

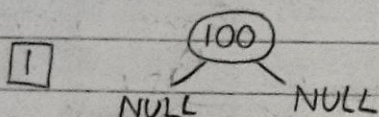
No. \_\_\_\_\_  
Date: \_\_\_\_\_

# BOOTCAMP RED- BLACK TREE

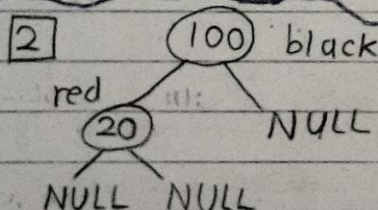
## ④ Red Black Tree

Insert :

100, 20, 60, 50, 30



Karena tree kosong,  
100 langsung dimasukkan  
ke dalam tree sebagai  
root, dan langsung di-  
warnai menjadi hitam de-  
ngan dua leaf NULL sebagai  
patokan



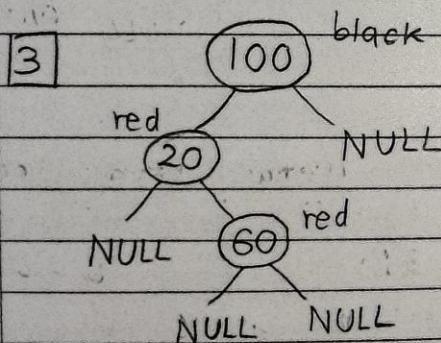
Mengambahkan 20 ke  
RBT. Karena tree  
tidak kosong dan punya  
root, yaitu 100, dan  $20 < 100$ , maka 20 diinsert  
menjadi anak kiri 100  
sehingga leaf kiri 100  
tidak lagi NULL. Sama  
seperti node lainnya, 20  
juga memiliki dua leaf

- BLS

\* NULL Leaf selalu berwarna hitam

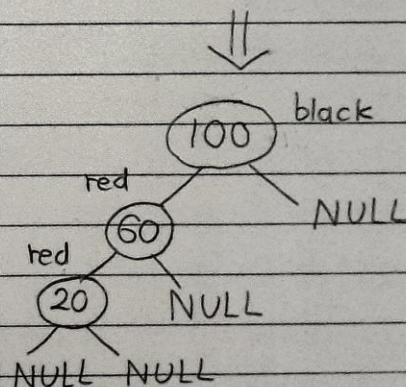
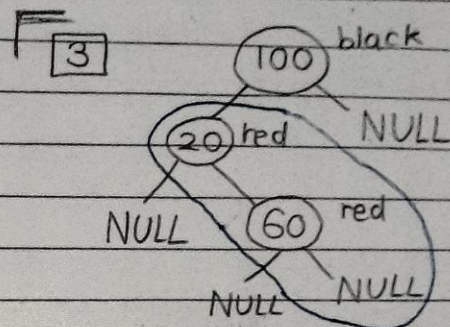
No. \_\_\_\_\_  
Date: \_\_\_\_\_

NULL sebagai patokan.  
Karena node 20 bukan  
root, node 20 diberi  
warna merah. Ini juga  
masih tidak melanggar  
properti RB Tree karena  
parent dan child node  
20 berwarna hitam.  
Jumlah node hitam dari  
setiap jalur juga  
sama, yaitu 2.



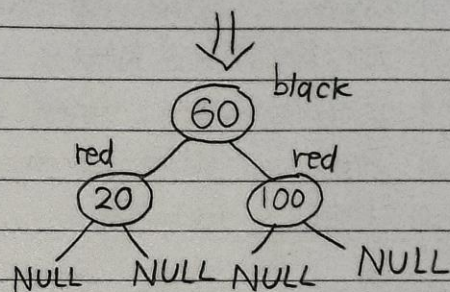
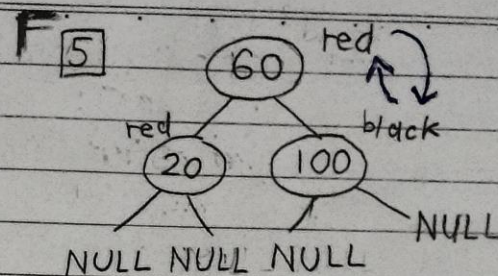
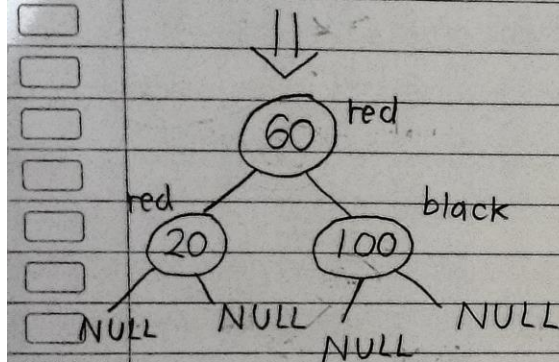
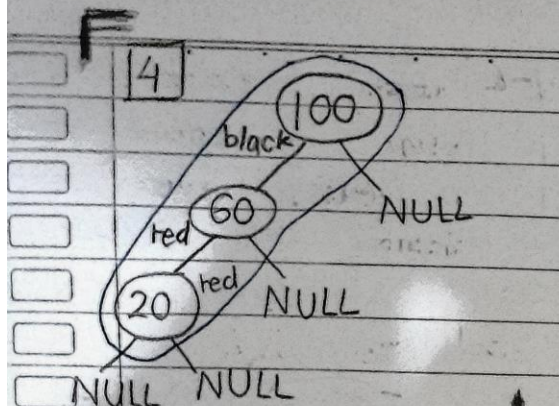
Menambahkan 60 ke  
RB Tree. Karena tree  
tidak kosong dan  $60 < 100$  dan  $60 > 20$ , maka  
kita insert 60 menjadi  
anak kanan 20 dengan  
2 leaf NULL sebagai  
patokan. Node 60 diberi  
warna merah karena node  
ini adalah node selain  
root.

4 Dari gambar ke-3,  
kita melihat bentuk condong  
kanan sehingga kita perlu  
melakukan Left Rotation.

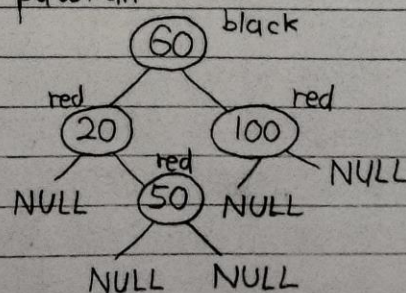


5 Dari gambar ke-4, kita  
melihat bahwa RBT tsb  
melanggar properti RB Tree  
ketiga karena node 60 yang  
berwarna merah memiliki child  
20 yang berwarna merah.  
Oleh karena node 100, 60,  
dan 20 bentuknya condong  
ke kiri sehingga melakukan  
Right Rotation.





**7** Menambahkan node 50 ke RB Tree, Karena node  $50 < 60$  dan  $20 > 50$ , 50 menjadi anak kanan 20 dengan 2 leaf NULL sebagai patokan



**6** Karena node 60 alias root dalam gambar **5** berwarna merah dan melanggar properti RB Tree pertama, kita menukar warna node 60 dan 100 sehingga node 60 berwarna hitam dan node 100 berwarna merah dan properti 4 tetap terjaga, yaitu untuk setiap jalur dari root ke leaf, harus memiliki jumlah node hitam yang sama.

di sini, node 50 melanggar properti 3 karena parent-nya (node 20) merah

**8** Karena Uncle dari 50 (100) adalah merah;

→ mengubah warna parent dan

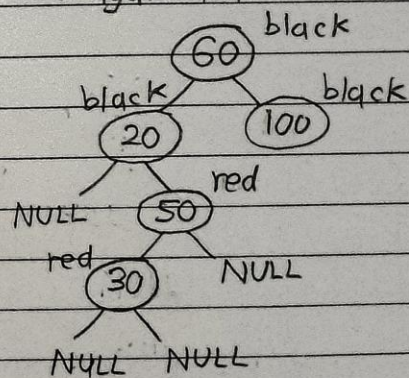
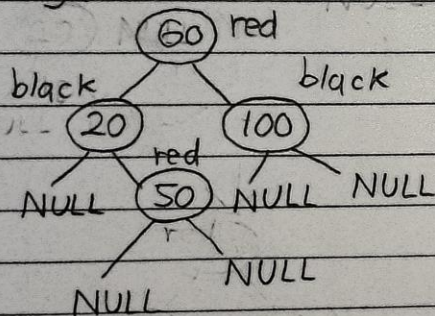


1-4 tetap terjaga, untuk setiap jalur dari root ke leaf, jumlah node hitam tetap sama

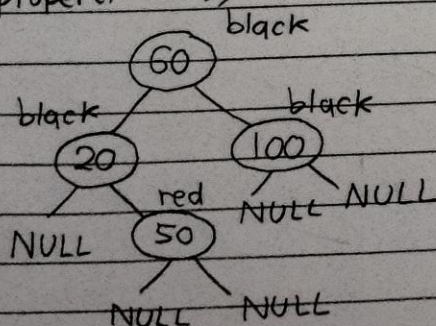
[9] Menambahkan node 30 ke RB Tree.

Karena  $30 < 60$  dan  $30 > 20$  dan  $30 < 50$ , maka node 30 di-insert sebagai anak kiri 50.

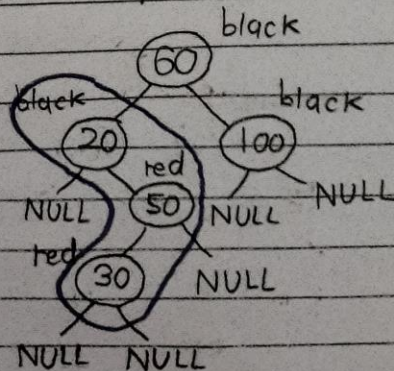
uncle dari 50 (20 & 100) menjadi hitam



→ Karena root dari RB Tree harus hitam (sesuai properti 1),



Di sini, node 30 & 50 melanggar properti 2 karena node 30 (merah) memiliki parent 50 (merah)

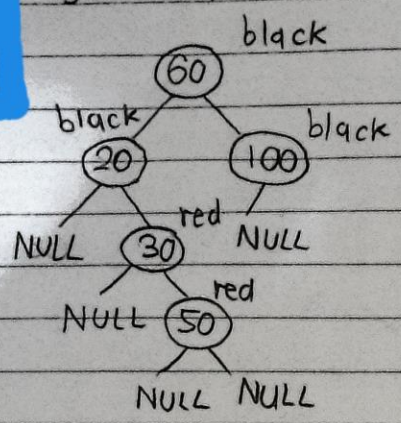


kita mengubah warna root menjadi hitam, dan properti



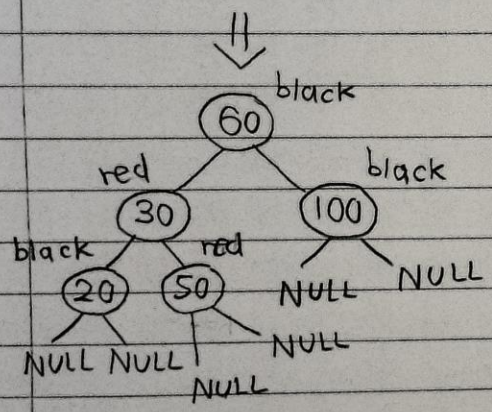
10

Bentuk condong kanan-kiri sehingga perlu melakukan Right-Left Rotation



node 30 menjadi black dan node 20 menjadi red. Dengan demikian, semua properti tetap terjaga

Insert: 40, 90, 45, 25, 65



Karena uncle dari 50 (100) black, kita tukar warna node 30 dan 20 sehingga:

