TRK — ENTERPRISE NETWORKING • PERTEMUAN 6

Redundansi Layer 2: STP/RSTP dan EtherChannel

Mencegah Loop sekaligus Memanfaatkan Jalur Ganda — Sub-CPMK 2.3



Program Studi D3 — Teknik Komputer
Politeknik Negeri Padang

Dosen Pengampu: Ir. H. A. Mooduto, M.Kom. & Ideva Gaputra, S.Kom., M.Kom.

PETA KONSEP PERTEMUAN

Alur Pembahasan Hari Ini

Kembali ke Layer 2 — mewujudkan prinsip resiliensi jalur ganda dari model hierarkis Bab 1.

01

Loop Layer 2 & Broadcast Storm

Redundansi fisik tanpa kontrol justru melumpuhkan jaringan

02

Cara Kerja STP: Root Bridge & Peran Port

Root Port, Designated Port, dan port yang diblokir

03

STP Klasik vs RSTP

Konvergensi puluhan detik menjadi sub-detik

04

EtherChannel & LACP

Beberapa link fisik menjadi satu link logis

05

Konfigurasi & Troubleshooting

Perintah dasar Cisco IOS serta praktik terbaik

06

Studi Kasus & Pertimbangan Desain

RSTP dan EtherChannel pada DIST-HQ PT NDK

Sub-CPMK 2.3 & Tujuan Pembelajaran

Sub-CPMK 2.3 Mampu mengonfigurasi RSTP dan EtherChannel untuk redundansi Layer 2 pada jaringan enterprise. (Mendukung CPL-8)

1. Menjelaskan penyebab dan dampak loop Layer 2 (broadcast storm) pada topologi dengan jalur redundan.
2. Menguraikan cara kerja STP dalam memilih Root Bridge dan menentukan peran port.
3. Membandingkan STP klasik dan RSTP dari sisi status port dan kecepatan konvergensi.
4. Menjelaskan konsep EtherChannel sebagai alternatif pemanfaatan bandwidth pada link redundan.
5. Mengonfigurasi RSTP dan EtherChannel secara konseptual menggunakan perintah dasar Cisco IOS.
6. Menganalisis penerapan redundansi Layer 2 pada studi kasus jaringan enterprise.

PENDAHULUAN

Menambah Satu Kabel untuk Keandalan — Lalu Jaringan Mati

Seorang teknisi menghubungkan switch akses ke DUA switch distribusi sekaligus agar ada jalur cadangan. Begitu kedua kabel aktif, **jaringan lumpuh dalam hitungan detik**: lampu port berkedip liar, CPU switch melonjak hingga 100%, seluruh komunikasi terhenti.

Mengapa Layer 2 Rentan?

Paket IP di Layer 3 punya field TTL sehingga tidak beredar selamanya. Frame Ethernet di Layer 2 TIDAK punya mekanisme serupa — frame broadcast terus diteruskan ke segala arah dan jumlahnya berlipat ganda.

Solusi: Spanning Tree Protocol

Topologi fisik boleh redundan (untuk keandalan), sementara topologi LOGIS yang meneruskan frame dijaga bebas loop (untuk mencegah broadcast storm).

KONSEP DASAR

Definisi STP, RSTP & Analogi Portal Jalan

Spanning Tree Protocol (STP, IEEE 802.1D) — protokol Layer 2 yang mencegah loop dengan membangun 'pohon rentang' logis bebas loop: tepat satu jalur aktif antara dua titik mana pun, jalur lain diblokir secara logis namun tetap tersambung fisik sebagai cadangan.

RSTP (IEEE 802.1w) — evolusi STP dengan konsep yang sama, namun konvergensi jauh lebih cepat: dari puluhan detik menjadi kurang dari satu detik. Cisco memakai varian Rapid PVST+.



Analogi: petugas lalu lintas

Kota dengan banyak jalan membentuk putaran. STP seperti petugas yang menutup ruas jalan tertentu dengan portal (tanpa membongkarnya), sehingga hanya tersisa satu rute unik antar dua titik — kendaraan tidak berputar tanpa henti. Begitu jalan utama tertutup kecelakaan, petugas membuka kembali salah satu portal sebagai rute alternatif.

Komponen & Istilah Kunci STP/RSTP

Bridge ID (BID)

Identitas switch: Priority (default 32768) digabung MAC address

Root Bridge

Switch dengan Bridge ID terendah; akar seluruh perhitungan topologi

Path Cost

Metrik berdasarkan bandwidth link untuk jalur terpendek ke Root Bridge

Root Port (RP)

Port non-root dengan path cost terendah ke Root; tepat satu per switch

Designated Port (DP)

Port yang meneruskan frame pada suatu segmen; satu per segmen

Blocking / Discarding

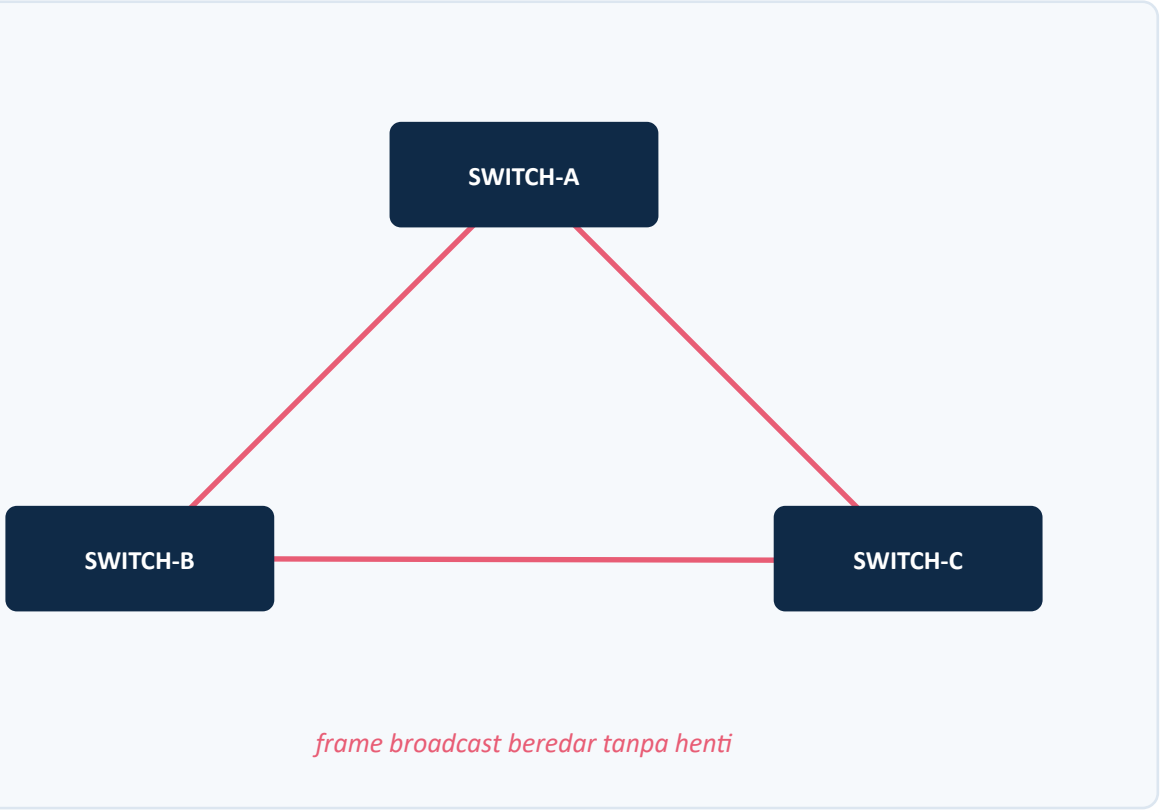
Tidak meneruskan frame data, tetap memantau BPDU sebagai cadangan

BPDU

Paket yang dipertukarkan antar-switch untuk membangun topologi spanning tree

Loop Layer 2 & Broadcast Storm

Tanpa STP, satu frame broadcast pada topologi segitiga beredar tanpa henti dan berlipat ganda pada setiap putaran.



Dampak Loop Layer 2

Broadcast storm

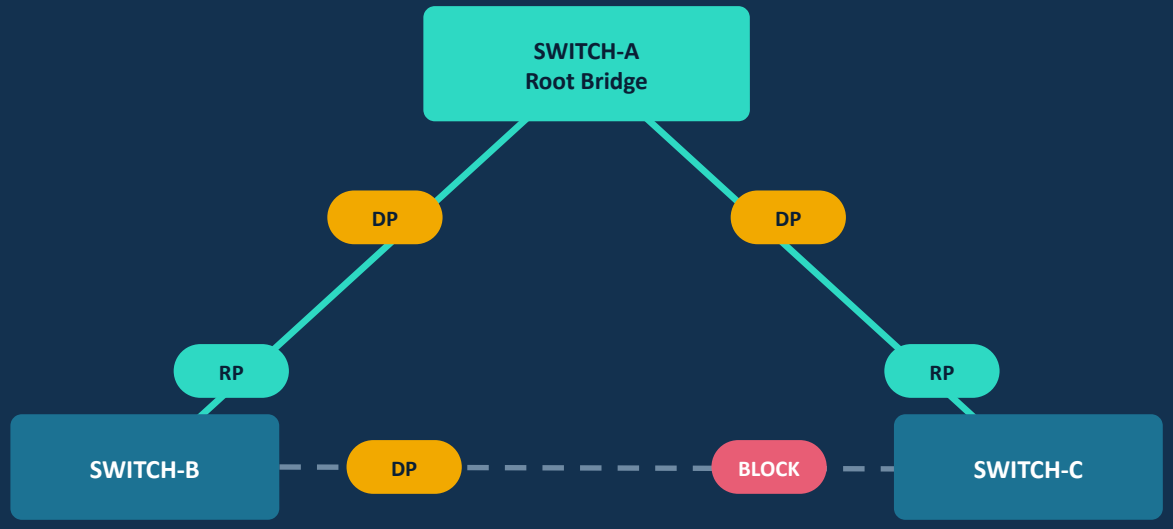
Frame berlipat ganda eksponensial, menghabiskan bandwidth dan CPU switch hingga titik kegagalan.

MAC flapping

Frame yang sama tiba dari arah berbeda; tabel MAC terus berganti port, forwarding unicast pun tidak andal.

Pemilihan Root Bridge & Peran Port

Tiga tahap: pilih Root Bridge → tiap switch non-root tentukan Root Port → tiap segmen tentukan Designated Port; port lain diblokir.



Segmen B–C: satu port DP, lawannya Blocking (logis diblokir, fisik tetap tersambung)

Aturan Pemilihan

Root Bridge: Bridge ID terendah (priority + MAC). Priority default 32768, kelipatan 4096.

Root Port: path cost terendah ke root; tepat satu per switch non-root.

Designated Port: path cost terendah ke root per segmen; Bridge ID sebagai penentu seri.

Praktik terbaik: tetapkan priority secara eksplisit, jangan andalkan MAC address yang tak terduga.

PERBANDINGAN SISTEMATIS

STP Klasik vs. RSTP

Aspek	STP Klasik (IEEE 802.1D)	RSTP (IEEE 802.1w)
Konsep dasar	Root Bridge, peran port, pencegahan loop	Sama dengan STP klasik
Kecepatan konvergensi	Puluhan detik	Kurang dari satu detik (kondisi ideal)
Istilah port yang tidak meneruskan frame	Blocking	Discarding
Varian pada Cisco	—	Rapid PVST+ (spanning-tree mode rapid-pvst)
Penggunaan saat ini	Lebih banyak dipelajari sebagai dasar konseptual	Standar hampir seluruh jaringan enterprise modern

Bagi aplikasi bisnis sensitif-latensi, konvergensi sub-detik RSTP jauh lebih layak dibanding puluhan detik pada STP klasik.

EtherChannel: Menggabungkan Link Fisik

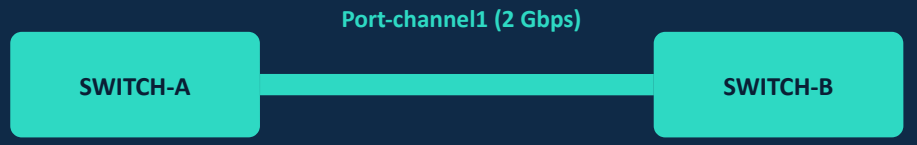
Alih-alih membiarkan STP memblokir salah satu link redundan, EtherChannel menggabungkannya menjadi satu link logis (Port-channel).

TANPA ETHERCHANNEL



Setengah investasi bandwidth redundan menjadi idle.

DENGAN ETHERCHANNEL



Seluruh bandwidth dipakai; jika satu link gagal, lalu lintas beralih ke link tersisa tanpa hitung ulang STP.

LACP

IEEE 802.3ad, standar terbuka lintas-vendor — pilihan paling umum. Mode: active.

PAgP

Port Aggregation Protocol, proprietary Cisco.

Statis (mode on)

Dikonfigurasi statis tanpa negosiasi protokol.

Konfigurasi RSTP & EtherChannel pada Cisco IOS

RSTP & ROOT BRIDGE

```
Switch(config)# spanning-tree mode rapid-pvst
Switch(config)# spanning-tree vlan 1-99 priority 4096
! Verifikasi
Switch# show spanning-tree
Switch# show spanning-tree vlan 10
```

Priority rendah (kelipatan 4096) pada switch yang diinginkan menjadi Root Bridge; pasangannya dibuat secondary dengan priority sedikit lebih tinggi (mis. 8192).

ETHERCHANNEL (LACP)

```
Switch(config)# interface range gi0/1-2
Switch(config-if-range)# channel-group 1 mode active
Switch(config)# interface port-channel 1
Switch(config-if)# switchport mode trunk
! Verifikasi
Switch# show etherchannel summary
Switch# show interfaces port-channel 1
```

Seluruh interface anggota harus identik (kecepatan, duplex, mode trunk/access, VLAN yang diizinkan) sebelum digabungkan.

Praktik Konfigurasi & Troubleshooting

Praktik Konfigurasi

1. Tetapkan priority eksplisit pada switch distribusi/inti yang diinginkan menjadi Root Bridge (mis. 4096)
2. Konfigurasikan secondary root pada switch pasangan (mis. 8192) untuk failover otomatis
3. Pastikan interface anggota EtherChannel identik sebelum digabungkan
4. Aktifkan PortFast pada port menuju perangkat pengguna akhir, bukan ke switch lain

Urutan Troubleshooting

1. **STP tidak sesuai rencana?**

   Jalankan show spanning-tree; verifikasi Root Bridge dan peran tiap port sesuai desain

2. **EtherChannel tidak terbentuk?**

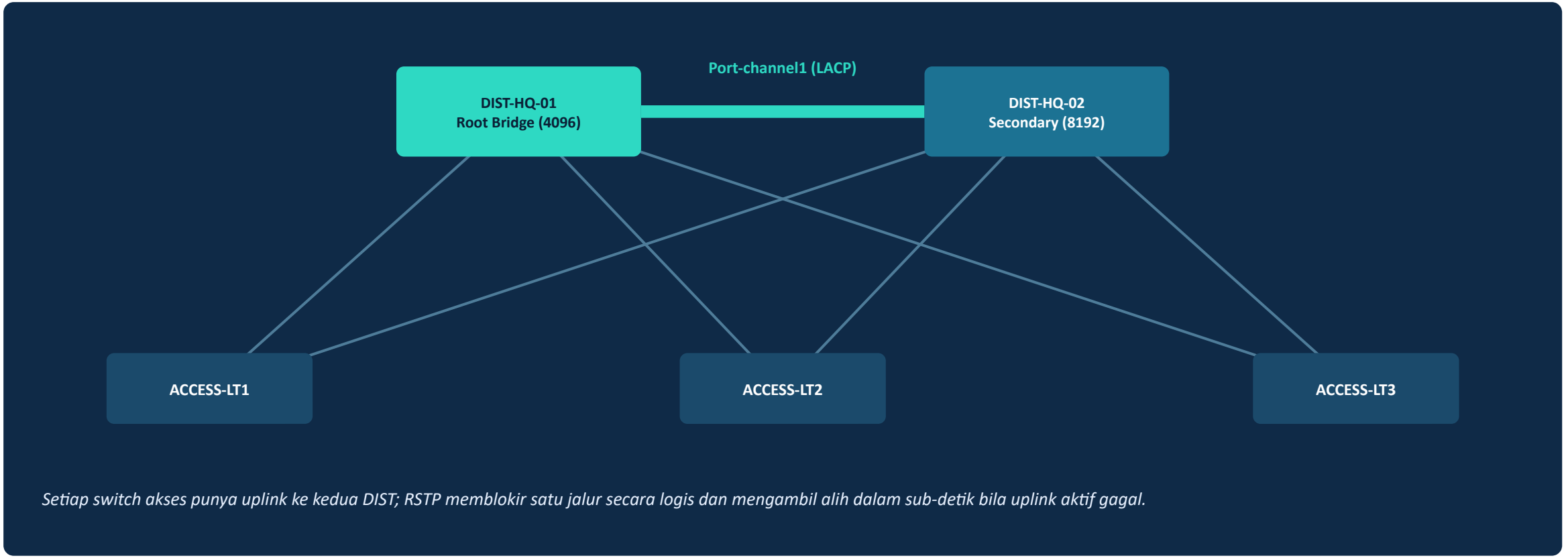
   Periksa show etherchannel summary; pastikan parameter semua interface anggota identik

3. **Setelah perubahan**

   Uji skenario link failure dan pastikan jalur cadangan mengambil alih

RSTP & EtherChannel pada Kantor Pusat PT Nusantara Digital Kreasi

DIST-HQ-01 dijadikan Root Bridge (priority 4096), DIST-HQ-02 secondary root (8192); dua kabel antar-DIST digabung menjadi Port-channel1 via LACP.



Setiap switch akses punya uplink ke kedua DIST; RSTP memblokir satu jalur secara logis dan mengambil alih dalam sub-detik bila uplink aktif gagal.

Kelebihan, Kekurangan & Pertimbangan Desain

Kelebihan

- Mencegah loop sekaligus mempertahankan manfaat redundansi fisik
- RSTP sub-detik vs STP klasik puluhan detik — penting bagi aplikasi sensitif-latensi
- EtherChannel memaksimalkan bandwidth link redundan dan tetap redundan di dalam bundle
- Kontrol eksplisit Root Bridge menghasilkan topologi yang dapat diprediksi

Kekurangan & Tantangan

- Kompleksitas meningkat pada topologi besar dengan banyak VLAN
- EtherChannel mensyaratkan konfigurasi identik pada semua interface anggota
- Tetap ada jeda konvergensi singkat saat topologi berubah
- Priority Root Bridge yang salah dapat memaksa lalu lintas melewati jalur lebih panjang

RANGKUMAN

Poin-Poin Kunci Pertemuan Ini

1. Loop Layer 2 menyebabkan broadcast storm karena frame Ethernet tidak punya mekanisme TTL
2. STP memilih Root Bridge, menentukan Root Port di tiap switch non-root dan Designated Port di tiap segmen, lalu memblokir port lainnya
3. RSTP (IEEE 802.1w) adalah evolusi STP dengan konvergensi sub-detik, standar modern
4. EtherChannel menggabungkan beberapa link fisik menjadi satu Port-channel sehingga STP tidak memblokir link
5. EtherChannel dinegosiasikan dengan LACP (standar terbuka) atau PAgP (proprietary Cisco), atau statis tanpa negosiasi
6. Priority Root Bridge ditetapkan eksplisit, bukan mengandalkan pemilihan otomatis berbasis MAC
7. Interface anggota EtherChannel harus identik agar bundle terbentuk

AKTIVITAS PEMBELAJARAN

Praktikum Lab: RSTP, EtherChannel & Uji Link Failure

Metode: Demonstrasi & Praktikum Lab | **Waktu:** 270 menit

Pengalaman Belajar Mahasiswa

Mengonfigurasi RSTP dan EtherChannel pada topologi redundan serta menguji skenario kegagalan tautan (link failure).

Kriteria & Indikator Penilaian

Keberhasilan konfigurasi RSTP/EtherChannel; ketepatan analisis skenario kegagalan • Bobot 2% dari total nilai • CPL-8

Instruksi Praktikum

1. Buka topologi latihan (3 switch segitiga + 1 pasang link ganda antar-switch)
2. Aktifkan rapid-pvst dan tetapkan Root Bridge & secondary root
3. Verifikasi peran port dengan show spanning-tree
4. Gabungkan link ganda menjadi EtherChannel (LACP, mode active)
5. Verifikasi dengan show etherchannel summary
6. Putuskan salah satu link, amati failover, dan catat analisisnya

Istilah Kunci pada Bab Ini

Spanning Tree Protocol (STP)	Protokol Layer 2 yang mencegah loop dengan membangun topologi logis bebas loop dari topologi fisik redundan
RSTP	Evolusi STP dengan konvergensi jauh lebih cepat, standar IEEE 802.1w
Root Bridge	Switch dengan Bridge ID terendah, titik referensi topologi spanning tree
Broadcast Storm	Trafik broadcast bertumbuh eksponensial akibat loop Layer 2
EtherChannel	Menggabungkan beberapa link fisik menjadi satu link logis (Port-channel)
LACP	Link Aggregation Control Protocol, standar terbuka IEEE 802.3ad
PortFast	Port pengguna akhir langsung ke status forwarding tanpa menunggu tahapan STP penuh



TERIMA KASIH

Sampai Jumpa di Bab 7:
First Hop Redundancy Protocol (HSRP/VRRP)

Referensi Utama

Cisco Systems (2023). CCNA 200-301 Official Cert Guide. Cisco Press.
Froom, Frahim & Sivasubramanian (2022). Implementing Cisco IP Switched Networks (SWITCH). Cisco Press.
IEEE Standards Association (2018). IEEE Std 802.1D-2004 (Reaffirmed): MAC Bridges. IEEE.
Lammle, T. (2021). CCNA Routing and Switching Complete Study Guide (3rd ed.). Sybex.
Odom, W. (2023). CCNA 200-301 Official Cert Guide, Vol. 1 (2nd ed.). Cisco Press.