikan bahwa basis data akan berada pada status konsisten sebelum adanya perubahan dan menjadi status konsisten yang baru setelah adanya perubahan. Perubahan yang terjadi akan dipastikan terjadi seutuhnya atau tidak sama sekali (atomicity – all or not at all).

e. Akses bersamaan (concurrency)

Sebuah basis data umumnya tidak akan digunakan secara personal tetapi akan digunakan bersama-sama, baik secara kelompok maupun instansi. Oleh karena itu, sistem basis data mengatur pola akses basis data oleh berbagai pengguna agar tidak terjadi kesalahan ataupun kerusakan pada basis data yang bersangkutan.

f. Keamanan

Karena adanya penggunaan basis data yang konkuren oleh beberapa pengguna, sistem data menyediakan fitur keamanan yang menjamin basis data tetap aman, baik dari kerusakan yang tidak disengaja maupun yang disengaja.

2.3 Keamanan Basis Data dan Manajemen Pengguna (Database Security and User Management)

Sistem basis data memiliki pengelolaan keamanan dan manajemen pengguna untuk basis data yang dikelolanya. Keamanan basis data adalah mekanisme yang melindungi basis data dari serangan yang disengaja maupun tidak. Hal-hal yang perlu dijaga oleh sistem basis data adalah privasi, integritas, dan ketersediaan (availability) basis data. Privasi basis data perlu dijaga karena informasi yang dikandung pada basis data umumnya tidak boleh diketahui oleh khalayak diluar instansi yang memiliki basis data. Integritas basis data adalah hal penting yang menjadi keunggulan penyimpanan informasi, oleh karena itu integritas harus dijaga agar inti dari basis data tidak hilang. Sedangkan untuk ketersediaan, perlu dijaga agar basis data tetap tersedia dan bisa diakses oleh pengguna yang tepat. Serangan terhadap basis data dapat menyebabkan ketersediaan basis

data menjadi berkurang bahkan hilangnya basis data.

Keamanan basis data terdiri dari lima jenis tingkatan, yaitu :

1. Tingkatan Basis Data (Database Level)

Pada tingkatan ini, keamanan sistem basis data mengatur otentikasi dan otorisasi pengguna saat akan mengakses basis data. Hal ini menjamin bahwa hanya orang-orang tertentu dan yang sudah ditetapkan yang hanya bisa mengakses basis data. Otentikasi dan otorisasi keamanan basis data akan menangkal siapa saja yang tidak berhak untuk masuk dan mengakses basis data.

2. Tingkatan Sistem Operasi (OS Level)

Karena basis data dan sistem basis data pasti berhubungan dengan sistem operasi (kedua hal tersebut pasti disimpan dalam media komputer yang tentunya memiliki sistem operasi agar dapat berfungsi), keamanan sistem basis data juga memberikan proteksi pada tingkat sistem operasi. Hal tersebut dilakukan untuk mencegah adanya peretasan oleh pihak-pihak tertentu yang berusaha masuk mengakses basis data bukan dari jalur interface basis data melainkan melalui jalur sistem operasi.

3. Tingkatan Jaringan (Network Level)

Informasi yang disediakan dan disimpan pada basis data seringkali diberikan kepada instansi lain sebagai transaksi tertentu. Jalur yang digunakan untuk menjalankan transaksi tersebut dinamakan jaringan (contohnya internet). Walaupun secara basis data sudah aman, namun selama di perjalanan di jaringan, ada kemungkinan informasi yang sedang dikirim diretas oleh seseorang. Hal tersebut dapat dicegah dan ditangani oleh keamanan sistem basis data pada tingkatan jaringan. Hal yang dilakukan oleh keamanan sistem basis data antara lain menggunakan metode enkripsi data. Enkripsi data adalah metode penyembunyian informasi dari bentuk yang dapat dipahami oleh manusia menjadi suatu kombinasi karakter huruf dan angka yang tidak berarti. Pada keamanan sistem basis data, tentunya enkripsi ini akan diiringi oleh dekripsi data.

4. Tingkatan Fisik (Physical Level)

Selain dari bagian perangkat lunak (basis data, sistem operasi, dan jaringan), basis data juga perlu diberi pengamanan secara fisik. Semua bagian dari basis data yang berbentuk perangkat lunak tentunya membutuhkan medium perangkat keras untuk beroperasi. Oleh karena itu, perangkat kerasnya pun harus dijaga agar tidak rusak atau dicuri oleh pihak tidak bertanggung jawab.

5. Tingkatan Manusia (Human Level)

Dari keempat tingkatan keamanan diatas, satu hal terakhir yang paling tinggi tingkatannya adalah manusia sebagai pengguna. Pengguna merupakan superuser yang dapat melakukan apapun terhadap basis data yang dipegangnya. Apabila tidak ada bentuk pengamanan bagi manusia yang bersangkutan,

basis data tersebut dapat beralih fungsi atau tidak berjalan sebagaimana mestinya.

Selain keamanan, sistem basis data juga menyediakan fitur manajemen pengguna. Manajemen pengguna adalah suatu pengaturan yang menjadi fitur sistem basis data untuk membatasi hak-hak yang dapat dimiliki oleh pengguna basis data. Sistem basis data dapat mengatur siapa saja yang bisa mengakses basis data dan bagian mana saja yang bisa diakses. Pengaksesan basis data mencakup perubahan, penambahan, pembacaan, dan penghapusan data. Bentuk-bentuk manajemen pengguna antara lain : Otorisasi (authorization) dan Otentikasi (authentication), dan Peran (role).

1. Otorisasi dan Otentikasi

Otorisasi adalah kebolehan yang diberikan kepada pengguna untuk melakukan satu atau lebih prosedur terhadap basis data. Prosedur yang dimungkinkan adalah pembacaan, penambahan, perubahan, dan penghapusan data. Kumpulan otorisasi dari pengguna biasa disebut hak istimewa (privilege).

Otentikasi adalah proses pengecekan status kebolehan akses basis data pengguna. Otentikasi dilakukan sistem basis data sebelum terjadinya pengaksesan basis data oleh pengguna. Otentikasi umum yang sering digunakan adalah menggunakan kata kunci (password). Selain kata kunci, ada beberapa metode lain untuk mengecek status otorisasi pengguna, seperti challenge-response dan digital signature.

2. Peran

Dalam memberikan hak istimewa kepada pengguna, sistem basis data tidak memberikannya satu persatu secara personal. Apalagi ketika pengguna suatu basis data sudah sangat banyak. Oleh karena itu, pemberian hak istimewa dilakukan secara pengelompokan. Pengguna dikelompokkan menjadi beberapa kelompok sesuai dengan perannya. Kemudian, sistem basis data akan memberikan hak istimewa kepada peran tersebut, sehingga setiap pengguna yang memiliki peran tersebut, otomatis memiliki hak istimewa yang sudah ditentukan.

2.4 Hak Istimewa Sistem Basis Data (Database System Privilege)

Berbagai jenis otorisasi yang diberikan kepada seorang pengguna oleh sistem basis data memiliki kemungkinan untuk diteruskan lagi oleh pengguna tersebut. Dalam basis data hal tersebut diberi istilah privilege to grant privilege. Oleh karena itu, suatu pengguna dapat memiliki dua hak istimewa dari dua atau lebih pengguna lainnya. Grant ini dapat dimiliki oleh seorang pengguna jika pemberi otorisasi sebelumnya memberikan kebolehan kepadanya. Tentunya dengan batasan-batasan tertentu yang harus disepakati, yaitu :

1. Hanya bisa melakukan grant atas otorisasi yang sejenis dengan yang dimilikinya

Seorang pengguna hanya bisa meneruskan otorisasi kepada pengguna lain sebatas otorisasi yang dimilikinya. Misalkan, pengguna A memiliki kebolehan untuk read, dan insert. Jika A ingin meneruskan privilege kepada B, maka yang bisa diteruskan hanyalah read saja, atau insert saja, atau read dan insert.

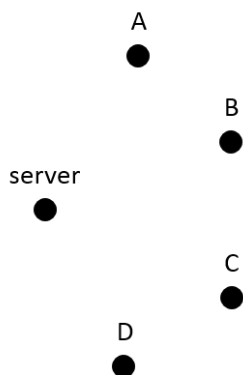
2. Tidak bisa melakukan grant kepada diri sendiri

Seorang pengguna tidak dapat melakukan grant kepada dirinya sendiri. Hal ini ditetapkan karena untuk mencegah suatu kalang hak istimewa pada suatu pengguna yang dapat menyebabkan kesalahan pada proses revoke (akan dijelaskan kemudian).

Selain pemberian otorisasi, sistem basis data juga memiliki fitur untuk menarik kembali hak istimewa yang sudah diberikan (revoke privilege). Penarikan hak istimewa hanya bisa dilakukan kepada pengguna yang mendapatkan hak istimewa dari dirinya. Dalam melakukan revoke, setiap hak istimewa yang sudah diberikan kepada suatu pengguna akan dicabut, termasuk dengan grant privilege to grant dan seluruh terusan hak istimewa yang sudah diberikan oleh pengguna tersebut (cascading). Dikarenakan seorang pengguna bisa memiliki dua atau lebih hak istimewa dari dua atau lebih pengguna lainnya, ketika terjadi proses revoke pada seorang pengguna, selama pengguna lain masih memberikan hak istimewa kepadanya, pengguna tersebut masih memiliki hak istimewa.

3. HUBUNGAN GRAF DENGAN DATABASE SYSTEM PRIVILEGE

Berdasarkan teori-teori dasar yang telah dijabarkan, graf diterapkan secara kuat dalam proses pemberian hak istimewa dan penarikan hak istimewa pada sistem basis data. Untuk mempermudah visualisasi data, Gambar 5 akan menjadi gambaran utama sistem basis data yang menjadi contoh.



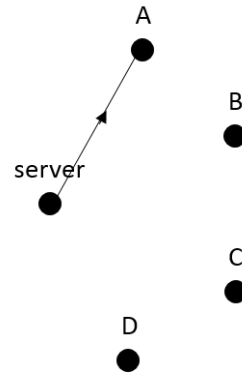
Gambar 5 – Graf representasi sistem basis data

Sumber : Penulis

Pada sistem basis data RNF, terdapat sebuah server yang menjadi pusat basis data, berikut admin sistem basis datanya. Basis data RNF tersebut akan diakses oleh empat pengguna lain yaitu A, B, C, dan D. Server, A, B, C, dan

D direpresentasikan sebagai simpul pada graf. Pada kondisi awal, keempat user tidak memiliki hak istimewa apapun terhadap basis data sehingga tidak bisa mengakses basis data. Oleh karena itu tidak ada sisi yang digambarkan pada graf.

Kemudian, server melakukan grant read (pada kasus ini graf hanya menggambarkan otorisasi read). terhadap pengguna A. Dengan aplikasi graf, berarti antara simpul server dan simpul A sekarang terdapat sebuah sisi berarah menuju A yang menandakan bahwa adanya pemberian hak istimewa dari server kepada A.

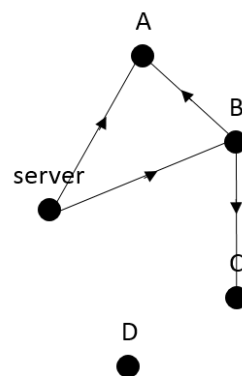


Gambar 6 – Graf otorisasi server kepada A

Sumber : Penulis

Setelah A, server juga memberikan hak istimewa kepada pengguna B tetapi dengan tambahan kebolehan meneruskan hak istimewa (grant privilege to grant). Sisi antara server dan B dibentuk.

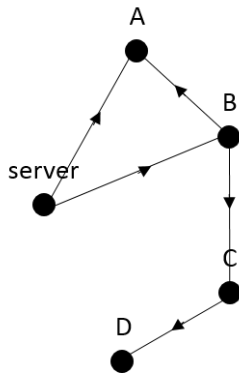
Tahap berikutnya, B meneruskan hak istimewa tersebut kepada A dan C, dengan tambahan B memberikan kebolehan meneruskan hak istimewa kepada C tetapi tidak kepada A. Oleh karena itu, antara B dan A terbentuk suatu sisi berarah, begitu juga antara B dan C.



Gambar 7 – Graf otorisasi dari server kepada B dan terusan B kepada A dan C

Sumber : Penulis

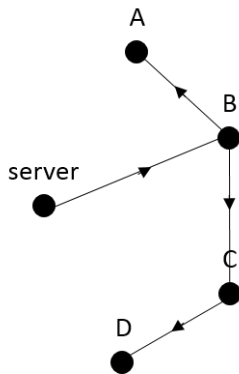
Terakhir, C memberikan hak istimewa standar kepada D. Sisi berarah antara C dan D dibentuk.



Gambar 8 – Graf penerusan otorisasi dari C ke D

Sumber : Penulis

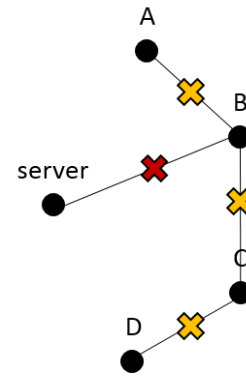
Setelah sistem basis data RNF berjalan beberapa waktu, server melakukan penarikan hak istimewa terhadap A. Karena proses tersebut, sisi antara simpul server dan simpul A dihapus. Jika dilihat dari graf, simpul A dan simpul server sudah tidak bertetangga, tetapi bukan berarti A tidak memiliki hak istimewa read lagi terhadap basis data. Hal tersebut dimungkinkan karena masih adanya lintasan yang menghubungkan antara simpul server dan simpul A melalui server-B-C-A. Oleh karena itu, pengguna A masih dapat mengakses basis data.



Gambar 9 – Graf revoke terhadap A

Sumber : Penulis

Jika kemudian server juga melakukan penarikan hak istimewa terhadap B, maka operasi yang dilakukan terhadap graf adalah penghapusan sisi antara simpul server dan simpul B yang juga dapat berarti sebagai salah satu cut-set graf tersebut. Akan tetapi, pemutusan simpul tersebut diteruskan dengan penghapusan sisi B-C dan sisi C-D karena adanya aturan cascading (secara logika basis data penghapusan dilakukan dari belakang terlebih dahulu).



Gambar 10 – Graf revoke terhadap B

Sumber : Penulis

4. KESIMPULAN

Dari contoh kasus yang telah dijabarkan, tergambar bahwa hubungan graf dengan pemberian hak istimewa pada sistem basis data sangatlah erat. Suatu pengguna basis data yang direpresentasikan sebagai simpul di graf tidak dapat mengakses basis data jika dirinya tidak memiliki lintasan kepada server.

REFERENSI

- [1] Munir, Rinaldi, (2012). Matematika Diskrit. Bandung : Penerbit Informatika, Palasari
- [2] Silberschatz, Abraham, Henry E. Korth, S. Sudharsan (2011). Database System 6th ed. New York : McGraw-Hill

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, Desember 2015

Raka Nurul Fikri - 13513016