

Sistem Terdistribusi (ST)

Pertemuan 3 : Transparansi dan Pengendalian Konkurensi

Alauddin Maulana Hirzan

Fakultas Teknologi Informasi dan Komunikasi
Universitas Semarang

Outline

Sistem
Terdistribusi
(ST)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Konsep
Transparansi

Pengendalian
Konkurensi

Concurrency
dalam Sistem
Terdistribusi

Studi Kasus

Lastly

- 1 Konsep Transparansi
- 2 Pengendalian Konkurensi
- 3 Concurrency dalam Sistem Terdistribusi
- 4 Studi Kasus
- 5 Lastly

Konsep Transparansi

Sistem
Terdistribusi
(ST)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Konsep
Transparansi

Pengendalian
Konkurensi

Concurrency
dalam Sistem
Terdistribusi

Studi Kasus

Lastly

Transparency dalam sistem terdistribusi adalah kemampuan sistem untuk menyembunyikan kompleksitas distribusi dari pengguna maupun aplikasi. Pengguna tidak perlu mengetahui:

- ❶ lokasi sumber daya
- ❷ jumlah perangkat
- ❸ mekanisme komunikasi jaringan

Konsep Transparansi

Sistem
Terdistribusi
(ST)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Konsep
Transparansi

Pengendalian
Konkurensi

Concurrency
dalam Sistem
Terdistribusi

Studi Kasus

Lastly

Sistem akan terlihat seperti satu sistem tunggal. Tujuan transparency:

- 1 mempermudah penggunaan sistem
- 2 menyederhanakan pengembangan aplikasi
- 3 meningkatkan fleksibilitas sistem

Konsep Transparansi

Sistem
Terdistribusi
(ST)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Konsep
Transparansi

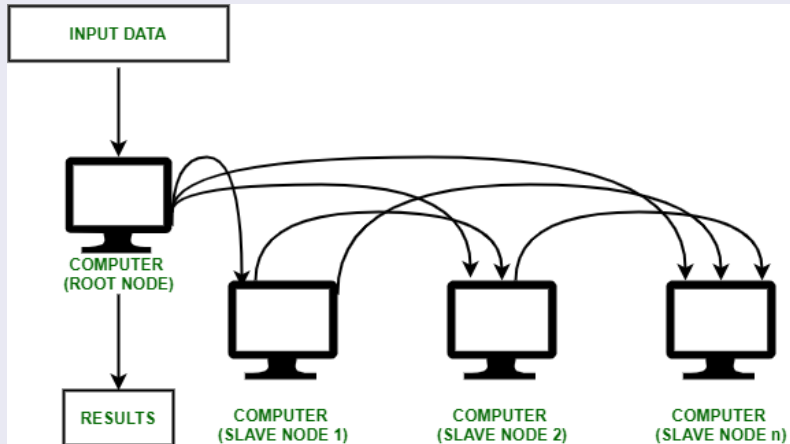
Pengendalian
Konkurensi

Concurrency
dalam Sistem
Terdistribusi

Studi Kasus

Lastly

Ilustrasi Transparansi



Jenis Transparansi

Sistem
Terdistribusi
(ST)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Konsep
Transparansi

Pengendalian
Konkurensi

Concurrency
dalam Sistem
Terdistribusi

Studi Kasus

Lastly

Beberapa jenis transparency yang umum dalam sistem terdistribusi:

- 1 *Access Transparency*
- 2 *Location Transparency*
- 3 *Replication Transparency*
- 4 *Failure Transparency*
- 5 *Concurrency Transparency*

Jenis Transparansi

Sistem
Terdistribusi
(ST)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Konsep
Transparansi

Pengendalian
Konkurensi

Concurrency
dalam Sistem
Terdistribusi

Studi Kasus

Lastly

Access Transparency

Pengguna dapat mengakses sumber daya tanpa mengetahui cara representasi data atau mekanisme komunikasi. Contoh: akses file di server jaringan seperti file lokal.

Location Transparency

Pengguna tidak perlu mengetahui lokasi fisik sumber daya. Contoh: database dapat dipindahkan ke server lain tanpa mengubah aplikasi.

Replication Transparency

Sistem menyembunyikan fakta bahwa sumber daya direplikasi di beberapa node. Tujuan:

- 1 meningkatkan ketersediaan
- 2 meningkatkan performa akses

Jenis Transparansi

Sistem
Terdistribusi
(ST)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Konsep
Transparansi

Pengendalian
Konkurensi

Concurrency
dalam Sistem
Terdistribusi

Studi Kasus

Lastly

Failure Transparency

Sistem mampu menangani kegagalan node atau jaringan tanpa mempengaruhi pengguna. Contoh:

- 1 failover server
- 2 replikasi data otomatis

Concurrency Transparency

Beberapa pengguna dapat mengakses sumber daya yang sama secara bersamaan tanpa menyebabkan konflik. Konsep ini berhubungan erat dengan concurrency control.

Definisi Pengendalian Konkurensi

Sistem
Terdistribusi
(ST)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Konsep
Transparansi

Pengendalian
Konkurensi

Concurrency
dalam Sistem
Terdistribusi

Studi Kasus

Lastly

Concurrency Control adalah mekanisme yang mengatur akses simultan terhadap sumber daya bersama dalam sistem terdistribusi. Tujuan utama:

- 1 menjaga konsistensi data
- 2 mencegah konflik akses
- 3 memastikan hasil operasi tetap benar

Definisi Pengendalian Konkurensi

Sistem
Terdistribusi
(ST)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Konsep
Transparansi

Pengendalian
Konkurensi

Concurrency
dalam Sistem
Terdistribusi

Studi Kasus

Lastly

Tanpa concurrency control, sistem dapat mengalami:

- ❶ data inconsistency
- ❷ race condition
- ❸ lost update problem

Ilustrasi *Race Condition*

Sistem
Terdistribusi
(ST)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Konsep
Transparansi

Pengendalian
Konkurensi

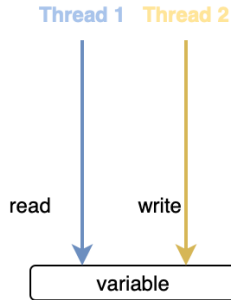
Concurrency
dalam Sistem
Terdistribusi

Studi Kasus

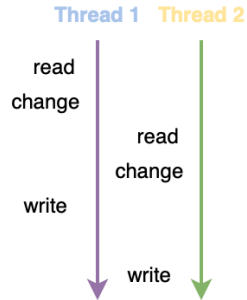
Lastly

Ilustrasi *Race Condition*

Data races



Race condition



Permasalahan Konkurensi

Sistem
Terdistribusi
(ST)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Konsep
Transparansi

Pengendalian
Konkurensi

Concurrency
dalam Sistem
Terdistribusi

Studi Kasus

Lastly

Lost Update

Dua proses memperbarui data yang sama secara bersamaan sehingga perubahan salah satu proses hilang.

Contoh Kasus

User A membaca nilai saldo = 100

User B membaca nilai saldo = 100

User A menambah 50 → 150

User B mengurangi 30 → 70

Nilai akhir menjadi salah

Permasalahan Konkurensi

Sistem
Terdistribusi
(ST)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Konsep
Transparansi

Pengendalian
Konkurensi

Concurrency
dalam Sistem
Terdistribusi

Studi Kasus

Lastly

Dirty Read

Proses membaca data yang belum selesai diperbarui oleh proses lain. Jika proses pertama gagal, data yang dibaca menjadi tidak valid.

Inconsistent Analysis

Proses membaca beberapa data ketika data sedang diperbarui oleh proses lain, sehingga hasil analisis menjadi tidak konsisten.

Mekanisme Kontrol

Sistem
Terdistribusi
(ST)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Konsep
Transparansi

Pengendalian
Konkurensi

Concurrency
dalam Sistem
Terdistribusi

Studi Kasus

Lastly

Beberapa metode yang digunakan untuk mengendalikan concurrency:

- 1 Locking : Sumber daya dikunci sebelum digunakan.
- 2 Timestamp Ordering : Setiap transaksi diberi timestamp sehingga sistem dapat menentukan urutan eksekusi.
- 3 Optimistic Concurrency Control : Sistem mengasumsikan konflik jarang terjadi.

Mekanisme Kontrol

Sistem
Terdistribusi
(ST)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Konsep
Transparansi

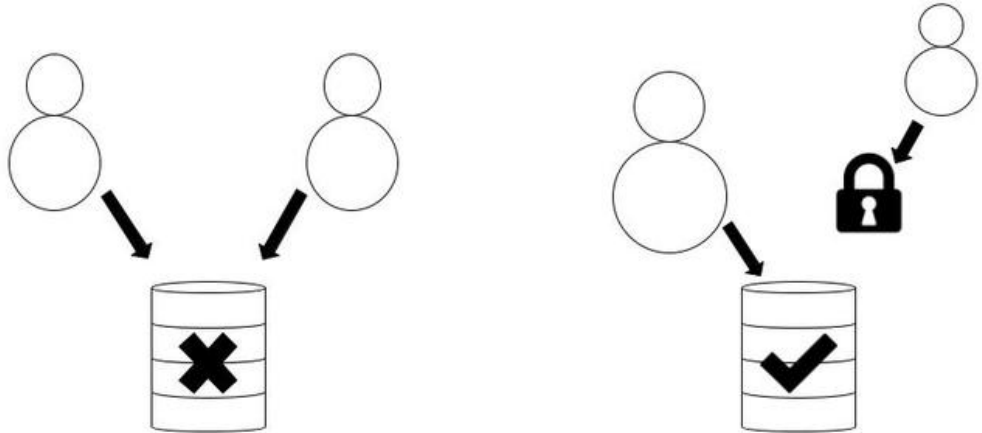
Pengendalian
Konkurensi

Concurrency
dalam Sistem
Terdistribusi

Studi Kasus

Lastly

Ilustrasi *Locking*



Kompleksitas Konkurensi

Sistem
Terdistribusi
(ST)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Konsep
Transparansi

Pengendalian
Konkurensi

Concurrency
dalam Sistem
Terdistribusi

Studi Kasus

Lastly

Concurrency control dalam sistem terdistribusi lebih kompleks karena:

- 1 node berada pada lokasi berbeda
- 2 komunikasi melalui jaringan
- 3 latensi jaringan
- 4 kemungkinan kegagalan node

Solusi yang sering digunakan:

- 1 distributed locking
- 2 consensus algorithm
- 3 distributed transaction

Contoh Implementasi

Sistem
Terdistribusi
(ST)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Konsep
Transparansi

Pengendalian
Konkurensi

Concurrency
dalam Sistem
Terdistribusi

Studi Kasus

Lastly

Beberapa sistem nyata yang menggunakan konsep transparency dan concurrency control:

Distributed Database

Contoh sistem:

- 1 NoSQL database
- 2 distributed SQL database

Fitur utama:

- 1 replikasi data
- 2 concurrency control
- 3 fault tolerance

Contoh Implementasi

Sistem
Terdistribusi
(ST)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Konsep
Transparansi

Pengendalian
Konkurensi

Concurrency
dalam Sistem
Terdistribusi

Studi Kasus

Lastly

Cloud Computing

Platform cloud menggunakan:

- 1 load balancing
- 2 distributed storage
- 3 replication mechanism

Tujuan:

- 1 meningkatkan performa
- 2 menjaga konsistensi data

OpenMPI

Sistem
Terdistribusi
(ST)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Konsep
Transparansi

Pengendalian
Konkurensi

Concurrency
dalam Sistem
Terdistribusi

Studi Kasus

Lastly

Open MPI merupakan implementasi dari standar Message Passing Interface yang digunakan untuk membangun sistem komputasi paralel dan terdistribusi. OpenMPI banyak digunakan pada:

- ① cluster computing
- ② high performance computing (HPC)
- ③ distributed scientific computing
- ④ parallel data processing

Skenario Sistem

Sistem
Terdistribusi
(ST)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Konsep
Transparansi

Pengendalian
Konkurensi

Concurrency
dalam Sistem
Terdistribusi

Studi Kasus

Lastly

Skenario

Master Node

|

|--> Worker Node 1

|--> Worker Node 2

|--> Worker Node 3

|--> Worker Node 4

Penjelasan

Setiap node menjalankan process MPI. Tujuan sistem:

- 1 membagi pekerjaan komputasi
- 2 menjalankan komputasi secara paralel
- 3 menggabungkan hasil perhitungan

Mekanisme Kontrol pada OpenMPI

Sistem
Terdistribusi
(ST)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Konsep
Transparansi

Pengendalian
Konkurensi

Concurrency
dalam Sistem
Terdistribusi

Studi Kasus

Lastly

Dalam sistem ini terdapat beberapa mekanisme kontrol utama:

- 1 Process management
- 2 Message synchronization
- 3 Data distribution
- 4 Concurrency control

Mekanisme Kontrol pada OpenMPI

Sistem
Terdistribusi
(ST)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Konsep
Transparansi

Pengendalian
Konkurensi

Concurrency
dalam Sistem
Terdistribusi

Studi Kasus

Lastly

Kontrol Proses

OpenMPI menggunakan model SPMD (Single Program Multiple Data).

Artinya:

- 1 semua node menjalankan program yang sama
- 2 setiap proses memiliki ID unik (rank)

Contoh Identifikasi

Process 0 → Master

Process 1 → Worker

Process 2 → Worker

Process 3 → Worker

Process 4 → Worker

Mekanisme Kontrol pada OpenMPI

Sistem
Terdistribusi
(ST)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Konsep
Transparansi

Pengendalian
Konkurensi

Concurrency
dalam Sistem
Terdistribusi

Studi Kasus

Lastly

Fungsi Penting

`MPI_Comm_rank()`

`MPI_Comm_size()`

Penjelasan

- `MPI_Comm_rank()` → mengetahui ID proses
- `MPI_Comm_size()` → mengetahui jumlah proses

Mekanisme Kontrol pada OpenMPI

Sistem
Terdistribusi
(ST)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Konsep
Transparansi

Pengendalian
Konkurensi

Concurrency
dalam Sistem
Terdistribusi

Studi Kasus

Lastly

Contoh Kode

```
from mpi4py import MPI

comm = MPI.COMM_WORLD
rank = comm.Get_rank()
size = comm.Get_size()

print("Process", rank, "from", size, "processes")
```

Mekanisme Kontrol pada OpenMPI

Sistem
Terdistribusi
(ST)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Konsep
Transparansi

Pengendalian
Konkurensi

Concurrency
dalam Sistem
Terdistribusi

Studi Kasus

Lastly

Distribusi Data

Master node bertugas membagi data komputasi ke worker node.

Misalnya matriks dibagi menjadi beberapa bagian.

Matrix A		
Part 1	Part 2	Part 3

Distribusi dilakukan menggunakan fungsi:

`MPI_Scatter()`

Mekanisme Kontrol pada OpenMPI

Sistem
Terdistribusi
(ST)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Konsep
Transparansi

Pengendalian
Konkurensi

Concurrency
dalam Sistem
Terdistribusi

Studi Kasus

Lastly

Contoh Distribusi Data

```
from mpi4py import MPI
import numpy as np

comm = MPI.COMM_WORLD
rank = comm.Get_rank()
data = None

if rank == 0:
    data = np.array([10,20,30,40])

local_data = comm.scatter(data, root=0)
print("Process", rank, "received", local_data)
```

Mekanisme Kontrol pada OpenMPI

Sistem
Terdistribusi
(ST)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Konsep
Transparansi

Pengendalian
Konkurensi

Concurrency
dalam Sistem
Terdistribusi

Studi Kasus

Lastly

Sinkronisasi Proses

Karena proses berjalan secara paralel, diperlukan sinkronisasi agar hasil komputasi tidak saling bertabrakan. OpenMPI menyediakan fungsi:

`MPI_Barrier()`

Fungsi ini membuat semua proses menunggu sampai seluruh proses mencapai titik tertentu.

Mekanisme Kontrol pada OpenMPI

Sistem
Terdistribusi
(ST)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Konsep
Transparansi

Pengendalian
Konkurensi

Concurrency
dalam Sistem
Terdistribusi

Studi Kasus

Lastly

Contoh Sinkronisasi Proses

```
from mpi4py import MPI

comm = MPI.COMM_WORLD
rank = comm.Get_rank()

print("Process", rank, "starting computation")

comm.Barrier()

print("Process", rank, "all processes synchronized")
```

Mekanisme Kontrol pada OpenMPI

Sistem
Terdistribusi
(ST)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Konsep
Transparansi

Pengendalian
Konkurensi

Concurrency
dalam Sistem
Terdistribusi

Studi Kasus

Lastly

Penggabungan Hasil

Setelah setiap worker menyelesaikan komputasi, hasil harus digabungkan kembali ke master node. OpenMPI menyediakan beberapa operasi kolektif:

`MPI_Gather()`

`MPI_Reduce()`

`MPI_Allreduce()`

Mekanisme Kontrol pada OpenMPI

Sistem
Terdistribusi
(ST)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Konsep
Transparansi

Pengendalian
Konkurensi

Concurrency
dalam Sistem
Terdistribusi

Studi Kasus

Lastly

Contoh Penggabungan Hasil

```
from mpi4py import MPI

comm = MPI.COMM_WORLD
rank = comm.Get_rank()

value = rank + 1

result = comm.reduce(value, op=MPI.SUM, root=0)

if rank == 0:
    print("Total result:", result)
```

Mekanisme Kontrol pada OpenMPI

Sistem
Terdistribusi
(ST)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Konsep
Transparansi

Pengendalian
Konkurensi

Concurrency
dalam Sistem
Terdistribusi

Studi Kasus

Lastly

Pengendalian Konkurensi

Komunikasi antar proses dilakukan dengan pengiriman pesan eksplisit. Fungsi utama:

`MPI_Send()`

`MPI_Recv()`

Pendekatan ini menghindari konflik akses memori karena setiap proses memiliki memori sendiri (distributed memory model).

Mekanisme Kontrol pada OpenMPI

Sistem
Terdistribusi
(ST)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Konsep
Transparansi

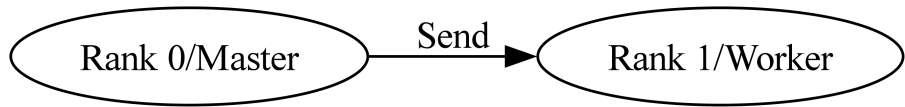
Pengendalian
Konkurensi

Concurrency
dalam Sistem
Terdistribusi

Studi Kasus

Lastly

Ilustrasi Send



Mekanisme Kontrol pada OpenMPI

Sistem
Terdistribusi
(ST)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Konsep
Transparansi

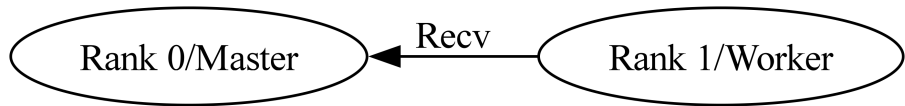
Pengendalian
Konkurensi

Concurrency
dalam Sistem
Terdistribusi

Studi Kasus

Lastly

Ilustrasi Recv



Gerima Kasih