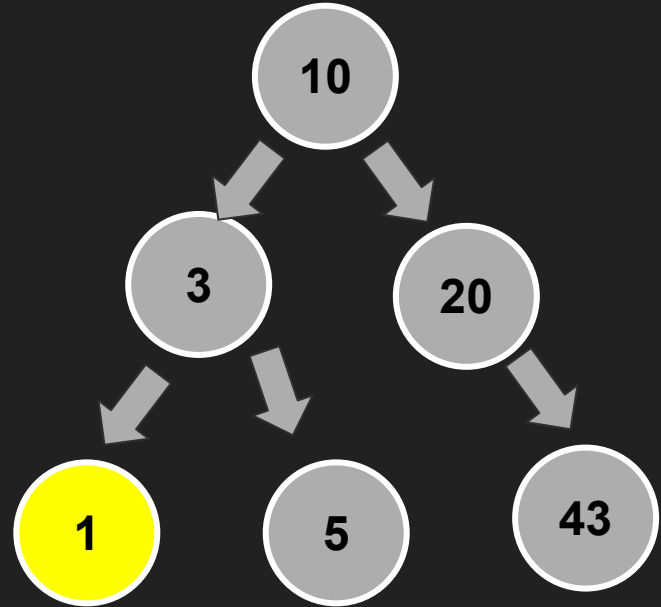
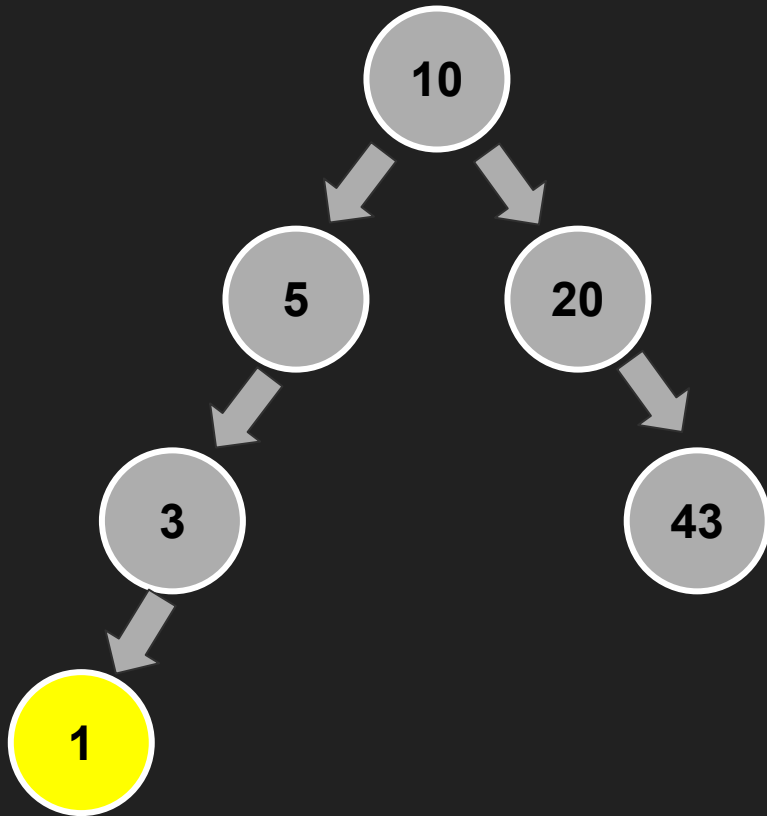


AVL Tree

Motivasi : Balanced Tree lebih cepat untuk search



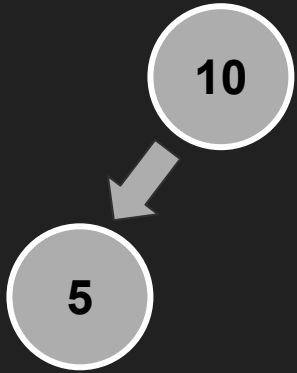
Ide:

1. **Insert tree seperti biasa**
2. **Begitu ada indikasi “imbalance”, pause insert, langsung modifikasi sebelum lanjut insert.**

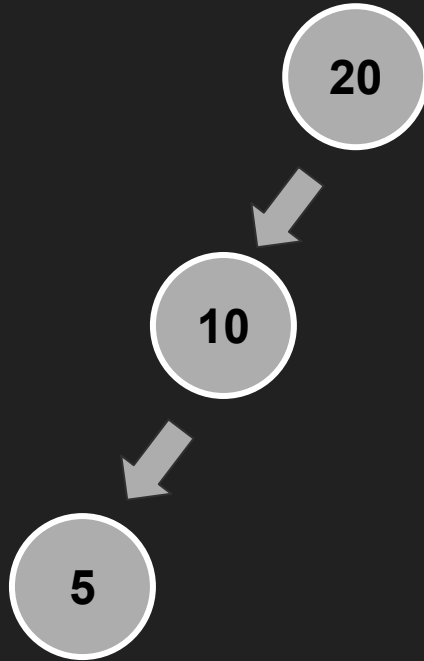
Untuk lulus bagian AVL:

- Mengerti apa itu imbalance
- Mengerti cara modifikasi
 - Hint : Lebih mudah dari kalian kira.
- Special step untuk delete
 - Hint : Kalau sudah mengerti cara modifikasi, lebih mudah dari kalian kira.
- Analisis dan ngoding
 - Hint : Mudah, tapi agak nguli.

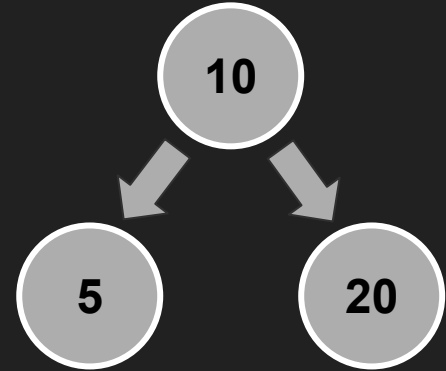
Apa itu “imbalance”?



Sudah optimal

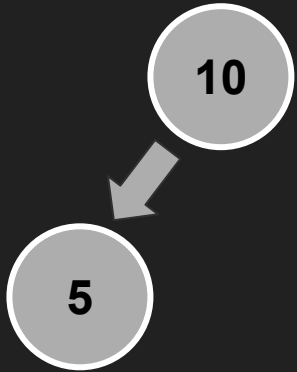


Bisa dirotasi

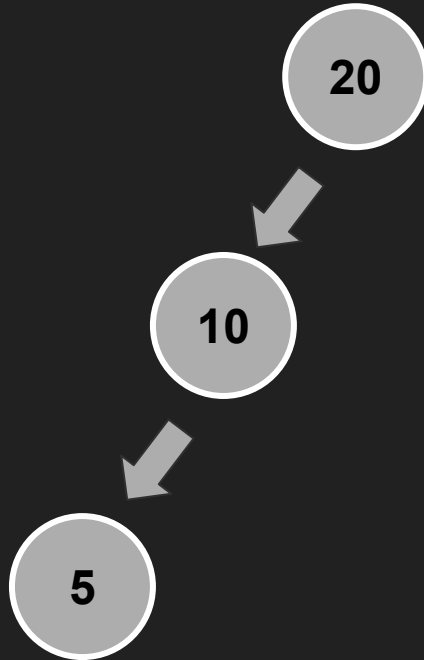


Sudah optimal

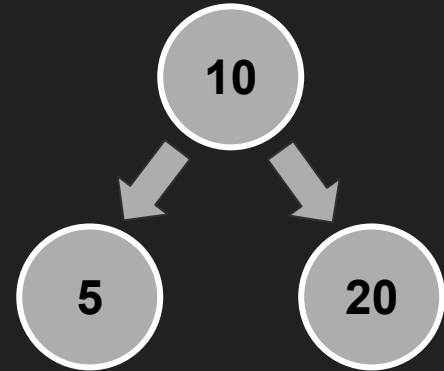
Apa itu “imbalance”?



Kekiri dari 10 : 1
Kekanan dari 10 : 0

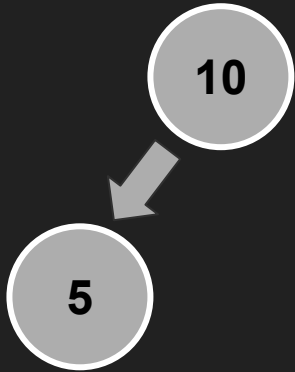


Kekiri dari 20 : 2
Kekanan dari 10 : 0

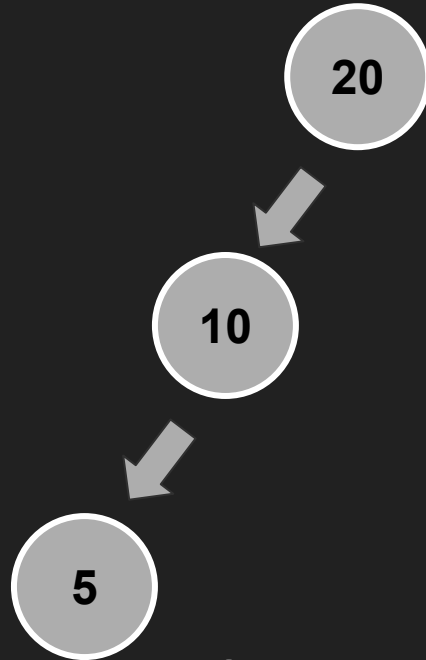


Ke kiri dari 10 : 1
Ke kanan dari 10 : 1

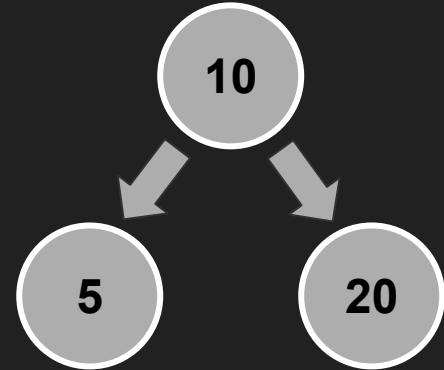
Apa itu “imbalance”?



Selisih : 1
Balanced



Selisih : 2
Imbalanced



Selisih : 0
Balanced

Kapan sebuah
tree “imbalance”?

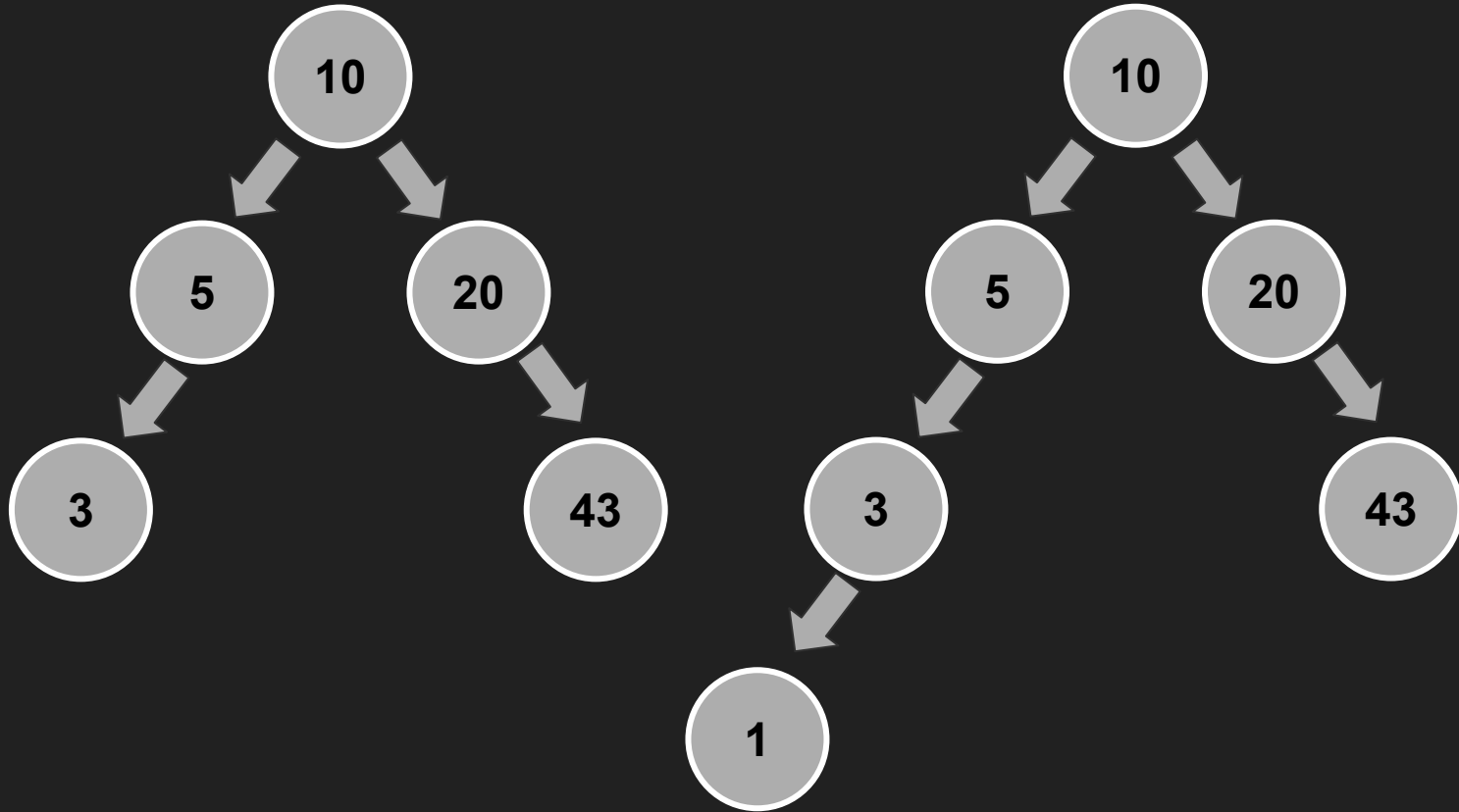
Ketika subtree kiri
dan subtree kan
selisih heightnya 2

Cara modifikasi

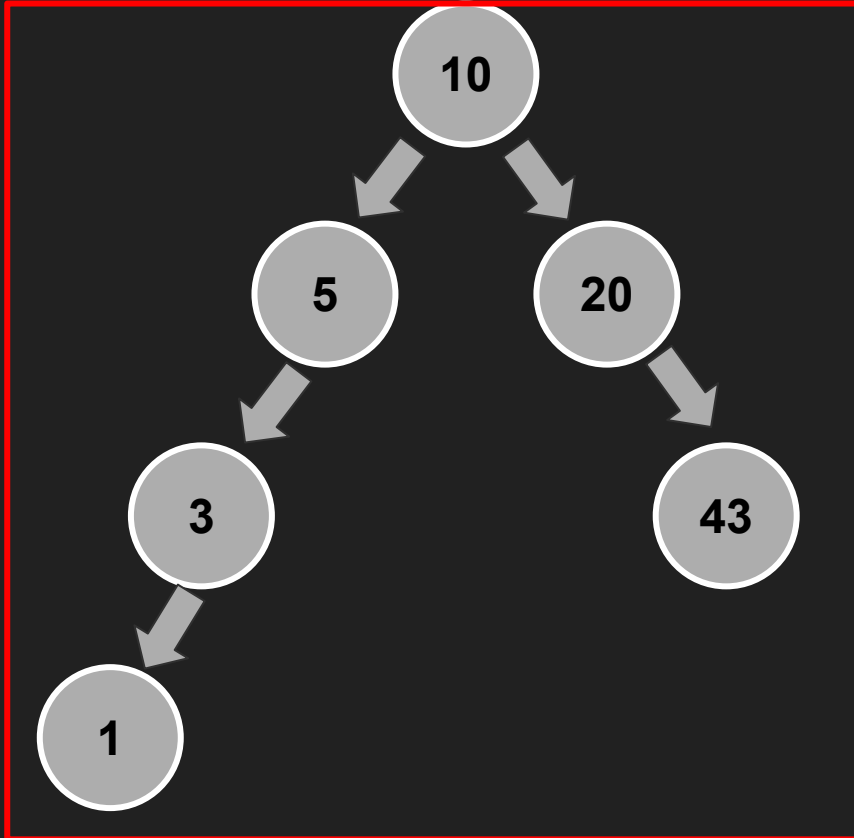
1. Identifikasi pucuk “head” dari subtree terkecil yang imbalanced akibat “insert”
2. Identifikasi “insertnya” masuk ke sisi luar atau sisi dalam.
3. Perbaiki dengan trik “rotate kiri” dan “rotasi kanan”

Note : Tergantung apakah sisi luar atau sisi dalam, kadang butuh 2 trik.

Studi kasus : Insert 1



Identifikasi subtree yang imbalanced



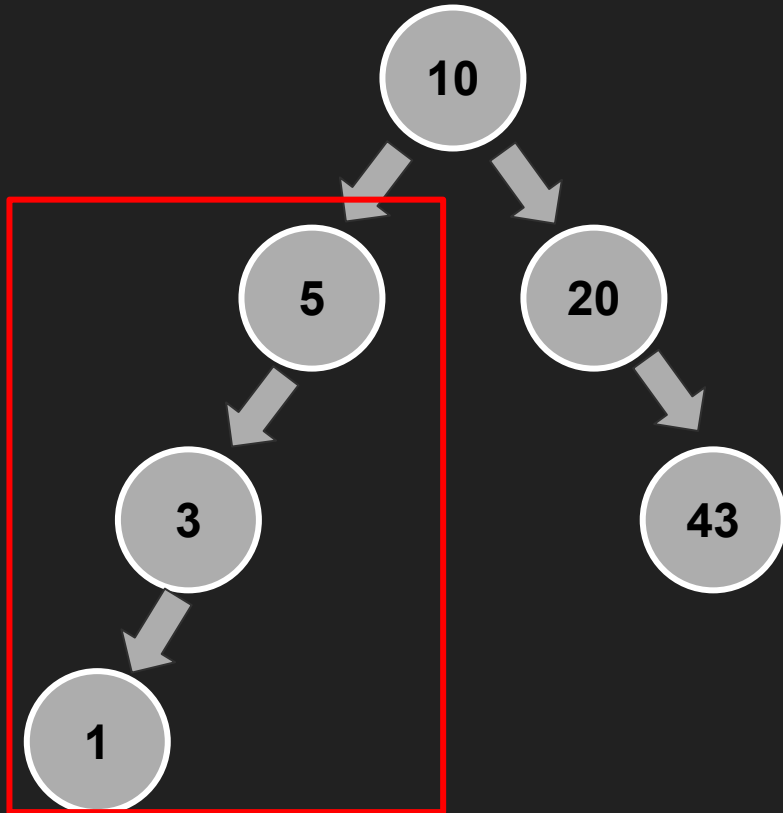
Pohon besarnya tidak imbalanced

Height kiri dari 10 : 3

Height kanan dari 10 : 2

Selisih 1 : Balanced

Identifikasi subtree yang imbalanced



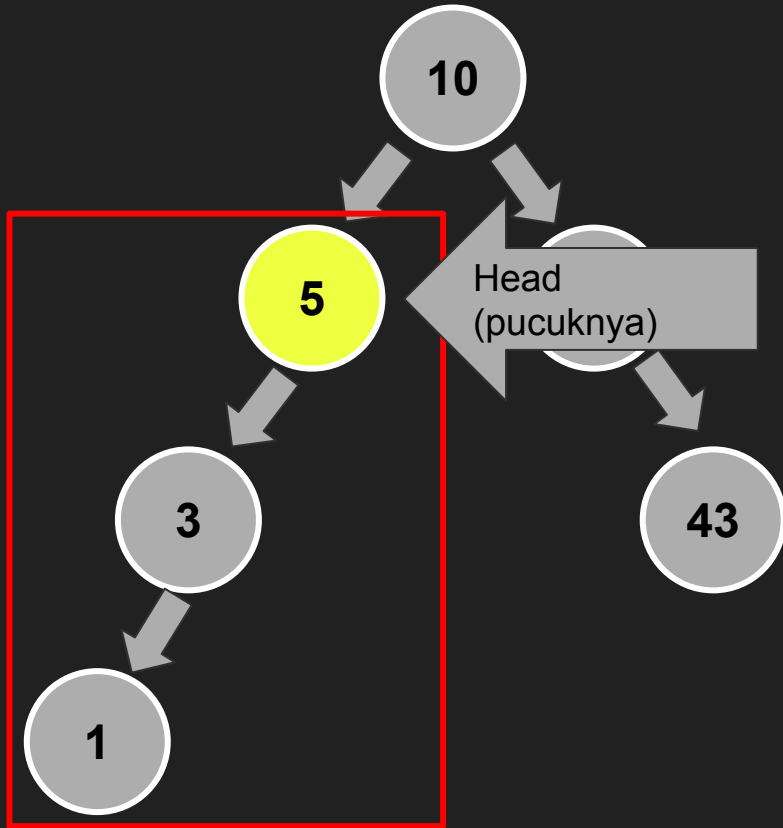
Pohon subtreenya imbalanced

Height kiri dari 5 : 3

Height kanan dari 5 : 2

Selisih 2 : Imbalanced

Identifikasi subtree yang imbalanced



Pohon subtreenya imbalanced

Height kiri dari 5 : 3

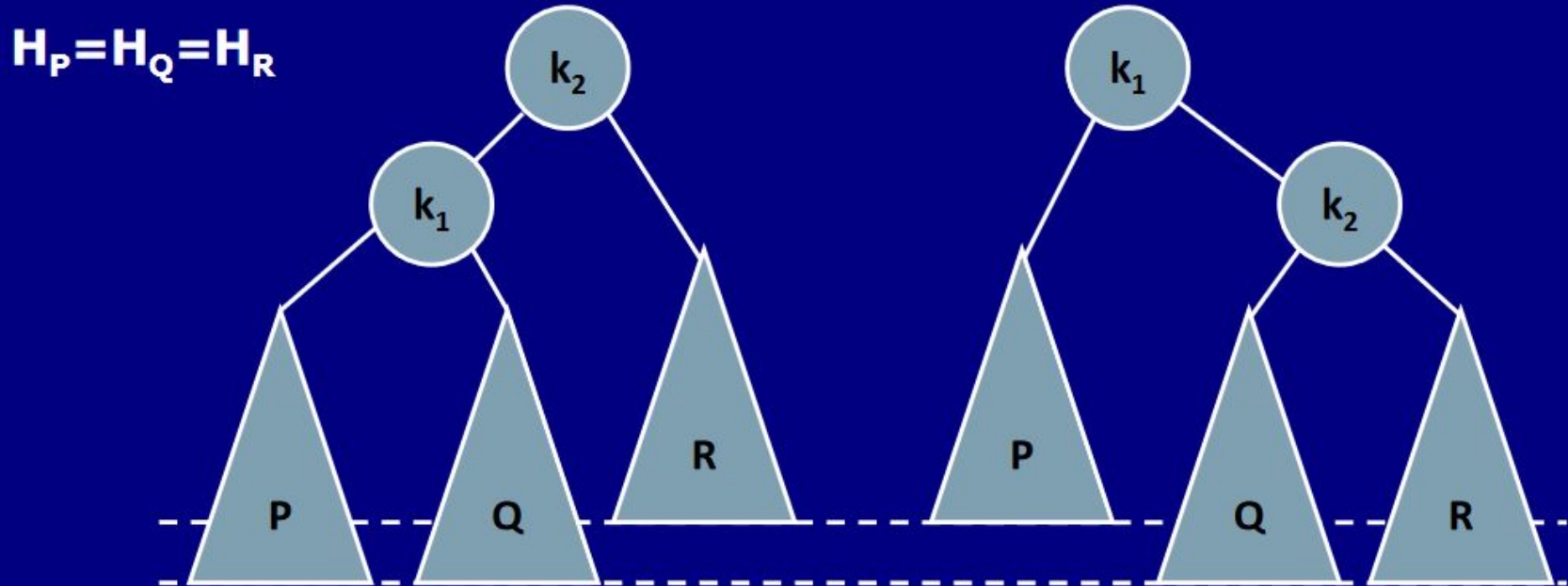
Height kanan dari 5 : 2

Selisih 2 : Imbalanced

Identifikasi apakah dia masuk sisi luar atau sisi dalam

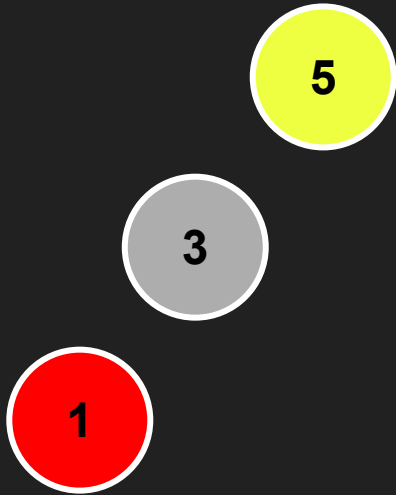
- Secara “matematika”, sebuah node masuk sisi luar ketika arah belokan pertama dari pucuk sama dengan arah belokan kedua

Identifikasi apakah dia masuk sisi luar atau sisi dalam



Identifikasi apakah dia masuk sisi luar atau sisi dalam

- Secara “matematika”, sebuah node masuk sisi luar ketika arah belokan pertama dari pucuk sama dengan arah belokan kedua.



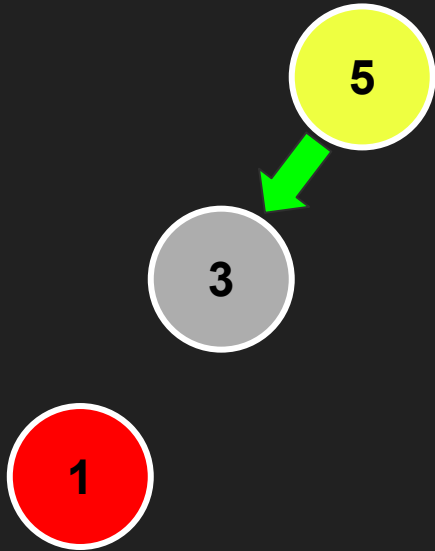
Contoh :

Insert 1, pucuknya 5

Dari 5 untuk sampai 1 belokan pertama ke mana?

Identifikasi apakah dia masuk sisi luar atau sisi dalam

- Secara “matematika”, sebuah node masuk sisi luar ketika arah belokan pertama dari pucuk sama dengan arah belokan kedua



Contoh :

Insert 1, pucuknya 5

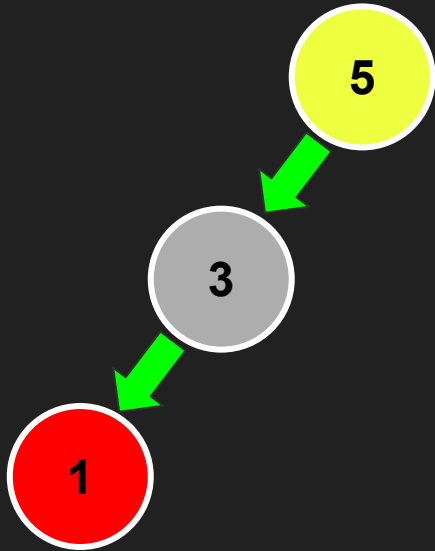
Dari 5 untuk sampai 1 belokan pertama ke mana?

Kiri

Setelah belok kiri dari 5, dia sampai 3, belokan kedua ke mana?

Identifikasi apakah dia masuk sisi luar atau sisi dalam

- Secara “matematika”, sebuah node masuk sisi luar ketika arah belokan pertama dari pucuk sama dengan arah belokan kedua



Contoh :

Insert 1, pucuknya 5

Dari 5 untuk sampai 1 belokan pertama ke mana?

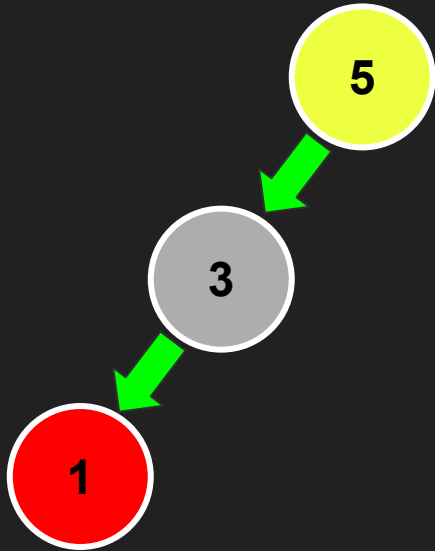
Kiri

Setelah belok kiri dari 5, dia sampai 3, belokan kedua ke mana?

Kiri

Identifikasi apakah dia masuk sisi luar atau sisi dalam

- Secara “matematika”, sebuah node masuk sisi luar ketika arah belokan pertama dari pucuk sama dengan arah belokan kedua



Contoh :

Insert 1, pucuknya 5

Dari 5 untuk sampai 1 belokan pertama ke mana?

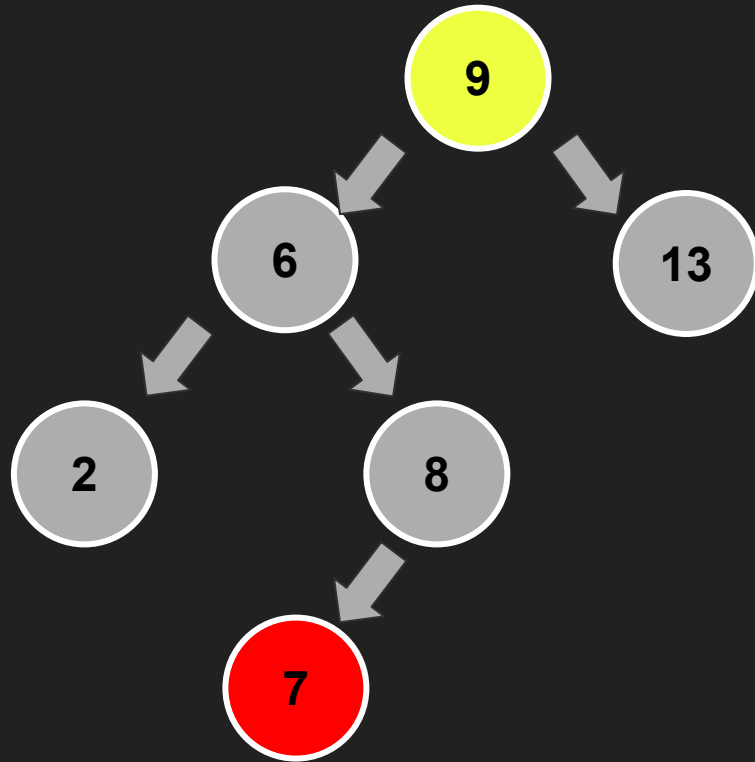
Kiri

Setelah belok kiri dari 5, dia sampai 3, belokan kedua ke mana?

Kiri

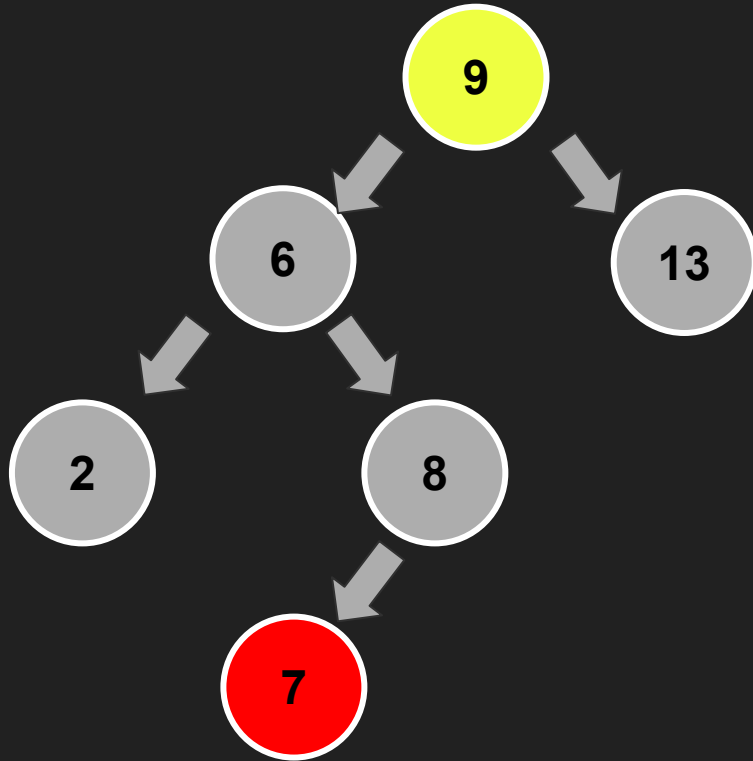
Kiri = Kiri => Sisi luar

Contoh : Insert 7 , Pucuk 9



Apakah imbalanced

Contoh : Insert 7 , Pucuk 9



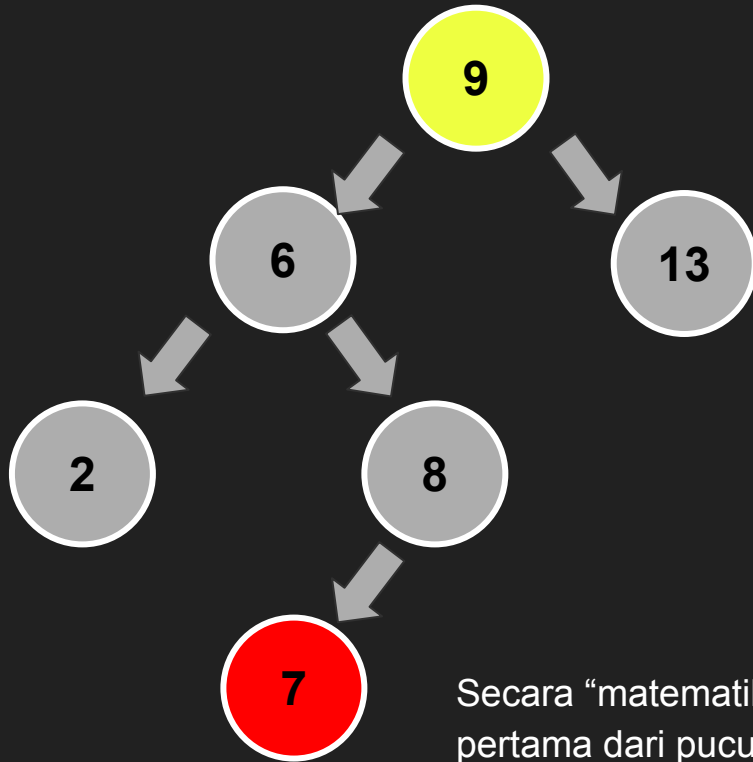
Apakah imbalanced?

- Kirinya 9: Height 3
- Kanannya 9 : Height 1
- Selisih 2 : Imbalance

Arah belokan?

- Kiri , kanan , kiri

Contoh : Insert 7 , Pucuk 9



Apakah imbalanced?

- Kirinya 9: Height 3
- Kanannya 9 : Height 1
- Selisih 2 : Imbalance

Arah belokan?

- **Kiri , kanan** , kiri
- Sisi dalam

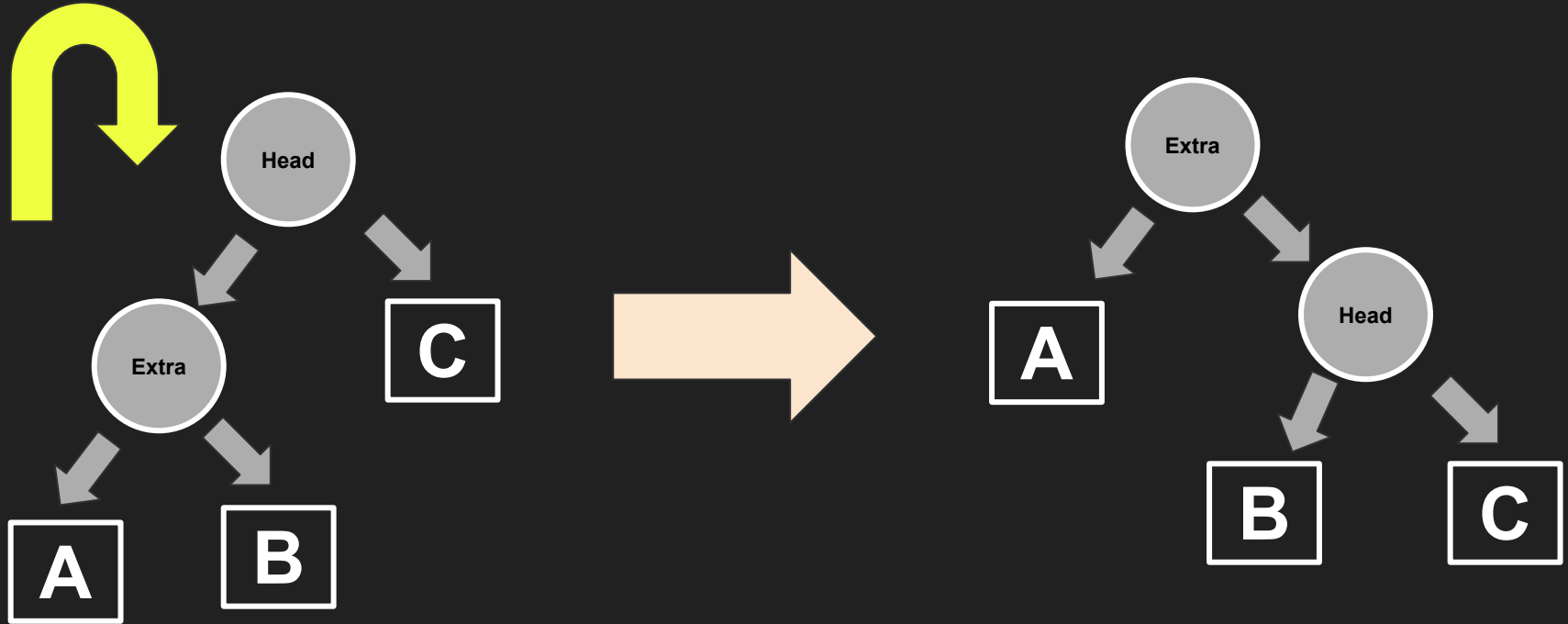
Secara “matematika”, sebuah node masuk sisi luar ketika arah belokan pertama dari pucuk sama dengan arah belokan kedua

Perbaiki dengan trik “rotasi kiri” dan “rotasi kanan”

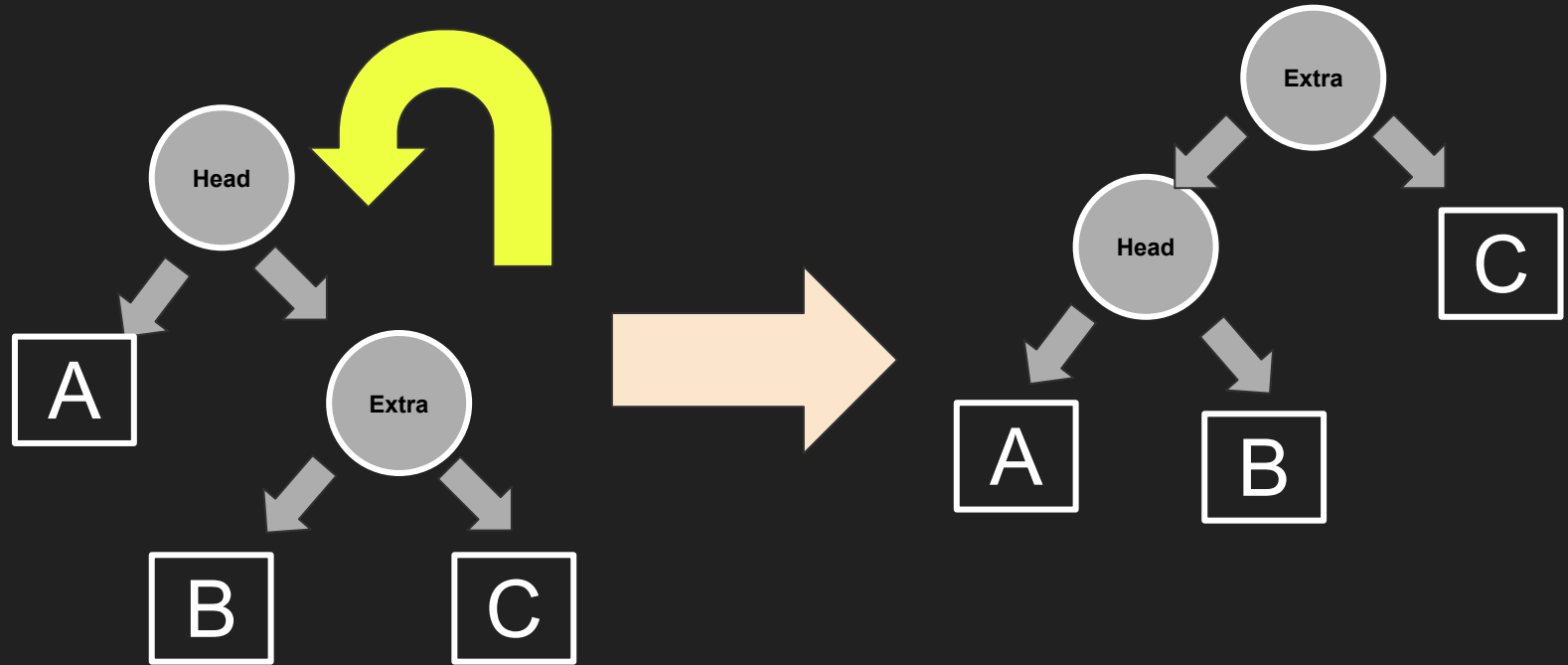
- Kalau imbalancednya ke kiri, langkah terakhir rotasi ke kanan.
- Kalau imbalancednya ke kanan, langkah terakhir rotasi ke kiri.
- Dua kasus:
 - Sisi luar : Cukup 1 langkah
 - Sisi dalam : Butuh langkah rotasi pendahuluan

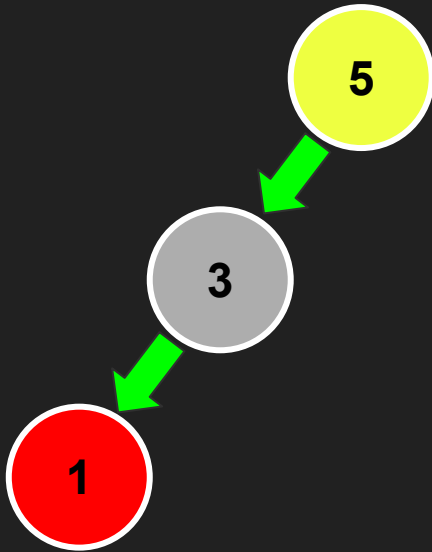
Sisi luar : Cukup 1 langkah (Single Rotation)

Rotasi ke kanan : Arah imbalance ke kiri



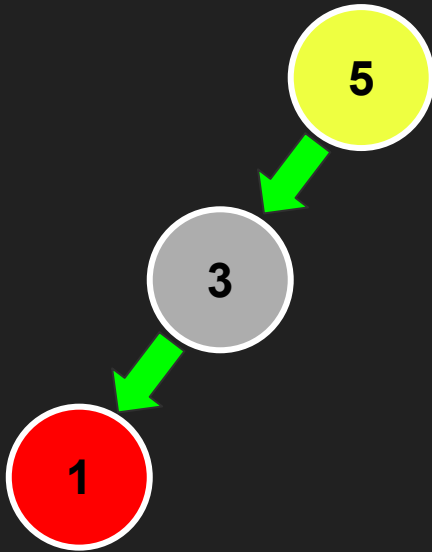
Rotasi ke kiri : Arah imbalance ke kanan





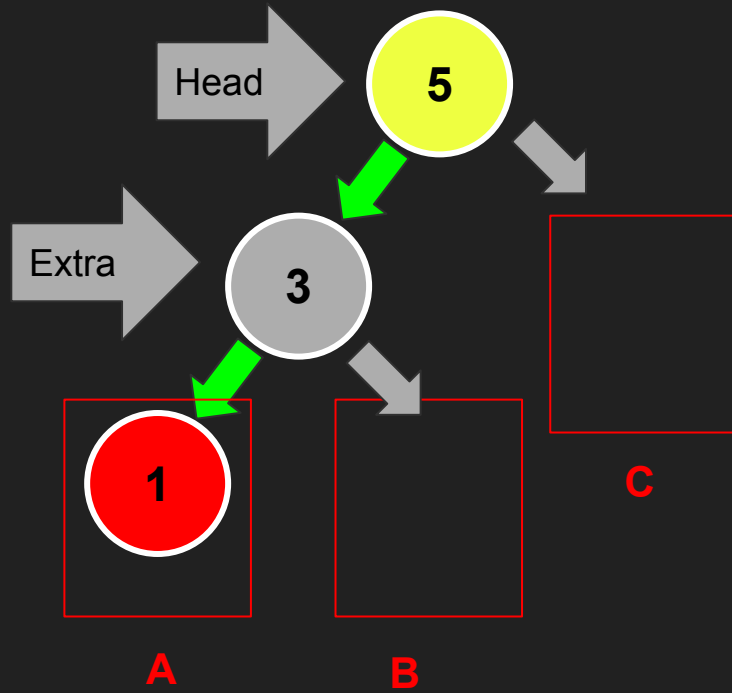
Pucuk 5 , Insert 1 :

- **Sisi dalam atau sisi luar?**
- **Arah imbalance?**

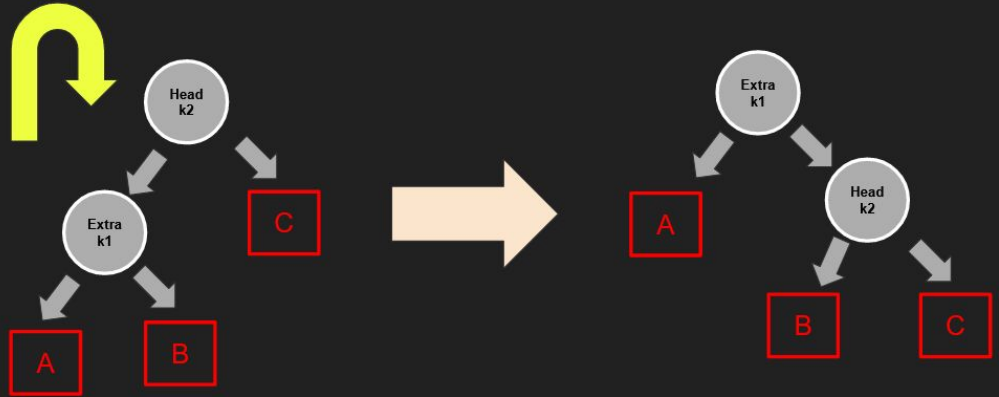


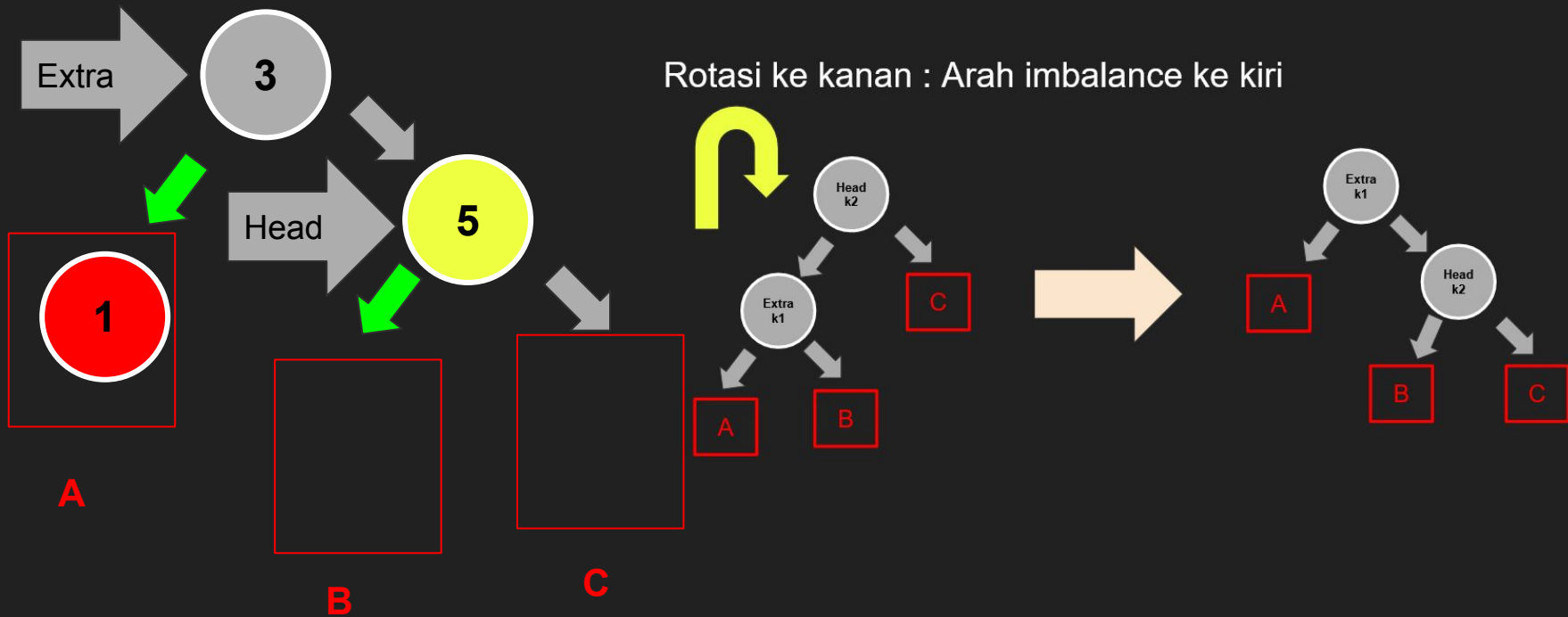
Pucuk 5 , Insert 1 :

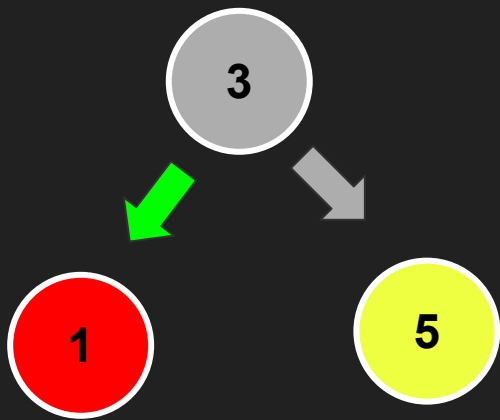
- **Sisi dalam atau sisi luar?**
 - **Luar => Single Rotation**
- **Arah imbalance?**
 - **Kiri => Rotasi Kanan**



Rotasi ke kanan : Arah imbalance ke kiri



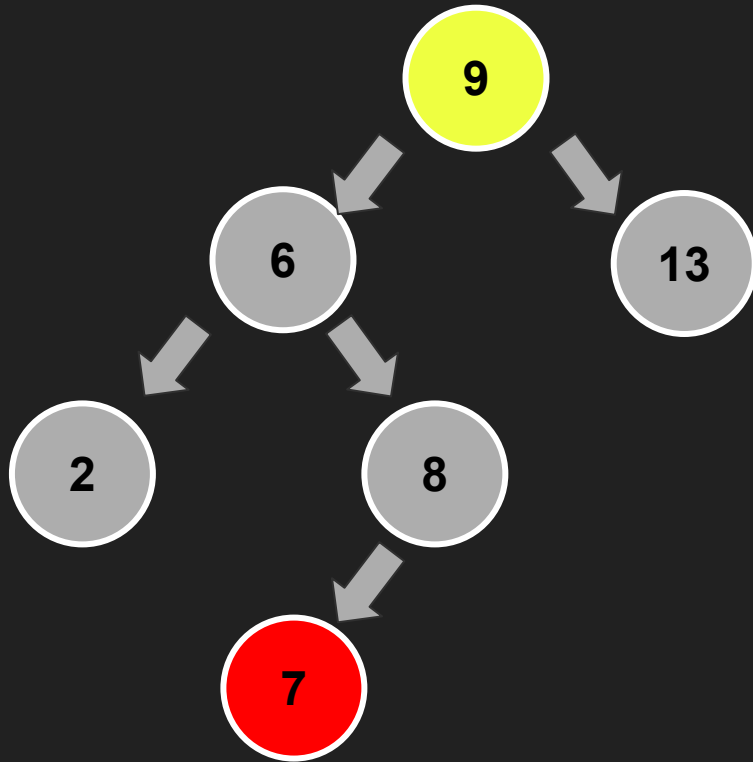




Sisi dalam : 2 langkah (Double Rotation)

Komplikasi dari sisi dalam

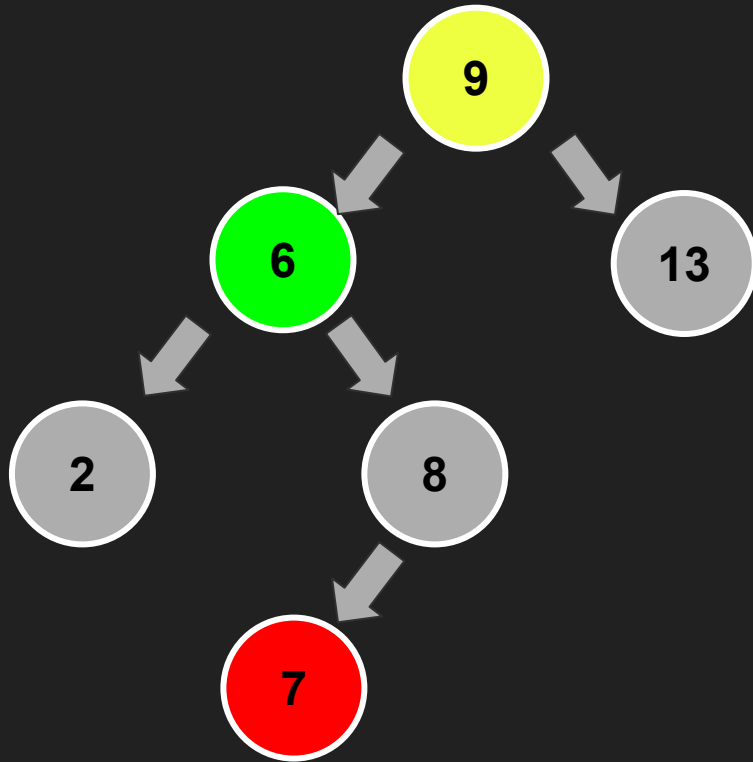
- Kalau imbalancednya ke kiri, **sebelumnya kirinya head harus rotasi kiri**, lalu langkah terakhir rotasi ke kanan.
- Kalau imbalancednya ke kanan, **sebelumnya kananya head harus rotasi kanan**, langkah terakhir rotasi ke kiri.



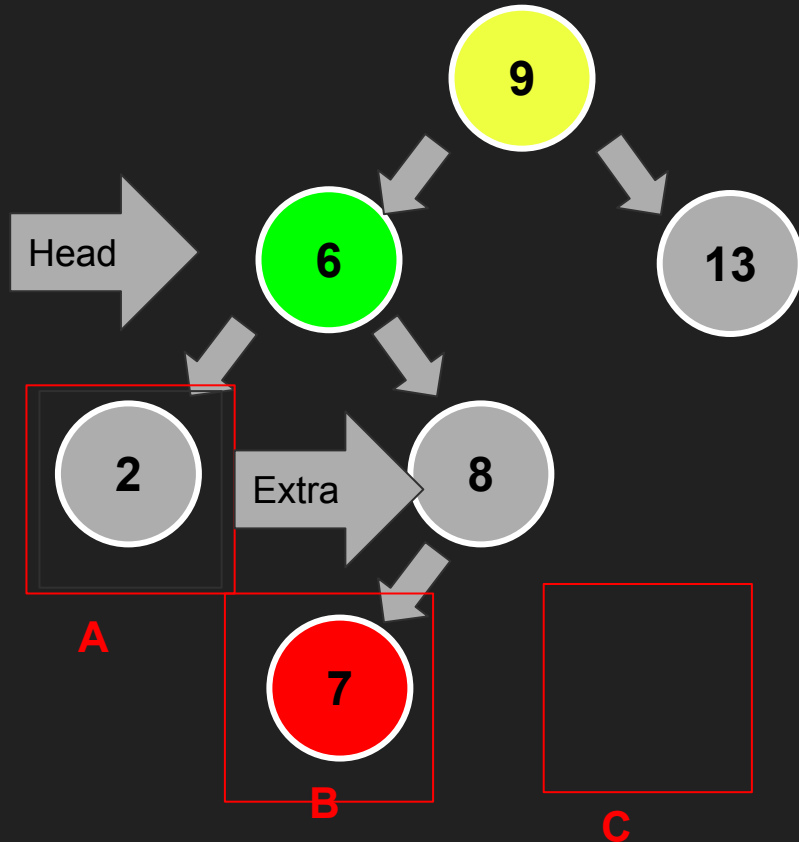
Pucuk 9 , Insert 7 :

- **Sisi dalam atau sisi luar?**
 - **Dalam => Double Rotation**
- **Arah imbalance?**
 - **Kiri => Kalau** imbalancednya ke kanan, **sebelumnya kirinya head harus rotasi kiri**, lalu langkah terakhir rotasi ke kanan.

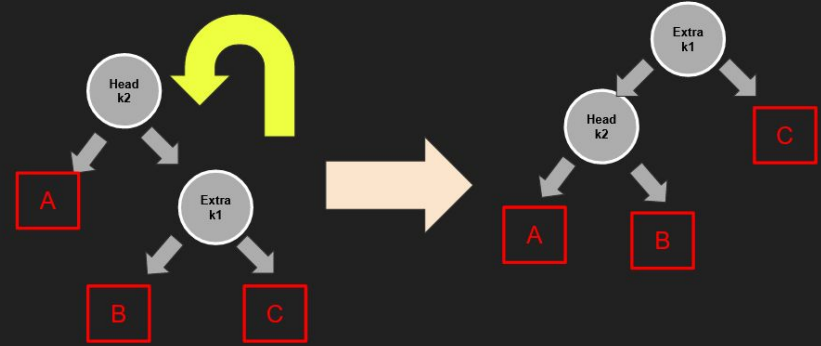
Langkah 1 : Sebelumnya kirinya head harus rotasi kiri



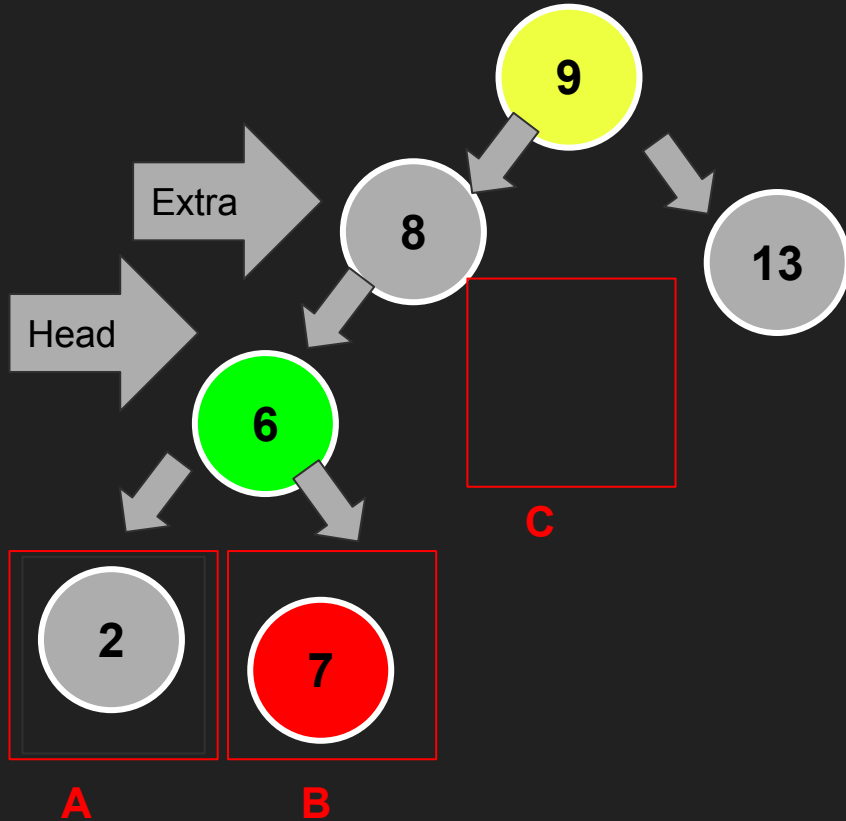
Langkah 1 : Sebelumnya kirinya head harus rotasi kiri



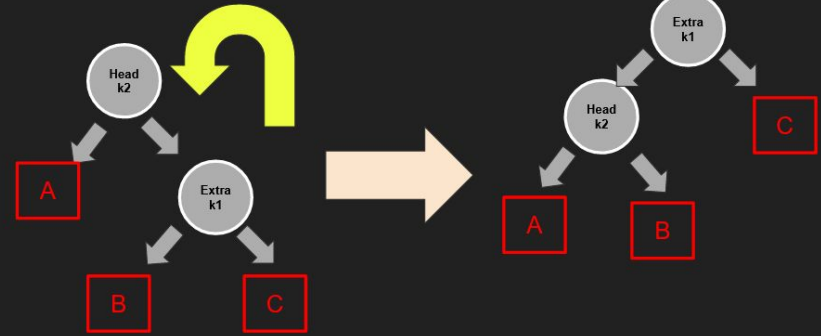
Rotasi ke kiri : Arah imbalance ke kanan



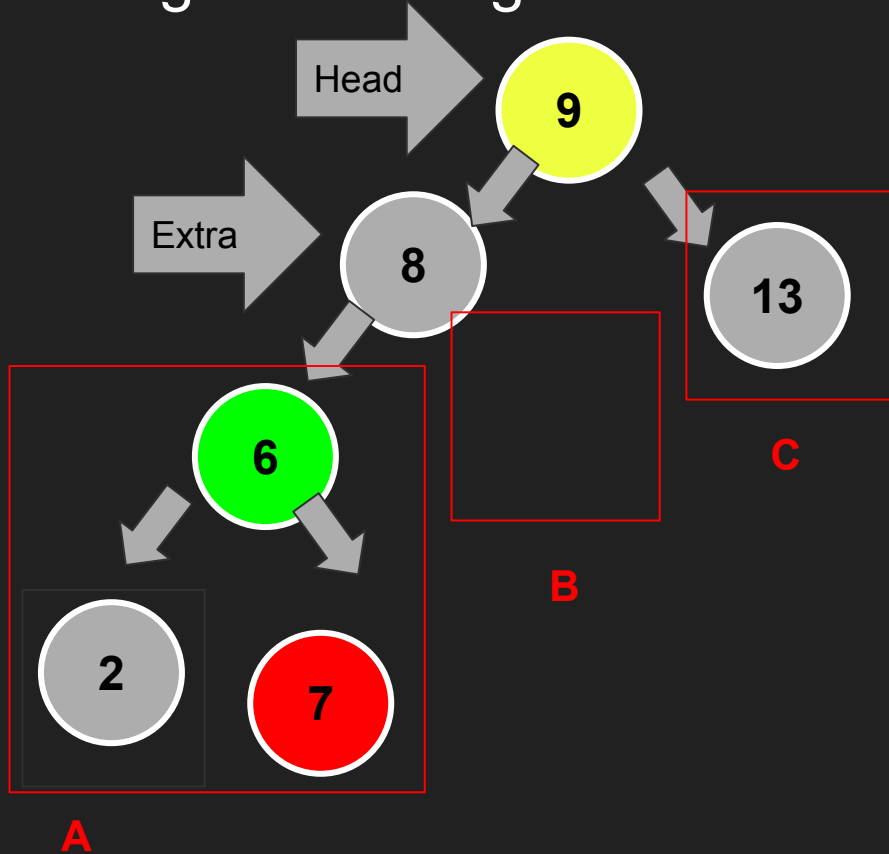
Langkah 1 : Sebelumnya kirinya head harus rotasi kiri



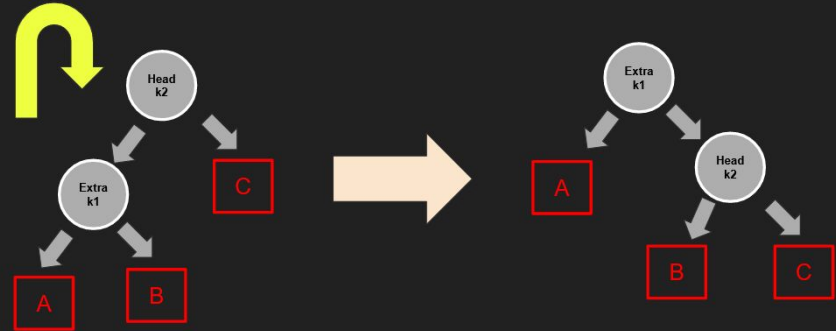
Rotasi ke kiri : Arah imbalance ke kanan



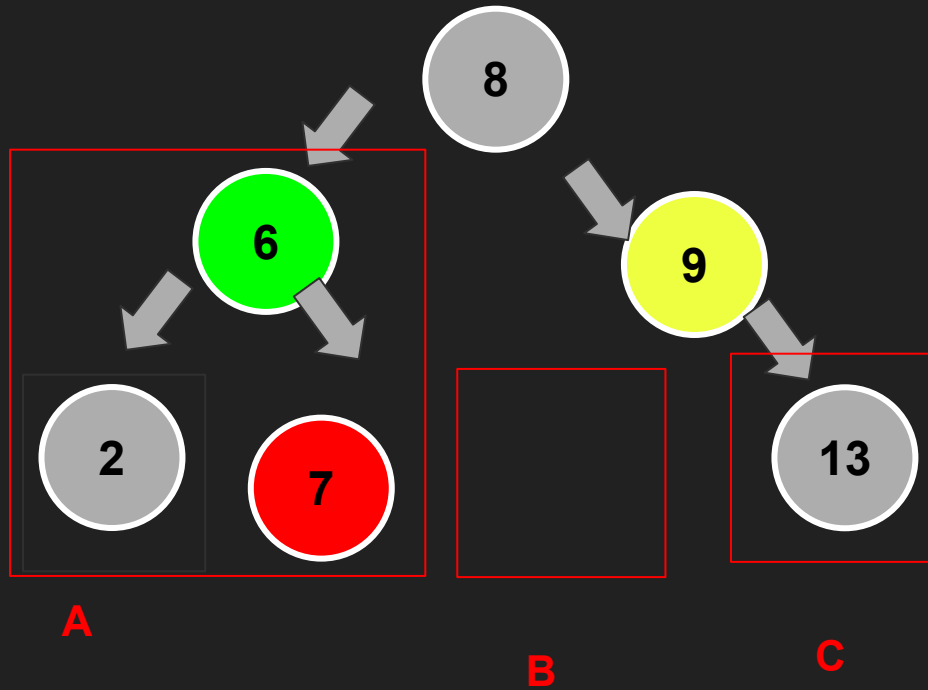
Langkah 2 : langkah terakhir rotasi ke kanan



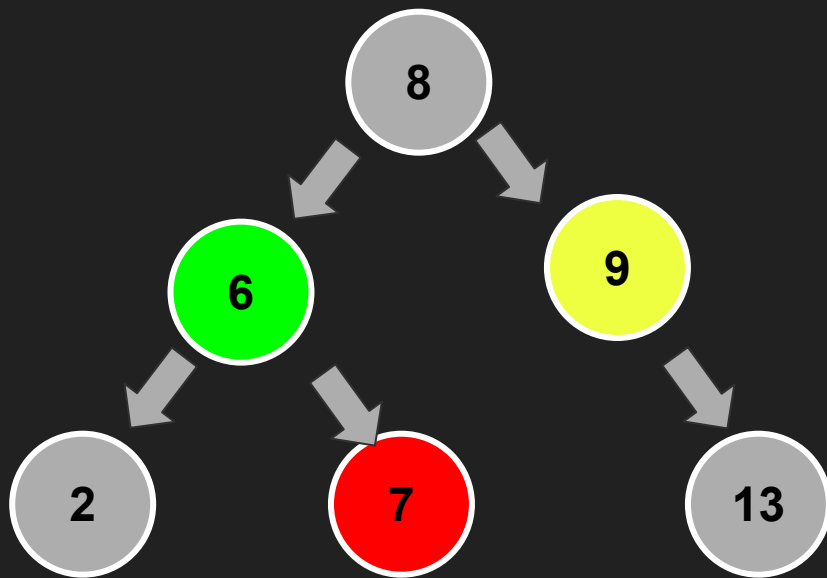
Rotasi ke kanan : Arah imbalance ke kiri



Langkah 2 : langkah terakhir rotasi ke kanan

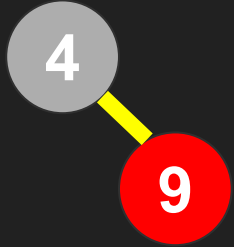


Apakah balanced?

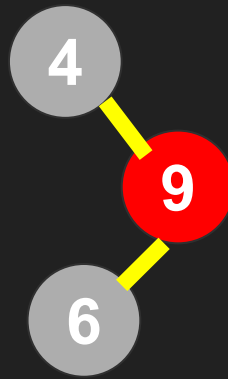


	Arah imbalanced ke kiri	Arah imbalanced ke kanan
Arah insert ke luar	<u>Case 1</u> Tidak perlu langkah awal Langkah akhir rotasi ke kanan	<u>Case 4</u> Tidak perlu langkah awal Langkah akhir rotasi ke kiri
Arah insert ke dalam	<u>Case 2</u> Harus ada langkah awal rotasi kiri ke kiri Langkah akhir rotasi ke kanan	<u>Case 3</u> Harus ada langkah awal rotasi kanan ke kanan Langkah akhir rotasi ke kiri

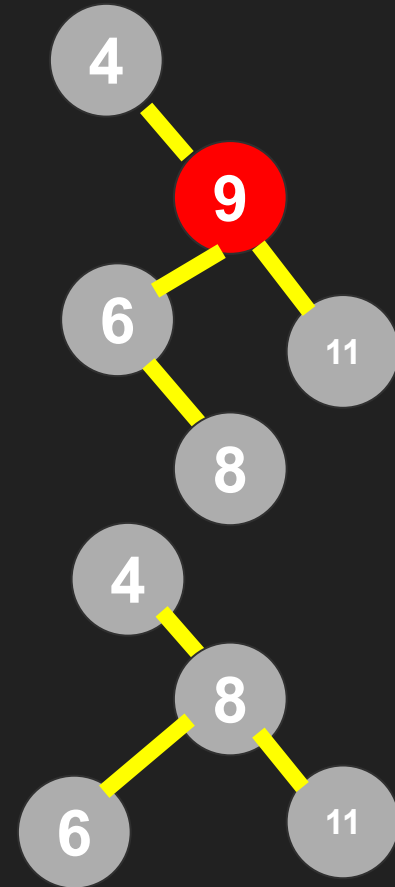
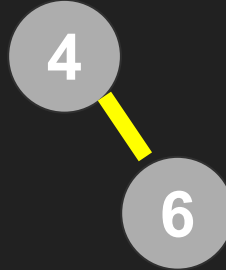
Bagaimana kalau delete?



Kasus 1 : Tidak ada child
(Delete saja)



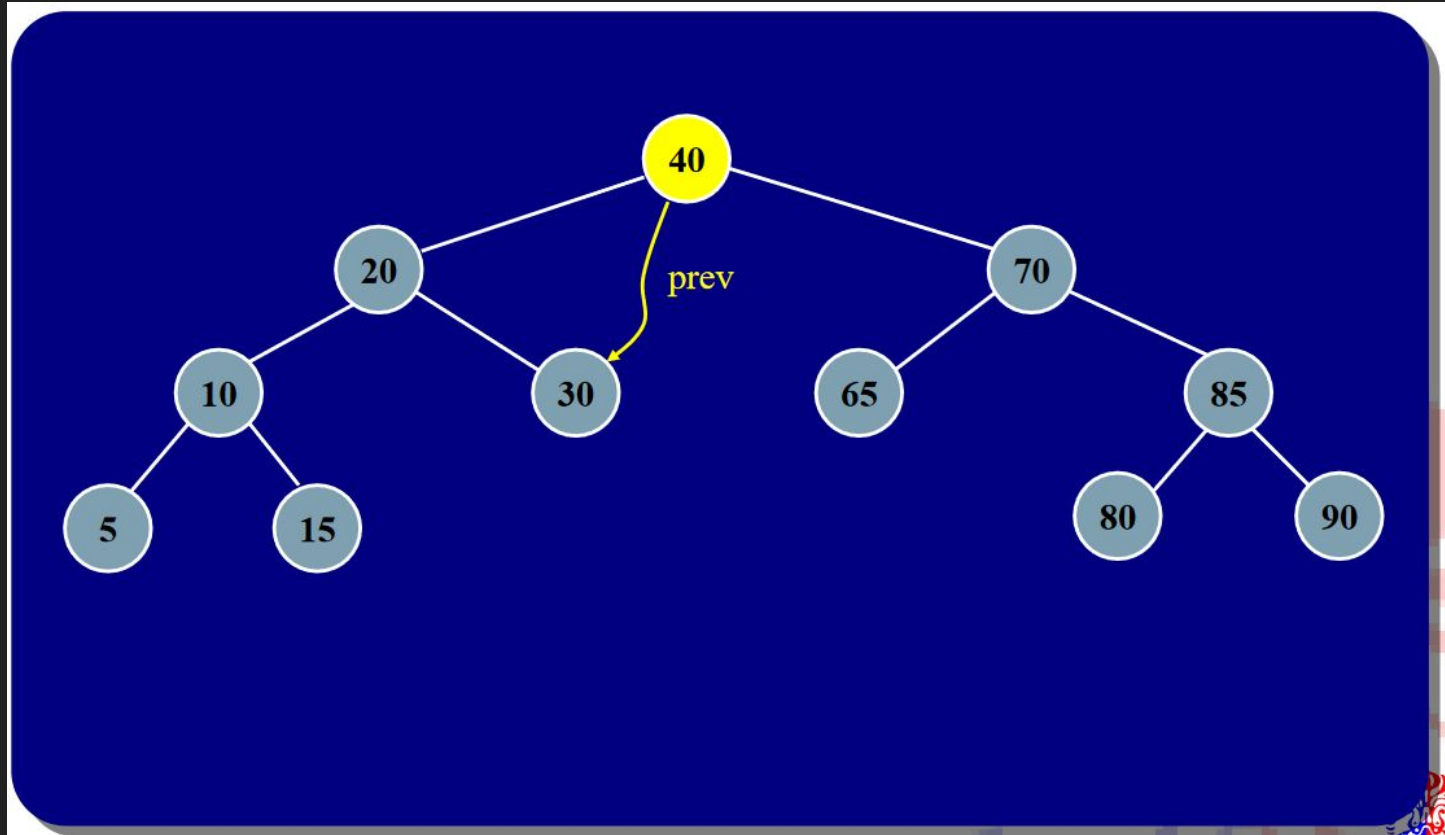
Kasus 2 : Ada 1 child
(Ambil saja)

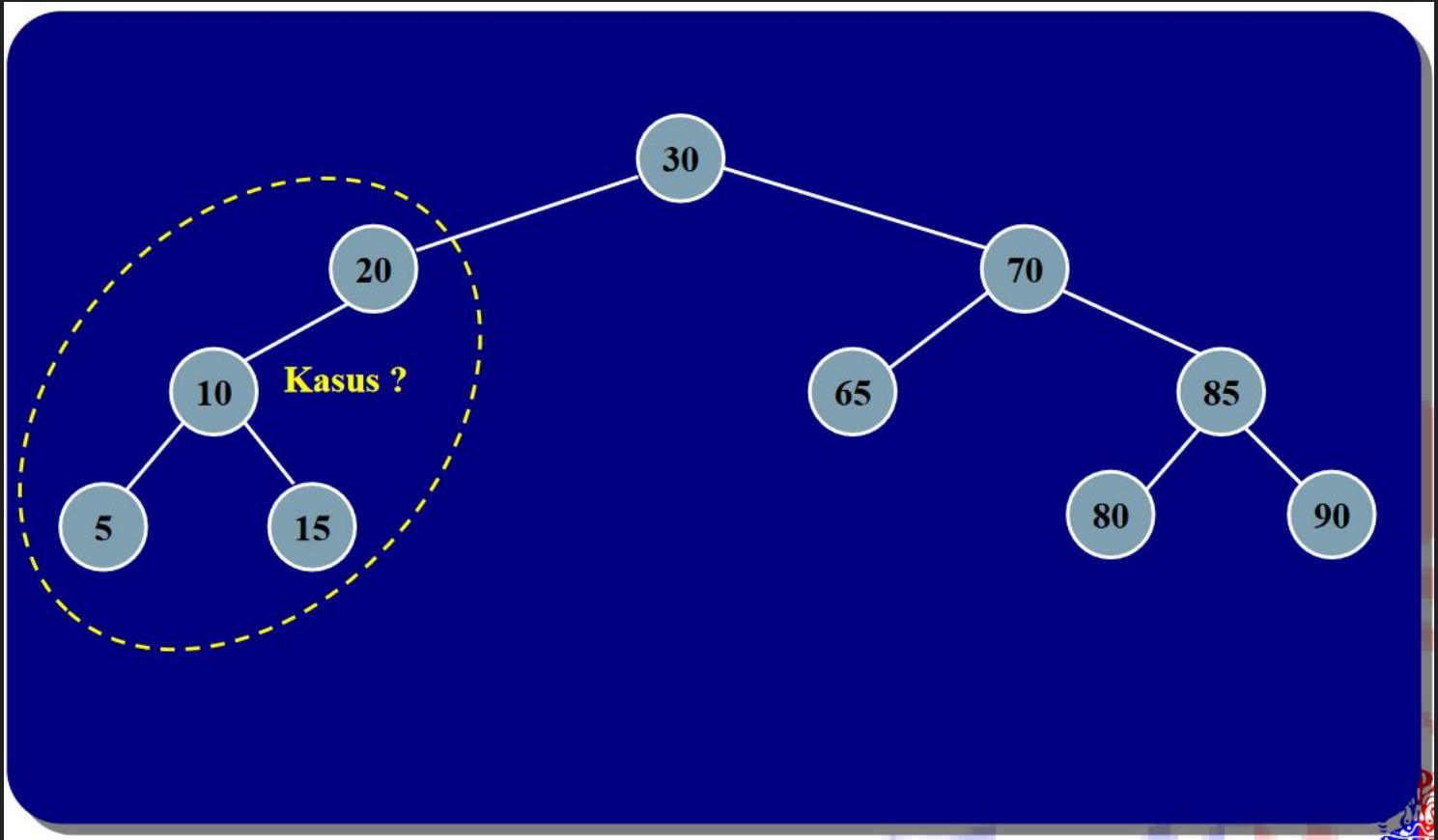


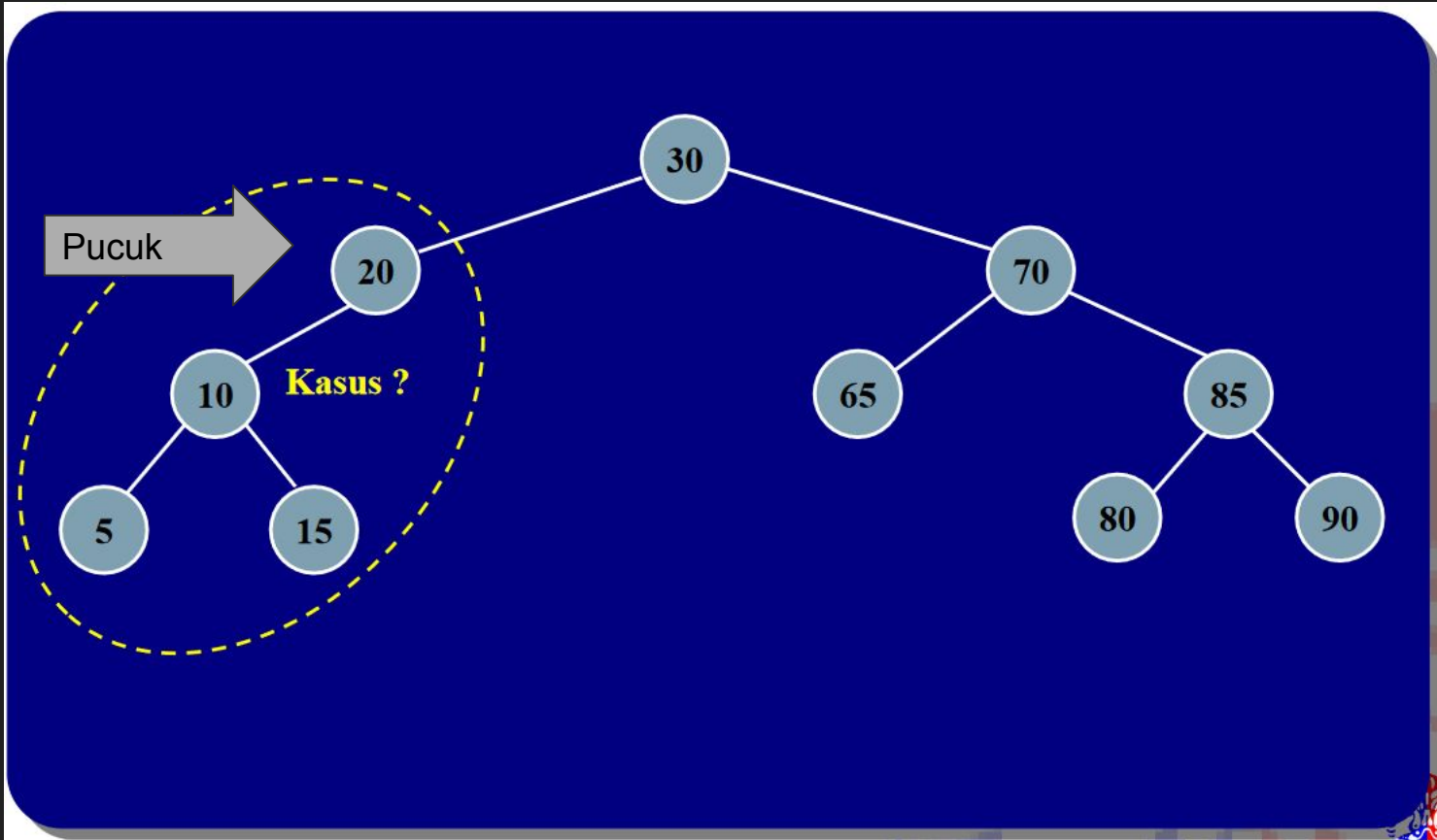
Kasus 3 : Ada 2 child
(Ambil inorder)

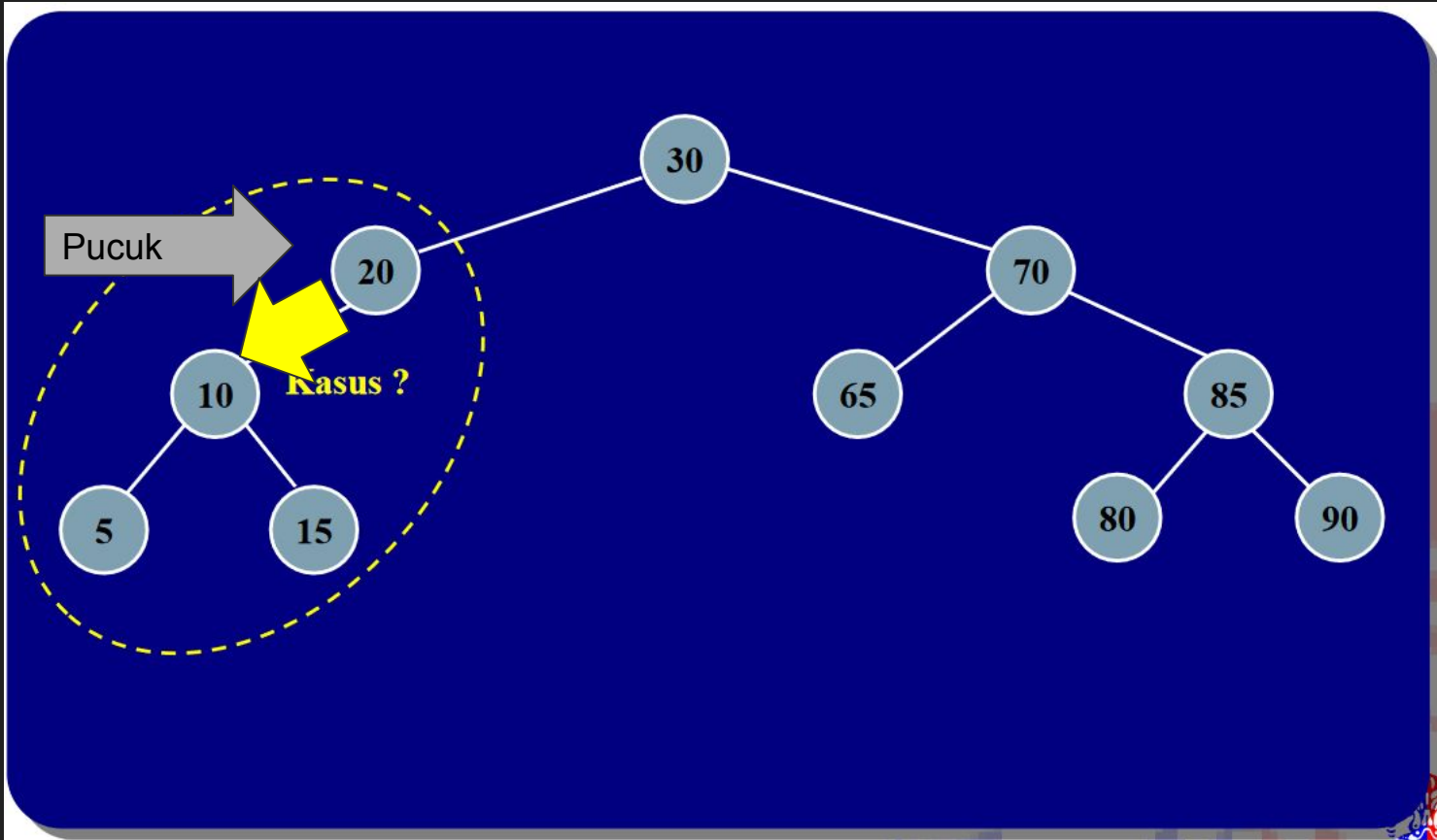
	Arah imbalanced ke kiri	Arah imbalanced ke kanan
Arah imbalancenya childnya arah imbalance itu sama atau netral	<u>Case 1</u> Tidak perlu langkah awal Langkah akhir rotasi ke kanan	<u>Case 4</u> Tidak perlu langkah awal Langkah akhir rotasi ke kiri
Arah imbalance childnya arah imbalance itu beda	<u>Case 2</u> Harus ada langkah awal rotasi kiri ke kiri Langkah akhir rotasi ke kanan	<u>Case 3</u> Harus ada langkah awal rotasi kanan ke kanan Langkah akhir rotasi ke kiri

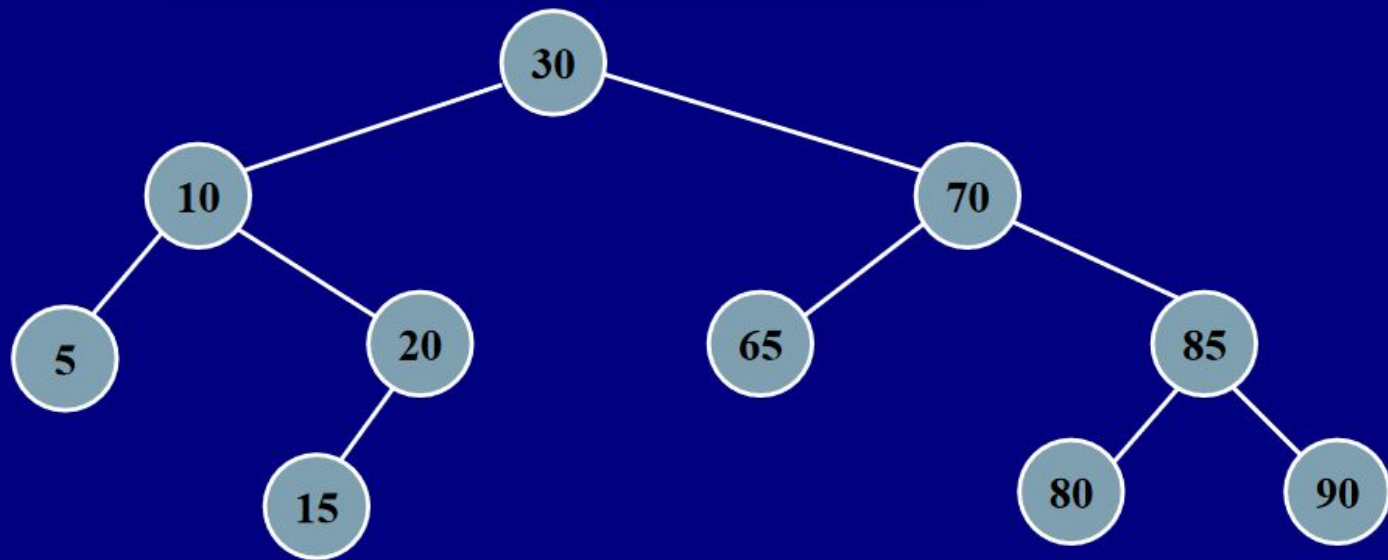
Contoh : Delete 40











Single rotation is preferred!

