

Sistem
Terdistribusi
(ST)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Leader
Election

Bully
Algorithm

Ring
Algorithm

Perbandingan
Bully vs Ring

Lastly

Sistem Terdistribusi (ST)

Pertemuan 6 : Leader Election

Alauddin Maulana Hirzan

Fakultas Teknologi Informasi dan Komunikasi
Universitas Semarang

Outline

Sistem
Terdistribusi
(ST)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Leader
Election

Bully
Algorithm

Ring
Algorithm

Perbandingan
Bully vs Ring

Lastly

1 Leader Election

2 Bully Algorithm

3 Ring Algorithm

4 Perbandingan Bully vs Ring

5 Lastly

Definisi Leader Election

Sistem
Terdistribusi
(ST)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Leader
Election

Bully
Algorithm

Ring
Algorithm

Perbandingan
Bully vs Ring

Lastly

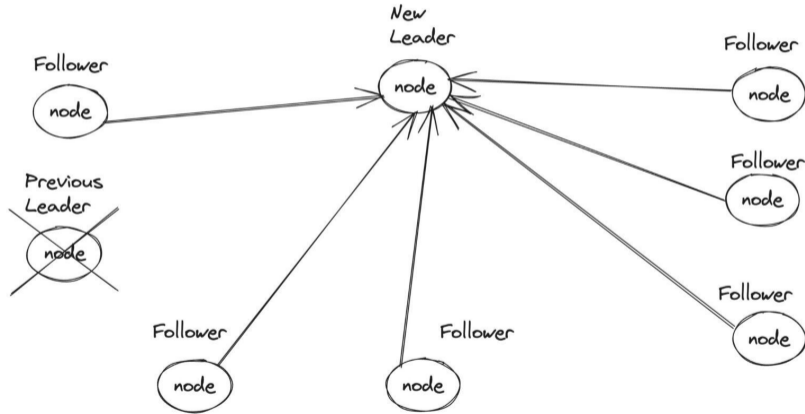
Leader Election merupakan proses dalam sistem terdistribusi untuk memilih satu node sebagai leader (pemimpin) dari sekumpulan node yang ada. Pemilihan ini diperlukan karena tidak terdapat kontrol pusat secara alami dalam sistem terdistribusi.

Leader berfungsi sebagai koordinator utama, yang bertanggung jawab untuk:

- Mengatur komunikasi antar node
- Mengelola tugas tertentu (misalnya commit dalam distributed transaction)
- Menjadi titik referensi dalam pengambilan keputusan

Tanpa mekanisme leader election, sistem dapat mengalami konflik atau inkonsistensi karena tidak ada pihak yang mengatur

Ilustrasi Leader Election



Sistem
Terdistribusi
(ST)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Leader
Election

Bully
Algorithm

Ring
Algorithm

Perbandingan
Bully vs Ring

Lastly

Tujuan Leader Election

Sistem
Terdistribusi
(ST)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Leader
Election

Bully
Algorithm

Ring
Algorithm

Perbandingan
Bully vs Ring

Lastly

Tujuan utama dari leader election adalah untuk meningkatkan efisiensi dan konsistensi sistem:

1 Sinkronisasi

- Leader membantu menyelaraskan proses antar node, terutama dalam sistem yang memiliki eksekusi paralel.

2 Manajemen Resource

- Leader bertugas mengalokasikan resource seperti CPU, bandwidth, atau storage agar tidak terjadi konflik.

3 Pengambilan Keputusan Terpusat

- Walaupun sistem bersifat terdistribusi, beberapa keputusan lebih efisien jika dipusatkan pada satu entitas untuk menghindari deadlock atau race condition.

Motivasi Leader Election

Sistem
Terdistribusi
(ST)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Leader
Election

Bully
Algorithm

Ring
Algorithm

Perbandingan
Bully vs Ring

Lastly

1 Asynchronous / Synchronous

- Synchronous: terdapat batas waktu komunikasi yang jelas
- Asynchronous: tidak ada jaminan waktu pengiriman pesan

2 Failure-prone

- Node dapat gagal kapan saja tanpa pemberitahuan (fail-stop atau fail-silent).

3 No Global Clock

- Tidak ada waktu global yang dapat digunakan sebagai acuan sinkronisasi, sehingga koordinasi menjadi lebih kompleks.

Kriteria Leader Election

Sistem
Terdistribusi
(ST)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Leader
Election

Bully
Algorithm

Ring
Algorithm

Perbandingan
Bully vs Ring

Lastly

Node yang terpilih sebagai leader biasanya memenuhi beberapa kriteria berikut:

- 1** ID terbesar (umumnya)
 - Banyak algoritma menggunakan ID sebagai prioritas utama.
- 2** Responsif
 - Node harus mampu merespon pesan dalam waktu yang wajar.
- 3** Aktif (alive)
 - Node tidak dalam kondisi failure dan dapat beroperasi secara normal.

Kriteria ini memastikan leader dapat menjalankan tugas koordinasi dengan baik.

Pemicu Leader Election

Sistem
Terdistribusi
(ST)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Leader
Election

Bully
Algorithm

Ring
Algorithm

Perbandingan
Bully vs Ring

Lastly

Leader election tidak terjadi terus-menerus, tetapi dipicu oleh kondisi tertentu:

- 1** Leader crash
 - Jika leader gagal, sistem harus segera memilih pengganti.
- 2** Node join
 - Node baru dengan ID lebih tinggi dapat memicu pemilihan ulang.
- 3** Timeout
 - Jika tidak ada respon dari leader dalam waktu tertentu, node lain menganggap leader gagal.

Event ini memastikan sistem tetap adaptif terhadap perubahan kondisi.

Kegagalan Leader

Sistem
Terdistribusi
(ST)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Leader
Election

Bully
Algorithm

Ring
Algorithm

Perbandingan
Bully vs Ring

Lastly

Dalam sistem terdistribusi, kegagalan dapat terjadi dalam berbagai bentuk:

- 1** Crash failure
 - Node berhenti bekerja sepenuhnya dan tidak memberikan respon.
- 2** Message loss
 - Pesan yang dikirim antar node hilang atau tidak sampai.

Kedua tipe kegagalan ini harus dipertimbangkan dalam desain algoritma leader election.

Kategori Algoritma

Sistem
Terdistribusi
(ST)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Leader
Election

Bully
Algorithm

Ring
Algorithm

Perbandingan
Bully vs Ring

Lastly

Leader election memiliki beberapa pendekatan algoritmik utama:

1 Bully Algorithm

- Node dengan ID tertinggi “mendominasi” proses pemilihan
- Cepat, tetapi menghasilkan banyak pesan

2 Ring Algorithm

- Node disusun dalam topologi ring
- Pesan election berputar mengelilingi ring
- Lebih terstruktur, tetapi lebih lambat dibanding Bully

Definisi

Sistem
Terdistribusi
(ST)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Leader
Election

Bully
Algorithm

Ring
Algorithm

Perbandingan
Bully vs Ring

Lastly

Bully Algorithm diperkenalkan oleh Hector Garcia-Molina sebagai salah satu algoritma klasik untuk leader election.

Prinsip utamanya:

- 1** Node dengan ID terbesar akan menjadi leader
- 2** Node dengan ID lebih kecil tidak dapat mengalahkan node dengan ID lebih besar

Istilah “bully” berasal dari perilaku node dengan ID tinggi yang “mendominasi” proses pemilihan.

Asumsi Bully Algorithm

Sistem
Terdistribusi
(ST)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Leader
Election

Bully
Algorithm

Ring
Algorithm

Perbandingan
Bully vs Ring

Lastly

Agar algoritma ini dapat berjalan dengan benar, diperlukan asumsi:

- 1 Semua node mengetahui ID node lain
- 2 Setiap node memiliki daftar lengkap anggota sistem.
- 3 Komunikasi langsung antar node (fully connected)
- 4 Node dapat mengirim pesan langsung ke node lain tanpa perantara.

Asumsi ini menyebabkan algoritma cukup sederhana, tetapi kurang fleksibel pada sistem skala besar.

Prinsip Kerja

Sistem
Terdistribusi
(ST)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Leader
Election

Bully
Algorithm

Ring
Algorithm

Perbandingan
Bully vs Ring

Lastly

Prinsip utama:

- 1** Node yang mendeteksi kegagalan leader akan memulai election
- 2** Node tersebut akan mengirim pesan ke node dengan ID lebih tinggi
- 3** Node dengan ID lebih tinggi akan mengambil alih proses election

Dengan kata lain, node dengan ID lebih besar akan “membully” node yang lebih kecil hingga akhirnya node dengan ID tertinggi menjadi leader.

Jenis Pesan

Sistem
Terdistribusi
(ST)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Leader
Election

Bully
Algorithm

Ring
Algorithm

Perbandingan
Bully vs Ring

Lastly

Terdapat tiga jenis pesan utama:

1 ELECTION

- Digunakan untuk memulai proses pemilihan leader

2 OK

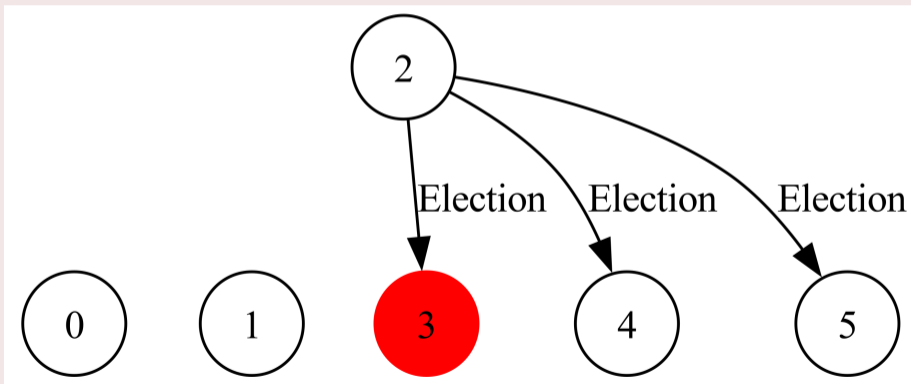
- Respon dari node dengan ID lebih tinggi sebagai tanda masih aktif

3 COORDINATOR

- Dikirim oleh node yang terpilih sebagai leader kepada seluruh node

Langkah Algoritma

Leader Saat Ini Mati/Crash



Sistem
Terdistribusi
(ST)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Leader
Election

Bully
Algorithm

Ring
Algorithm

Perbandingan
Bully vs Ring

Lastly

Langkah Algoritma

Sistem
Terdistribusi
(ST)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Leader
Election

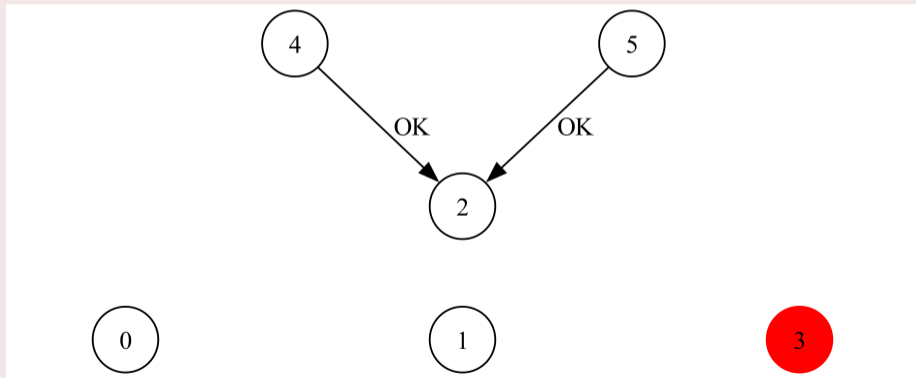
Bully
Algorithm

Ring
Algorithm

Perbandingan
Bully vs Ring

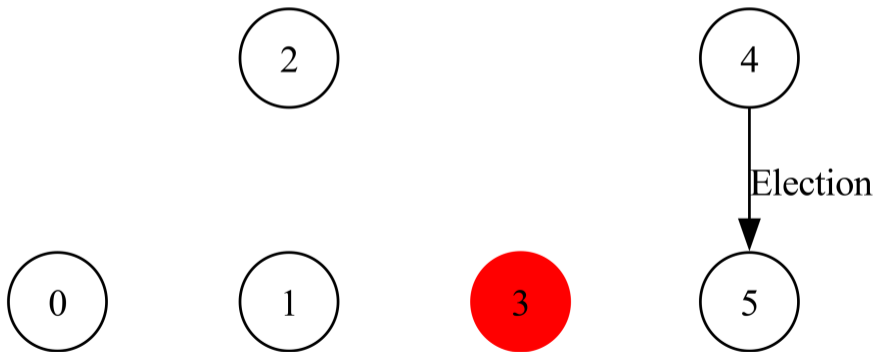
Lastly

Respon Election



Langkah Algoritma

Election of Elected



Langkah Algoritma

Sistem
Terdistribusi
(ST)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Leader
Election

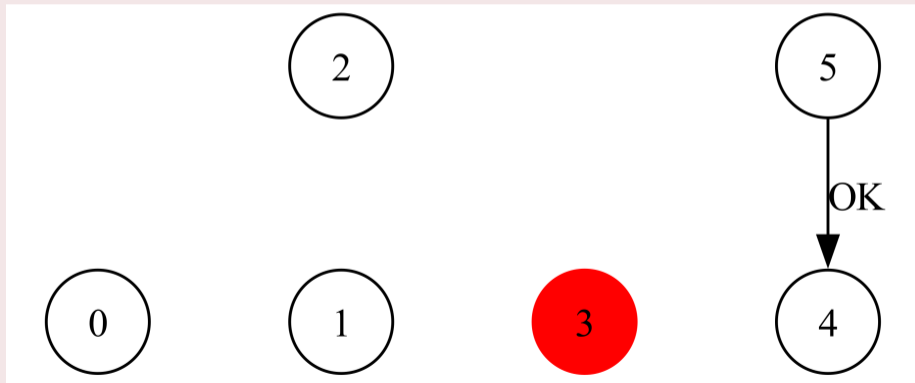
Bully
Algorithm

Ring
Algorithm

Perbandingan
Bully vs Ring

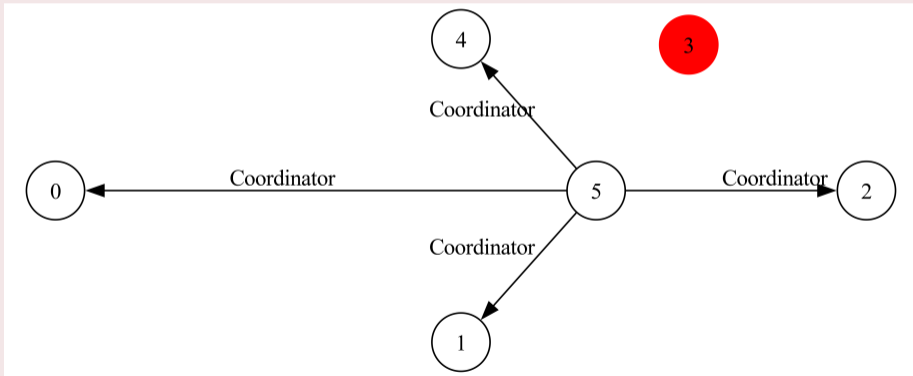
Lastly

Respon Lanjut



Langkah Algoritma

Broadcast Akhir



Kelebihan dan Kekurangan

Sistem
Terdistribusi
(ST)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Leader
Election

Bully
Algorithm

Ring
Algorithm

Perbandingan
Bully vs Ring

Lastly

Kelebihan

- 1 Cepat jika node dengan ID tinggi aktif
- 2 Mudah diimplementasikan
- 3 Deterministik

Kekurangan

- 1 Overhead komunikasi tinggi
- 2 Tidak efisien untuk sistem skala besar
- 3 Tidak tahan terhadap kondisi jaringan tidak stabil

Definisi

Sistem
Terdistribusi
(ST)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Leader
Election

Bully
Algorithm

Ring
Algorithm

Perbandingan
Bully vs Ring

Lastly

Ring Algorithm merupakan metode leader election di mana node disusun dalam bentuk ring (lingkaran logis).

Setiap node memiliki posisi dalam struktur melingkar, sehingga komunikasi dilakukan secara berurutan mengikuti arah ring.

Berbeda dengan Bully Algorithm, pendekatan ini tidak membutuhkan pengetahuan global terhadap seluruh node.

Asumsi

Sistem
Terdistribusi
(ST)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Leader
Election

Bully
Algorithm

Ring
Algorithm

Perbandingan
Bully vs Ring

Lastly

Algoritma ini memiliki asumsi yang lebih sederhana:

- 1 Setiap node hanya mengetahui tetangganya
- 2 Node hanya berkomunikasi dengan node berikutnya dalam ring.
- 3 Struktur ring terjaga
- 4 Tidak ada putusnya koneksi dalam lingkaran.

Asumsi ini membuat algoritma lebih scalable dibandingkan Bully Algorithm.

Prinsip Kerja

Sistem
Terdistribusi
(ST)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Leader
Election

Bully
Algorithm

Ring
Algorithm

Perbandingan
Bully vs Ring

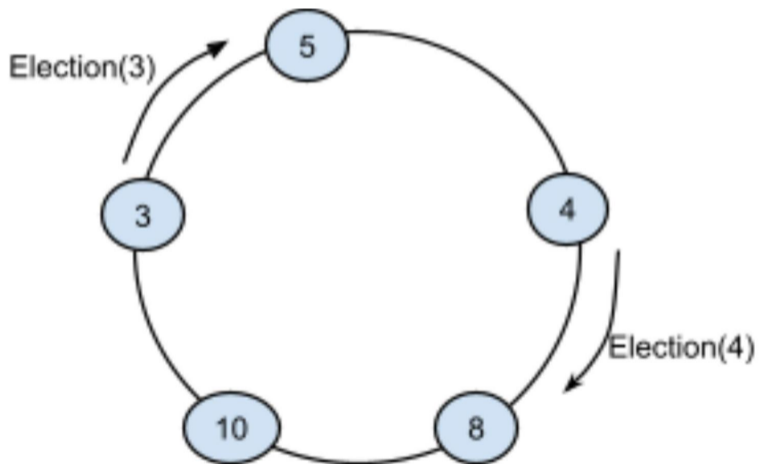
Lastly

Prinsip utama Ring Algorithm:

- 1** Sebuah token (pesan election) dikirim mengelilingi ring
- 2** Token membawa informasi ID node
- 3** Node akan membandingkan ID dalam token dengan ID miliknya

Proses ini berlangsung hingga token kembali ke node awal.

Ilustrasi



Sistem
Terdistribusi
(ST)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Leader
Election

Bully
Algorithm

Ring
Algorithm

Perbandingan
Bully vs Ring

Lastly

Struktur Ring

Sistem
Terdistribusi
(ST)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Leader
Election

Bully
Algorithm

Ring
Algorithm

Perbandingan
Bully vs Ring

Lastly

Struktur ring dapat dibedakan menjadi:

- 1** Unidirectional Ring
 - Token hanya bergerak dalam satu arah (misalnya searah jarum jam)
- 2** Bidirectional Ring
 - Token dapat bergerak dalam dua arah

Umumnya, implementasi sederhana menggunakan unidirectional ring untuk mengurangi kompleksitas.

Jenis Pesan

Sistem
Terdistribusi
(ST)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Leader
Election

Bully
Algorithm

Ring
Algorithm

Perbandingan
Bully vs Ring

Lastly

Terdapat dua jenis pesan utama:

1 ELECTION Message

- Digunakan untuk membawa ID kandidat leader selama proses pemilihan.

2 COORDINATOR Message

- Digunakan untuk mengumumkan leader yang terpilih ke seluruh node.

Cara Kerja

Sistem Terdistribusi (ST)

Alauddin Maulana Hirzan

Leader Election

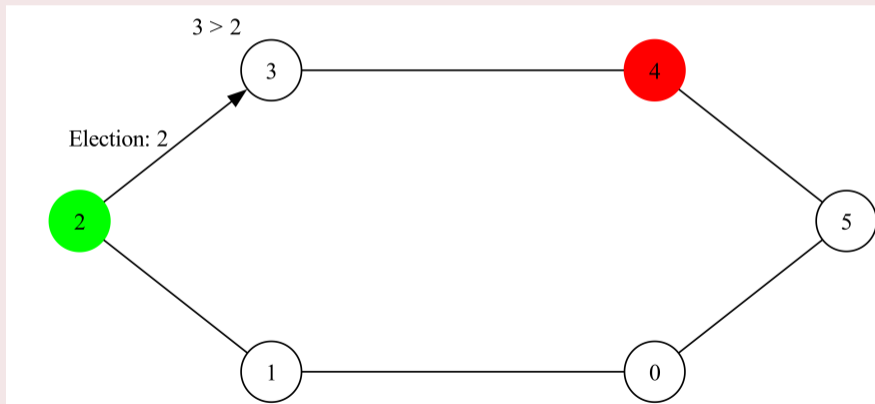
Bully Algorithm

Ring Algorithm

Perbandingan Bully vs Ring

Lastly

Inisiator



Cara Kerja

Sistem Terdistribusi (ST)

Alauddin Maulana Hirzan

Leader Election

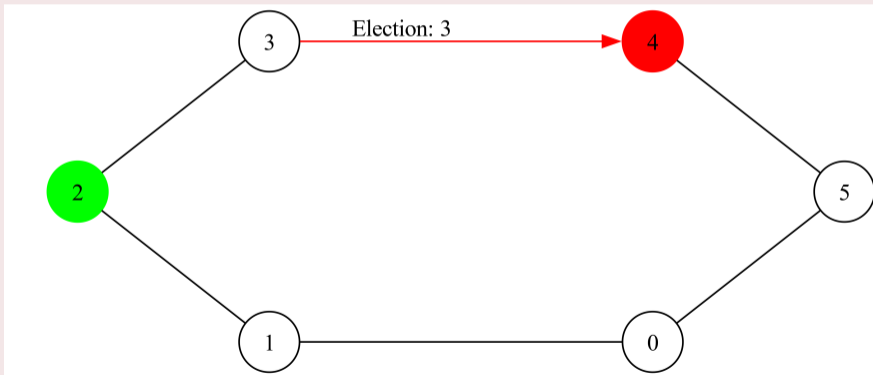
Bully Algorithm

Ring Algorithm

Perbandingan Bully vs Ring

Lastly

Langkah 2



Cara Kerja

Sistem
Terdistribusi
(ST)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Leader
Election

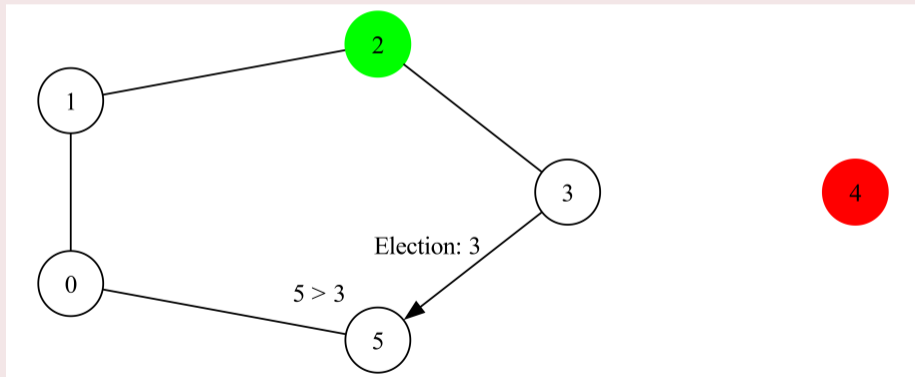
Bully
Algorithm

Ring
Algorithm

Perbandingan
Bully vs Ring

Lastly

Langkah 3



Cara Kerja

Sistem
Terdistribusi
(ST)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Leader
Election

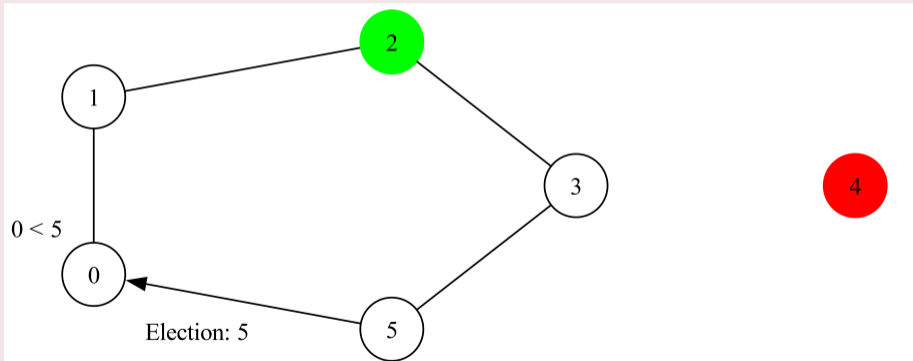
Bully
Algorithm

Ring
Algorithm

Perbandingan
Bully vs Ring

Lastly

Langkah 4



Cara Kerja

Sistem
Terdistribusi
(ST)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Leader
Election

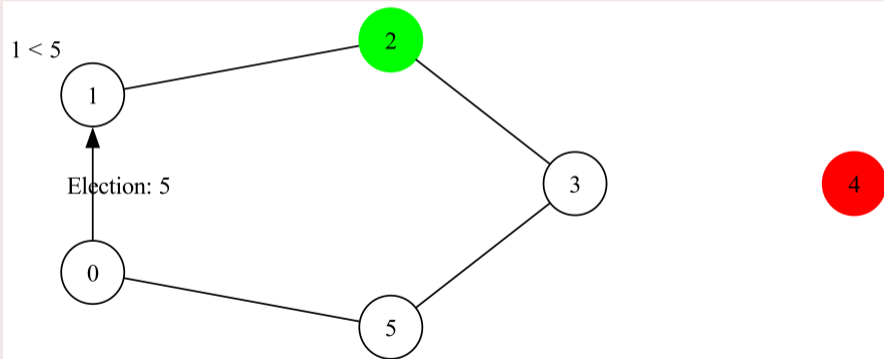
Bully
Algorithm

Ring
Algorithm

Perbandingan
Bully vs Ring

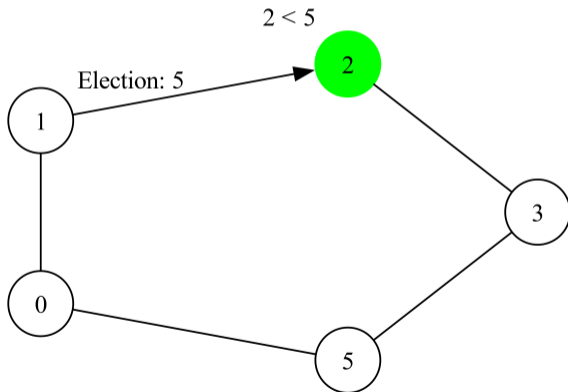
Lastly

Langkah 5



Cara Kerja

Langkah 6



Sistem
Terdistribusi
(ST)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Leader
Election

Bully
Algorithm

Ring
Algorithm

Perbandingan
Bully vs Ring

Lastly

Cara Kerja

Sistem
Terdistribusi
(ST)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Leader
Election

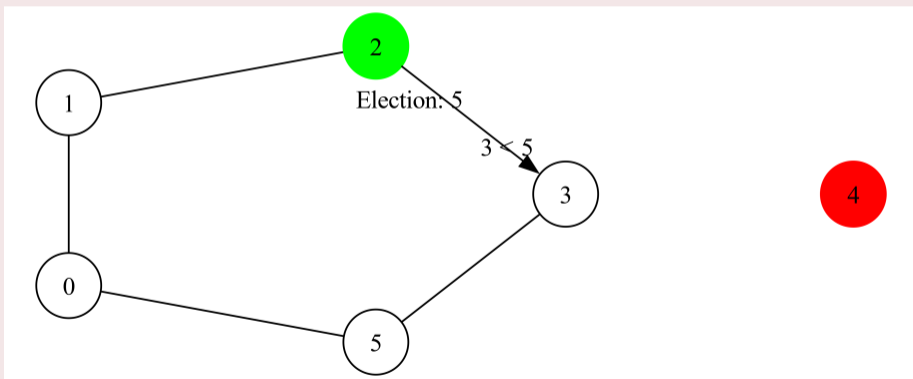
Bully
Algorithm

Ring
Algorithm

Perbandingan
Bully vs Ring

Lastly

Langkah 7



Cara Kerja

Sistem
Terdistribusi
(ST)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Leader
Election

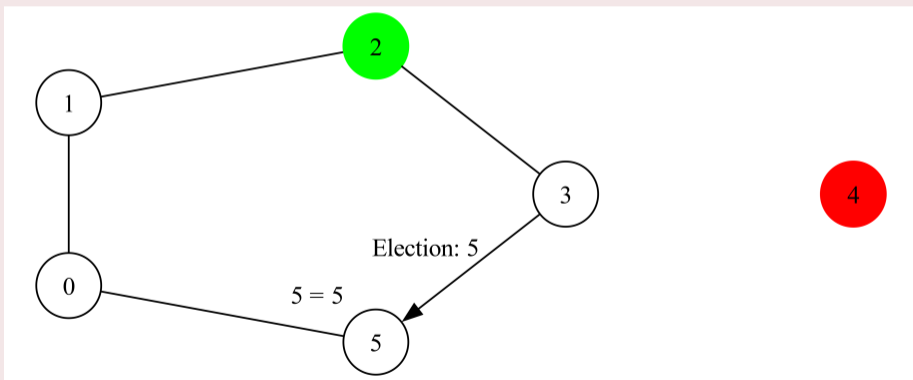
Bully
Algorithm

Ring
Algorithm

Perbandingan
Bully vs Ring

Lastly

Langkah 8



Cara Kerja

Sistem
Terdistribusi
(ST)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Leader
Election

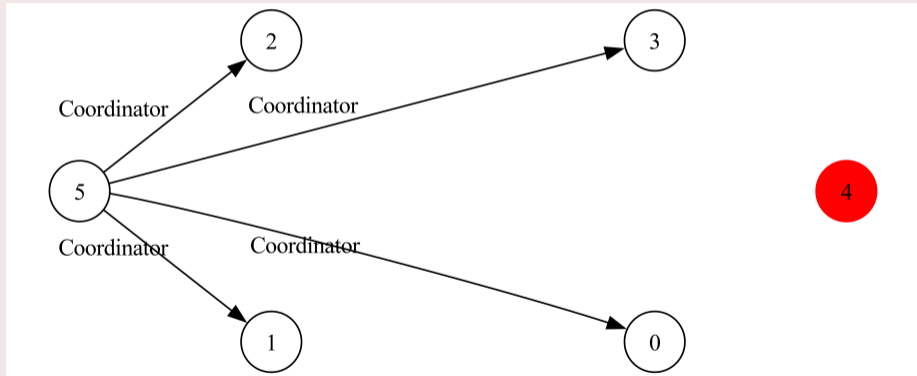
Bully
Algorithm

Ring
Algorithm

Perbandingan
Bully vs Ring

Lastly

Broadcast Leader



Kelebihan dan Kekurangan

Sistem
Terdistribusi
(ST)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Leader
Election

Bully
Algorithm

Ring
Algorithm

Perbandingan
Bully vs Ring

Lastly

Kelebihan

- 1 Efisien dalam penggunaan pesan
- 2 Tidak membutuhkan informasi global
- 3 Cocok untuk sistem besar

Kekurangan

- 1 Lambat pada ring besar
- 2 Ketergantungan pada struktur ring
- 3 Recovery lebih kompleks

Message Complexity

Sistem
Terdistribusi
(ST)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Leader
Election

Bully
Algorithm

Ring
Algorithm

Perbandingan
Bully vs Ring

Lastly

Algoritma	Kompleksitas Pesan
Bully	$O(n^2)$
Ring	$O(n)$

Keterangan:

- Bully menghasilkan banyak pesan karena komunikasi langsung antar node
- Ring hanya membutuhkan satu siklus komunikasi

Fault Tolerance

Sistem
Terdistribusi
(ST)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Leader
Election

Bully
Algorithm

Ring
Algorithm

Perbandingan
Bully vs Ring

Lastly

Aspek	Bully Algorithm	Ring Algorithm
Recovery Speed	Cepat	Lebih lambat
Stabilitas	Kurang stabil	Lebih stabil
Ketahanan Jaringan	komunikasi langsung	Bergantung pada struktur ring

Skalabilitas

Sistem
Terdistribusi
(ST)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Leader
Election

Bully
Algorithm

Ring
Algorithm

Perbandingan
Bully vs Ring

Lastly

Aspek	Bully Algorithm	Ring Algorithm
Skalabilitas	Rendah	Tinggi
Overhead	Meningkat drastis	Linear
Cocok untuk	Sistem kecil	Sistem besar

Kapan Digunakan

Sistem
Terdistribusi
(ST)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Leader
Election

Bully
Algorithm

Ring
Algorithm

Perbandingan
Bully vs Ring

Lastly

Kondisi Sistem	Algoritma yang Disarankan
Node sedikit	Bully
Node banyak	Ring
Jaringan stabil	Bully
Resource terbatas	Ring
Perlu recovery cepat	Bully
Efisiensi komunikasi	Ring

Sistem
Terdistribusi
(ST)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Leader
Election

Bully
Algorithm

Ring
Algorithm

Perbandingan
Bully vs Ring

Lastly

Terima Kasih