

## SISTEM HIMPUNAN KORUM DAN MASALAH RESOLUSI KONFLIK TERDISTRIBUSI

FEBRYANTI\*)

### ABSTRACT

*The aims of this study are (1) to analyze relaxation of the characteristics of distributed mutual exclusion problem of various problems of widening conflict resolution in distributed system, (2) to develop coterie set system in solving any types of conflict resolution in distributed system, (3) to analyze coterie set to solve the distributed conflict problem. The method used was literary study by collecting research materials through library journals that relevant with the subject matter i. e. quorum set system and various problems of distributed conflict resolution. The results of the research indicated that mutual exclusion (mutex) can be solved with coterie, k-mutex problem can be solved by using k-coterie, read-writer problem can be solved by using bicoterie, restricted resources problem can be solved by using  $(m, h, k)_i$ -coterie. For restricted and various resources matter can be constructed with disjoint and simple uniform  $(m, h, k)$ -coterie.*

*Key words: Mutual exclusion, Distributed system, conflict resolution, coterie, bicoterie.*

### PENDAHULUAN

Sistem terdistribusi dapat dipandang sebagai sebuah sistem komputasi yang terdiri dari beberapa simpul atau *node* (atau secara awam beberapa komputer) yang berkomunikasi satu dengan lainnya menggunakan jaringan komputer untuk saling bertukar pesan. Masalah utama dan fundamental dalam sistem terdistribusi umumnya berkaitan dengan sinkronisasi akses diantara pesan dalam rangka mengatasi masalah-masalah tabrakan data, konflik akses, pemilihan pimpinan (*leader election*), dan masalah-masalah lainnya.

Algoritma sinkronisasi dalam sistem terdistribusi secara sederhana dapat dipandang sebagai sebuah masalah *distributed mutual exclusion (mutex)*. Secara umum, algoritma mutex memiliki dua tipe yaitu; algoritma berbasis tanda (*token-based*) dan algoritma berbasis izin (*permission-based*).

Algoritma berbasis *token* bekerja dengan mekanisme bahwa proses dapat mengakses sumber daya ketika memiliki *token*, sedangkan algoritma berbasis *permission* bekerja dengan mekanisme bahwa proses dapat mengakses sumber daya jika proses tersebut berhasil mengumpulkan izin dari beberapa proses dalam system.

---

\*) Staf Pengajar FKIP Universitas Al Asyariah Mandar

*Mutual Exclusion* (atau *mutex*) merupakan mekanisme sinkronisasi sedemikian sehingga paling banyak satu proses boleh menggunakan sumber daya disetiap saat dalam sistem terdistribusi. Misalkan  $p_1, p_2, \dots, p_n$  adalah sekumpulan proses yang mencoba mengakses sebuah sumber daya  $R$ , dimana  $R$  hanya boleh diakses oleh satu dan hanya satu proses dalam setiap satu satuan waktu. Solusi dari masalah akses *mutex* oleh sekumpulan proses kedalam sumber daya  $R$  dapat harus memenuhi 2 syarat yaitu syarat Aman (safety) paling banyak satu proses boleh menggunakan sumber daya setiap waktu; syarat liveness yaitu semua proses yang ingin mengakses sumber daya pada akhirnya akan terkabulkan. (Lawi, et al., 2006)

Mekanisme kerja berbasis izin memiliki dua jenis yaitu izin klasik dan sistem himpunan korum. Mekanisme kerja algoritma berbasis izin klasik memiliki reliabilitas tinggi tetapi jumlah pesan yang dipertukarkan sangat besar sehingga kinerja sistem kurang efisien, berbeda dengan algoritma berbasis sistem himpunan korum reliabilitasnya cukup tinggi dan jumlah pesan yang dipertukarkan lebih sedikit karena hanya mengirim pesan kebeberapa proses dalam sistem. sehingga lebih efisien. (kakugawa, et.al. 2010)

Sistem terdistribusi memungkinkan proses untuk mengakses sumber daya  $R = \{r_1, r_2, \dots, r_m\}$  yang heterogen. Sumber daya ini dapat digunakan bersama-sama sehingga memberikan keuntungan dalam meningkatkan kecepatan komputasi, ketersediaan data serta meningkatkan kehandalan data. (Suhatri, R. J. 2004; Lawi, et al. 2006; Joung, Y.-J., 2010).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis relaksasi sifat-sifat masalah distributed mutual exclusion untuk berbagai perluasan masalah resolusi konflik dalam sistem terdistribusi dan mengembangkan sistem himpunan koteri dalam menyelesaikan berbagai perluasan masalah resolusi konflik dalam sistem terdistribusi, serta Menganalisis sistem himpunan koteri dalam menyelesaikan masalah konflik terdistribusi.

## **BAHAN DAN METODE**

### ***Lokasi dan Rancangan Penelitian***

Penelitian ini dilakukan di wilayah kampus Unhas Makassar. Metode penelitian yang digunakan adalah kajian pustaka, mengumpulkan bahan penelitian melalui jurnal dan literature yang ada hubungannya dengan materi pembahasan. Penelitian ini dilakukan melalui berbagai tahapan yang ditempuh agar hasil penelitian yang diperoleh memenuhi kaidah-kaidah ilmiah yang dilaksanakan secara cermat dan sistematis. Tahapan penelitian ini dilakukan secara bertahap yaitu: Mempelajari sumber-sumber pustaka berupa buku, *paper*, dan halaman web yang berisi tentang teori yang berhubungan dengan mutual exclusion, sistem terdistribusi, himpunan koteri dan sistem himpunan korum terelaksasi; Menganalisis relaksasi sifat-sifat masalah distributed *mutual exclusion* (*mutex*); Mendesain mekanisme sinkronisasi yang dapat mengatasi

berbagai masalah konflik akses kedalam sumber daya dengan menggunakan sistem himpunan korum.

**HASIL PENELITIAN**

**Definisi koteri**

Diberikan himpunan proses  $V \neq \emptyset$  dalam sistem terdistribusi,  $G$ . Koleksi himpunan  $C \subseteq V$  disebut *koteri* (atas  $V$ ) jika dan hanya jika, memenuhi dua syarat berikut:

1. *Irisan*:  $\forall Q, Q' \in C \Rightarrow Q \cap Q' \neq \emptyset$ .
2. *Non-redudansi*:  $\forall Q, Q' \in C \ \& \ Q \not\subseteq Q'$

Himpunan  $Q, Q' \in C$  disebut *korum*. (Lawi, et al. 2005) ■

**Contoh** :  $C = \{\{1,2\}, \{1,3\}, \{2,3\}\}$  merupakan sebuah koteri atas himpunan  $V = \{1, 2, 3\}$  karena setiap pasangan korum dalam  $C$  saling beririsan dan tidak ada korum yang merupakan superset korum lainnya.

**Definisi koteri terdominasi dan tak terdominasi**

Sebuah koteri  $C$  dikatakan *terdominasi* oleh koteri  $D$ , dimana  $C \neq D$ , jika dan hanya jika,  $\forall Q \in C, \exists Q' \in D$  sedemikian sehingga  $Q \subseteq Q'$ . Jika tidak terdapat koteri lain yang mendominasi maka  $C$  dikatakan *tak-terdominasi* atau *non-dominated* (*ND coteri*). ■

**Contoh koteri terdominasi**: Diberikan koteri  $C = \{\{1,2,3\}, \{1,2,4\}, \{1,3,4\}, \{2,3,4\}\}$  dan koteri  $D = \{\{1,2\}, \{1,3\}, \{1,4\}, \{2,3,4\}\}$  atas himpunan  $V = \{1, 2, 3,4\}$ . Koteri  $C$  dikatakan terdominasi oleh koteri  $D$  karena untuk setiap  $Q$  korum dalam  $C$ , dapat ditemukan korum  $Q'$  dalam  $D$  sehingga  $Q \subseteq Q'$ .

**Contoh koteri tak-terdominasi**: Diberikan koteri  $C = \{\{1,2\}, \{2,3\}, \{1,3\}\}$  merupakan koteri tak-terdominasi atas himpunan  $V = \{1,2,3\}$  karena tidak dapat ditemukan koteri lain (atas  $V$ ) yang mendominasi  $C$ . Koteri  $D = \{\{1,2\}, \{2,4,5\}, \{2,5,6\}, \{2,4,6\}, \{1,4,5\}, \{1,5,6\}, \{1,4,6\}\}$  atas himpunan  $V = \{1, 2,4,5,6\}$  merupakan koteri tak-terdominasi.

**Perluasaan sistem himpunan korum**

**k-koteri**

Koleksi himpunan  $C$  atas himpunan proses-proses  $V$  disebut *k-koteri* jika dan hanya jika memenuhi 3 sifat berikut.

1. *Saling-lepas (disjoint)*: Untuk setiap  $h (< k)$  elemen yang saling lepas  $Q_1, Q_2, \dots, Q_h$  yaitu  $Q_i \cap Q_j = \emptyset, 1 \leq i \neq j \leq h$ , terdapat elemen  $Q \in C$ . sedemikian sehingga  $Q \cap Q_i = \emptyset, 1 \leq i \leq h$ .
2. *Saling-iris (intersection)*: Untuk sembarang  $Q_1, \dots, Q_{k+1} \in C$ , terdapat pasangan  $Q_i$  dan  $Q_j$  sedemikian sehingga  $Q_i \cap Q_j \neq \emptyset$ .
3. *Non-redudansi*  $\forall Q_i, Q_j \in C, Q_i \not\subseteq Q_j$ . (Jiang, Jehn-Ruey.2005) ■

**Contoh**  $C = \{\{1,2\}, \{1,3\}, \{1,4\}, \{2,3\}, \{2,4\}, \{3,4\}\}$  adalah 2-koteri atas  $V = \{1,2,3,4\}$ . Koteri  $C$  dikatakan 2-koteri karena ditemukan maksimal 2 korum yang *disjoint* yaitu  $\{1,2\}, \{3,4\}$  atau  $\{1,3\}, \{2,4\}$  atau  $\{1,4\}, \{2,3\}$  serta jika

dipilih sembarang 3 korum maka terdapat paling sedikit satu pasang korum yang beririsan.

**Bikoteri**

Pasangan  $B = \langle W, R \rangle$ ,  $W$  dan  $R$  adalah himpunan subset dari  $V$ , disebut bikoteri

(atas  $V$ ) jika dan hanya jika memenuhi:

1.  $WR$  - saling iris :  $\forall W \in \mathcal{W}, \forall R \in \mathcal{R}, W \cap R \neq \emptyset$
2. Non – redundansi :  $\forall W_1, W_2 \in \mathcal{W}, W_1 \subsetneq W_2$  dan  $\forall R_1, R_2 \in \mathcal{R}, R_1 \subsetneq R_2$  ■

**Contoh:**

$V = \{1, 2, 3, 4\}$

$B = \langle \mathcal{W}, \mathcal{R} \rangle$

$W = \{ \{1, 2, 3\}, \{1, 2, 4\}, \{1, 3, 4\}, \{2, 3, 4\} \}$

$R = \{ \{1, 2\}, \{1, 3\}, \{1, 4\}, \{2, 3\}, \{2, 4\}, \{3, 4\} \}$

Masalah resolusi konflik terdistribusi didefinisikan dengan memperluas atau mengeneralisasi masalah distributed mutual exclusion (DME). Perluasan ini dapat dilakukan dengan merelaksasi syarat safety dari DME sebagai contoh, masalah *k-mutual exclusion* didefinisikan dengan merelaksasi syarat *safety* yang awalnya membolehkan satu, dan hanya satu, proses mengakses sumberdaya tunggal setiap saat menjadi paling banyak  $k$  proses secara bersamaan.

Beberapa relaksasi kondisi safety DME yaitu, *k-mutex* paling banyak  $k$  proses yang boleh menggunakan sumber daya tunggal secara bersamaan setiap saat; *Group mutex* paling banyak satu (dari  $m$ ) sumber daya yang boleh digunakan/diakses oleh beberapa proses secara bersamaan setiap saat; *Group k-mutex* paling banyak satu (dari  $m$ ) sumber daya yang boleh digunakan/diakses oleh paling banyak  $k$  proses secara bersamaan setiap saat (gambar 1,2, dan 3).

Perluasan masalah-masalah resolusi konflik terdistribusi kemudian dapat didefinisikan kedalam sebuah masalah resolusi konflik terdistribusi yang lebih general dengan jumlah  $m$  buah sumberdaya dengan kemampuan eksekusi yang terbatas. yaitu masalah alokasi sumber daya  $(m,h,k)$  atau  $(m,h,k)$ -resource allocated problem dan masalah sumberdaya kapasitas terbatas  $(m,h,k_i)$  atau  $(m,h,k_i)$ -distributed bounded capacity.

**PEMBAHASAN**

Perluasan masalah resolusi konflik terdistribusi dilakukan dengan cara merelaksasi syarat *safety* yang hanya boleh satu sumber daya dari  $m$  sumberdaya yang dapat diakses. Masalah ini disebut sebagai masalah  $(m,h,k)$  resource allocated problem kemudian masalah ini diperluas lagi menjadi masalah sumber daya terbatas atau  $(m,h,k_i)$ -distributed bounded capacity, untuk  $i = 1,2,3,..n$ . dengan menyelesaikan generalisasi masalah  $(m,h,k_i)$  maka masalah  $(m,h,k)$  dapat diselesaikan.

Masalah  $(m,h,k)$  dapat diselesaikan dengan menggunakan sistem himpunan korum yang disebut sebagai  $(m,h,k)$ -koteri adapun definisi dari  $(m,h,k)$ -koteri yaitu Koleksi himpunan  $B = \{C_1, \dots, C_m\}$ , dimana  $\forall C_i \in B$  disebut  $(m,h,k)$ - koteri atas  $V$ ,  $C_i$  adalah  $k$ -koteri atas  $V$ , jika dan hanya jika memenuhi syarat (1) Disjoint yaitu Untuk setiap  $l(<h)$  yang elemennya disjoint  $\{C_1^l, \dots, C_l^l\} \subseteq B$  terdapat elemen  $C \in B$  sedemikian sehingga untuk semua  $1 \leq i \leq l, C$  dan  $C_i^l$  disjoint.(2). Bikoteri yaitu Untuk setiap  $(h + 1)$  elemen  $\{C_1^l, \dots, C_{h+1}^l\} \subseteq B$ , terdapat pasangan  $C_i^l$  dan  $C_j^l$  yang membentuk bikoteri. (Lawi *et al.* 2006 A; Joung, Yuh-Jzer. 2004)

Contoh  $(m,h,k)$ -koteri

$B = \{C_i\}, i = 1, \dots, 6$  . berikut adalah  $(6,3,3)$ -koteri

- $C_1 = \{\{1,2,3,10,13,16\}, \{4,5,6,11,14,17\}, \{7,8,9,12,15,18\}\}$
- $C_2 = \{\{10,11,12,19,22,25\}, \{13,14,15,20,23,26\}, \{16,17,18,21,24,27\}\}$
- $C_3 = \{\{19,20,21,28,31,34\}, \{22,23,24,29,32,35\}, \{25,26,27,30,33,36\}\}$
- $C_4 = \{\{28,29,30,37,40,43\}, \{31,32,33,38,41,44\}, \{34,35,36,39,42,45\}\}$
- $C_5 = \{\{37,38,39,46,49,52\}, \{40,41,42,47,50,53\}, \{43,44,45,48,51,54\}\}$
- $C_6 = \{\{1,4,7,46,47,48\}, \{2,5,8,49,50,51\}, \{3,6,9,52,53,54\}\}$  .

Untuk masalah sumber daya terbatas  $m,h,k_i$  atau masalah sumberdaya terbatas beragam dapat diselesaikan dengan cara mengadopsi mekanisme kerja dari konflik resolusi dan juga menggunakan sistem himpunan koteri yang disebut sebagai  $(m,h,k_i)$ -koteri. Definisi dari  $(m,h,k_i)$ -koteri yaitu  $m$  pasangan  $k_i$  koteri  $B = \{C_1, \dots, C_m \mid C_i \text{ merupakan } k_i \text{ koteri atas } V, 1 \leq k_i \leq n \text{ yang memenuhi sifat disjoint dan sifat bikoteri}\}$  .

Contoh  $(m,h,k_i)$ -koteri

Sistem korum  $B = \{C_1, C_2, \dots, C_6\}$  yaitu  $(6,3, \{3,3,3,2,2,2\})$  koteri atas  $V = \{1,2,3, \dots, 38\}$ .

- $C_1 = \{\{1,2,7,10,13\}, \{3,4,8,11,14\}, \{5,6,9,12,15\}\}$
- $C_2 = \{\{7,8,9,16,19,22\}, \{10,11,12,17,20,23\}, \{13,14,15,18,21,24\}\}$
- $C_3 = \{\{16,17,18,25,28\}, \{19,20,21,26,29\}, \{22,23,24,27,30\}\}$
- $C_4 = \{\{25,26,27,31,33\}, \{28,29,30,31,34\}\}$
- $C_5 = \{\{31,32,35,37\}, \{33,34,36,38\}\}$
- $C_6 = \{\{1,3,5,35,36\}, \{2,4,6,37,38\}\}$  .

Dari dua contoh tersebut diatas dikonstruksikan dengan menggunakan *simple uniform*.

*Simple uniform*

Pertama diasumsikan  $n = 2hk^2$  dan  $m = 2h$ . selanjutnya  $P$  dipartisi kedalam  $m$  yang merupakan subset dari  $P_1, \dots, P_m$  sedemikian sehingga  $|P_i| = k^2, 1 \leq i \leq m$ . kemudian  $C_i$  dibuat menjadi  $k$ -koteri untuk

setiap  $P_i$  dengan mengkonstruksikan  $k$  himpunan saling lepas (disjoint) atau korum  $Q_{ij}$ ,  $1 \leq j \leq k$ , dimana  $Q_{ij} = \{u_{sj}^i | 1 \leq s \leq k\}$ . Untuk  $2 \leq i \leq m$  dan  $1 \leq j \leq k$ .

$Q_{ij} = Q_{i,j} \cup \{u_{sj}^{i-1} | 1 \leq s \leq k\}$ ,  $1 \leq j \leq k$  maka  $|Q_{ij}| = 2k$ .  $B = \{C_1, \dots, C_m\}$ ,  
dimana  $C_i = \{Q_{i1}, \dots, Q_{ik}\}$

## KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat disimpulkan bahwa, Perluasan masalah distribusi mutual exclusion (DME) menjadi beberapa masalah resolusi konflik terdistribusi didefinisikan dengan merelaksasi syarat safety dari DME dan untuk masalah sumber daya terbatas dapat diselesaikan dengan menggunakan himpunan koteri serta himpunan koteri untuk masalah-masalah resolusi konflik dapat digenerelaisasi dan disesuaikan sesuai dengan relaksasi syarat *safety*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Jiang, Jehn-Ruey. (2005). *A Fault-Tolerant h-out of k-mutual exclusion Algorithm Using Cohorts Coterie for Distributed Systems*, Lecture Notes in Computer Science (LNCS), Vol.3320,267-273, DOI: 10.1007/978-3-540-30501-9\_57.
- Joung, Yuh-Jzer. (2000). *Asynchronous Group Mutual Exclusion*, *Distributed Computing*, Vol.13,Number 4. 189-206,DOI: 10.1007/PL00008918.
- Joung, Yuh-Jzer. (2004). *On Quorum Systems for Group Resources with Bounded Capacity*, Lecture Notes in Computer Science (LNCS), Vol. 3274, 86-101, DOI: 10.1007/978-3-540-30186-8\_7
- Joung, Yuh-Jzer. (2010). *On quorum systems for group resources allocation*, *Distributed Computing*, Vol.22, number 3, 197-214, DOI: 10.1007/s00446-010-0094-4.
- Kakugawa, Hirotsugu and Kamei, Sayaka. (2010). *A Token-Based Distributed Algorithm for the Generalized Resource Allocation Problem*, Lecture Notes in Computer Science (LNCS), Vol. 6490,411-426, DOI: 10.1007/978-3-642-17653-1\_30.
- Lawi, A., Oda, K., dan Yoshida, T. (2005). *A Simple Quorum Reconfiguration for Open Distributed Environment*. Proceedings 11<sup>th</sup> international Conference on Parallel and Distributed Systems (ICPADS), Vol. 2, 664-668, IEEE Xplore Digital Library. DOI: 10.1109/ICPADS. 2005.48
- Lawi, A., Oda, K., dan Yoshida, T., 2005. *A Quorum Based Group k-Mutual Exclusion Algorithm for Open Distributed Environments*, Lecture Notes in Computer Science (LNCS), Volume 3758, 119-25, Springer-Verlag, DOI: 10.1007/11576235\_16

- Lawi, A., Oda, K., dan Yoshida, T. (2006). *Quorum Based Distributed Conflict Resolution Algorithm for Bounded Capacity Resources*, Lecture Notes in Computer Science (LNCS), Vol. 4331, 135-44, Springer-Verlag. DOI: 10.1007/11942634\_15
- Lawi, A., Oda, K., dan Yoshida, T., (2006). *A Quorum Based (m, h, k)-Resource Allocation Algorithm*. Proceedings of the International Conference on Parallel and Distributed Processing Techniques and Applications (PDPTA), Vol. 1, 399-405, CSREA Press.
- Suhatri, R. J. (2004). *Catatan Kuliah Sistem Terdistribusi*. (serial online) diunduh 18 Nopember 2011.  
[http://openstorage.gunadarma.ac.id/sistem.terdistribusi/sister\\_main1. pdf](http://openstorage.gunadarma.ac.id/sistem.terdistribusi/sister_main1.pdf)