

Spanning-tree Protocol

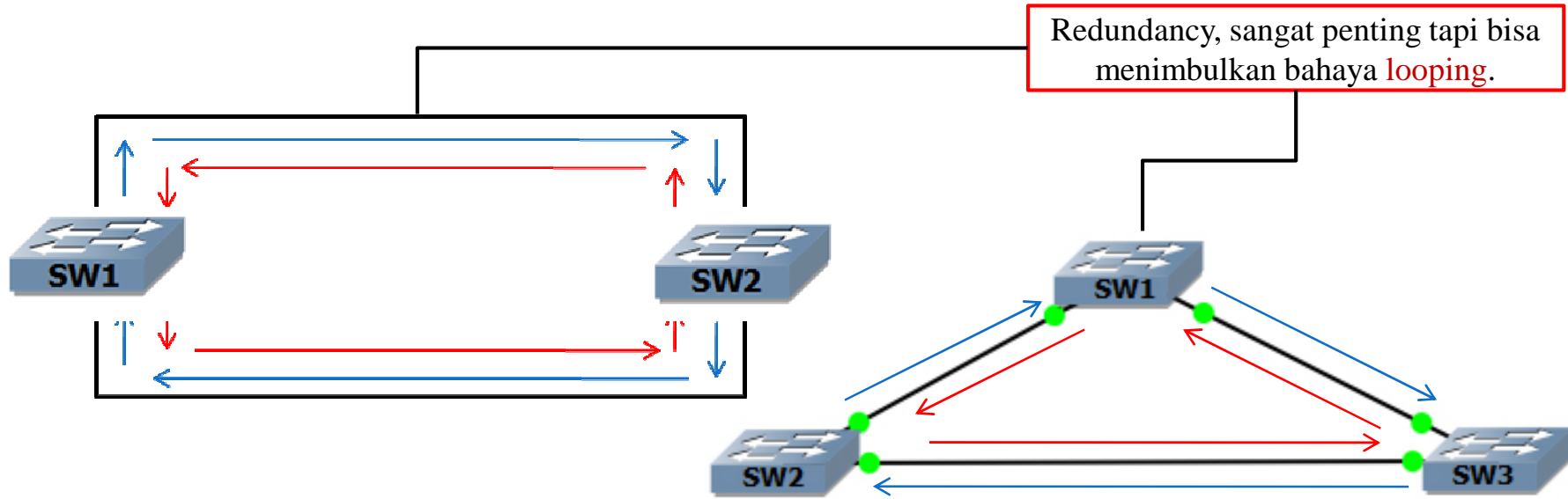
Spanning-tree Protocol

Oleh : Akhmad Mukhammad

Objektif

- ❑ Memahami pentingnya redundancy dalam network.
- ❑ Memahami bagaimana operasi STP dalam menghilangkan loop pada layer 2 dalam network.
- ❑ Memahami langkah-langkah algoritma STP.
- ❑ Mengimplementasikan PVST+ dalam LAN.

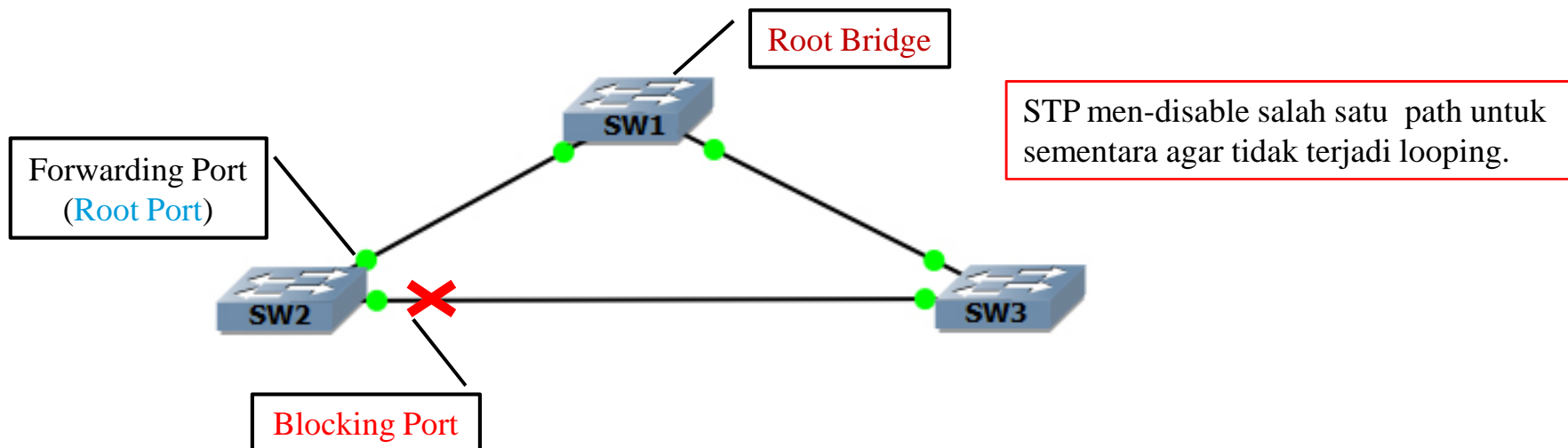
Redundancy



- ❑ **Redundancy** : adanya jalur-jalur alternatif. (backup) dalam network.
- ❑ Redundancy layer 2 sangat penting untuk meningkatkan ketersediaan koneksi network.
- ❑ Redundancy dapat menimbulkan **trafik looping** tanpa henti. Frame layer 2 tidak memiliki fitur seperti **TTL** pada paket layer 3, sehingga **looping** yang terjadi tidak akan pernah berhenti.
- ❑ Diperlukan metode untuk tetap mengadakan redundancy untuk keperluan backup, namun bisa terhindar dari adanya **trafik looping**.

Spanning-tree Protocol
(802.1d)

STP



- ❑ STP diimplementasikan dengan cara pertukaran pesan-pesan Bridge Protocol Data Unit (BPDU) antar switch.
- ❑ Salah satu switch akan dipilih sebagai **Root Bridge**, berfungsi sebagai titik acuan untuk membangun topologi bebas looping untuk semua switch.
- ❑ Setiap switch, kecuali Root Bridge, akan menentukan sebuah **root port** yang menyediakan jalur tercepat menuju **root bridge**.
- ❑ Pada link antara 2 non-root-bridge, salah satu port akan bertindak sebagai **designated port** dan yang lain akan menjadi **blocking port**.
- ❑ Setiap perubahan status port pada setiap switch dianggap sebagai perubahan topologi network, dan hal ini mengharuskan **algoritma spanning-tree** harus dijalankan pada semua switch untuk adaptasi pada topologi baru.

STP -> BPDU

Bytes	Field
2	Protocol ID
1	Version
1	Message Type
1	Flags
8	RootID
4	Cost of path
8	Bridge ID
2	Port ID
2	Message age
2	Max age
2	Hello time
2	Forward delay

Root ID, Bridge ID (BID) paling rendah diantara semua switch dalam topologi

Cost of path, nilai dari semua link yang dilewati dari switch menuju root bridge

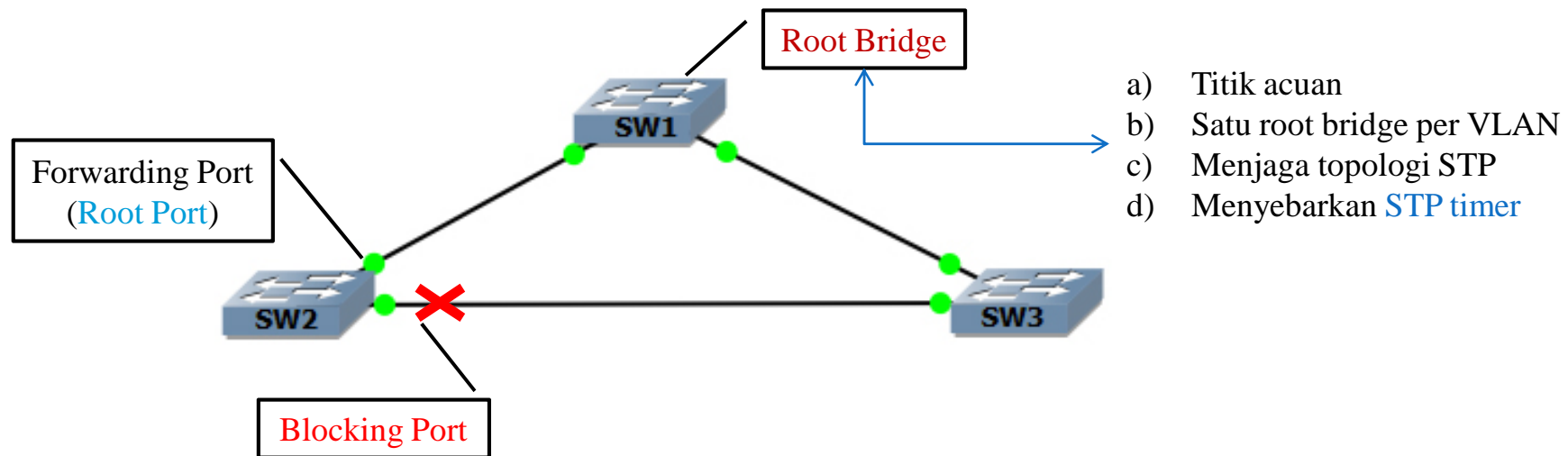
Bridge ID, Bridge ID dari switch yang mengirim BPDU ini.

Port ID, Port ID dari switch yang mengirim BPDU ini.

STP Timer : Max age, Hello time, dan Forward delay

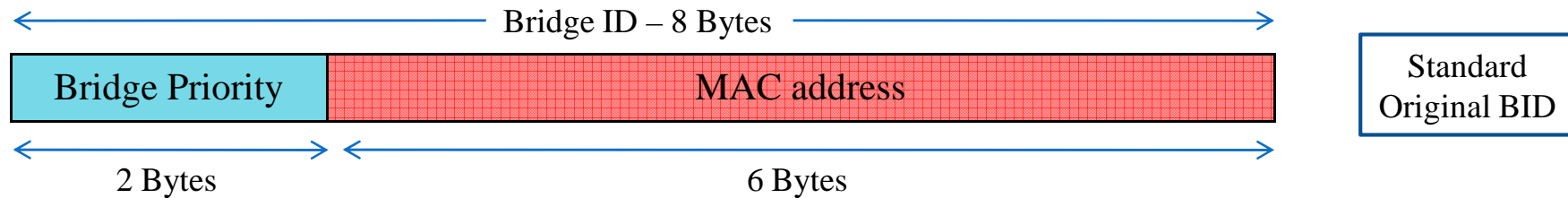
- BPDU berfungsi sebagai alat untuk bertukar informasi antar switch.
- Setiap switch akan mengirimkan BPDU-nya masing-masing.
- Setiap switch akan membanding-bandingkan semua BPDU yang diterima untuk menentukan peran switch dan port-port yang dimiliki dalam topologi STP.

STP -> Root Bridge

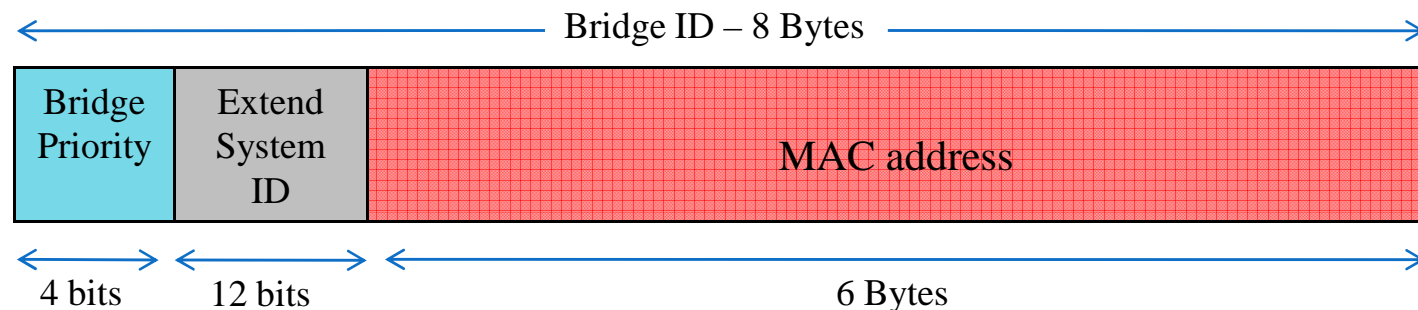


- Langkah pertama dalam membentuk **topologi bebas-looping** adalah memilih **Root Bridge**
- Switch yang memiliki nilai **Bridge ID** paling rendah diantara semua switch akan dipilih sebagai **Root Bridge** .
- Setiap port pada Root Bridge selalu berada pada state Forwarding.
- Ketika terjadi perubahan topologi (mis: interface down), **Root Bridge** akan mengirimkan notifikasi ke semua switch.
- Saat pertama kali booting, setiap switch akan menganggap dirinya sendiri sebagai Root Bridge (dalam BPDU, nilai **Root ID = Bridge ID**)

STP → Bridge ID



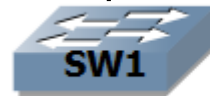
Semua VLAN diwakili oleh satu spanning-tree, Common Spanning-Tree (CST)



- ❑ Setiap VLAN memiliki spanning-tree masing-masing, Per VLAN Spanning-Tree (PVST)
- ❑ Bridge Priority
 - ❑ 4 bit field, digunakan untuk membawa informasi bridge priority.
 - ❑ Nilainya merupakan kelipatan angka 4096
 - ❑ Memiliki nilai default 32.768
- ❑ Extended System ID
 - ❑ Digunakan untuk membawa informasi VLAN untuk PVST.
- ❑ MAC address
 - ❑ Membawa informasi MAC address

STP -> Bridge ID

Default priority 32768
MAC 0c0011111111



Default priority 32768
MAC 0c0022222222



Switch mana yang akan terpilih menjadi Root Bridge?

1. Pada saat startup setiap switch mengaku sebagai **Root Bridge** (**Root ID** = **Bridge ID**).
2. Setiap switch membandingkan **Root ID** dari BPDU yang dikirim dengan BPDU yang diterima.
3. Jika Root ID dari BPDU yang diterima bernilai lebih rendah, maka switch akan menyebarkan Root ID tersebut. Jika tidak, maka switch akan tetap menyebarkan Root ID nya sendiri.
4. Pada **Root Bridge**, semua port merupakan **designated port** dan selalu dalam status **forwarding**.
5. **Non-Root-Bridge** harus menentukan jalur optimal menuju **Root Bridge**.

STP -> Bridge ID -> Config

Cara mengkonfigurasi switch agar menjadi **Root Bridge**

```
2950sw1(config)#spanning-tree vlan 1 root primary
```

Men-set agar switch ini menjadi **Root Bridge**.

```
2950sw1(config)#spanning-tree vlan 1 root secondary
```

Men-set agar switch ini menjadi secondary **Root Bridge** (backup).

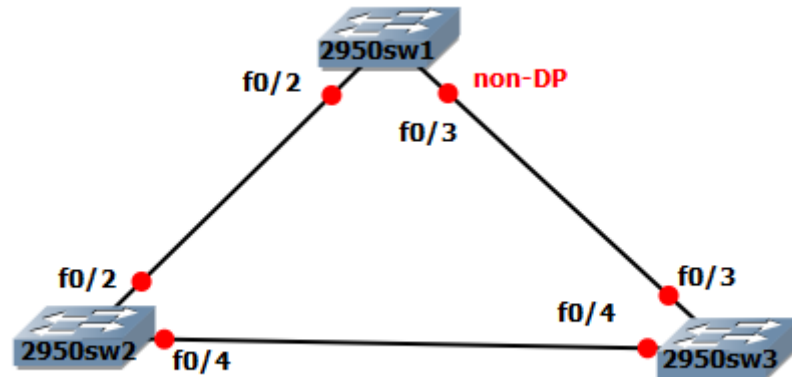
```
2950sw1(config)#spanning-tree vlan 1 priority 4096
```

Men-set priority switch ini secara statik senilai **4096**.

Secondary root bridge adalah switch yang akan menjadi root bridge ketika root bridge down.

- ❑ Jika diasumsikan semua switch mempunyai **priority default**, maka menggunakan perintah **spanning-tree vlan *vlan-id* root primary** akan men-set priority switch menjadi **24576**.
- ❑ Jika diasumsikan semua switch mempunyai **priority default**, maka menggunakan perintah **spanning-tree vlan *vlan-id* root secondary** akan men-set priority switch menjadi **28672**.

STP -> Bridge ID -> Config



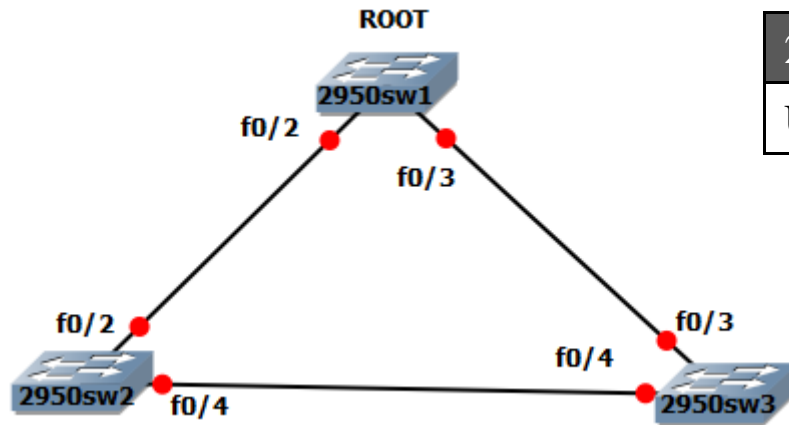
ROOT

```
2950sw1#sh span
VLAN0001
  Spanning tree enabled protocol ieee
  Root ID    Priority    32769
            Address    0009.7c3f.6d40
            Cost      19
            Port      2 (FastEthernet0/2)
            Hello Time 2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

  Bridge ID  Priority    32769 (priority 32768 sys-id-ext 1)
            Address    001c.b0dd.e900
            Hello Time 2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
            Aging Time 300

Interface    Role Sts Cost      Prio.Nbr Type
-----
Fa0/2        Root FWD 19        128.2    P2p
Fa0/3        Altn BLK 19        128.3    P2p
```

STP -> Bridge ID -> Config



```
2950sw1(config)#spanning-tree vlan 1 root primary
```

Ubah switch 2950sw1 agar menjadi Root Bridge.

```
2950sw1#show spanning-tree

VLAN0001
  Spanning tree enabled protocol ieee
  Root ID    Priority    24577
             Address    001c.b0dd.e900
             This bridge is the root
             Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

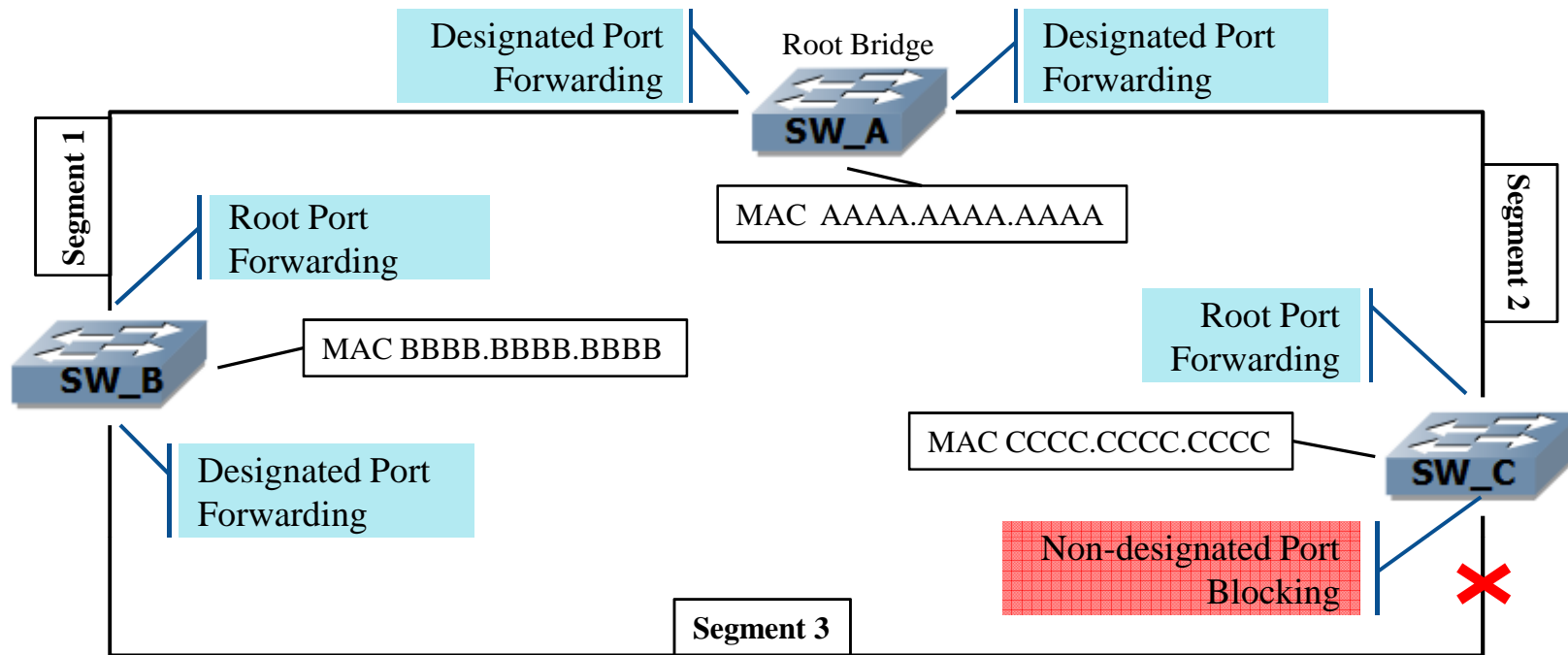
  Bridge ID  Priority    24577 (priority 24576 sys-id-ext 1)
             Address    001c.b0dd.e900
             Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
             Aging Time 15

Interface    Role Sts Cost    Prio.Nbr Type
-----
Fa0/2        Desg FWD 19      128.2   P2p
Fa0/3        Desg FWD 19      128.3   P2p
```

STP -> Port Roles

Port Role	Deskripsi
Root Port	<ol style="list-style-type: none">1. Ada pada switch non-root-bridge2. Port dengan jalur terbaik menuju root bridge3. Hanya ada satu Root Port pada tiap switch
Designated Port	<ol style="list-style-type: none">1. Ada pada tiap switch, root bridge maupun non-root-bridge2. Untuk Root Bridge, setiap port-nya merupakan designated port.3. Hanya boleh ada satu designated port untuk tiap link (segment)
Non-designated Port	<ol style="list-style-type: none">1. Port pada switch yang tidak melakukan forwarding frame2. Berada pada status blocking
Disabled Port	<ol style="list-style-type: none">1. Port switch yang berada pada status shut down

STP -> Port Roles



1. Satu **Root Bridge** per VLAN (network)
2. Satu **Root Port** per **non-root-bridge**.
3. Satu **designated port** setiap link (segment).
4. **Non-designated** port berstatus **blocking**.

STP -> Port Roles

```
2950sw1#sh spanning-tree
```

```
VLAN0001
```

```
Spanning tree enabled protocol ieee
```

```
Root ID    Priority    24577  
Address    001c.b0dd.e900
```

```
This bridge is the root
```

```
Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec
```

```
Bridge ID  Priority    24577 (priority 24576 sys-id-ext 1)
```

```
Address    001c.b0dd.e900
```

```
Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec
```

```
Aging Time 300
```

```
Interface      Role Sts Cost      Prio.Nbr Type
```

```
-----  
Fa0/1          Desg FWD 19        128.1    P2p
```

```
Fa0/2          Desg FWD 19        128.2    P2p
```

```
2950sw2#show spanning-tree
```

```
VLAN0001
```

```
Spanning tree enabled protocol ieee
```

```
Root ID    Priority    24577  
Address    001c.b0dd.e900
```

```
Cost       19
```

```
Port       1 (FastEthernet0/1)
```

```
Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec
```

```
Bridge ID  Priority    32769 (priority 32768 sys-id-ext 1)
```

```
Address    0009.7c3f.6d40
```

```
Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec
```

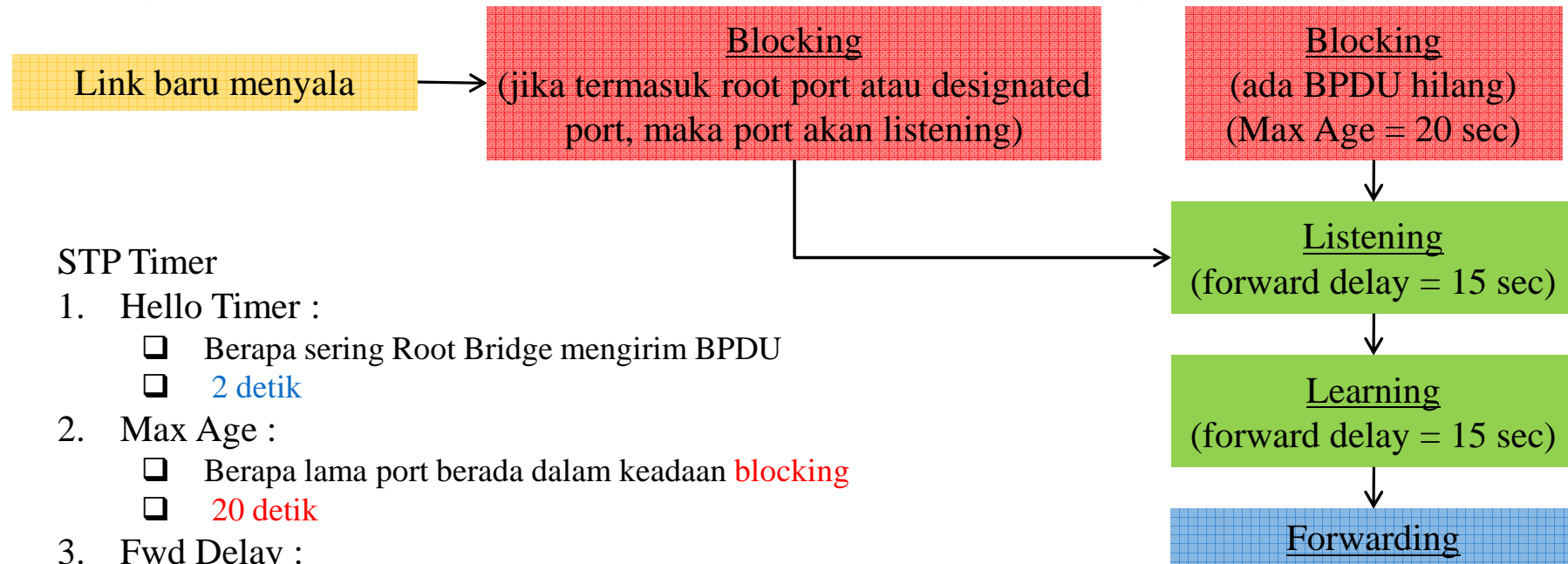
```
Aging Time 300
```

```
Interface      Role Sts Cost      Prio.Nbr Type
```

```
-----  
Fa0/1          Root FWD 19        128.1    P2p
```

```
Fa0/2          Altn BLK 19        128.2    P2p
```

STP -> Port States



STP Timer

1. Hello Timer :
 - Berapa sering Root Bridge mengirim BPDU
 - 2 detik
2. Max Age :
 - Berapa lama port berada dalam keadaan **blocking**
 - 20 detik
3. Fwd Delay :
 - Berapa lama port berada dalam keadaan **listening** dan **learning**
 - Masing-masing 15 detik

Proses	Blocking	Listening	Learning	Forwarding	Disable
Menerima & Memproses BPDU	Ya	Ya	Ya	Ya	Tidak
Mem-forward frame	Tidak	Tidak	Tidak	Ya	Tidak
Mencatat MAC address	Tidak	Tidak	Ya	Ya	Tidak

STP -> Pemilihan Root Port

Bytes	Field
2	Protocol ID
1	Version
1	Message Type
1	Flags
8	RootID
4	Cost of path
8	Bridge ID
2	Port ID
2	Message age
2	Max age
2	Hello time
2	Forward delay

Pemilihan **Root Port** Berdasarkan pada :

1. **Cost of path** paling kecil (jalur terbaik)
2. **Bridge ID** paling kecil
3. **Port ID** paling kecil

Tentukan **cost of path** paling kecil

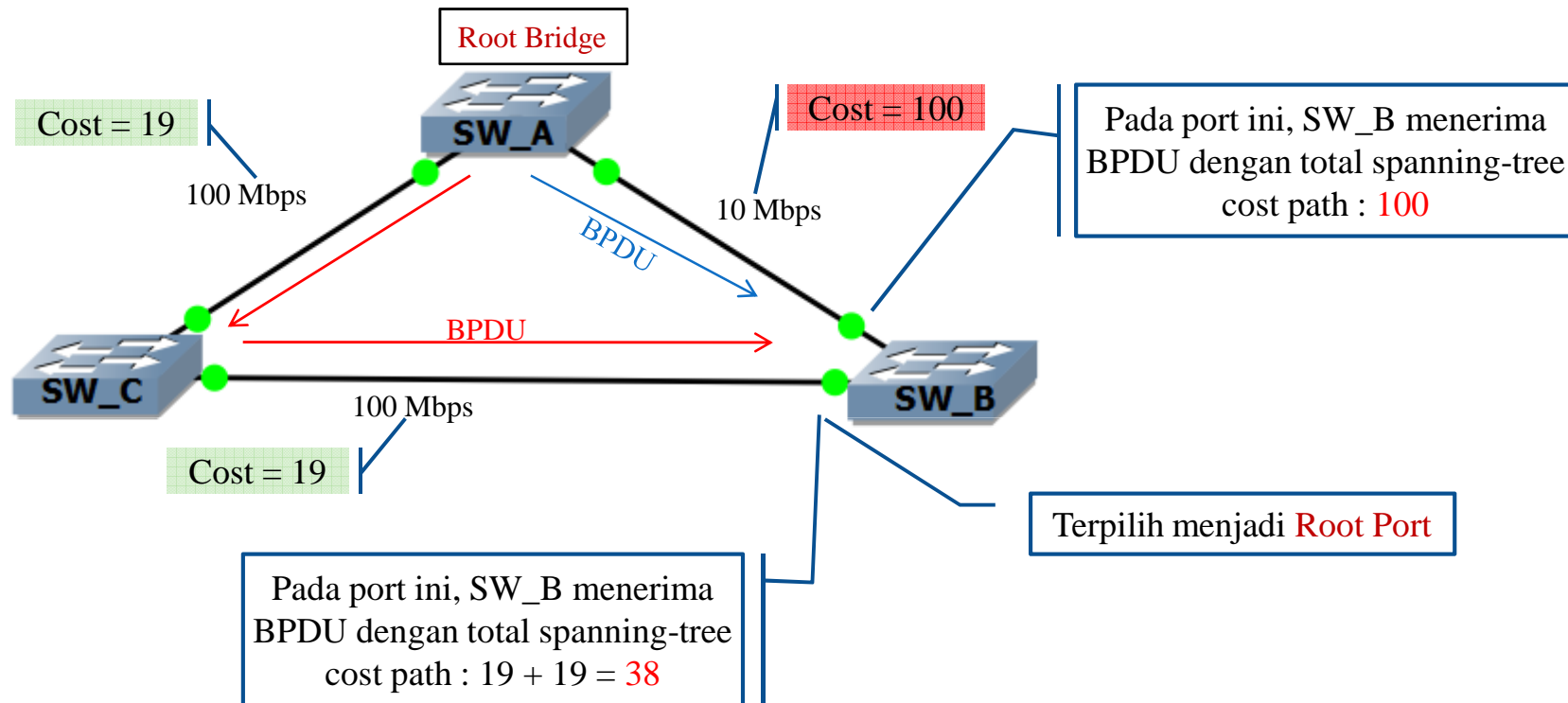
Jika **cost of path** sama, tentukan **Bridge ID** paling kecil

Jika **Bridge ID** sama, tentukan **Port ID** paling kecil

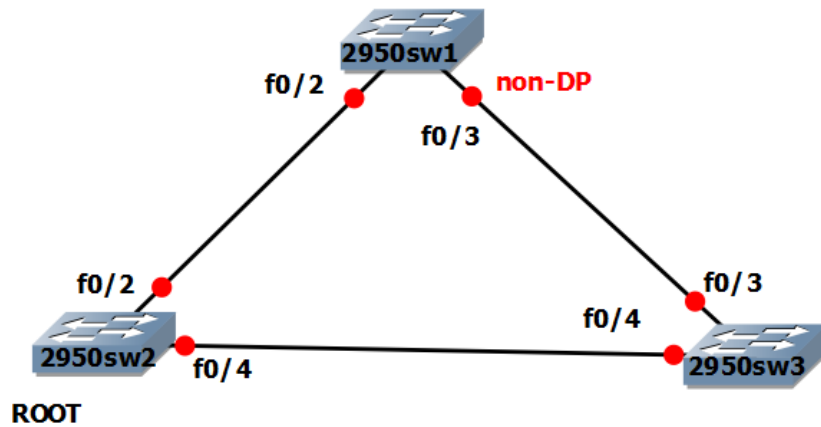
Link speed	Cost of Path
10 Gbps	2
1 Gbps	4
100 Mbps	19
10 Mbps	100

Spanning-tree path cost merupakan nilai yang mewakili total cost dari semua link yang dilewati dari root bridge menuju switch pengirim BPDU.

STP -> Pemilihan Root Port -> Cost Path



STP -> Pemilihan Root Port -> Cost Path

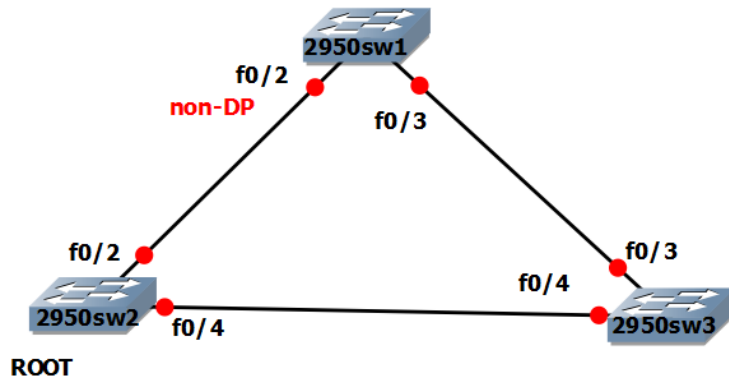


```
2950sw1#show spanning-tree
VLAN0001
  Spanning tree enabled protocol ieee
  Root ID    Priority    32769
             Address     0009.7c3f.6d40
             Cost        19
             Port        2 (FastEthernet0/2)
             Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

  Bridge ID  Priority    32769 (priority 32768 sys-id-ext 1)
             Address     001c.b0dd.e900
             Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
             Aging Time  300

Interface    Role Sts Cost      Prio.Nbr Type
-----
Fa0/2        Root FWD 19        128.2    P2p
Fa0/3        Altn BLK 19        128.3    P2p
```

STP -> Pemilihan Root Port -> Cost Path



```
2950sw1(config)#int f0/2  
2950sw1(config-if)#spanning-tree cost 100
```

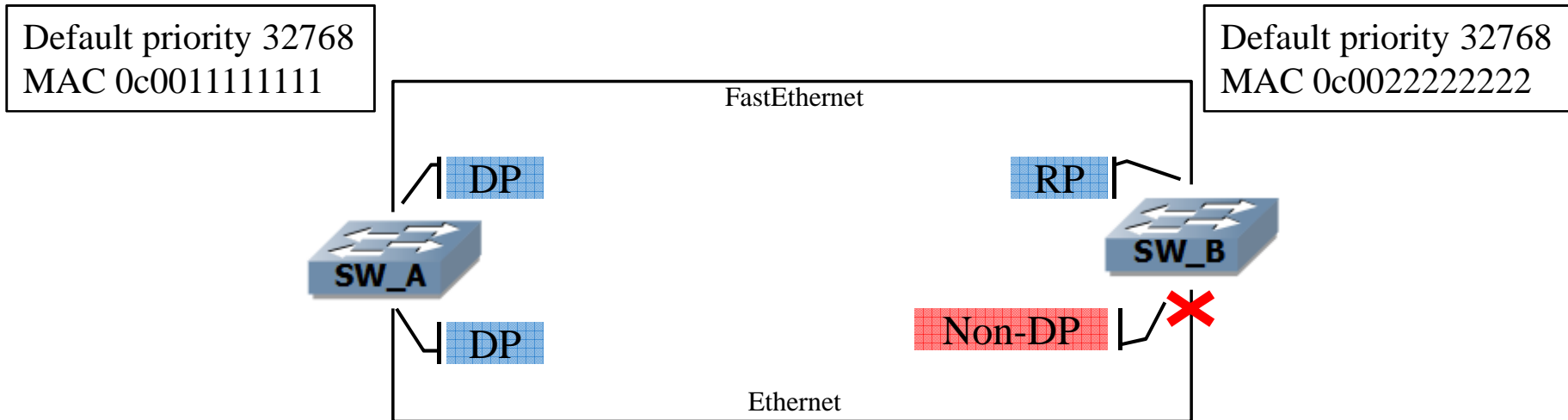
Mengubah nilai cost path sebuah port

```
2950sw1(config)#int f0/2  
2950sw1(config-if)#no spanning-tree cost
```

Menghilangkan konfigurasi manual cost path sebuah port

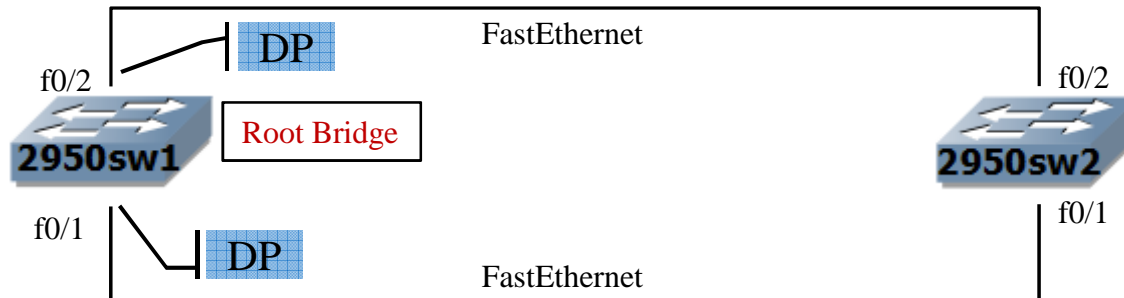
```
2950sw1#show spanning-tree  
VLAN0001  
Spanning tree enabled protocol ieee  
Root ID    Priority    32769  
Address    0009.7c3f.6d40  
Cost       38  
Port       3 (FastEthernet0/3)  
Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec  
  
Bridge ID  Priority    32769 (priority 32768 sys-id-ext 1)  
Address    001c.b0dd.e900  
Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec  
Aging Time 300  
  
Interface      Role Sts Cost      Prio.Nbr Type  
-----  
Fa0/2          Altn BLK 100      128.2   P2p  
Fa0/3          Root FWD 19       128.3   P2p
```

STP → Pemilihan Root Port → Cost Path



- ❑ Switch SW_A adalah **root bridge**
- ❑ Semua port pada root bridge adalah **designated port** (DP)
- ❑ Segmen **Ethernet** memiliki path cost sebesar 100, switch SW_B akan mem-blok port pada segmen tersebut
- ❑ Setiap segmen memiliki 1 **designated port** (DP)

STP -> Pemilihan Root Port -> Port ID

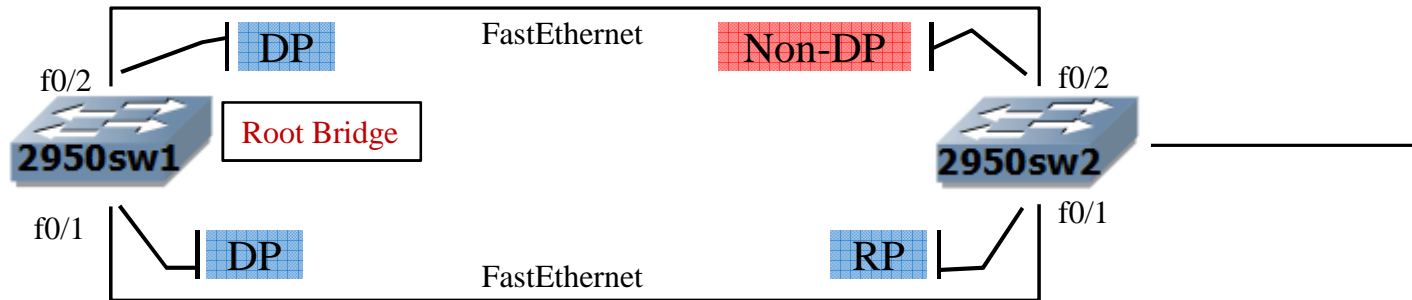


- Port ID merupakan interface ID pada port switch
 - Misal: Port ID f0/1 lebih rendah daripada Port ID f0/2
- Port ID biasa ditempelkan dengan priority ID (default 128)
 - Port f0/1 memiliki priority default 128.1
 - Port f0/2 memiliki priority default 128.2
- Angka 128 ini bisa di konfigurasi nilainya
 - Nilai angka ini antara 0 – 240 dan harus kelipatan 16

```
2950sw1(config-if)#spanning-tree port-priority <nilai-priority>
```

Mengubah konfigurasi nilai priority sebuah port pada switch

STP -> Pemilihan Root Port -> Port ID

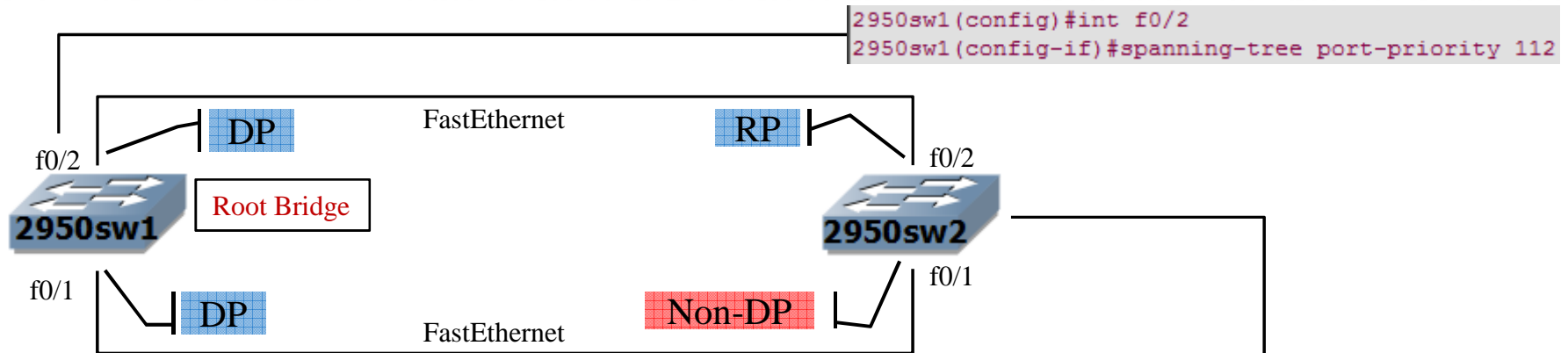


```
2950sw2#sh span
VLAN0001
Spanning tree enabled protocol ieee
Root ID    Priority    24577
           Address    001c.b0dd.e900
           Cost      19
           Port      1 (FastEthernet0/1)
           Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

Bridge ID  Priority    32769 (priority 32768 sys-id-ext 1)
           Address    0009.7c3f.6d40
           Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
           Aging Time 300

Interface    Role Sts Cost      Prio.Nbr Type
-----
Fa0/1        Root FWD 19        128.1    P2p
Fa0/2        Altn BLK 19        128.2    P2p
```

STP -> Pemilihan Root Port -> Port ID



```

2950sw2#show spanning-tree

VLAN0001
  Spanning tree enabled protocol ieee
  Root ID    Priority    24577
             Address     001c.b0dd.e900
             Cost        19
             Port        2 (FastEthernet0/2)
             Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

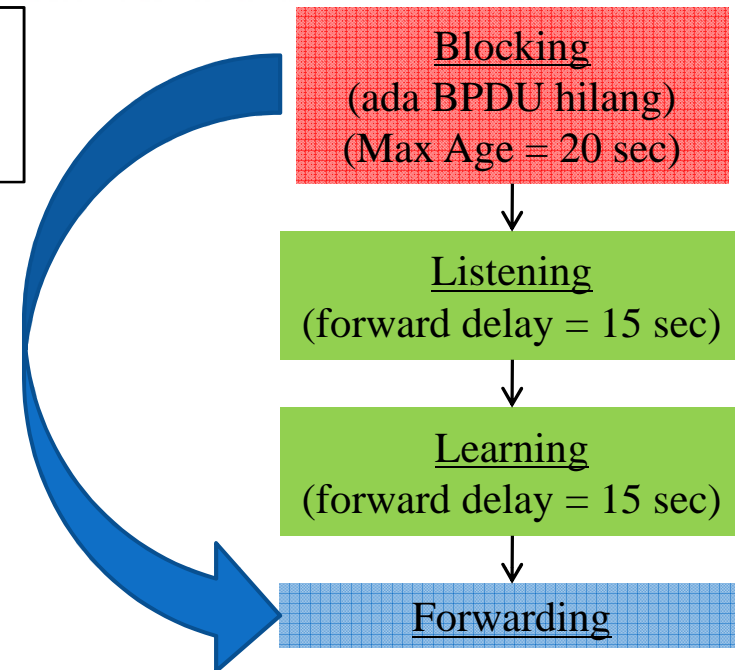
  Bridge ID  Priority    32769 (priority 32768 sys-id-ext 1)
             Address     0009.7c3f.6d40
             Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
             Aging Time  300

Interface    Role Sts Cost      Prio.Nbr Type
-----
Fa0/1        Altn BLK 19        128.1   P2p
Fa0/2        Root FWD 19        128.2   P2p
    
```

STP -> Portfast

Spanning-tree portfast menyebabkan port switch bertransisi dari status **blocking langsung ke forwarding**. Tanpa melalui status listening dan learning terlebih dahulu.

1. Hanya layak di konfigurasi pada mode access ports (port yang terhubung ke workstation).
2. Portfast yang di konfigurasi pada port yang terhubung ke switch dapat menimbulkan resiko **looping**.



```
2950sw1(config-if)#spanning-tree portfast
```

Set **portfast** pada port tertentu

```
2950sw1(config)#spanning-tree portfast default
```

Set **portfast** pada semua port yang tidak Trunk (tidak terhubung ke switch lain)

STP -> Portfast

Set **portfast** pada port tertentu

```
2950sw1(config-if)#spanning-tree portfast
%Warning: portfast should only be enabled on ports connected to a single
host. Connecting hubs, concentrators, switches, bridges, etc... to this
interface when portfast is enabled, can cause temporary bridging loops.
Use with CAUTION

%Portfast has been configured on FastEthernet0/10 but will only
have effect when the interface is in a non-trunking mode.
```

Set **portfast** pada semua port yang tidak Trunk

```
2950sw1(config)#spanning-tree portfast default
%Warning: this command enables portfast by default on all interfaces. You
should now disable portfast explicitly on switched ports leading to hubs,
switches and bridges as they may create temporary bridging loops.
```

Verifikasi

```
2950sw1#show running-config int f0/10
Building configuration...

Current configuration : 82 bytes
!
interface FastEthernet0/10
 switchport mode access
 spanning-tree portfast
end
```

STP -> Portfast

```
2950sw1(config)#int f0/10
2950sw1(config-if)#spanning-tree portfast
```

```
2950sw1#sh span
VLAN0001
  Spanning tree enabled protocol ieee
  Root ID    Priority    32769
             Address    0009.7c3f.6d40
             Cost      19
             Port      2 (FastEthernet0/2)
             Hello Time 2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

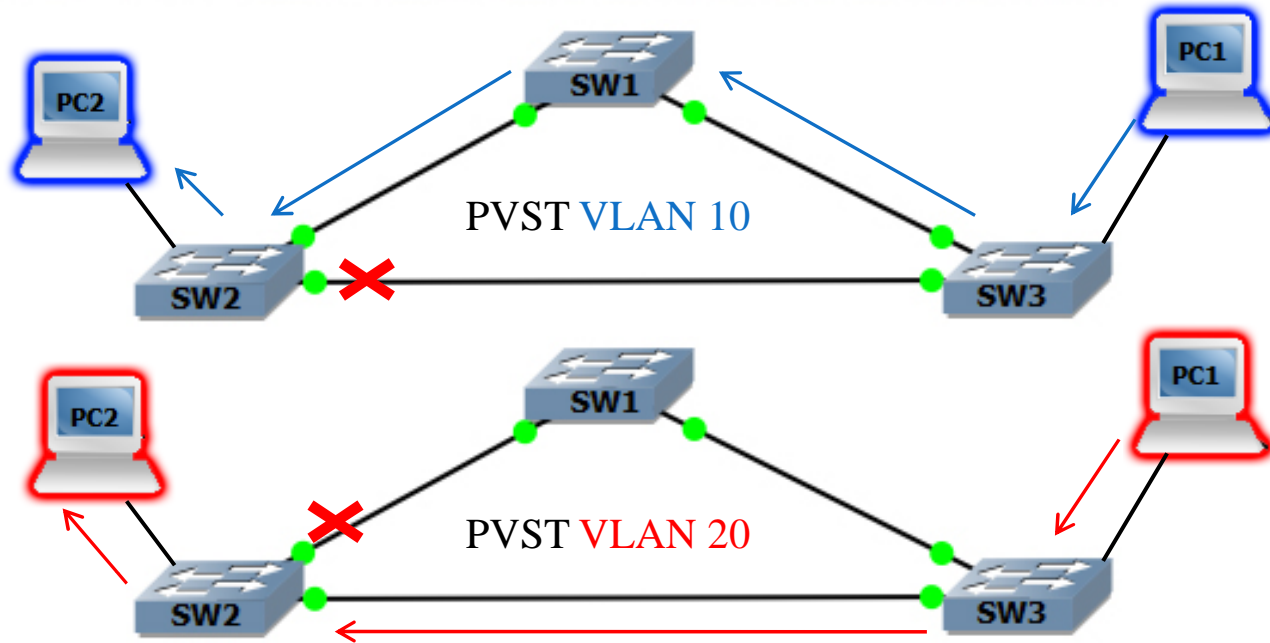
  Bridge ID  Priority    32769 (priority 32768 sys-id-ext 1)
             Address    001c.b0dd.e900
             Hello Time 2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
             Aging Time 15

Interface      Role Sts Cost      Prio.Nbr Type
-----
Fa0/2          Root FWD 19        128.2   P2p
Fa0/3          Altn BLK 19        128.3   P2p
Fa0/10        Desg FWD 19        128.10  Edge P2p
```

STP -> STP Variant

PVST (Cisco)	<ol style="list-style-type: none">1. Menggunakan protokol trunking (tagging) ISL2. Setiap VLAN memiliki spanning-tree masing-masing3. Memiliki kemampuan load balance pada layer 24. Menyertakan extension BackboneFast, UplinkFast, dan PortFast
PVST+ (Cisco)	<ol style="list-style-type: none">1. Mendukung protokol trunking (tagging) ISL dan IEEE 802.1q2. Support STP extension dari Cisco3. Menambahkan fitur BPDU guard dan Root guard
Rapid-PVST+ (Cisco)	<ol style="list-style-type: none">1. Berbasis pada standard IEEE 802.1w2. Memiliki waktu convergence yang lebih cepat daripada 802.1d
RSTP (standard IEEE)	<ol style="list-style-type: none">1. Dikenalkan tahun 1982, menyediakan waktu convergence lebih cepat daripada 802.1d2. Mengimplementasikan versi open dari fitur-fitur extensions dari Cisco3. Kini telah disatukan dalam standard 802.1d yang dikenal 802.1d-2004
MSTP (standard IEEE)	<ol style="list-style-type: none">1. Beberapa VLAN dapat di petakan ke dalam satu spanning-tree2. Kini disertakan dalam standard IEEE 802.1q-2003

STP → STP Variant → PVST+



- ❑ PVST+ dikembangkan agar network dapat menjalankan STP untuk setiap VLAN
- ❑ Tidak seperti PVST, PVST+ mendukung trunking menggunakan 802.1q

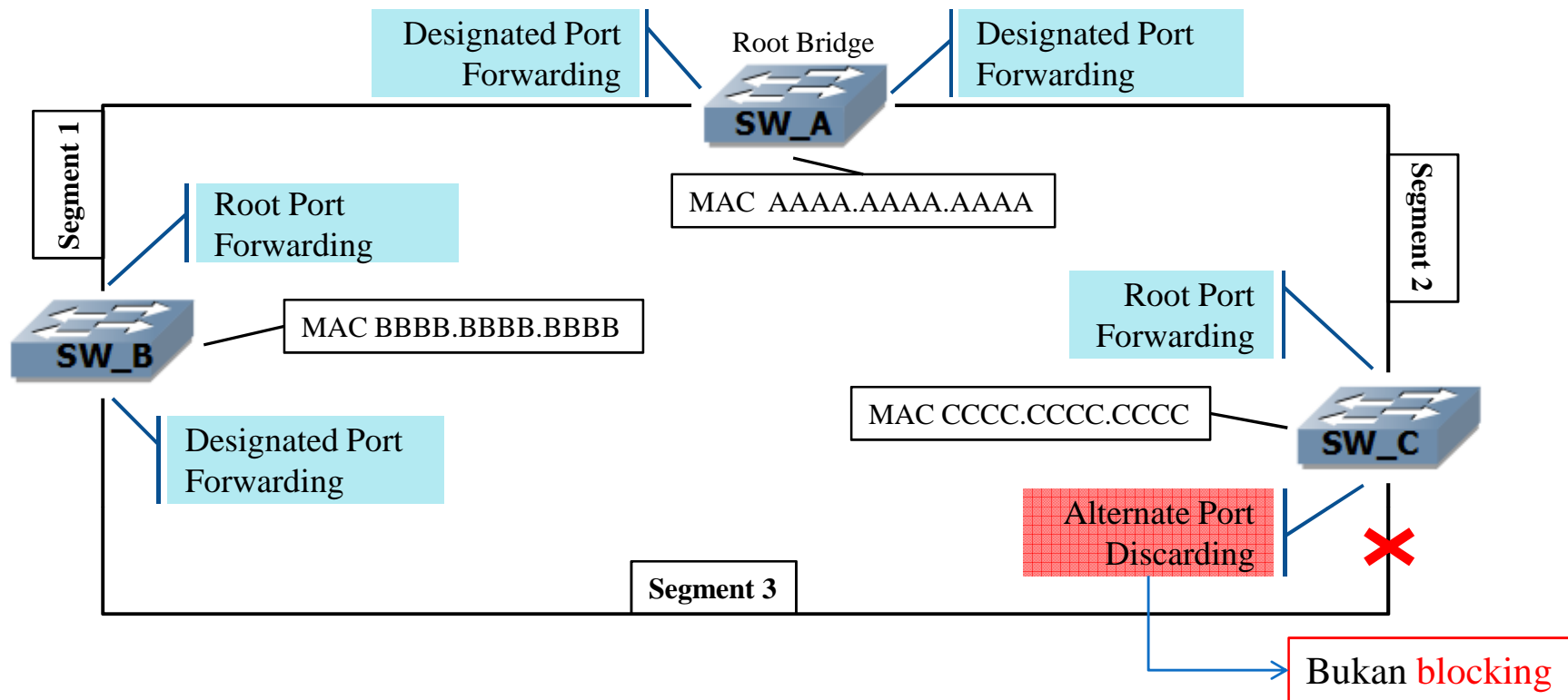
STP → STP Variant → PVST+

Konfigurasi default pada switch

Feature	Default Setting
Enable state	VLAN 1
Spanning-tree Mode	PVST+ (Rapid PVST+ dan MSTP di disable)
Switch Priority	32768
Spanning-tree port priority	128
Spanning-tree port cost	1Gbps : 4, 100 Mbps : 19, 10 Mbps : 100
Spanning-tree timer	<ul style="list-style-type: none">▪ Hello time : 2 seconds▪ Forward-delay time : 15 seconds▪ Maximum-aging time : 20 seconds

Secara default, Catalyst Switch 2950 menjalankan PVST+

RSTP



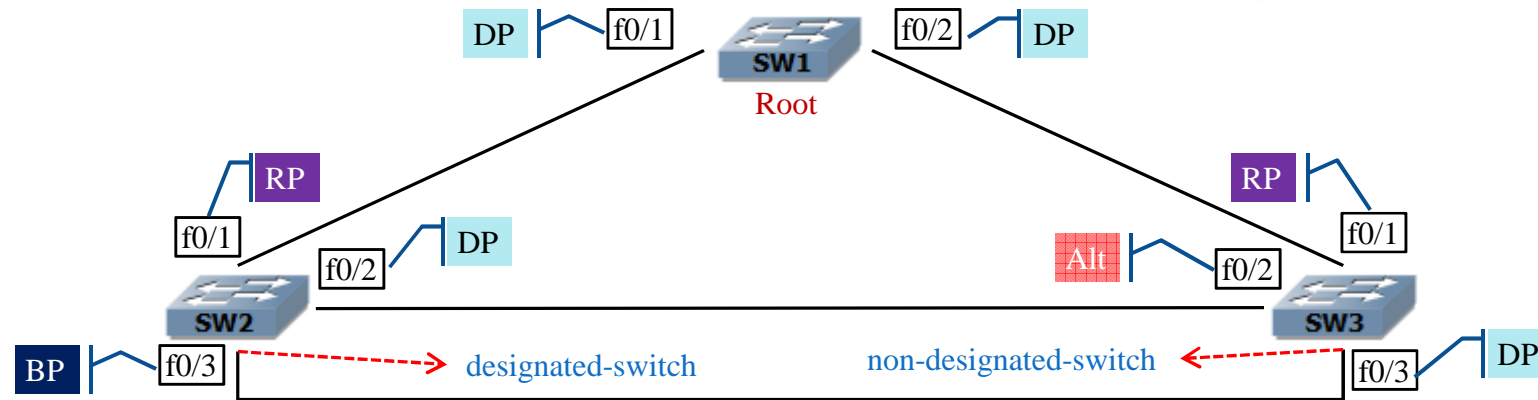
1. Protokol yang lebih disukai untuk mengatasi loop layer 2
2. Performa lebih baik daripada fitur-fitur perbaikan (enhancement) dari cisco
3. Tidak compatible dengan fitur enhancement dari cisco (UplinkFast, BackboneFast,dll)
4. Compatible dengan 802.1d (STP biasa)
5. Mendefinisikan port states dan port roles yang berbeda

RSTP -> Port States

Port State	Description
Discarding	<ol style="list-style-type: none">1. Terlihat ketika topologi stabil aktif dan ketika terjadi sinkronisasi topologi2. Tidak mem-forward frame
Learning	<ol style="list-style-type: none">1. Terlihat ketika topologi stabil aktif dan ketika terjadi sinkronisasi topologi2. Menerima frame data untuk men-generate tabel MAC
Forwarding	<ol style="list-style-type: none">1. Hanya terlihat ketika topologi stabil aktif saja

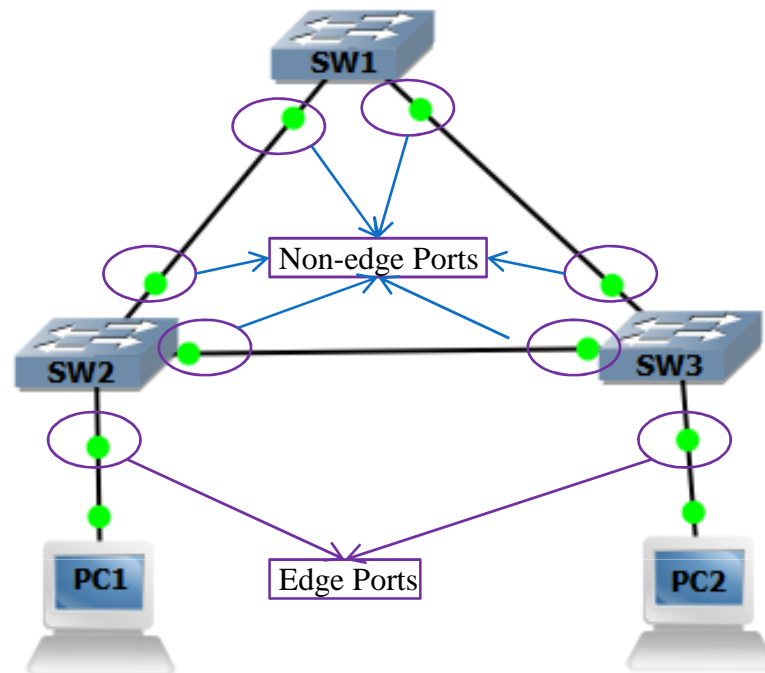
STP Port State	RSTP Port State
Blocking	Discarding
Listening	Discarding
Learning	Learning
Forwarding	Forwarding
Disabled	Discarding

RSTP -> Port Roles



Root Port (RP)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Port pada switch non-root-bridge dengan jalur terbaik menuju root bridge. 2. Hanya ada satu Root Port untuk setiap switch. 3. Status : Forwarding
Designated Port (DP)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Port pada switch yang menerima frame yang menuju Root Bridge. 2. Ada pada setiap switch, Root Bridge maupun non-root-bridge 3. Setiap segmen memiliki satu designated port 4. Status : Forwarding
Alternative Port (Alt)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Port pada non-designated switch yang berupa jalur alternatif ke Root Bridge. 2. Status : Discarding
Backup Port (BP)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Port pada designated switch yang merupakan link backup menuju segmen dimana switch berperan sebagai designated switch. 2. Memiliki Port ID lebih besar daripada DP-nya. Pada SW2 : $f0/3 > f0/2$. 3. Status : Discarding

RSTP -> Edge Ports



- ❑ Tidak boleh terhubung ke switch
- ❑ Langsung ber-transisi ke **forwarding** saat di enable
- ❑ Beroperasi mirip dengan **PortFast**
- ❑ Dikonfigurasi dengan perintah `spanning-tree portfast`

```
2950sw1(config-if)#spanning-tree portfast
```

Set **portfast** pada port tertentu

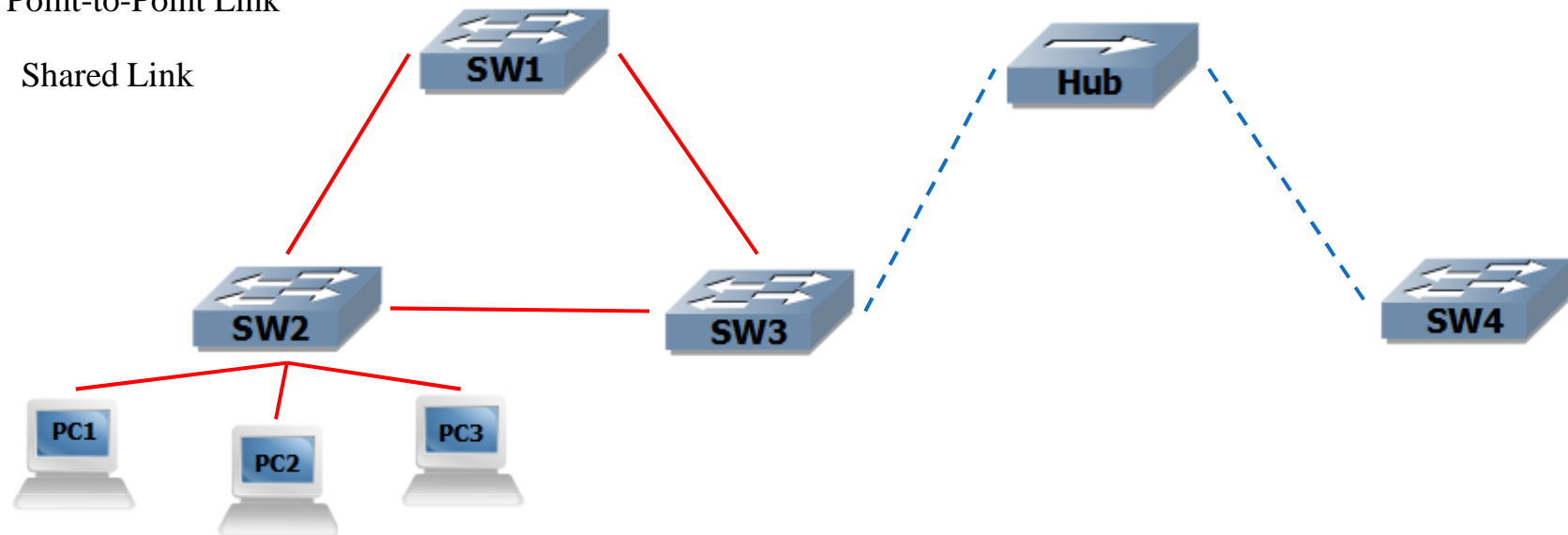
```
2950sw1(config)#spanning-tree portfast default
```

Set **portfast** pada semua port yang tidak Trunk (tidak terhubung ke switch lain)

RSTP -> Link Types

— Point-to-Point Link

- - - Shared Link



Type Link	Deskripsi
Point-to-point	Port beroperasi dalam mode full-duplex . Port terhubung ke satu switch atau satu workstation.
Shared	Port beroperasi dalam mode half-duplex . Port terhubung ke media shared (mis: hub).

RSTP -> Config Rapid PVST+

Rapid PVST+ merupakan Implementasi RSTP oleh Cisco , RSTP untuk setiap VLAN

Masuk ke mode global configuration	2950sw1# configure terminal
Konfigurasi spanning-tree mode Rapid-PVST+	2950sw1(config)# spanning-tree mode rapid-pvst
Konfigurasi semua port yang terhubung ke workstation agar menjadi Edge Port .	2950sw1(config)# int f0/10 2950sw1(config-if)# spanning-tree portfast

```
2950sw1#show spanning-tree
VLAN0001
  Spanning tree enabled protocol rstp
  Root ID    Priority    32769
             Address    0009.7c3f.6d40
             Cost        19
             Port        2 (FastEthernet0/2)
             Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

  Bridge ID  Priority    32769 (priority 32768 sys-id-ext 1)
             Address    001c.b0dd.e900
             Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
             Aging Time  300

Interface    Role Sts Cost      Prio.Nbr Type
-----
Fa0/2        Root FWD 19        128.2    P2p Peer (STP)
Fa0/3        Altn BLK 19        128.3    P2p Peer (STP)
Fa0/10       Desg FWD 19        128.10   Edge P2p
```

Semua switch harus di konfigurasi dengan spanning-tree mode rapid-pvst

Terima Kasih

TERIMA KASIH