

Pengendalian Konkurensi pada Transaksi Tersarang Menggunakan Model Hybrid

Oleh Totok Suprawoto^{*)}

^{*)}Jurusan Teknik Informatika STMIK AKAKOM

08164260664

totok@akakom.ac.id

ABSTRAK

Pengendalian konkurensi untuk mengakses basis data pada umumnya menggunakan dua model pendekatan yaitu optimistik dan pesimistik. Penelitian ini bertujuan mengembangkan model hybrid untuk pengendalian konkurensi yang diimplementasikan pada transaksi tersarang, transaksi yang berasal dari pohon berbeda akan ditangani oleh model optimistik, sedangkan transaksi yang berasal dari pohon yang sama ditangani model pesimistik sebagai transaksi tunggal. Metodologi pengujian hasil penelitian, dilakukan secara simulasi pada sistem komputer client-server, dengan membandingkan ketiga model diatas. Pengujian ini menggunakan parameter waktu tanggap, persentase kegagalan, dan throughput.

Berdasarkan hasil pengujian menunjukkan bahwa waktu tanggap model hybrid, optimistik murni, dan pesimistik murni berturut-turut adalah 655,80 milidetik, 798,89 milidetik dan 1.478,75 milidetik. Persentase dari kegagalan pada model hybrid, optimistik murni, dan pesimistik murni berturut-turut adalah 22,53%, 35,28% dan 31,53%. Selanjutnya throughput dari model hybrid, optimistik murni, dan pesimistik murni berturut-turut adalah 60,13%, 44,15%, dan 28,25%.

Penelitian ini dapat disimpulkan bahwa model hybrid telah dapat menunjukkan kinerja pengendalian konkurensi yang lebih baik dibandingkan dengan model optimistik maupun pesimistik murni, khususnya pada transaksi tersarang.

Kata-kata Kunci : *basis data, waktu tanggap, persentase kegagalan, throughput, optimistik murni, pesimistik murni, hybrid*

1. PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi khususnya teknologi informasi, berimplikasi pada meningkatnya jenis dan kebutuhan layanan data/informasi untuk memenuhi

kebutuhan masyarakat. Proses pengendalian akses bersama terhadap suatu basis data dalam sistem multiuser disebut dengan pengendalian konkurensi (*concurrency control*). Secara umum ada dua pendekatan pengendalian konkurensi yaitu pendekatan optimistik dan pendekatan pesimistik.

2. DASAR TEORI

Penelitian tentang pengendalian konkurensi hybrid yang dilakukan selama ini menganggap bahwa model suatu transaksi adalah rata (*flat*) dan melakukan penserialan untuk menjaga konsistensi datanya (Pavlova, 1997), juga mempertimbangkan batasan waktu yang berkaitan dengan transaksi. Penelitian lainnya merancang protokol konkurensi untuk transaksi-transaksi yang kemungkinan memiliki ketergantungan, artinya bahwa jika salah satu kumpulan transaksi yang saling bergantung mengalami kegagalan, maka transaksi lainnya juga ikut digagalkan (Dogdu, 1996). Penelitian model hybrid yang dilakukan Juhnyoung, mengidentifikasi adanya beberapa perbedaan jenis-jenis transaksi tersarang (*nested*) yang tergantung pada jenis mode kunci, hubungan antara kunci-kunci relatif, pewarisan kunci, dan reaksi dari *parent* pada pembatalan transaksi.

Untuk mengatasi masalah yang dijumpai dalam transaksi paralel, peneliti mengembangkan pendekatan *hybrid* yang menggabungkan pendekatan pesimistik dan optimistik murni.

Manajemen transaksi merupakan konsep dasar untuk mengatur transaksi dalam mengeksekusi basis data secara bersama dan pengambilan kembali dari kegagalan sistem pada suatu DBMS. Ditinjau dari DBMS, transaksi merupakan suatu rangkaian atau daftar tindakan (*schedule*). Tindakan yang dieksekusi transaksi meliputi **baca** dan **tulis** pada obyek basis data. Selain membaca dan menulis, tiap transaksi harus menentukan *commit* (bila telah selesai dan sukses) atau *abort* (bila dinyatakan gagal) sebagai tindakan akhir.

Pada eksekusi konkuren sulit untuk menjamin isolasi suatu transaksi, namun untuk meningkatkan kinerja sistem isolasi transaksi, ada dua cara yang ditempuh, yaitu:

- a) Saat transaksi menunggu halaman untuk dibaca dari simpanan dan CPU dapat memproses transaksi lain, sehingga dapat mengurangi jumlah waktu nganggur pemroses dan meningkatkan *throughput* sistem.
- b) Melakukan *interleave* eksekusi pada transaksi pendek dengan transaksi panjang, yang diharapkan transaksi pendek selesai lebih cepat.

Transaksi model pesimistik, dalam mengakses data hanya jika yang tidak menyebabkan kemungkinan terjadinya konflik dikemudian hari. Jika ini tidak mungkin maka segera transaksi tersebut menunggu sampai memungkinkan untuk dilaksanakan. Sebagian terbesar dari algoritma pesimistik dasarnya adalah kunci (*locks*) dengan dua tahap penguncian (2PL).

Bila antara peminta dan pemegang kunci terjadi *conflicting lock mode*, sedang peminta mempunyai prioritas lebih tinggi daripada semua pemegang kunci, maka pemegang kunci harus *me-restart* ulang transaksinya dan peminta diberi kunci, sebaliknya jika prioritas peminta lebih rendah, maka peminta harus menunggu pemegang kunci melepaskan kuncinya (Abbot dalam Somal, 1998).

Model optimistik berdasarkan asumsi bahwa konflik jarang terjadi, dan transaksi dijalankan tanpa mengesankan penundaan untuk menjamin serialibilitas (Juhnyoung, 1994). Bila suatu transaksi diharapkan akan *commit* perlu dilakukan pengecekan untuk menentukan apakah terjadi konflik. Ada tiga tahapan dalam mengeksekusi suatu transaksi yaitu *read*, *validation*, dan *write*.

Pendekatan protokol *hybrid* merupakan kombinasi dari protokol pesimistik dan optimistik (Somal, 1998) untuk mengambil beberapa manfaat dari kedua protokol induknya. Manfaat pendekatan protokol *hybrid* adalah (a) mengurangi frekuensi *rollback*, (b) mengurangi jumlah tindakan *rollback* pada obyek data, dan (c) mengurangi waktu tunggu dalam menjalankan transaksi. Protokol *hybrid* menanggapi masalah penulisan $wi[x]$, untuk (a) pelaksanaan secara normal, bila tidak ada konflik dan membaca *timestamp* dari versi sebelumnya $xk < ts(Ti)$, (b) mengembalikan proses baca yang tidak konsisten, dengan tidak membaca $rj[xk]$ bila Tk sudah dijalankan, dan (c) kegagalan tulis, jika ada baca $rj[xk]$ mempunyai suatu transaksi Tk yang sudah dijalankan, untuk menjaga kebenaran penulisan $wi[x]$ harus dibatalkan. Protokol *hybrid* tidak membatalkan transaksi yang mempunyai operasi baca $wi[x]$ yang gagal. Bila terjadi konflik, protokol *hybrid* diperlakukan seperti protokol *timer warp*.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini merupakan pengembangan dari konsep manajemen konkurensi pada sistem basis data yang selama ini telah dikenal, yaitu protokol pesimistik dan optimistik. Dalam pengimplementasiannya kedua protokol tersebut masing-masing memiliki keuntungan dan kerugian terutama bila diterapkan pada model transaksi tersarang. Peneliti berusaha menerapkan kelebihan dari masing-masing protokol dan meminimalkan kelemahannya untuk mengelola konkurensi pada sistem basis data, yang selanjutnya disebut sebagai model *hybrid*. Model yang diusulkan menerapkan dua manajemen konkurensi tersebut dalam mengelola suatu transaksi. Model transaksi yang menjadi obyek penelitian ini adalah transaksi bersarang (*nested transaction*). Pada model ini, transaksi dipandang sebagai suatu kumpulan dari subtransaksi yang saling berhubungan, yang masing-masing bisa terdiri dari sejumlah subtransaksi.

3.1. Pemodelan Algoritma *Hybrid*

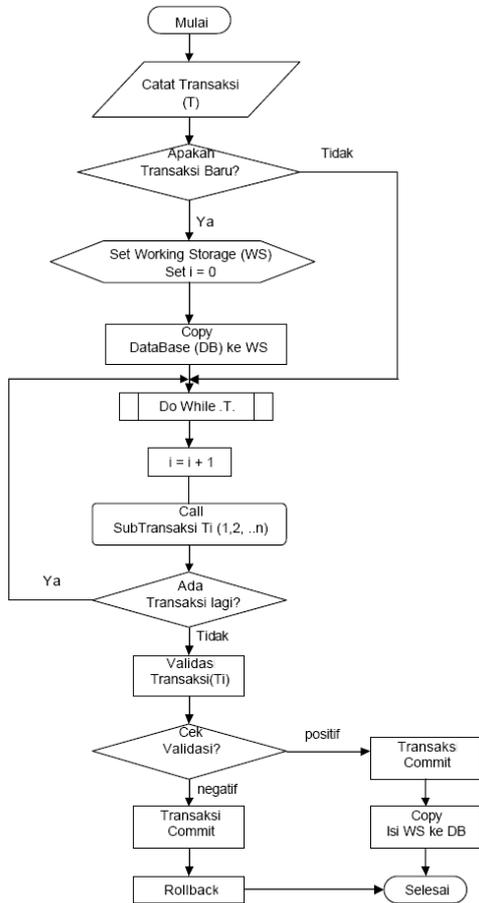
Ide algoritmanya adalah bahwa pohon transaksi diserialkan dengan transaksi lain menggunakan algoritma optimistik, tetapi transaksi-transaksi dalam pohon yang sama diserialkan menggunakan algoritma pesimistik. Pohon transaksi diserialkan menggunakan pendekatan optimistik hanya jika transaksinya adalah *flat1*. Untuk membedakan peran dari pohon transaksi sebagai unit yang dikendalikan oleh algoritma optimistik peneliti menyebutnya dengan transaksi global (pohon transaksi bisa terdiri hanya satu transaksi). Jika algoritma optimistik digunakan, maka setiap transaksi mempunyai ruang kerja lokal sendiri. Suatu transaksi membaca basis data (DB) dan menuliskannya pada ruang kerja lokalnya. Sebelum mengubah DB secara permanen, dilakukan uji validasi untuk menguji konsistensi data. Jika hasil pengujiannya positif, perubahan yang dilakukan oleh transaksi menjadi permanen dan transaksi dinyatakan *commit*. Dalam kasus ini, peneliti menggunakan ruang kerja lokal untuk setiap pohon transaksi. Data yang disalin dari DB sebenarnya ditempatkan pada ruang kerja lokal yang dapat diakses oleh subtransaksi dari pohon transaksi yang sama. Untuk bisa mengakses data tersebut suatu transaksi harus mendapatkan kunci terlebih dahulu.

Penanganan kunci dikendalikan menggunakan algoritma pesimistik, sedang ruang kerja lokal yang sudah berisi salinan basis data bisa diakses oleh transaksi lain diluar pohon transaksinya, namun harus mengikuti aturan dari protokol pesimistik, karena ditinjau dari sudut pandang algoritma, ruang kerja lokal ini merupakan basis data.

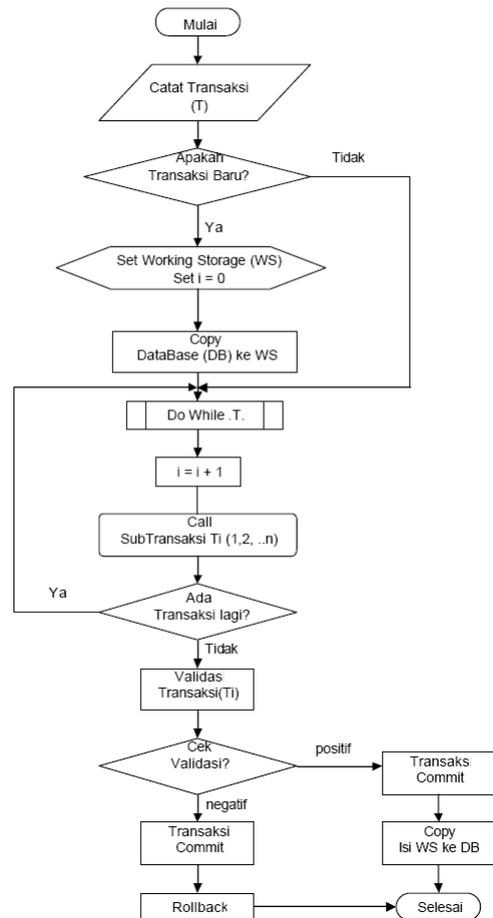
Algoritma pengendalian konkurensi *hybrid* yang diusulkan adalah sebagai berikut.

- 1) Mulai Transaksi Global Baru
- 2) Mulai SubTransaksi Baru
- 3) Melakukan operasi baca terhadap copy basis data pada ruang kerja lokal
- 4) Melakukan operasi tulis kedalam ruang kerja lokal bila transaksi commit
- 5) Menjalankan SubTransaksi mengikuti aturan protokol pesimistik
- 6) Menjalankan Transaksi Global sesuai aturan optimistik
- 7) Menggagalkan Subtransaksi menggunakan mekanisme protokol pesimistik.
- 8) Menggagalkan Transaksi Global mengikuti aturan protokol optimistik.

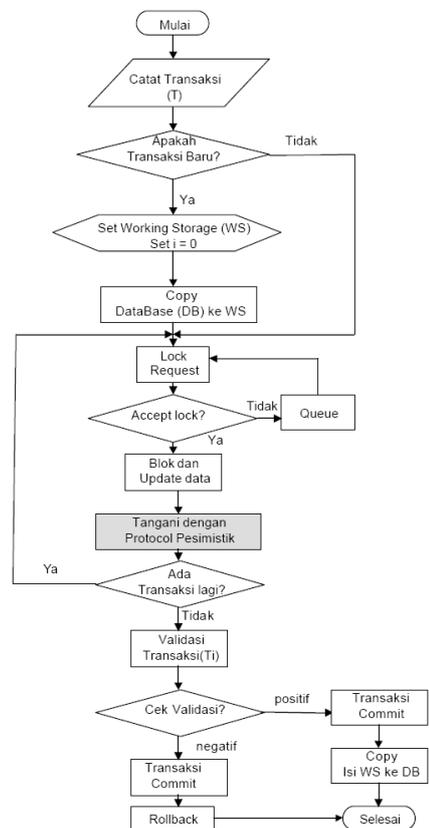
Flowchart algoritma *hybrid* dapat dilihat pada gambar 3.1., 3.2, dan 3.3.



Gambar-3.1. Flowchart Algoritma Pesimistik



Gambar-3.2. Flowchart Algoritma Optimistik



Gambar-3.3. Flowchart Algoritma Hybrid

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Peneliti menggunakan basis data dengan ukuran 500 record dan jumlah transaksi divariasikan dari 10 hingga 60 transaksi dalam simulasi pengujian, baik untuk protokol pesimistik, optimistik, dan hybrid. Parameter pengujian yang dibahas adalah waktu tanggap, tingkat kegagalan, dan *throughput*.

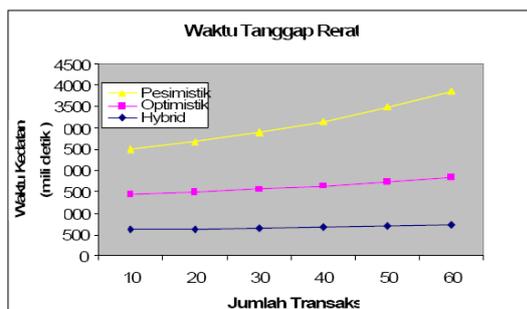
1) Pengujian Waktu Tanggap

Pengujian ini dimaksudkan untuk mengukur kinerja dari masing-masing protokol terhadap waktu tanggap dari sistem terhadap aktifitas transaksi yang dilakukan. Dari hasil pengujian diperoleh data seperti yang ditunjukkan tabel 4.1.

Tabel 4.1. Data Waktu Tanggap

	Tipe Protokol	Jumlah Transaksi					
		10	20	30	40	50	60
Waktu Tanggap	Optimistik	816.56	865.18	915.45	959.23	1041.78	1110.64
	Pesimistik	1089.06	1171.19	1330.33	1522.96	1743.05	2035.95
	Hybrid	611.42	622.01	638.2	665.22	689.99	707.96

Dari hasil pengujian gambar 4.1 dapat dilihat bahwa ketiga protokol memiliki kecenderungan waktu tanggap yang hampir sama, dimana semakin banyak jumlah transaksi yang ditangani system, maka waktu tanggapnya semakin tinggi. Namun dari ketiga protokol tersebut pendekatan hybrid memiliki waktu tanggap yang lebih rendah dibandingkan dari kedua protokol tersebut. Sedang waktu tanggap protokol optimistik lebih bagus bila dibandingkan dengan waktu tanggap protokol pesimistik. Hal ini dimungkinkan banyaknya antrian untuk mendapatkan kunci dari protokol pesimistik bisa menurunkan waktu tanggap. Sedang protokol optimistik memiliki waktu tanggap yang relatif kurang dibandingkan hybrid, karena adanya beban restart yang kemungkinan menurunkan waktu tanggapnya.



Gambar-4.1. Grafik Waktu Tanggap

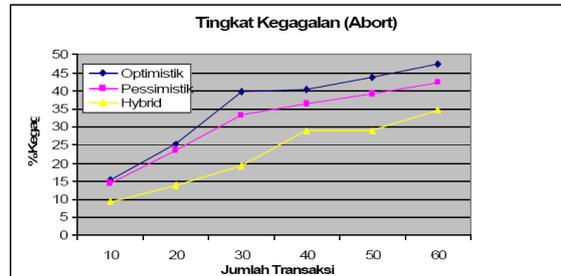
2) Pengujian Tingkat Kegagalan

Pengujian ini untuk mengukur tingkat kegagalan proses yang dilakukan sistem sehingga subtransaksi atau transaksi harus

digagalkan. Dari hasil pengujian diperoleh data seperti yang ditunjukkan tabel 4.2.

Tabel 4.2. Tingkat Kegagalan

	Tipe Protokol	Jumlah Transaksi					
		10	20	30	40	50	60
Kegagalan (%)	Optimistik	15.27	25.21	39.79	40.3	43.62	47.5
	Pesimistik	14.37	23.68	33.26	36.26	39.26	42.37
	Hybrid	9.42	13.79	19.37	28.95	29.05	34.74



Gambar 4.2

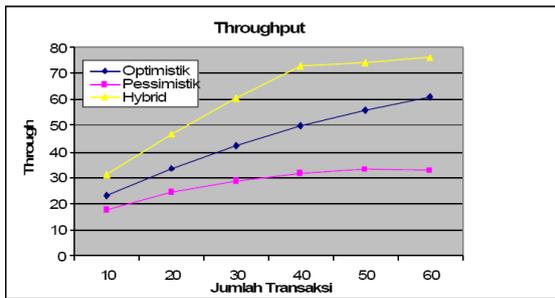
Dari hasil pengujian gambar 4.2 dapat dilihat bahwa ketiga protokol memiliki kecenderungan tingkat kegagalan yang hampir sama, dimana semakin banyak jumlah transaksi yang ditangani sistem, maka tingkat kegagalannya juga semakin tinggi. Dari ketiga protokol tersebut dapat disimpulkan bahwa pendekatan hybrid memiliki tingkat kegagalan paling rendah dibandingkan dari dua protokol yang lain. Sedang tingkat kegagalan dari protokol optimistik lebih tinggi bila dibandingkan dengan protokol pesimistik. Hal ini dimungkinkan karena banyaknya kegagalan sehingga harus me-restart ulang setelah dilakukan tahap validasi pada akhir proses, sehingga menyebabkan banyaknya tingkat kegagalan yang harus dihadapi oleh protokol optimistik. Pada protokol pesimistik setiap transaksi harus mendapatkan kunci sebelum melakukan operasi, sehingga memiliki tingkat kegagalan relatif rendah. Sedang protokol hybrid relatif bagus dari pesimistik karena terjadi pemisahan antara transaksi dan subtransaksi.

3) Throughput

Throughput adalah jumlah dari transaksi yang dinyatakan commit setiap satuan waktu, dimana setiap batch transaksi yang dinyatakan commit dibagi dengan jumlah transaksi per batch * 100%. *Throughput* dapat digunakan untuk mengukur tingkat efisiensi dari pengendalian konkurensi. Dari hasil pengujian diperoleh data seperti yang ditunjukkan tabel 4.3.

Tabel 4.3. Data Throughput

	Tipe Protokol	Jumlah Transaksi					
		10	20	30	40	50	60
Throughput (%)	Optimistik	23.21	33.26	42.05	49.89	55.58	60.89
	Pesimistik	17.68	24.47	28.74	31.63	32.84	32.79
	Hybrid	31.12	46.53	60.32	72.74	74.16	75.95



Gambar-4.3. Grafik *Throughput*

Dari hasil pengujian gambar 4. 3 dapat dilihat bahwa ketiga protokol memiliki kecenderungan *throughput* yang hampir sama, dimana semakin banyak jumlah transaksi yang ditangani system, maka *throughput*-nya juga semakin tinggi. Hal ini dimungkinkan karena tingkat efisiensi transaksi berbanding lurus dengan jumlah transaksi, sehingga semakin tinggi jumlah transaksinya maka tingkat efisiensinya juga meningkat. Dari ketiga protokol tersebut dapat disimpulkan bahwa pendekatan hybrid memiliki *throughput* relatif tinggi dibandingkan dari dua protokol yang lain. Sedang *throughput* dari protokol pesimistik lebih rendah bila dibandingkan dengan protokol optimistik. Hal ini dimungkinkan karena banyak transaksi yang harus menunggu antrian untuk mendapatkan kunci, yang menyebabkan waktu tunggu semakin besar sehingga jumlah transaksi setiap satuan waktu yang bisa diproses semakin rendah. beban prosesor dan setelah dilakukan tahap validasi pada akhir proses banyak Protokol optimistik *throughput* nya relative lebih baik dibandingkan dengan protokol pesimistik, karena transaksi dari pohon yang berbeda bisa diparalelkan sehingga, jumlah transaksi yang dikerjakan setiap satuan waktu bisa lebih banyak. Sedang protokol hybrid relatif bagus dari pesimistik maupun optimistik, karena terjadinya pemisahan antara pohon transaksi dan subtransaksi sehingga jumlah transaksi yang harus digagalkan relatif sedikit dan waktu tanggap sistem semakin baik, sehingga efisiensi proses semakin bagus.

4.2. Pembahasan

Setelah melakukan analisis terhadap hasil pengujian diatas maka hasilnya dapat dirangkum dalam tabel 4.4., sedang kriteria yang digunakan dapat dilihat pada tabel 4.5.

Tabel 4.4. Rangkuman Hasil Pengujian

Parameter	Pesimistik	Optimistik	Hybrid
Waktu Tanggap (mili detik)	Jelek 1478.75	Baik 798.89	Baik 655.80
Tingkat Kegagalan (% kegagalan)	Baik 31.53	Jelek 35.28	Baik Sekali 22.53
<i>Throughput</i> (% <i>throughput</i>)	Jelek 28.25	Baik 44.15	Baik 60.13

Tabel 4.5. Kriteria Kualifikasi Pengujian

	Waktu Tanggap (mili detik)	Tingkat Kegagalan (% kegagalan)	<i>Throughput</i> (% <i>Throughput</i>)
Jelek	≥ 1000	$\geq 50\%$	$\leq 30\%$
Baik	500 - 1000	(30 - 50) %	(30 - 70)%
Baik Sekali	< 500	$< 30\%$	$> 70\%$

Dari rangkuman hasil analisis tabel 4.4. dapat disimpulkan bahwa dengan parameter pengujian waktu tanggap, tingkat kegagalan, dan *throughput* dari ketiga protokol tersebut ternyata protokol hybrid yang paling baik dibandingkan dengan kedua protokol lainnya. Hal ini dimungkinkan karena implementasi dari model ini berdasarkan pada interaksi antara dua jenis manajer transaksi, yaitu menggunakan kelebihan dari strategi optimistik dan pesimistik. Semua pohon transaksi baru pada awalnya dikendalikan berdasarkan manajer optimistik, sedang pengelolaan lebih lanjut dari pohon transaksi ini dilakukan oleh manajer pesimistik. Manajer pesimistik mengendalikan eksekusi dari pohon transaksi ini sampai seluruh pohon dinyatakan *commit* atau digagalkan.

Karena interaksi dari dua manajer transaksi yang berbeda dapat dipastikan menimbulkan masalah baru pada kinerjanya, ini mungkin satu manajer optimistik akan menangani kunci-kunci transaksi dari pohon transaksi ini sendiri. Ini berarti bahwa bila transaksi dari pohon mulai bekerja mengunci datanya pada model yang sesuai (jika ini mungkin), membaca data dari basis data (atau dari area kerja lokal) dan menulis data pada area kerja lokal.

Pada pendekatan hybrid membatasi kumpulan dari susunan pengurutan dalam membandingkan dengan algoritma yang lain. Pada waktu yang sama algoritma ini diijinkan melaksanakan pekerjaan lain tanpa memerlukan waktu tambahan, oleh karena itu algoritma ini kelihatan lebih menguntungkan bila dimplementasikan pada suatu sistem yang memerlukan waktu tanggap cepat. Kelemahan algoritma ini adalah bila terjadi konflik, beban *restart* dari pohon transaksi masih berat. Meskipun pada kenyataannya, banyak kasus yang ada tidak memerlukan *restart* pada pohon transaksi, tetapi cukup *me-restart* pada sejumlah subtransaksi yang mengalami konflik saja. Penemuan awal dari konflik memungkinkan untuk mengurangi jumlah dari pengolahan transaksi dan pekerjaan untuk *me-restart*. Ini juga memberikan kesempatan lebih baik untuk transaksi yang harus direstart untuk memenuhi batas waktunya.

5. PENUTUP

Dari hasil pembahasan pada bab sebelumnya peneliti dapat menyimpulkan sebagai berikut:

- a. Pengendalian konkurensi menggunakan algoritma pesimistik yang diimplementasikan pada transaksi bersarang ini menguntungkan bila digunakan pada satu jenis pohon saja, sehingga tingkat kegagalan transaksi lebih kecil, namun akan terjadi konflik bila ada transaksi dari pohon lain yang memiliki prioritas lebih tinggi, yang mengakibatkan seluruh pohon transaksi harus digagalkan sehingga memerlukan waktu tanggap lebih lama dan *throughput* nya relatif rendah.
- b. Pengendalian konkurensi menggunakan algoritma optimistik bagus untuk mengatasi terjadinya konflik, karena mengijinkan pemrosesan transaksi secara paralel, namun konflik akan terjadi bila pada tahap validasi ada transaksi dari pohon lain yang memiliki prioritas lebih tinggi dieksekusi secara bersamaan dengan subtransaksi dari pohon lain sebelumnya, namun hanya menggagalkan subtransaksinya saja. Sehingga pendekatan ini memerlukan waktu tanggap dan *throughput* lebih baik bila dibandingkan dengan algoritma pesimistik.
- c. Pengendalian konkurensi menggunakan algoritma hybrid lebih baik bila dibandingkan dengan kedua pendekatan yang lain (pesimistik dan optimistik murni), karena dari seluruh parameter pengujian protokol ini memiliki kinerja paling baik.
- d. Penelitian ini hanya menggunakan 500 record dalam basis datanya, sehingga belum bisa diketahui dampak perubahan dari variasi jumlah data terhadap ketiga jenis pengujian.

6. PUSTAKA

1. Eswaran, K., Gray, J., Lorie, R., dan Traiger, I, November, 1976, *The Notions of Consistency and Predicate Locks in a Database System*, Communications of ACM.
2. Juhnyoung, L. dan Rothermel, K., 1994, *Performance of Concurrency Control Mechanisms in Centralized Database Systems*, Prentice-Hall.

3. Kung, H.T. dan Robinson, J.T., June, 1981, *On Optimistic Methods for Concurrency Control*, ACM Transactions on Database Systems, 6(2).
4. Krzyzagorski, P. dan Mrozy, T, volume 1, halaman 21-28, June, 1995, *Optimistic Concurrency Control Algorithm with Dynamic Serialization Adjustment for Firm Deadline Real-Time Database Systems*, In Proceedings of the Second International Workshop on ADBIS '95.
5. Lindstrom, Jan, January 12-13, 2000, *Using Optimistic Concurrency Control in Firm Real-Time Databases*, HeCSE Winter School 2000: Next Millenium Computing, Hanko, Finland.
6. Moss, J.E.B., 1985, *Nested Transactions: An Approach to Reliable Distributed Computing*, Ph.D thesis, MIT Press, Cambridge, MA.
7. Pavlova, E. dan Nekrestyanov, I., 1997, *Concurrency Control Protocol for Nested Transactions in Real-Time Databases*, St. Petersburg University, Russia.
8. Somal, Preeti, 1998, *The Hybrid for Database Concurrency Control*, Thesis, Cambridge University, London.
9. Ulusoy, O. , 1995, *Analysis of Concurrency Control Protocol for Real-Time Database System*, Technical Report BU-CEIS -9514, Bilkent University.

BIODATA PENULIS

Nama Lengkap : Ir. Totok Suprawoto, MM,MT.
Tempat/tgl lhr : Madiun, 14 Desember 1958
Instansi : Jurusan Teknik Informatika
STMIK AKAKOM
Alamat : Jl. Bulu 2B, Karangbendo,
Banguntapan, Yogyakarta.
e-mail : totok@akakom.ac.id
Lulus S1 : 1991 S1 Teknik Kimia UPN
Lulus S2 : 1997 S2 Magister Manajemen
UGM
2006 S2 Magister Teknik Elektro
UGM