

BUKU AJAR
**JARINGAN
KOMPUTER:**

**DARI TEORI DASAR HINGGA
JARINGAN NIRKABEL**

TEAM PENULIS :

SALMAN FARIZY, S.KOM., M.KOM., MCSE., MVP.
AHMAD BUDI TRISNAWAN, S.T., M.KOM.
IR. LUKMAN MEDRIAVIN SILALAH, A.MD., S.T., M.T., IPM., APEC-ENG.
BOY YULIADI, S.T., M.KOM.
IR. CHAIRUL ANWAR, S.KOM., M.KOM., CITPM.
DEDY ALAMSYAH, S.KOM., M.KOM., CEH, CHFI, ECIH, CCSA, CRP.
DOLLY VIRGIAN SHAKA YUDHA SAKTI, M.KOM.
M. RHIFKY WAYAHDI, S.KOM., M.KOM.
KARNO DIANTORO, M.KOM.
A. TAQWA MARTADINATA, M.KOM.
SUWANDONO, S.KOM., M.KOM.
NADA ARINA ROMLI, M.I.KOM.
NOVI LESTARI, S.KOM., M.KOM.
MISWADI, S.KOM., M.KOM.
BUDI BERLINTON SITORUS S.T, M.SC.

EDITOR :

NURHADI, S.KOM., M.KOM.

Buku Ajar Jaringan Komputer: Dari Teori Dasar Hingga Jaringan Nirkabel

Penulis

**Salman Farizy
Ahmad Budi Trisnawan
Lukman Medriavin Silalahi
Boy Yuliadi
Chairul Anwar
Dedy Alamsyah
Dolly Virgian Shaka Yudha Sakti
M. Rhifky Wayahdi
Karno Diantoro
A. Taqwa Martadinata
Suwandono
Nada Arina Romli
Novi Lestari
Miswadi
Budi Berlinton Sitorus**

PENERBIT:



Website: www.media.hadlacorp.com

UU No 28 tahun 2014 tentang Hak Cipta
Pasal 113

- 1) Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp 100.000.000 (seratus juta rupiah).
- 2) Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp. 500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).
- 3) Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf a, huruf b, huruf e, dan/atau huruf g untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 4 (empat) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp1.000.000.000,00 (satu miliar rupiah).
- 4) Setiap Orang yang memenuhi unsur sebagaimana dimaksud pada ayat (3) yang dilakukan dalam bentuk pembajakan, dipidana dengan pidana penjara paling lama 10 (sepuluh) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp. 4.000.000.000,00 (empat miliar rupiah).

Buku Ajar Jaringan Komputer: Dari Teori Dasar Hingga Jaringan Nirkabel

Tim Penulis:

Salman Farizy
Ahmad Budi Trisnawan
Lukman Medriavin Silalahi
Boy Yuliadi
Chairul Anwar
Dedy Alamsyah
Dolly Virgian Shaka Yudha Sakti
M. Rhifky Wayahdi
Karno Diantoro
A. Taqwa Martadinata
Suwandono
Nada Arina Romli
Novi Lestari
Miswadi
Budi Berlinton Sitorus

Desain Cover:

Sulaiman

Tata Letak:

Sulaiman

Editor

Nurhadi

ISBN:

978-634-04-4302-8

Cetakan Pertama:

Oktober, 2025

Hak Cipta 2025, Pada Penulis

Hak Cipta Dilindungi Oleh Undang-Undang

Copyright © 2025

by HADLA Media Informasi

All Right Reserved

Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari Penerbit

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga buku ajar Jaringan Komputer: Dari Teori Dasar Hingga Jaringan Nirkabel ini dapat terselesaikan dengan baik. Buku ini hadir sebagai respons atas kebutuhan yang kian mendesak akan pemahaman yang komprehensif dan sistematis mengenai jaringan komputer, sebuah fondasi vital dalam dunia teknologi informasi modern. Jaringan komputer bukan lagi sekadar topik akademis, melainkan infrastruktur tak terlihat yang memungkinkan hampir setiap aspek kehidupan kita dari komunikasi global, hiburan digital, hingga operasional bisnis yang kompleks berjalan dengan lancar. Dalam konteks inilah, pemahaman mendalam tentang bagaimana data mengalir dari satu titik ke titik lain menjadi esensial bagi para mahasiswa, akademisi, praktisi, dan siapa pun yang ingin memahami dunia teknologi.

Buku ajar ini dirancang untuk memandu pembaca dari nol, memperkenalkan konsep-konsep dasar jaringan komputer secara lugas dan mudah dipahami. Kami menyadari bahwa topik jaringan komputer sering kali dianggap rumit dan penuh dengan istilah teknis yang membingungkan. Oleh karena itu, pendekatan yang kami gunakan adalah memecah setiap konsep menjadi bagian-bagian yang lebih kecil, menyajikannya dengan analogi yang relevan, dan dilengkapi dengan ilustrasi serta diagram yang membantu visualisasi. Tujuannya adalah agar pembaca tidak hanya sekadar menghafal teori, tetapi benar-benar memahami "mengapa" dan "bagaimana" suatu teknologi bekerja.

Sebagai materi ajar, buku ini disusun dengan kurikulum yang terstruktur dan progresif. Kami mengawali dengan pengenalan mendalam pada konsep dasar yang membangun fondasi pemahaman, termasuk model referensi OSI dan TCP/IP, yang merupakan arsitektur fundamental jaringan. Dari sana, kita akan melangkah maju untuk membahas media transmisi fisik hingga ke protokol-protokol yang mengendalikan lalu lintas data, memberikan gambaran utuh tentang lapisan-lapisan jaringan.

Dengan kerangka yang terstruktur, buku ini akan mengawali perjalanan pembaca dengan teori dasar, seperti konsep transmisi data, topologi jaringan, dan model referensi OSI serta TCP/IP yang

menjadi arsitektur fundamental. Selanjutnya, kita akan melangkah lebih jauh ke dalam komponen fisik jaringan, membahas kabel, switch, router, dan perangkat-perangkat penting lainnya. Pembahasan juga mencakup protokol jaringan yang menjadi bahasa komunikasi, seperti TCP, UDP, dan IP, yang memungkinkan perangkat-perangkat di seluruh dunia saling terhubung.

Penyusunan buku ini merupakan hasil kolaborasi dan dedikasi dari para pakar dan dosen dari berbagai perguruan tinggi di Indonesia. Kami berharap, buku ajar ini tidak hanya menjadi materi perkuliahan yang efektif, tetapi juga sumber referensi yang dapat digunakan oleh siapa pun yang ingin memulai atau memperdalam pengetahuannya di bidang jaringan komputer.

Ucapan terima kasih yang tulus kami sampaikan kepada berbagai pihak yang telah berkontribusi dan memberikan dukungan dalam penyelesaian buku ini. Semoga ilmu yang terkandung di dalamnya dapat memberikan manfaat yang sebesar-besarnya bagi kemajuan pendidikan dan teknologi di Indonesia. Kritik dan saran yang membangun senantiasa kami nantikan demi penyempurnaan buku ini di masa mendatang.

September 2025,

Hormat kami,
Tim penulis

PENGANTAR EDITOR

Bismillahirrahmanirrahim,

Alhamdulillah kami panjatkan ke hadirat Allah Subhanahu wa Ta'ala atas segala rahmat, taufik, dan hidayah-Nya, sehingga buku ajar Jaringan Komputer: Dari Teori Dasar Hingga Jaringan Nirkabel ini dapat terselesaikan dengan baik.

Di era konektivitas tanpa batas ini, jaringan komputer bukan lagi sekadar topik teknis, melainkan sebuah denyut nadi yang menggerakkan hampir semua aspek peradaban modern kita. Buku ini hadir sebagai panduan komprehensif, mengajak pembaca untuk menyelami dunia jaringan, dari molekul data terkecil hingga arsitektur global yang kompleks. Kami yakin, buku ini akan menjadi jembatan yang kuat antara teori yang sering kali abstrak dan praktik yang nyata, mempersiapkan para pembaca untuk menjadi ahli yang kompeten di bidang ini.

Tim penulis telah menunjukkan dedikasi yang tinggi untuk menggabungkan fondasi teori dasar yang tak lekang oleh waktu dengan praktik dan teknologi mutakhir yang terus berkembang. Setiap bab dirancang dengan cermat untuk memberikan pemahaman yang mendalam, dimulai dari model referensi yang menjadi arsitektur fundamental, hingga topik-topik canggih seperti jaringan nirkabel. Kami, tim editor, telah berupaya keras untuk memastikan setiap materi disajikan dengan kejelasan, akurasi, dan relevansi tertinggi, sehingga buku ini dapat diakses oleh mahasiswa, dosen, maupun para profesional yang ingin memperbarui pengetahuannya.

Buku ini secara sistematis memandu pembaca melalui spektrum jaringan yang luas. Pembahasan dimulai dari konsep dasar yang fundamental, seperti transmisi data dan topologi jaringan, yang menjadi fondasi esensial bagi setiap pemahaman. Selanjutnya, buku ini mengupas tuntas komponen fisik dan protokol jaringan, memberikan wawasan mendalam tentang bagaimana data berpindah dan berkomunikasi. Pendekatan ini sangat penting karena seringkali para pembelajar hanya fokus pada konfigurasi tanpa memahami prinsip di baliknya.

Bagian yang paling menarik dari buku ini adalah transisinya dari teori ke aplikasi praktis. Pembaca akan diajak untuk memahami cara kerja perangkat jaringan, perancangan topologi, hingga pemecahan masalah (troubleshooting) yang umum terjadi. Penekanan pada keamanan jaringan juga menjadi bukti relevansi buku ini dengan isu-isu terkini, di mana perlindungan data adalah hal yang mutlak. Dengan cakupan yang luas dan mendalam, buku ini tidak hanya menjadi materi ajar yang efektif, tetapi juga sumber referensi praktis yang dapat digunakan oleh para profesional.

Kami berharap buku ajar ini dapat menjadi sumber daya yang menginspirasi dan memberdayakan. Ucapan terima kasih yang tulus kami sampaikan kepada penulis atas dedikasi, kerja keras, dan visi mereka yang telah melahirkan karya berharga ini.

Kami juga berterima kasih kepada semua pihak yang terlibat dalam proses penerbitan, yang telah membantu mewujudkan buku ini. Semoga buku ini dapat memberikan manfaat sebesar-besarnya bagi kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi di Indonesia. Kritik dan saran yang membangun sangat kami harapkan demi perbaikan di edisi mendatang.

September, 2025

Hormat saya

Nurhadi
Editor

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	iv
PENGANTAR EDITOR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL.....	xvii
KEGIATAN BELAJAR I PENGANTAR JARINGAN KOMPUTER 1	
DESKRIPSI PEMBELAJARAN	1
KOMPETENSI PEMBELAJARAN	1
A. PENDAHULUAN	1
B. Konsep Dasar Jaringan Komputer	5
C. Perangkat Keras Jaringan (Network Hardware).....	6
D. PENUTUP	16
E. TEST FORMATIF.....	16
F. LATIHAN	17
KEGIATAN BELAJAR II KOMPONEN DASAR JARINGAN.....	21
DESKRIPSI PEMBELAJARAN	21
KOMPETENSI PEMBELAJARAN	21
A. PENDAHULUAN	21
B. PERANGKAT KERAS (HARDWARE) DALAM JARINGAN KOMPUTER.....	22
C. PERANGKAT LUNAK (SOFTWARE) DALAM JARINGAN KOMPUTER.....	27
D. PERANGKAT PENGGUNA (END DEVICES) DALAM JARINGAN KOMPUTER.....	32
E. MEDIA TRANSMISI DATA.....	35
F. STUDI KASUS: PERANCANGAN JARINGAN komputer di pt. xyz.....	37

G. RANGKUMAN	39
H. LATIHAN SOAL.....	40
KEGIATAN BELAJAR III TOPOLOGI JARINGAN	43
DESKRIPSI PEMBELAJARAN	43
KOMPETENSI PEMBELAJARAN	43
A. PENGERTIAN TOPOLOGI JARINGAN	43
B. JENIS TOPOLOGI JARINGAN	44
C. RANGKUMAN	50
D. TES OBJEKTIF (Pilihan Ganda)	52
KEGIATAN BELAJAR IV MODEL REFERENSI OSI	55
DESKRIPSI PEMBELAJARAN	55
KOMPETENSI PEMBELAJARAN	55
A. Pendahuluan	55
B. Sejarah dan Konsep Dasar OSI	56
C. Struktur Tujuh Lapisan OSI	56
D. Pemetaan OSI dengan TCP/IP	67
E. Analisis Kelebihan dan Keterbatasan OSI	69
F. Relevansi OSI dalam Dunia Modern	70
G. Studi Kasus Implementasi	71
H. Panduan Troubleshooting Berjenjang	72
I. Kesimpulan.....	73
J. Latihan dan Tugas.....	73
KEGIATAN BELAJAR V Model TCP/IP.....	75
DESKRIPSI PEMBELAJARAN	75
KOMPETENSI PEMBELAJARAN	75
A. ide-ide dasar dan sejarah model tcp/ip	75
B. Peran Masing-Masing Lapisan dalam Model TCP/IP.....	81
C. Perbandingan Model TCP/IP dengan Model Referensi OSI.	87

D. Fungsi Protokol TCP, IP, UDP, dan HTTP dalam Lapisan Terkait.....	94
E. Evaluasi Fungsi Model TCP/IP dalam Komunikasi Data Antar Komputer	99
F. Implementasi Model TCP/IP dalam Jaringan Komputer	102
G. RANGKUMAN	103
H. TES OBJEKTIF (Pilihan Ganda)	105
KEGIATAN BELAJAR VI PENGALAMATAN IP	109
DESKRIPSI PEMBELAJARAN	109
KOMPETENSI PEMBELAJARAN	110
A. Pendahuluan DAN KONSEP Pengalamatan IP	110
B. Konsep Dasar Pengalamatan IP	112
C. Klasifikasi Alamat IPv4	115
D. Subnetting	119
E. IPv6: Generasi Baru Pengalamatan IP	123
F. Pengelolaan Alamat IP di Jaringan	126
G. Studi Kasus dan Implementasi Pengalamatan IP	128
H. Permasalahan dan Solusi dalam Pengalamatan IP	131
I. Ringkasan dan Kesimpulan.....	134
J. TES OBJEKTIF (PILIHAN GANDA)	136
KEGIATAN BELAJAR VII SUBNETTING DAN CIDR	141
DESKRIPSI PEMBELAJARAN	141
KOMPETENSI PEMBELAJARAN	141
A. KONSEP DASAR SUBNETTING	142
B. PERHITUNGAN SUBNETTING (CLASSFUL SUBNETTING)	145
C. KONSEP CLASSLESS INTER-DOMAIN ROUTING (CIDR)	149
D. IMPLEMENTASI CIDR DAN VLSM (VARIABLE LENGTH SUBNET MASK).....	153

E. STUDI KASUS DAN APLIKASI NYATA SUBNETTING / CIDR.....	156
F. RANGKUMAN	159
G. TES OBJEKTIF	161
KEGIATAN BELAJAR VIII PROTOKOL JARINGAN DAN PORT	165
DESKRIPSI PEMBELAJARAN	165
KOMPETENSI PEMBELAJARAN	165
A. PROTOKOL DASAR: TCP/IP DAN PERAN PORT.....	166
B. APLIKASI PROTOKOL DAN PORT DI BERBAGAI DOMAIN	168
C. MANAJEMEN PORT UNTUK KEAMANAN SIBER DAN FORENSIK.....	176
D. RANGKUMAN	181
E. TES OBJEKTIF (Pilihan Ganda)	182
F. TES ESAI	183
KEGIATAN BELAJAR IX SWITCHING DAN ROUTING	185
DESKRIPSI PEMBELAJARAN	185
KOMPETENSI PEMBELAJARAN	185
A. LATAR BELAKANG.....	186
B. Rangkuman	213
C. latihan.....	214
KEGIATAN BELAJAR X.....	215
Pengalamatan MAC DAN ARP :	215
Identitas dan Komunikasi di Jaringan Lokal	215
DESKRIPSI PEMBELAJARAN	215
KOMPETENSI PEMBELAJARAN	216
A. DEFINISI Pengalamatan MAC dan ARP.....	216
B. Mekanisme Fundamental Pengalamatan Jaringan Lokal	222

C. RANGKUMAN	234
D. TES OBJEKTIF (Pilihan Ganda)	235
KEGIATAN BELAJAR XI WIRELESS LAN (WI-FI)	237
DESKRIPSI PEMBELAJARAN	237
KOMPETENSI PEMBELAJARAN	238
A. WIRELESS LAN (WI-FI): Jaringan Nirkabel untuk Dunia Tanpa Kabel	239
B. Memahami Jaringan Komputer dan Sejarah Singkat Wi-Fi	240
C. Bagaimana Wi-Fi Bekerja? Arsitektur dan Komponen Dasar	242
D. Keamanan Wi-Fi: Melindungi Jaringan Anda	245
E. Studi Kasus dan Aplikasi Wi-Fi di Berbagai Bidang	247
F. Tantangan dan Masa Depan Wi-Fi.....	249
G. RANGKUMAN	250
H. TES OBJEKTIF (Pilihan Ganda)	252
I. TES esai (singkat)	253
KEGIATAN BELAJAR XII	255
TREND DAN MASA DEPAN JARINGAN KOMPUTER	255
DESKRIPSI PEMBELAJARAN	255
KOMPETENSI PEMBELAJARAN	255
A. DEFINISI JARINGAN KOMUNIKASI.....	255
B. TREND MASA DEPAN JARINGAN KOMPUTER.....	259
C. Rangkuman	268
D. Latihan.....	269
KEGIATAN BELAJAR XIII DYNAMIC HOST CONFIGURATION PROTOCOL (DHCP)	271
DESKRIPSI PEMBELAJARAN	271
KOMPETENSI PEMBELAJARAN	271

A. DEFINISI DYNAMIC HOST CONFIGURATION PROTOCOL (DHCP).....	272
B. PERANGKAT DYNAMIC HOST CONFIGURATION PROTOCOL (DHCP).....	278
C. RANGKUMAN	290
D. TES OBJEKTIF (Pilihan Ganda)	291
KEGIATAN BELAJAR XIV CLOUD NETWORKING DAN VIRTUALISASI JARINGAN.....	293
DESKRIPSI PEMBELAJARAN	293
A. PENGANTAR CLOUD NETWORKING.....	294
B. MODEL LAYANAN CLOUD	296
C. arsitektur jaringan dalam cloud.....	298
D. Virtualisasi Jaringan: Konsep Dasar.....	300
E. TEKNOLOGI VIRTUALISASI SDN DAN NFV.....	303
F. IMPLEMENATSI CLOUD NETWORKING	306
G. TOOLS UNTUK VIRTUAL JARINGAN.....	309
H. Kualitas Integrasi Virtualisasi dengan Infrastruktur Hybrid	311
I. KEAMANAN DALAM CLOUD NETWORKING.....	313
J. STUDI KASUS IMPLEMENTASI NYATA: JARINGAN KAMPUS BERBASIS CLOUD.....	316
K. RANGKUMAN	319
L. TES OBJEKTIF (Pilihan Ganda)	320
KEGIATAN BELAJAR XV INTERNET OF THINGS (IOT) DAN JARINGAN SENSOR	325
DESKRIPSI PEMBELAJARAN	325
KOMPETENSI PEMBELAJARAN	325
A. DEFINISI Internet of Things (IoT) dan Jaringan Sensor	325
B. ARSITEKTUR, PROTOKOL dan standar iNTERNET OF THINGS (IoT).....	334

C. RANGKUMAN	345
D. TES OBJEKTIF (Pilihan Ganda)	346
PROFIL PENULIS	359
PROFIL EDITOR	370

DAFTAR GAMBAR

GAMBAR 1. 1 MANFA'AT UTAMA MEMPELAJARI JARINGAN KOMPUTER	5
GAMBAR 1. 2 TUJUAN DAN FUNGSI JARINGAN KOMPUTER	6
GAMBAR 1. 3 FUNGSI SERVER DAN CLIENT	7
GAMBAR 1. 4 KOMPONEN NIC	9
GAMBAR 1. 5 HUB	10
GAMBAR 1. 6 SWITCH	11
GAMBAR 1. 7 SWITCH	12
GAMBAR 1. 8 FUNGSI MEDIA TRANSMISI	16
GAMBAR 3. 1 TOPOLOGI BUS.....	44
GAMBAR 3. 2 TOPOLOGI RING	46
GAMBAR 3. 3 TOPOLOGI STAR	47
GAMBAR 3. 4 TOPOLOGI TREE.....	48
GAMBAR 3. 5 TOPOLOGI MESH	49
GAMBAR 3. 6 TOPOLOGI LINEAR.....	50
GAMBAR 4. 1 DIAGRAM 7 LAPISAN OSI	57
GAMBAR 4. 2 PEMETAAN OSI VS TCP/IP	69
GAMBAR 4. 3 ALUR TROUBLESHOOTING LAYER-BY-LAYER	73
GAMBAR 7. 1 SUBNETTING.....	142
GAMBAR 7. 2 KEBUTUHAN HOST.....	154
GAMBAR 7. 3 CONTOH TABEL DOKUMENTASI	156
GAMBAR 8. 1 TCP SERVER-CLIENT IMPLEMENTATION (TCP/IP PORT AND SOCKET).....	168
GAMBAR 8. 2 ARSITEKTUR JARINGAN SISTEM KONTROL INDUSTRI.....	170
GAMBAR 8. 3 ARSITEKTUR KOMUNIKASI PADA EKOSISTEM IOT.....	173
GAMBAR 8. 4 ALUR PANGGILAN VOIP: PERAN PROTOKOL SIP DAN RTP.....	175
GAMBAR 8. 5 PRINSIP KERJA FIREWALL DALAM MENGAMANKAN JARINGAN LOKAL.....	178
GAMBAR 8. 6 ARSITEKTUR SISTEM UNTUK DETEKSI DAN ANALISIS SERANGAN EVASIF	180
GAMBAR 9. 1 ALUR FORWARDING	194
GAMBAR 9. 2 ROUTER MENGHUBUNGKAN TIGA JARINGAN BERBEDA	195
GAMBAR 9. 3 DIAGRAM ROUTING DINAMIS OSPF AREA DESIGN	198
GAMBAR 9. 4 ILUSTRASI ALGORITMA DIJKSTRA UNTUK OSPF	199
GAMBAR 9. 5 DIAGRAM TOPOLOGI AREA OSPF (AREA 0, AREA 1).....	201
GAMBAR 9. 6 DIAGRAM FLOW BGP DECISION PROCESS, POHON SPF OSPF, TABEL NEIGHBOR/TOPOLOGY/ROUTING EIGRP.....	205
GAMBAR 10. 1 STRUKTUR 48-BIT MAC ADDRESS YANG MENUNJUKKAN BAGIAN OUI DAN BAGIAN UNIK PERANGKAT	225
GAMBAR 10. 2 DIAGRAM ALUR PROSES ARP REQUEST (BROADCAST) DAN ARP REPLY (UNICAST) ANTARA DUA KOMPUTER (SUMBER : (GEEKSFORGEEKS N.D.))	229

GAMBAR 11. 1 ACCESS POINT (AP) / WIRELESS ROUTER	244
GAMBAR 11. 2 WIRELESS ADAPTER	244
GAMBAR 11. 3 MODE INFRASTRUKTUR	245
GAMBAR 11. 4 MODE AD-HOC.....	245
GAMBAR 11. 5 SMART HOME.....	249
GAMBAR 11. 6 SISTEM WI-FI MESH	250
GAMBAR 12. 1 LAN	257
GAMBAR 12. 2 WAN.....	258
GAMBAR 12. 3 WAN.....	258
GAMBAR 13. 1 PROSES DHCP (DORA)	275
GAMBAR 13. 2 ALUR KERJA DHCP SERVER-CLIENT	280
GAMBAR 13. 3 PROSES KERJA DORA	281
GAMBAR 14. 1 ILUSTRASI DARI MODEL LAYANAN CLOUD	296
GAMBAR 14. 2 DIAGRAM ARSITEKTUR CLOUD NETWORKING	300
GAMBAR 14. 3 DIAGRAM VIRTUALISASI JARINGAN MENGGUNAKAN HYPERVISOR DAN VIRTUAL SWITCH	303
GAMBAR 14. 4 ARSITEKTUR SDN DALAM TIGA LAPISAN	305
GAMBAR 14. 5 ILUSTRASI SEBELUM DAN SESUDAH JARINGAN IMPLEMETASI CLOUD	319
GAMBAR 15. 1 CONTOH JARINGAN KHAS IOT	326
GAMBAR 15. 2 IOT SEBAGAI SISTEM BERLAPIS	328
GAMBAR 15. 3 ILUSTRASI DEFINISI SEDERHANA IOT	329
GAMBAR 15. 4 ILUSTRASI DEFINISI KOMPLEKS IOT.....	330
GAMBAR 15. 5 USULAN AWAL IOT	331
GAMBAR 15. 6 DIMENSI IOT DARI ITU	331
GAMBAR 15. 7 JARINGAN PERVASIF	332
GAMBAR 15. 8 HIRARKI SOLUSI IOT	335
GAMBAR 15. 9 TINGKAT PERANGKAT	336
GAMBAR 15. 10 KOMPONEN SENSOR PINTAR	337
GAMBAR 15. 11 KOMPONEN UTAMA RFID	339
GAMBAR 15. 12 PEMETAAN TINGKAT IOT KE LAPISAN TCP/IP	340
GAMBAR 15. 13 FUNGSI UMUM PADA PLATFORM LAYANAN	341
GAMBAR 15. 14 VERTIKAL IOT.....	342
GAMBAR 15. 15 EKOSISTEM AWAL IOT.....	343
GAMBAR 15. 16 EKOSISTEM IOT DENGAN CHIP.....	344

DAFTAR TABEL

TABEL 1. 1 JENIS KARTU JARINGAN / NIC.....	8
TABEL 1. 2 JENIS MODEM	13
TABEL 1. 3 TABEL JENIS ACCESS POINT	14
TABEL 1. 4 MEDIA TERARAH (GUIDED MEDIA).....	15
TABEL 2. 1 PERBANDINGAN MEDIA TRANSMISI	37
TABEL 4. 1 TABEL PEMETAAN OSI DENGAN TCP/IP	67
TABEL 4. 2 RELEVANSI OSI DALAM DUNIA MODERN.....	70
TABEL 5. 1 LAPISAN AKSES JARINGAN	94
TABEL 6. 1 TABEL PERBEDAAN ANTARA TIGA KELAS UTAMA	118
TABEL 7. 1 IDENTIFIKASI KELAS ALAMAT IP.....	145
TABEL 7. 2 SUBNETTING PADA ALAMAT CLASS C.....	147
TABEL 7. 3 SUBNETTING PADA ALAMAT CLASS B.....	148
TABEL 7. 4 HUBUNGAN ANTARA NOTASI CIDR	151
TABEL 9. 1 MIGRASI DARI IPv4 MENUJU IPv6.....	187
TABEL 9. 2 JENIS-JENIS SWITCHING.....	191
TABEL 9. 3 PERANGKAT SWITCHING: HUB, SWITCH, BRIDGE	192
TABEL 9. 4 MAC ADDRESS	193
TABEL 9. 5 PERBANDINGAN SWITCH VS ROUTER	196
TABEL 9. 6 ROUTING TABLE IPv4 & IPv6.....	196
TABEL 9. 7 ISI ROUTING TABLE CISCO IOS	197
TABEL 9. 8 PERBANDINGAN ALGORITMA ROUTING	199
TABEL 9. 9 PEMILIHAN PROTOCOL BERDASARKAN KEBUTUHAN DESAIN JARINGAN	204
TABEL 9. 10 RIB (OSPF)	204
TABEL 9. 11 BGP RIB	204
TABEL 9. 12 ALOKASI	210
TABEL 11. 1 EVOLUSI STANDAR WI-FI UTAMA	241
TABEL 11. 2 PERBANDINGAN PROTOKOL KEAMANAN WI-FI	246
TABEL 13. 1 PERBEDAAN DHCP SERVER DAN DHCP CLIENT.....	279
TABEL 14. 1 DIAGRAM PERBANDINGAN JARINGAN TRADISIONAL VS CLOUD NETWORKING ..	295
TABEL 14. 2 TABEL PERBANDINGAN MODEL LAYANAN CLOUD	298
TABEL 14. 3 RANGKUMAN TOOLS UNTUK VIRTUAL JARINGAN	310
TABEL 14. 4 INTEGRASI VIRTUALISASI JARINGAN DALAM INFRASTRUKTUR HYBRID.....	313
TABEL 14. 5 STRATEGI IMPLEMENTASI KEAMANAN CLOUD NETWORKING.....	316

Catatan :

KEGIATAN BELAJAR I

PENGANTAR JARINGAN KOMPUTER

Oleh: Salman Farizy. S.Kom., M.Kom

DESKRIPSI PEMBELAJARAN

Pada bab I ini, harapannya adalah agar pembaca punya pemahaman mendasar tentang konsep, arsitektur, komponen, dan teknologi yang digunakan dalam membangun dan mengelola jaringan komputer. Mahasiswa akan mempelajari prinsip kerja jaringan, jenis-jenis jaringan (LAN, MAN, WAN), model referensi OSI dan TCP/IP, perangkat keras dan lunak jaringan, teknik pengalamatan IP, serta dasar-dasar routing dan switching.

Selain itu, dibahas juga tentang aspek keamanan jaringan, teknologi nirkabel, dan tren terbaru dalam dunia jaringan seperti IoT, cloud networking, dan SDN. Pembaca juga diharapkan mampu untuk dapat merancang, mengkonfigurasi dan melakukan pemecahan masalah dasar jaringan komputer, serta bisa memahami pentingnya jaringan dalam mendukung sistem informasi dan komunikasi modern.

KOMPETENSI PEMBELAJARAN

Setelah mengikuti materi ini diharapkan pembaca dapat memahami dan menjelaskan :

1. Konsep dasar jaringan komputer, peran dan fungsinya, serta mampu mendefinisikan jaringan komputer dengan bahasa teknis dan ilmiah.
2. Bagaimana jaringan digunakan untuk menghubungkan perangkat serta mendistribusikan data dan layanan.
3. Komponen dasar pembentuk jaringan.

A. PENDAHULUAN

1. Tinjauan Umum Mengenai Konsep Jaringan Komputer.

Perkembangan teknologi informasi yang begitu pesat telah membawa perubahan signifikan dalam cara manusia berkomunikasi dan mengakses informasi. Salah satu pilar utama dalam perkembangan ini adalah jaringan komputer. Jaringan komputer memungkinkan berbagai perangkat untuk saling terhubung dan bertukar data, baik dalam skala lokal (LAN), antar kota (MAN), hingga antar negara (WAN). Keberadaan jaringan komputer telah menjadi fondasi penting bagi sistem informasi modern, internet, cloud computing, dan berbagai layanan digital lainnya. Jaringan komputer tidak hanya digunakan di perusahaan besar, tetapi juga telah menjadi bagian dari kehidupan sehari-hari. Mulai dari penggunaan Wi-Fi di rumah, jaringan kampus, hingga konektivitas antar perangkat di pabrik cerdas (smart factory), semuanya melibatkan konsep dan teknologi jaringan komputer. Pemahaman yang baik mengenai jaringan komputer sangat penting bagi siapa saja yang terlibat di dunia teknologi informasi, baik sebagai administrator jaringan, pengembang aplikasi, teknisi IT, maupun pengguna yang ingin mengoptimalkan penggunaan perangkat digitalnya. Dalam bab pengantar ini, pembaca akan dikenalkan pada konsep dasar jaringan komputer, termasuk pengertian, manfaat, fungsi, serta peran strategisnya dalam mendukung sistem informasi. Diharapkan setelah mempelajari bagian ini, mahasiswa memiliki gambaran menyeluruh mengenai pentingnya jaringan komputer dan mampu memahami struktur dasar yang menyusun sebuah sistem jaringan.

2. Manfa'at mempelajari Jaringan Jaringan Komputer.

Dalam era digital seperti saat ini, jaringan komputer telah menjadi bagian tak terpisahkan dari kehidupan manusia, baik dalam bidang pendidikan, bisnis, pemerintahan, maupun kehidupan sosial sehari-hari. Jaringan komputer merupakan sistem yang menghubungkan dua atau lebih perangkat komputer sehingga dapat saling berbagi data, informasi, dan sumber daya. Oleh karena itu, pemahaman yang baik tentang jaringan komputer menjadi

keterampilan penting di berbagai bidang. Berikut adalah beberapa manfaat utama dari mempelajari jaringan komputer:

➤ **Memahami Cara Kerja Komunikasi Data**

Dengan mempelajari jaringan komputer, seseorang dapat memahami bagaimana data dikirim dan diterima antar perangkat dalam suatu sistem. Ini mencakup pemahaman tentang protokol komunikasi, model jaringan (seperti OSI dan TCP/IP), serta mekanisme routing dan switching. Pengetahuan ini penting dalam mengelola dan mengoptimalkan lalu lintas data agar efisien dan aman.

➤ **Meningkatkan Kemampuan dalam Pengelolaan Infrastruktur TI**

Jaringan komputer merupakan tulang punggung infrastruktur teknologi informasi. Dengan mempelajari jaringan, individu dapat merancang, membangun, dan mengelola jaringan komputer baik dalam skala kecil (jaringan rumah atau kantor kecil) hingga skala besar (jaringan kampus atau perusahaan). Hal ini memungkinkan efisiensi operasional dan kemudahan akses informasi di berbagai departemen atau lokasi.

➤ **Mendukung Kolaborasi dan Berbagi Sumber Daya**

Jaringan komputer memungkinkan berbagi sumber daya seperti printer, file, database, dan koneksi internet secara bersama-sama. Hal ini tidak hanya menghemat biaya, tetapi juga meningkatkan produktivitas dan kolaborasi antar pengguna. Memahami jaringan memungkinkan seseorang merancang sistem berbagi sumber daya yang aman dan handal.

➤ **Menjadi Dasar untuk Karier Profesional di Bidang TI**

Kemampuan dalam jaringan komputer menjadi salah satu kompetensi inti bagi banyak profesi di bidang teknologi informasi, seperti network administrator, network engineer, cyber security specialist, dan cloud engineer. Pengetahuan jaringan juga menjadi pondasi dalam mempelajari teknologi lanjutan seperti keamanan jaringan, virtualisasi, cloud computing, dan Internet of Things (IoT).

➤ **Memahami Keamanan Informasi dalam Jaringan**

Salah satu aspek penting dalam jaringan komputer adalah keamanan. Dengan memahami cara kerja jaringan, seseorang dapat mengetahui celah dan potensi ancaman dalam sistem serta bagaimana melindungi data dari serangan seperti malware, peretasan, atau pencurian data. Ini penting untuk menjaga integritas, kerahasiaan, dan ketersediaan informasi.

➤ **Menyesuaikan Diri dengan Perkembangan Teknologi**

Teknologi jaringan terus berkembang dari kabel Ethernet hingga koneksi nirkabel (Wi-Fi, 5G), dari jaringan lokal hingga cloud networking. Dengan mempelajari jaringan komputer, seseorang akan lebih siap menghadapi dan mengadopsi teknologi baru serta memahami bagaimana perubahan tersebut memengaruhi sistem informasi secara keseluruhan.

➤ **Mendukung Pembelajaran dan Penelitian**

Di lingkungan akademik, jaringan komputer digunakan untuk mendukung akses ke sumber daya pendidikan digital, komunikasi antar mahasiswa dan dosen, serta kolaborasi riset antar institusi. Pemahaman tentang jaringan membantu memanfaatkan infrastruktur ini secara optimal dalam kegiatan belajar-mengajar dan penelitian.



Gambar 1. 1 Manfa'at utama mempelajari Jaringan Komputer

B. KONSEP DASAR JARINGAN KOMPUTER

➤ Pengertian Jaringan Komputer.

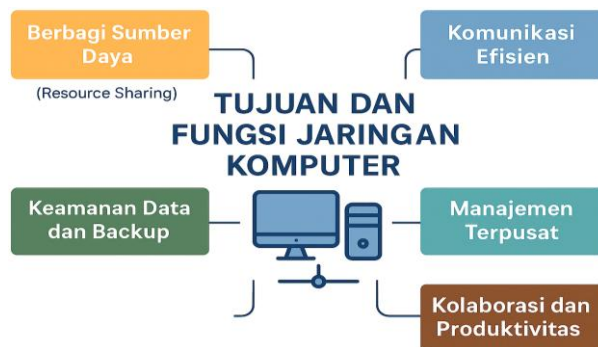
Jaringan komputer adalah suatu sistem yang terdiri dari dua atau lebih komputer yang saling terhubung dan dapat saling berbagi data, informasi, serta sumber daya lainnya seperti printer, penyimpanan, dan koneksi internet. Koneksi antar komputer ini dapat dilakukan melalui media kabel (*wired*) maupun nirkabel (*wireless*), dan memungkinkan komunikasi serta kolaborasi antara pengguna secara efektif dan efisien.

➤ Tujuan dan Fungsi Jaringan Komputer.

Adanya jaringan komputer memiliki berbagai tujuan dan fungsi utama, antara lain:

- **Berbagi Sumber Daya (Resource Sharing):** Pengguna dapat menggunakan printer, penyimpanan, atau koneksi internet secara bersama-sama tanpa perlu perangkat terpisah untuk setiap pengguna.

- **Komunikasi Efisien:** Jaringan memungkinkan pertukaran data, pesan, dan informasi secara cepat melalui email, chat, VoIP, dan video conference.
- **Manajemen Terpusat:** Administrasi dan pengelolaan data atau perangkat dapat dilakukan dari satu titik pusat seperti server, sehingga meningkatkan efisiensi dan keamanan.
- **Keamanan Data dan Backup:** Data penting dapat disimpan dan diamankan secara terpusat, serta dilakukan pencadangan (backup) rutin agar terhindar dari kehilangan.
- **Kolaborasi dan Produktivitas:** Dalam jaringan, beberapa orang dapat bekerja secara bersamaan pada dokumen atau proyek yang sama, meningkatkan efisiensi dan koordinasi.



Gambar 1. 2 Tujuan dan Fungsi Jaringan Komputer

C. PERANGKAT KERAS JARINGAN (NETWORK HARDWARE).

Perangkat keras jaringan adalah komponen fisik yang digunakan untuk membangun dan mengoperasikan jaringan komputer. Tanpa perangkat keras ini, komunikasi dan pertukaran data antar perangkat dalam jaringan tidak dapat dilakukan secara optimal. Setiap perangkat memiliki fungsi yang berbeda, mulai dari

menghubungkan komputer ke jaringan, mengarahkan lalu lintas data, hingga menyediakan akses ke jaringan nirkabel. Berikut adalah beberapa jenis perangkat keras jaringan yang umum digunakan:

➤ Server dan Client.

Server

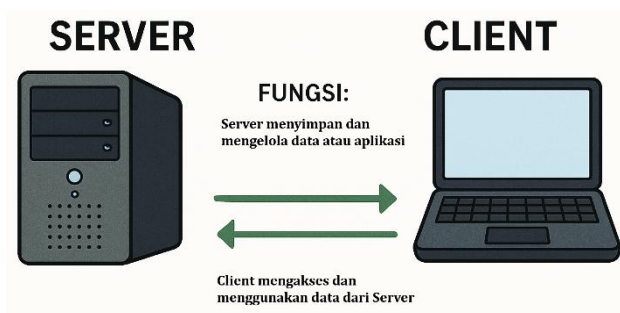
Komputer khusus yang menyediakan layanan atau sumber daya bagi komputer lain dalam jaringan, seperti layanan file, web, database, atau printer. Server biasanya memiliki spesifikasi lebih tinggi dan bekerja secara terus-menerus.

Client

Perangkat yang menggunakan layanan dari server. Komputer client tidak memerlukan spesifikasi tinggi seperti server, namun harus mampu terhubung ke jaringan.

Fungsi:

- ✓ Server menyimpan dan mengelola data atau aplikasi.
- ✓ Client mengakses dan menggunakan data dari server.



Gambar 1. 3 Fungsi Server dan Client

➤ NIC

(Network Interface Card).

KEGIATAN BELAJAR II

KOMPONEN DASAR JARINGAN

Oleh. Ahmad Budi Trisnawan, S.T., M.Kom.

DESKRIPSI PEMBELAJARAN

Pada bab ini mahasiswa mempelajari tentang mulai dari perangkat fisik hingga perangkat lunak pendukung, termasuk juga struktur logis jaringan dan model referensi komunikasi, studi kasus, dan beberapa latihan soal, sehingga mahasiswa diharapkan memiliki wawasan dan pemahaman untuk sebagai modal dasar mempelajari mata kuliah jaringan komputer.

KOMPETENSI PEMBELAJARAN

Setelah mempelajari bab ini, mahasiswa dan mahasiswa diharapkan memiliki wawasan, pemahaman, dan mampu

1. Mendefinisikan mengenai komponen dasar jaringan.
2. Mendefinisikan mengenai perangkat keras, perangkat lunak, dan perangkat pengguna.
3. Mendefinisikan mengenai media transmisi data
4. Mendefinisikan mengenai studi kasus dan beberapa latihan soal.

A. PENDAHULUAN

Seiring berkembangnya teknologi informasi dan komunikasi, jaringan komputer telah menjadi bagian yang tidak terpisahkan dari berbagai aspek kehidupan, mulai dari pendidikan, bisnis, pemerintahan, hingga hiburan (Agus Wibowo, 2022). Jaringan komputer memungkinkan banyak perangkat untuk saling terhubung, berbagi data, berbagi sumber daya, seperti printer atau koneksi internet, serta mendukung kolaborasi dalam waktu nyata tanpa batasan geografis (Muhajir Syamsu et al., 2023).

Namun, dibalik kemudahan dan kecepatan yang ditawarkan jaringan, terdapat berbagai komponen penting yang bekerja bersama untuk membentuk sistem jaringan yang handal dan efisien (Rizal & Sudarta, 2024). Tanpa adanya komponen-komponen ini, tidak akan ada komunikasi data yang berjalan lancar antara perangkat-perangkat yang terhubung (Yang Agita Rindri, 2022).

Komponen jaringan komputer secara umum dapat dibagi menjadi tiga kategori utama, sebagai berikut:

1. Komponen perangkat keras (hardware), seperti kabel, router, switch, dan NIC, yang bertugas sebagai infrastruktur fisik jaringan.
2. Komponen perangkat lunak (software), seperti protokol jaringan, sistem operasi jaringan, dan alat manajemen yang berperan dalam pengendalian dan pengaturan komunikasi dalam jaringan.
3. Perangkat pengguna (end devices) yang merupakan titik akhir dari jaringan, digunakan langsung oleh pengguna untuk mengakses data dan layanan jaringan.

Memahami komponen-komponen jaringan bukan hanya penting bagi teknisi atau administrator jaringan, tetapi juga bagi siapa pun yang terlibat dalam penggunaan teknologi digital (Agung Suprpto, 2020). Dengan pemahaman yang baik tentang masing-masing komponen, kita dapat:

1. Menentukan kebutuhan dan rancangan jaringan secara tepat.
2. Melakukan pemeliharaan dan pemecahan masalah secara efisien.
3. Meningkatkan keamanan dan kinerja jaringan secara keseluruhan.

Bab ini akan membahas secara rinci setiap komponen jaringan komputer, fungsi, serta peranannya dalam membangun sistem komunikasi yang handal. Pembahasan dimulai dari perangkat keras yang membentuk infrastruktur jaringan, perangkat lunak yang mengatur komunikasi dan keamanan, hingga perangkat pengguna yang berinteraksi langsung dengan jaringan.

B. PERANGKAT KERAS (HARDWARE) DALAM JARINGAN KOMPUTER

Komponen perangkat keras jaringan adalah komponen fisik yang membentuk dan mendukung jalannya sebuah jaringan komputer (Nono Heryana et al., 2023). Tanpa perangkat keras yang memadai, komunikasi antar perangkat tidak akan bisa terjadi. Perangkat keras ini dapat dibagi menjadi beberapa kategori, yaitu perangkat akhir (end devices), perangkat penghubung (interconnecting devices), dan media transmisi.

1. Node atau Host (Perangkat Akhir)

Perangkat yang menjadi titik awal atau tujuan dari pertukaran data dalam jaringan. Setiap node memiliki alamat IP sebagai identitasnya di jaringan.

Adapun beberapa contoh dari Node atau Host (Perangkat Akhir, sebagai berikut:

- a. Komputer dan Laptop: Digunakan oleh pengguna untuk mengakses data dan aplikasi di jaringan.
- b. Smartphone dan Tablet: Perangkat mobile yang juga dapat terhubung ke jaringan Wi-Fi.
- c. Printer Jaringan: Dapat digunakan oleh banyak pengguna dalam jaringan tanpa harus tersambung langsung ke setiap komputer.
- d. Server: Menyediakan layanan seperti penyimpanan data, hosting situs web, dan manajemen email.

Network Interface Card (NIC)

Kartu atau antarmuka jaringan yang memungkinkan perangkat untuk terhubung ke jaringan. Network Interface Card (NIC) dapat berupa komponen internal (terpasang di motherboard) atau eksternal (USB).

Adapun beberapa jenis dari Network Interface Card (NIC), sebagai berikut:

- a. NIC Kabel (Ethernet): Menggunakan konektor RJ-45 dan kabel twisted pair.
- b. NIC Nirkabel (Wi-Fi Adapter): Memungkinkan koneksi ke jaringan nirkabel.

Ada beberapa fungsi tambahan dari Network Interface Card (NIC), sebagai berikut:

- a. Menyediakan alamat MAC (Media Access Control) unik.
- b. Mengatur proses pengiriman dan penerimaan sinyal dari perangkat ke jaringan.

Media Transmisi (Transmission Media)

Jalur atau sarana yang digunakan untuk mengirimkan data antar perangkat dalam jaringan. Ada beberapa jenis dari Media Transmisi (Transmission Media), sebagai berikut:

- a. Media Kabel (Wired): Jenis media transmisi yang menggunakan kabel fisik untuk menghubungkan perangkat jaringan satu dengan yang lain. Media ini menjadi sarana

utama dalam mentransmisikan data dalam bentuk sinyal listrik atau cahaya melalui jalur fisik seperti tembaga atau serat optik.

- 1) Twisted Pair: Umumnya digunakan dalam jaringan LAN, terdiri dari dua kabel tembaga yang dipilin bersama. Ada dua jenis: UTP (Unshielded Twisted Pair) dan STP (Shielded Twisted Pair).
 - 2) Coaxial: Digunakan pada jaringan lama dan jaringan televisi kabel.
 - 3) Fiber Optic: Menggunakan cahaya untuk mentransmisikan data dengan kecepatan tinggi dan jangkauan jauh, sangat tahan terhadap gangguan elektromagnetik.
- b. Media Nirkabel (Wireless): Jenis media transmisi yang tidak menggunakan kabel fisik untuk mengirimkan data antar perangkat dalam jaringan komputer. Sebagai gantinya, media ini menggunakan gelombang elektromagnetik, seperti gelombang radio, inframerah, atau gelombang mikro sebagai sarana untuk mentransmisikan sinyal data.
- 1) Gelombang Radio: Digunakan dalam Wi-Fi, Bluetooth, dan jaringan seluler.
 - 2) Inframerah: Digunakan dalam beberapa perangkat jarak pendek.
 - 3) Gelombang Mikro: Digunakan untuk koneksi jarak jauh seperti komunikasi antar gedung.

Perangkat Jaringan (Network Devices)

Perangkat yang mengatur, mengarahkan, dan mengelola lalu lintas data di dalam jaringan. Beberapa perangkat jaringan utama, sebagai berikut:

- a. Hub: Untuk menghubungkan perangkat dalam jaringan dan mengirimkan data ke semua port secara bersamaan tanpa memedulikan tujuan data.
 - 1) Fungsi: Menghubungkan beberapa perangkat dalam jaringan LAN.
 - 2) Cara Kerja: Mengirim data ke semua port yang terhubung, tanpa memeriksa alamat tujuan (broadcast).
 - 3) Kelemahan: Tidak efisien dan mudah menyebabkan collision (tabrakan data).

- b. Switch: Perangkat yang menghubungkan beberapa perangkat dalam jaringan lokal (LAN) dan mengatur lalu lintas data secara efisien.
 - 1) Fungsi: Seperti hub, namun lebih pintar. Mampu mengenali alamat MAC setiap perangkat.
 - 2) Cara Kerja: Mengirim data langsung ke perangkat tujuan tanpa mengganggu perangkat lain.
 - 3) Kelebihan: Meningkatkan efisiensi jaringan dan mengurangi collision.

Lanjut ...

- c. Router: Perangkat yang menghubungkan dua atau lebih jaringan, seperti menghubungkan jaringan lokal dengan internet.
 - i. Fungsi: Menghubungkan dua atau lebih jaringan berbeda, seperti LAN ke internet (WAN).
 - ii. Fitur Tambahan: DHCP, NAT, firewall dasar, dan pengaturan keamanan jaringan.
 - iii. Contoh: Router rumah yang membagi koneksi internet ke beberapa perangkat.
- d. Modem: Mengubah sinyal digital dari komputer menjadi sinyal analog untuk dikirim melalui saluran telepon atau kabel, dan sebaliknya.
 - i. Fungsi: Mengubah sinyal digital dari komputer menjadi sinyal analog untuk dikirim melalui jalur telepon, dan sebaliknya.
 - ii. Jenis: ADSL, kabel, fiber, dan modem seluler (4G/5G).
 - iii. Perbedaan dengan Router: Modem menyambungkan ke penyedia internet, sedangkan router membagi koneksi ke banyak perangkat.
- e. Access Point (AP): Perangkat yang memperluas jangkauan jaringan nirkabel dan memungkinkan perangkat nirkabel (seperti laptop dan smartphone) terhubung ke jaringan kabel.

KEGIATAN BELAJAR III

TOPOLOGI JARINGAN

Oleh. Ir. Lukman Medriavin Silalahi, A.Md., S.T., M.T.,
IPM., APEC-Eng

DESKRIPSI PEMBELAJARAN

Bab ini membahas konsep **topologi jaringan**, mulai dari jenis-jenis dasar seperti bus, ring, star, mesh, hingga linear, beserta karakteristik, kelebihan, dan kekurangannya. Mahasiswa akan mempelajari aspek konseptual dan analitis untuk membandingkan topologi berdasarkan efisiensi, biaya, keandalan, dan skalabilitas, serta menentukan pilihan yang tepat sesuai kebutuhan nyata, baik pada skala kecil maupun besar.

KOMPETENSI PEMBELAJARAN

Kompetensi yang diharapkan mahasiswa adalah mampu:

1. **Mengidentifikasi** kelebihan dan kekurangan dari masing-masing topologi jaringan.
2. **Menjelaskan** konsep dasar topologi jaringan komputer beserta jenis-jenisnya.

A. PENGERTIAN TOPOLOGI JARINGAN

Topologi jaringan komputer dapat dipahami sebagai cara atau teknik dalam menghubungkan satu komputer dengan komputer lainnya hingga terbentuk suatu jaringan. Penerapan topologi jaringan umumnya mempertimbangkan faktor biaya, kecepatan akses data, ukuran jaringan, serta tingkat konektivitas yang berpengaruh terhadap kualitas dan efisiensi komunikasi data. (Judijanto et al. 2025; Resmiyati et al. 2025).

Seiring dengan meningkatnya kebutuhan berbagi data secara bersama-sama, penggunaan topologi jaringan semakin luas, khususnya di lingkungan perkantoran dan organisasi. Melalui topologi jaringan, akses terhadap server dapat dilakukan secara bersamaan sehingga memudahkan proses pertukaran informasi. (Handayani et al. 2025; Samsumar et al. 2025).

Maka, topologi jaringan dapat diartikan sebagai metode penyusunan hubungan antar komputer dalam suatu jaringan. Penggunaannya ditentukan oleh faktor biaya, kecepatan akses,

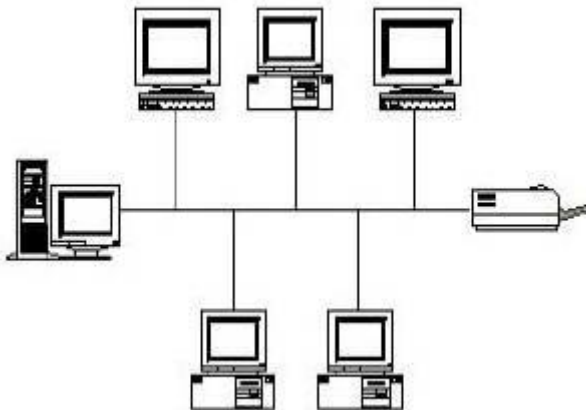
skala jaringan, serta tingkat konektivitas, yang semuanya akan mempengaruhi kualitas dan efisiensi sistem jaringan (Riyadi et al. 2025).

Perkembangan teknologi jaringan juga mendorong lahirnya beragam jenis topologi, masing-masing dengan ciri khas, kelebihan, dan keterbatasannya. Beberapa bentuk topologi yang umum digunakan meliputi topologi Bus, Ring, Star, Mesh, dan Linear. Pemilihan jenis topologi ini disesuaikan dengan kebutuhan, skala jaringan, serta sumber daya yang tersedia. (Silalahi and Gunawan 2025).

B. JENIS TOPOLOGI JARINGAN

1. Topologi Bus

Gambar 3.1 menunjukkan ilustrasi topologi bus. Topologi bus adalah jenis jaringan yang menggunakan satu kabel utama sebagai jalur komunikasi, di mana seluruh komputer terhubung secara langsung melalui kabel tunggal tersebut. Kabel yang umumnya dipakai adalah kabel koaksial yang dihubungkan dengan T-Connector. Namun, untuk mendapatkan kestabilan transmisi yang lebih baik, penggunaan kabel fiber optic lebih disarankan karena mampu menjaga resistensi dan meningkatkan kualitas pengiriman data (Budiyanto et al. 2024).



Gambar 3. 1 Topologi bus

Kelebihan topologi bus:

- a. Mudah diperluas sesuai kebutuhan.

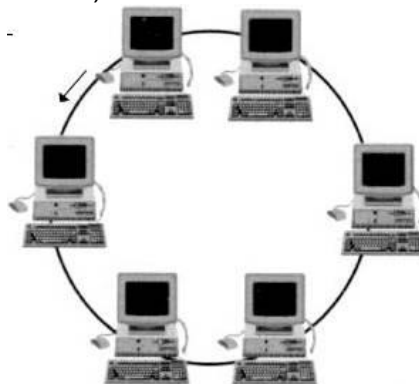
- b. Membutuhkan jumlah kabel yang relatif sedikit.
- c. Biaya instalasi lebih ekonomis.

Kelemahan topologi bus:

- a. Kurang stabil, karena jika terjadi gangguan pada satu komputer dapat memengaruhi seluruh jaringan.
- b. Kemampuan deteksi kesalahan sangat rendah.
- c. Sulit dalam menemukan sumber gangguan.
- d. Lalu lintas data mudah padat sehingga sering terjadi antrean pengiriman data.
- e. Untuk jarak jauh diperlukan perangkat tambahan berupa repeater.

2. Topologi Ring

Gambar 3.2 menunjukkan ilustrasi topologi ring. Topologi ring merupakan jenis jaringan dimana semua komputer saling terhubung membentuk lingkaran tertutup. Mekanisme pertukaran data dilakukan dengan bantuan token, yakni sinyal khusus yang membawa informasi dari komputer pengirim. Token ini memeriksa tiap simpul yang dilewati untuk memastikan data yang ditujukan ke alamat tersebut. Jika sesuai, maka data akan diterima oleh simpul terkait, sedangkan jika tidak sesuai maka token akan melanjutkan perjalanan ke simpul berikutnya. Proses ini berlangsung terus menerus hingga data berhasil diterima oleh tujuan (Imelda U. V. Simanjuntak et al. 2024).



Gambar 3. 2 Topologi ring

Kelebihan topologi ring:

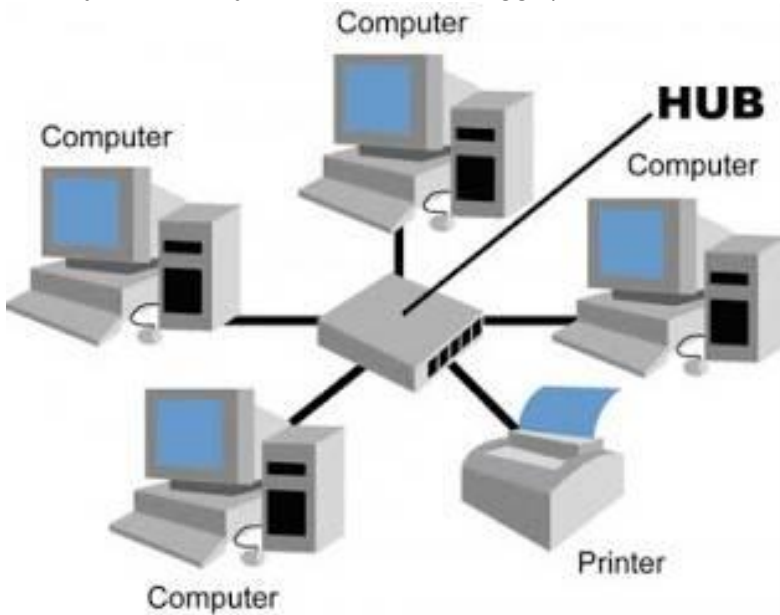
- Membutuhkan kabel relatif sedikit.
- Proses pemasangan cukup sederhana.
- Instalasi jaringan mudah dilakukan.
- Tidak terjadi tabrakan data.
- Desainnya sederhana untuk dirancang.

Kelemahan topologi ring:

- Sangat sensitif terhadap gangguan pada jaringan.
- Sulit dikembangkan lebih lanjut.
- Jika satu simpul mengalami kerusakan, maka komunikasi seluruh jaringan dapat terhenti.

3. Topologi Star

Gambar 3.3 menunjukkan ilustrasi topologi star. Dalam topologi star, setiap komputer terhubung secara langsung ke hub/switch yang berfungsi sebagai pusat pengendali lalu lintas data antar perangkat. Namun, karena seluruh perangkat harus dihubungkan langsung ke pusat, maka kebutuhan kabel menjadi lebih banyak dan biaya instalasi relatif tinggi (Silalahi et al. 2023).



Gambar 3. 3 Topologi star

Kelebihan topologi star:

- a. Proses deteksi kesalahan dapat dilakukan dengan mudah.
- b. Penambahan atau penggantian stasiun dapat dilakukan tanpa mengganggu jaringan lain.
- c. Pengendalian jaringan lebih sederhana.
- d. Tingkat keamanan lebih terjamin.
- e. Jaringan lebih fleksibel untuk dikembangkan.

Kelemahan topologi star:

- a. Membutuhkan banyak kabel untuk instalasi.
- b. Potensi tabrakan data tetap ada sehingga bisa memperlambat jaringan.
- c. Seluruh jaringan sangat bergantung pada hub/switch pusat.
- d. Biaya pembangunan jaringan relatif tinggi.
- e. Jika pusat jaringan mengalami kerusakan, maka seluruh jaringan akan terganggu.

KEGIATAN BELAJAR IV

MODEL REFERENSI OSI

Oleh Boy Yuliadi, ST., M.Kom

DESKRIPSI PEMBELAJARAN

Pada bab ini mahasiswa mempelajari mulai dari Sejarah Tentang OSI, lapisan-lapisan dalam OSI, sehingga mahasiswa diharapkan memiliki wawasan dan pemahaman untuk sebagai modal dasar mempelajari mata kuliah jaringan komputer.

KOMPETENSI PEMBELAJARAN

Setelah mempelajari bab ini, mahasiswa dan mahasiswa diharapkan memiliki wawasan, pemahaman, dan mampu

1. Mendefinisikan mengenai OSI.
2. Mengetahui Sejarah dan perkembangan OSI.
3. Mendefinisikan mengenai pemetaan OSI dengan TCP/IP.

A. PENDAHULUAN

Model Referensi Open Systems Interconnection (OSI) merupakan kerangka kerja konseptual yang membagi proses komunikasi jaringan menjadi tujuh lapisan logis. Pembagian ini bertujuan untuk memisahkan tanggung jawab, meningkatkan modularitas, dan memudahkan interoperabilitas antar vendor serta teknologi. Dengan struktur lapisan, perubahan pada satu lapisan dapat dilakukan tanpa menuntut modifikasi substansial pada lapisan lain selama antarmuka standar antar-lapisan tetap dipertahankan.

Dalam konteks pendidikan dan praktik rekayasa jaringan di Indonesia, OSI berperan sebagai bahasa bersama yang menyatukan pemahaman antara pendidik, mahasiswa, dan praktisi. Meskipun implementasi industri saat ini lebih banyak merujuk pada model TCP/IP, OSI tetap menjadi rujukan utama dalam pembelajaran, perancangan arsitektur, serta troubleshooting berjenjang (layer-by-layer). Pemahaman yang kokoh terhadap OSI memungkinkan analisis jaringan untuk mengidentifikasi akar masalah secara sistematis, mulai dari media fisik hingga aplikasi.

Bab ini menyajikan uraian komprehensif mengenai sejarah dan tujuan OSI, fungsi tiap lapisan berikut protokol dan perangkat

yang relevan, pemetaan dengan tumpukan TCP/IP, analisis kelebihan dan keterbatasan, serta serangkaian studi kasus praktis. Disertakan pula tabel ringkas, daftar protokol penting, kontrol keamanan per lapisan, dan checklist troubleshooting yang dapat dijadikan pedoman operasional.

B. SEJARAH DAN KONSEP DASAR OSI

Gagasan OSI digagas oleh International Organization for Standardization (ISO) pada akhir 1970-an sebagai respons terhadap fragmentasi teknologi komunikasi. Kala itu, banyak vendor mengembangkan protokol propietari yang tidak saling beroperasi. ISO menghadirkan OSI sebagai referensi universal agar sistem terbuka (open systems) mampu saling bertukar data meskipun berasal dari ekosistem yang berbeda. Standar ini kemudian diratifikasi dalam ISO/IEC 7498 pada tahun 1984.

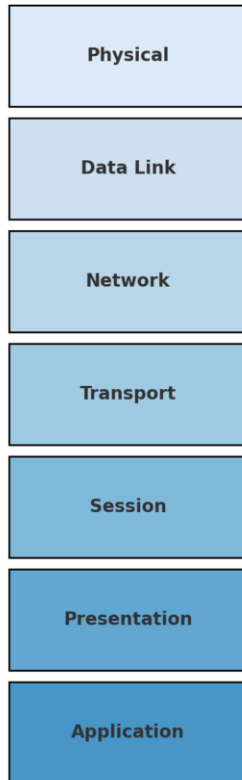
Tujuan OSI meliputi: (1) mendorong interoperabilitas melalui antarmuka baku; (2) memfasilitasi modularitas dan pemeliharaan; (3) mempercepat inovasi protokol dengan memisahkan fungsi-fungsi jaringan; serta (4) menyediakan landasan pedagogis yang konsisten. Konsep lapisan menekankan pemisahan kekhawatiran (separation of concerns): setiap lapisan menangani kelas problem tertentu dan bergantung pada layanan lapisan di bawahnya sambil menyediakan layanan bagi lapisan di atasnya.

Walau OSI tidak menjadi tumpukan protokol dominan di Internet, gagasan dan terminologinya secara luas membentuk cara kita mendiskusikan, mendesain, dan menganalisis sistem jaringan. Banyak teknologi keamanan, manajemen jaringan, serta prosedur operasi standar masih mengadopsi sudut pandang OSI ketika mendefinisikan kontrol, kebijakan, dan proses troubleshooting.

C. STRUKTUR TUJUH LAPISAN OSI

Bagian ini mengupas fungsi, protokol, perangkat, isu umum, kontrol keamanan, serta strategi troubleshooting untuk setiap lapisan. Setiap subbagian disertai studi kasus singkat agar pembaca dapat memahami implikasi praktis dalam lingkungan nyata.

Diagram 7 Lapisan OSI



Gambar 4. 1 Diagram 7 Lapisan OSI

1. Physical Layer

Lapisan fisik merepresentasikan aspek elektrikal, optikal, dan radio dari transmisi bit. Fokusnya pada spesifikasi media, konektor, pengkodean sinyal, topologi fisik, tingkat kebisingan (noise), serta batasan jarak/kecepatan. Mutu lapisan fisik mempengaruhi semua lapisan di atasnya; degradasi sinyal kecil dapat menjelma menjadi kesalahan frame atau paket.

Tanggung jawab utama lapisan ini mencakup:

- Transmisi bit mentah melalui media (tembaga, serat optik, nirkabel).

- Definisi tegangan, level daya optik, modulasi, dan skema pengkodean.
- Standar konektor, pinout, dan pengkabelan (straight/crossover).
- Spesifikasi jarak maksimum, atenuasi, dan ketahanan interferensi.
- Clocking, sinkronisasi dasar, dan deteksi carrier (pada media tertentu).

Protokol/standar yang lazim terkait dengan lapisan ini antara lain:

- Ethernet PHY (10BASE-T/100BASE-TX/1000BASE-T/10GBASE-...),
- DSL/Docsis PHY, Wi-Fi PHY (802.11a/b/g/n/ac/ax),
- Optical PHY (1000BASE-LX, 10GBASE-SR/LR),
- Serial PHY (RS-232/RS-485) dalam konteks industri.

Perangkat/komponen tipikal serta konteks penggunaannya:

- Kabel UTP/STP kategori 5e/6/6A; patch panel; keystone jack.
- Transceiver (SFP/SFP+/QSFP), media converter, repeater, hub.
- Perangkat pengukuran: OTDR, TDR, cable tester, spectrum analyzer.

Permasalahan umum yang sering muncul:

Atenuasi berlebih akibat kabel terlalu panjang atau kualitas rendah.

- Crosstalk/EMI yang meningkatkan bit error rate (BER).
- Konektor longgar/teroksidasi; transceiver tidak kompatibel.
- Optical power tidak dalam budget; bending radius serat dilanggar.

Checklist troubleshooting berjenjang:

1. Verifikasi daya dan konektivitas fisik; periksa LED link.
2. Gunakan cable tester/OTDR untuk mengukur continuity dan loss.
3. Ganti patch cord/transceiver dan uji ulang.
4. Ukur BER atau error counters di perangkat atas (DL/NET).
5. Pastikan standar kabel/konektor sesuai (TIA/EIA, vendor optics).

Kontrol keamanan yang relevan pada lapisan ini:

- Physical access control (rack lock, CCTV, tamper-evident seal).

- Redundansi jalur dan proteksi lingkungan (suhu, kelembapan, UPS).
- Labeling dan dokumentasi jalur kabel untuk menghindari human error.

Studi kasus – Penurunan throughput pada link kampus:

Sebuah gedung baru dihubungkan dengan kabel UTP 120 meter melampaui batas 100 meter untuk 1000BASE-T. Link ter-up tetapi throughput fluktuatif dan CRC error meningkat. Pengujian TDR menunjukkan loss tinggi di 110–120 m. Solusi: mengganti backbone ke fiber multi-mode 10GBASE-SR dengan SFP+ yang sesuai; menambahkan patch panel terstandar.

2. Data Link Layer

Lapisan data link menyediakan framing, pengalamatan MAC, deteksi/koreksi kesalahan sederhana, dan kendali akses media. Di Ethernet modern berbasis switch, domain collision dieliminasi, namun domain broadcast tetap perlu dikelola (VLAN).

Tanggung jawab utama lapisan ini mencakup:

- Pembentukan dan interpretasi frame (header/trailer).
- Deteksi kesalahan (FCS/CRC) dan, pada sebagian teknologi, ARQ sederhana.
- Media access control (CSMA/CD historis; CSMA/CA pada Wi-Fi).
- Pengalamatan MAC dan segmentasi broadcast domain dengan VLAN.
- Link aggregation (LAG), Spanning Tree, dan QoS L2.

Protokol/standar yang lazim terkait dengan lapisan ini antara lain:

- IEEE 802.3 Ethernet, 802.1Q VLAN, 802.1D/802.1w/802.1s Spanning Tree.
- LACP (802.1AX), LLDP (802.1AB), Wi-Fi 802.11 MAC.
- PPP/HDLC pada link point-to-point.

Perangkat/komponen tipikal serta konteks penggunaannya:

- Switch L2/L3, bridge, access point (fungsi MAC di WLAN).
- Controller WLAN untuk manajemen kanal dan roaming.
- Network TAP/SPAN untuk analisis frame.

Permasalahan umum yang sering muncul:

- Looping L2 mengakibatkan broadcast storm (tanpa STP).
- VLAN mismatch pada trunk, mengakibatkan isolasi atau kebocoran trafik.
- Duplex mismatch (jarang di auto-negotiation modern, tapi masih terjadi).
- MAC flapping akibat kabel ganda tanpa LAG.

Checklist troubleshooting berjenjang:

1. Cek status STP, port role/state, dan topologi (root bridge).
2. Verifikasi VLAN dan native VLAN pada kedua ujung trunk.
3. Periksa counter FCS/CRC/giants/runts di port terkait.
4. Gunakan mirroring untuk memeriksa frame abnormal (Wireshark).
5. Audit tabel MAC untuk mendeteksi flapping/spoofing.

Kontrol keamanan yang relevan pada lapisan ini:

- Port security (sticky MAC, limit MAC), DHCP snooping, DAI.
- Private VLAN, storm control, BPDU guard/root guard.
- Segregasi VLAN untuk membatasi broadcast dan domain kepercayaan.

Studi kasus – Gangguan inter-VLAN setelah upgrade switch:

Setelah migrasi switch, beberapa VLAN tidak dapat saling berkomunikasi. Investigasi menemukan native VLAN berbeda di kedua sisi trunk. Penyeragaman konfigurasi trunk dan validasi allowed VLAN memulihkan konektivitas.

3. Network Layer

Lapisan network bertugas melakukan pengalamatan logis dan routing paket antar jaringan. Desain skema IP yang sehat, rencana subnet, dan kebijakan routing yang tepat sangat berpengaruh pada skalabilitas serta ketersediaan layanan.

Tanggung jawab utama lapisan ini mencakup:

- Pengalamatan logis (IPv4/IPv6), subnetting/summarization.
- Routing dinamis (OSPF, BGP, EIGRP) dan statis.
- Fragmentasi/reassembly (IPv4), MTU path discovery.
- QoS marking (DSCP) dan kebijakan forwarding.
- ICMP untuk diagnostik (TTL, ping, traceroute).
- Protokol/standar yang lazim terkait dengan lapisan ini antara lain:
 - IPv4, IPv6, ICMPv4/v6, ARP/ND.
 - OSPF/OSPFv3, BGP, IS-IS; VRRP/HSRP/GLBP.
 - IPsec untuk VPN L3; GRE, IP-in-IP tunneling.

Perangkat/komponen tipikal serta konteks penggunaannya:

- Router, L3 switch, firewall L3, perangkat SD-WAN.
- Load balancer L3/4, perangkat NAT.

Permasalahan umum yang sering muncul:

- Rute tidak lengkap/loop, blackhole, atau asimetri jalur.
- Konflik IP, ketidakselarasan MTU (PMTUD gagal).
- Overlapping prefix dan kebijakan NAT yang salah.

Checklist troubleshooting berjenjang:

1. Validasi tabel routing dan adjacency protokol (OSPF/BGP).
2. Gunakan traceroute dan flow records (NetFlow/IPFIX).
3. Periksa ARP/ND cache untuk mendeteksi anomali.
4. Uji MTU dan DF-bit; sesuaikan MSS/PMTUD bila perlu.
5. Audit kebijakan NAT dan ACL terkait jalur trafik.

KEGIATAN BELAJAR V

Model TCP/IP

Oleh. Ir. Chairul Anwar, S.Kom., M.Kom., CITPM.

DESKRIPSI PEMBELAJARAN

Deskripsi pembelajaran ini memberikan pemahaman yang mendalam bagi siswa tentang model TCP/IP sebagai dasar komunikasi data dalam jaringan komputer. Ini membahas struktur model TCP/IP, bagaimana masing-masing lapisan melakukan tugasnya, dan peran protokol utama dalam mendukung komunikasi data. Pemahaman tentang sejarah dan aplikasi model ini sangat penting dalam pelajaran ini.

KOMPETENSI PEMBELAJARAN

Setelah mempelajari bab ini, mahasiswa diharapkan mampu.

1. Menjelaskan ide-ide dasar dan sejarah model TCP/IP.
2. Mengidentifikasi dan menjelaskan peran masing-masing lapisan model TCP/IP.
3. Membandingkan model TCP/IP dengan model referensi Open Systems Interconnection (OSI).
4. Menguraikan bagaimana protokol utama seperti TCP, IP, UDP, dan HTTP bekerja dalam lapisan mereka masing-masing.
5. Mengevaluasi bagaimana model TCP/IP berfungsi dalam komunikasi data antar komputer.
6. Mengimplementasikan ide-ide dari model TCP/IP dalam konteks implementasi jaringan komputer.

A. IDE-IDE DASAR DAN SEJARAH MODEL TCP/IP

Model Protokol Pengendalian Transmisi/Protokol Internet (TCP/IP) diciptakan untuk memfasilitasi komunikasi jaringan yang fleksibel, efektif, dan dapat diandalkan. TCP/IP pada dasarnya adalah seperangkat protokol terbuka yang memungkinkan berbagai jenis komputer dengan berbagai sistem operasi untuk berkomunikasi satu sama lain di dalam jaringan, termasuk jaringan global seperti internet. Tidak seperti protokol sebelumnya yang bergantung pada vendor, TCP/IP bersifat terbuka dan dapat

digunakan oleh semua orang, sehingga mempercepat adopsinya di seluruh dunia.

Model ini menggunakan prinsip arsitektur berlapis, yang membagi proses komunikasi menjadi empat lapisan: aplikasi, transportasi, akses internet, dan koneksi jaringan. Setiap lapisan memiliki tugas khusus dan bekerja secara terpisah, tetapi bekerja sama untuk memastikan bahwa data dikirim dan diterima dengan benar. Konsep ini mempercepat pengembangan protokol dan meningkatkan skalabilitas dan fleksibilitas jaringan komputer.

Dalam sejarahnya, TCP/IP berawal dari penelitian pemerintah AS pada 1970-an melalui lembaga ARPA (sekarang DARPA). Tujuan awal adalah untuk membuat jaringan komunikasi tetap berfungsi meskipun serangan atau gangguan merusak sebagian jaringan. Vint Cerf dan Bob Kahn membuat protokol komunikasi TCP pada tahun 1974. Pada tahun 1980, itu dipecah menjadi TCP dan IP untuk menangani dua bagian berbeda dari komunikasi data.

Seluruh jaringan ARPANET mulai menggunakan protokol TCP/IP sebagai protokol standar pada 1 Januari 1983. Keputusan ini menjadi momen penting yang menandai awal internet kontemporer. TCP/IP membuat pertukaran data antar berbagai jenis sistem lebih efisien dan dapat diandalkan, menjadikannya dasar pengembangan teknologi jaringan hingga saat ini.

Dengan berkembangnya teknologi, protokol TCP/IP terus diperbarui dan diperluas. Ini termasuk penambahan protokol seperti HTTP, DNS, SMTP, dan lainnya yang bekerja di atas TCP/IP. Dengan demikian, model TCP/IP tetap relevan dalam era cloud computing, Internet of Things (IoT), dan 5G. Oleh karena itu, bagi mereka yang bekerja dalam bidang jaringan komputer dan teknologi informasi, memahami TCP/IP dengan baik sangat penting. Prinsip utama dari model TCP/IP:

1. Modularitas.

Dalam model TCP/IP, modularitas menunjukkan bahwa proses komunikasi data dibagi menjadi beberapa lapisan, atau lapisan. Setiap lapisan memiliki fungsi dan tugas khusus. Lapisan-lapisan ini bekerja secara terpisah tetapi terkoordinasi, yang memudahkan dalam desain, pengembangan, dan pemeliharaan sistem jaringan.

Contohnya, lapisan transportasi bertanggung jawab untuk memastikan bahwa informasi dikirim dengan aman; lapisan internet menangani pengalamatan dan pengiriman paket ke tujuan. Memisahkan fungsi ini memungkinkan protokol dalam satu lapisan untuk diperbarui atau diganti tanpa mengganggu arsitektur jaringan secara keseluruhan.

Metode modular ini memungkinkan pengembangan sistem jaringan yang sangat fleksibel. Pengembang atau vendor dapat membuat perangkat lunak atau perangkat keras yang hanya berkonsentrasi pada satu lapisan tertentu selama tetap mengikuti standar antarmuka antar lapisan. Selain itu, modularitas memudahkan penyelesaian masalah karena masalah dapat diisolasi pada lapisan tertentu. Konsep ini juga menentukan desain protokol jaringan kontemporer, yang mencakup model OSI. Ini membuat TCP/IP sangat fleksibel terhadap berbagai jenis teknologi dan kebutuhan jaringan.

2. Interoperabilitas

Dalam model TCP/IP, interoperabilitas mengacu pada kemampuan sistem jaringan yang menggunakan protokol ini untuk berkomunikasi dan bekerja sama, terlepas dari jenis perangkat keras, sistem operasi, atau arsitekturnya. TCP/IP dirancang sebagai standar terbuka, yang berarti bahwa berbagai vendor dan platform dapat menggunakannya tanpa terikat pada sistem tertutup. Komputer Windows, Linux, macOS, dan perangkat Internet of Things (IoT) dapat saling terhubung dan berbagi data dengan lancar dalam jaringan yang sama, yang mencakup internet.

Kelebihan interoperabilitas ini sangat penting dalam lingkungan kehidupan nyata, di mana jaringan komputer sering kali terdiri dari berbagai perangkat. Dengan TCP/IP, pengembang tidak perlu membuat protokol khusus untuk setiap perangkat atau sistem operasi, menjadikan pengembangan aplikasi jaringan lebih mudah. Selama setiap perangkat mengikuti spesifikasi protokol TCP/IP, komunikasi tetap dapat dilakukan secara efektif dan konsisten,

menjadikan interoperabilitas sebagai salah satu pilar utama keberhasilan internet saat ini.

3. Robust dan Skalabel

Dua prinsip utama, ketangguhan dan skalabilitas, memastikan bahwa model TCP/IP dapat bertahan dan berkembang dalam berbagai kondisi jaringan. Ketangguhan, atau ketanggahan, mengacu pada kemampuannya untuk tetap berfungsi dengan baik meskipun terjadi gangguan, kesalahan, atau sebagian jaringan rusak. TCP/IP sangat andal, terutama dalam lingkungan jaringan yang dinamis atau tidak stabil karena memungkinkan pengiriman data dalam bentuk paket-paket kecil yang dapat mengambil berbagai jalur untuk mencapai tujuan.

Namun, "skalabilitas" mengacu pada kemampuan protokol TCP/IP untuk mengatasi peningkatan jumlah perangkat dan kompleksitas jaringan tanpa mengurangi kinerja. TCP/IP dapat beradaptasi dengan baik dengan jaringan kecil di rumah hingga jaringan global seperti internet. Metodenya dimaksudkan untuk dapat diperluas baik dari segi alamat (misalnya, mengubah dari IPv4 ke IPv6) maupun jumlah host yang terhubung. Kemampuan ini menjamin kelangsungan teknologi jaringan di masa depan dan menjadikan TCP/IP sebagai pilihan utama untuk komunikasi data skala besar.

4. Routing dan Pengalamatan

Prinsip utama model TCP/IP adalah routing dan pengalamatan, yang memastikan bahwa data dapat dikirim dari satu perangkat ke perangkat lain bahkan jika keduanya berada jauh. Setiap perangkat di jaringan diberi alamat unik, atau alamat IP, melalui protokol Internet Protocol (IP). Agar paket data sampai ke tujuan yang tepat, alamat ini berfungsi sebagai alamat rumah dalam sistem pos, berfungsi sebagai identitas tujuan pengiriman data.

Namun, metode terbaik yang harus digunakan paket data untuk mencapai alamat tujuan adalah routing. Perangkat jaringan yang dikenal sebagai router melakukan routing

dengan menggunakan tabel routing dan algoritma untuk memilih rute tercepat, paling efisien, atau paling andal. Komunikasi data lintas jaringan—bahkan antar benua—berjalan dengan efektif, cepat, dan akurat berkat kombinasi mekanisme routing yang cerdas dan pengalamatan yang tepat. Internet modern tidak dapat berfungsi tanpa prinsip routing dan pengalamatan ini.

1970-an: Permulaan Proyek ARPANET

Pada awal tahun 1970-an, Departemen Pertahanan Amerika Serikat, melalui lembaga DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency), memulai pengembangan jaringan komputer yang dikenal sebagai ARPANET. Tujuan proyek ini adalah untuk menghubungkan komputer di berbagai lembaga riset dan militer sehingga mereka dapat saling bertukar data dengan andal meskipun sebagian jaringan rusak. Menciptakan sistem komunikasi yang fleksibel, toleran terhadap kegagalan, dan dapat menghubungkan berbagai jenis perangkat dan sistem operasi adalah tantangan utama saat ini.

ARPANET adalah contoh pertama dari pendekatan packet switching untuk komunikasi data; metode ini membagi data menjadi paket-paket kecil yang dapat dikirim secara terpisah dan digabungkan kembali ke lokasi yang dimaksud. Metode ini sangat berbeda dari cara lain untuk berkomunikasi melalui sirkuit tetap, seperti telepon konvensional. Karena proyek ini, para ilmuwan mulai menyadari betapa pentingnya standar komunikasi terbuka agar berbagai jaringan dapat terhubung satu sama lain dalam ekosistem.

1974: Publikasi Awal oleh Vint Cerf dan Bob Kahn

A Protocol for Packet Network Intercommunication: Makalah yang ditulis oleh dua ilmuwan komputer Vint Cerf dan Bob Kahn memperkenalkan konsep Transmission Control

KEGIATAN BELAJAR VI

PENGALAMATAN IP

Oleh. Dedy Alamsyah, S.Kom., M.Kom.

DESKRIPSI PEMBELAJARAN

Bab ini membahas mengenai pengalamatan IP sebagai fondasi utama dalam jaringan komputer modern. Pengalamatan IP (Internet Protocol Address) berfungsi sebagai identitas unik setiap perangkat yang terhubung dalam jaringan berbasis TCP/IP. Dengan adanya alamat IP, komunikasi data dapat dilakukan secara terstruktur, sehingga paket data dapat dikirim dari sumber menuju tujuan dengan tepat.

Dalam pembahasan ini, mahasiswa diperkenalkan pada konsep dasar alamat IP, baik IPv4 maupun IPv6. IPv4 dengan panjang 32-bit menjadi standar utama sejak awal perkembangan internet, sementara IPv6 dengan panjang 128-bit diperkenalkan untuk mengatasi keterbatasan jumlah alamat dan menyediakan fitur-fitur tambahan seperti auto-configuration, keamanan bawaan (IPSec), dan efisiensi routing.

Selain itu, materi juga membahas klasifikasi alamat IPv4 berdasarkan kelas A, B, C, D, dan E, serta penggunaan subnetting untuk membagi jaringan menjadi segmen yang lebih kecil dan efisien. Konsep Variable Length Subnet Masking (VLSM) dan Classless Inter-Domain Routing (CIDR) juga diperkenalkan sebagai solusi untuk efisiensi pemanfaatan alamat IP dalam skala besar.

Di sisi pengelolaan, peran lembaga internasional seperti IANA serta mekanisme dinamis dengan DHCP juga dijelaskan. Hal ini menunjukkan bahwa pengalamatan IP bukan hanya konsep teknis, tetapi juga menyangkut aspek manajemen global dan keamanan jaringan.

Melalui studi kasus implementasi, mahasiswa diajak memahami bagaimana pengalamatan IP diterapkan dalam lingkungan nyata, termasuk perusahaan dan institusi pendidikan. Akhirnya, pembahasan ditutup dengan isu-isu utama seperti keterbatasan IPv4, transisi ke IPv6, serta solusi adaptif yang dapat diterapkan.

Dengan mempelajari bab ini, mahasiswa diharapkan mampu memahami prinsip, konsep teknis, serta tantangan praktis

dalam pengalamatan IP, sehingga memiliki bekal untuk merancang, mengelola, dan mengamankan jaringan komputer di dunia nyata.

KOMPETENSI PEMBELAJARAN

Setelah mempelajari bab ini, mahasiswa diharapkan mampu.

1. Memahami definisi, fungsi, dan peran penting alamat IP dalam jaringan komputer.
2. Menjelaskan perbedaan fundamental antara IPv4 dan IPv6.
3. Menguraikan klasifikasi alamat IPv4 beserta fungsi alamat khusus (*reserved address*).
4. Melakukan perhitungan subnetting dengan tepat pada berbagai kelas alamat IP.
5. Memahami konsep VLSM dan CIDR serta penerapannya dalam perencanaan jaringan.
6. Menjelaskan mekanisme pengelolaan alamat IP melalui DHCP dan peran IANA/RIR.
7. Menganalisis studi kasus implementasi pengalamatan IP pada organisasi nyata.
8. Mengidentifikasi permasalahan utama dalam pengalamatan IP serta merumuskan solusi adaptif.

A. PENDAHULUAN DAN KONSEP PENGALAMATAN IP

1. Definisi dan Fungsi Alamat IP

Alamat IP (*Internet Protocol Address*) adalah identitas numerik yang diberikan kepada perangkat yang terhubung dalam suatu jaringan berbasis protokol TCP/IP. Fungsi utama dari alamat IP adalah memberikan identitas unik dan lokasi logis agar perangkat dapat berkomunikasi satu sama lain. Dalam konteks jaringan komputer, alamat IP bekerja mirip dengan alamat rumah: setiap perangkat memiliki alamat unik yang memungkinkan sistem lain menemukan dan mengirimkan informasi dengan benar (Tanenbaum & Wetherall, 2011).

Secara teknis, alamat IP merepresentasikan alamat lapisan jaringan (*Network Layer*) dalam model OSI atau lapisan internet dalam model TCP/IP. Dengan demikian, alamat IP merupakan kunci dalam proses *routing* yaitu pengiriman paket dari sumber ke

tujuan melewati berbagai jaringan yang saling terhubung (Kurose & Ross, 2021).

Fungsi alamat IP dapat dirinci sebagai berikut:

1. Identifikasi *Host*: Setiap komputer, router, server, atau perangkat IoT memiliki IP agar dapat dibedakan dengan perangkat lain.
2. Menentukan Lokasi Jaringan: IP tidak hanya unik, tetapi juga menunjukkan lokasi relatif host dalam sebuah jaringan.
3. *Routing Data*: *Router* menggunakan alamat IP tujuan untuk menentukan jalur terbaik menuju host tujuan.

Sejarah Perkembangan Protokol Internet

Sejarah pengalamatan IP tidak dapat dipisahkan dari perkembangan jaringan internet itu sendiri. Pada tahun 1960-an hingga 1970-an, proyek ARPANET yang didanai Departemen Pertahanan Amerika Serikat mulai menghubungkan komputer-komputer di universitas dan lembaga penelitian. Protokol awal yang digunakan adalah NCP (*Network Control Protocol*). Namun, NCP dianggap kurang fleksibel untuk pertumbuhan jaringan.

Pada tahun 1981, Internet Protocol versi 4 (IPv4) didefinisikan dalam RFC 791 oleh *Internet Engineering Task Force* (IETF). IPv4 menggunakan panjang alamat 32-bit yang kemudian menjadi standar global (Postel, 1981). IPv4 mampu menyediakan sekitar 4,3 miliar alamat unik, jumlah yang pada saat itu dianggap lebih dari cukup.

Seiring perkembangan internet, jumlah perangkat yang terkoneksi meningkat pesat. Lonjakan pengguna internet di era 1990-an hingga 2000-an mengakibatkan prediksi habisnya alamat IPv4. Untuk mengantisipasi hal ini, IETF memperkenalkan *Internet Protocol* versi 6 (IPv6) pada tahun 1998 melalui RFC 2460 (Deering & Hinden, 1998). IPv6 menggunakan panjang alamat 128-bit yang mampu menyediakan jumlah alamat jauh lebih besar (sekitar $3,4 \times 10^{38}$).

Pentingnya Pengalamatan IP dalam Komunikasi Jaringan

Pengalamatan IP adalah fondasi komunikasi data modern. Tanpa adanya alamat IP, perangkat dalam jaringan tidak dapat saling mengenali. Misalnya, ketika seorang pengguna mengakses sebuah situs web, komputer pengguna akan mengirimkan permintaan HTTP yang diarahkan ke alamat IP server tujuan. DNS

(Domain Name System) kemudian menerjemahkan nama domain seperti `www.google.com` ke alamat IP numerik (misalnya `142.250.190.14`) agar komputer dapat melakukan komunikasi (Forouzan, 2017).

Pentingnya pengalamatan IP juga terlihat dalam:

- Internet global: jutaan router bergantung pada IP untuk melakukan routing paket.
- Jaringan lokal (LAN): komputer dalam sebuah kantor atau sekolah menggunakan IP untuk berbagi printer, file, dan sumber daya jaringan.
- Jaringan seluler dan IoT: perangkat pintar, kamera, dan sensor menggunakan IP untuk terhubung dengan layanan cloud.

Selain itu, pengalamatan IP juga memiliki implikasi dalam bidang keamanan, manajemen jaringan, dan kebijakan internet global. Contoh nyata adalah pembagian alamat IP global oleh IANA (*Internet Assigned Numbers Authority*) dan RIR (*Regional Internet Registries*) yang memastikan tidak ada duplikasi dan setiap organisasi mendapatkan alokasi sesuai kebutuhan (IANA, 2025).

B. KONSEP DASAR PENGALAMATAN IP

1. Definisi Alamat IP

Alamat IP (*Internet Protocol Address*) adalah serangkaian angka biner yang digunakan untuk mengidentifikasi perangkat dalam jaringan komputer yang menggunakan protokol TCP/IP. Pada praktiknya, alamat IP direpresentasikan dalam bentuk numerik yang lebih mudah dipahami manusia, misalnya IPv4 ditulis dalam format desimal dengan empat oktet (misalnya `192.168.1.10`), sedangkan IPv6 ditulis dalam format heksadesimal dengan delapan blok (misalnya `2001:0db8:85a3::8a2e:0370:7334`) (Forouzan, 2017).

Alamat IP dapat dianalogikan sebagai alamat rumah di dunia nyata. Sama seperti surat yang membutuhkan alamat tujuan agar dapat sampai pada penerima, paket data dalam jaringan juga membutuhkan alamat IP sebagai tujuan pengiriman. Tanpa alamat IP, tidak mungkin terjadi komunikasi antar perangkat di dalam jaringan maupun antarjaringan di internet (Tanenbaum & Wetherall, 2011).

Struktur Umum Alamat IPv4

Secara teknis, sebuah alamat IPv4 terdiri dari 32 bit yang dibagi menjadi dua bagian besar, yaitu:

- a. *Network ID*
 - Bagian dari alamat IP yang menunjukkan jaringan tempat host berada.
 - Digunakan *router* untuk menentukan jalur pengiriman paket.
- b. *Host ID*
 - Bagian yang menunjukkan identitas *host* (komputer, *server*, atau perangkat lain) di dalam jaringan.
 - *Host ID* harus unik dalam satu jaringan.

Sebagai contoh, alamat 192.168.1.10/24 memiliki:

- *Network ID*: 192.168.1.0
- *Host ID*: 10
- *Subnet Mask*: 255.255.255.0 atau /24.

Struktur ini memungkinkan pemetaan antara jaringan dan host, sehingga setiap perangkat dapat dikenali tidak hanya secara unik, tetapi juga dalam konteks jaringan tempat ia berada (Kurose & Ross, 2021).

Representasi Alamat IP

Alamat IP, meskipun sebenarnya berupa bilangan biner, ditampilkan dalam format berbeda agar lebih mudah digunakan:

Format Biner: representasi asli alamat IP (contoh: 11000000.10101000.00000001.00001010 untuk 192.168.1.10).

Format Desimal: representasi yang paling sering digunakan untuk IPv4 (contoh: 192.168.1.10).

Format Heksadesimal: digunakan pada IPv6 (contoh: 2001:0db8:85a3:0000:0000:8a2e:0370:7334).

Representasi ini bukan hanya soal kemudahan, tetapi juga terkait dengan interoperabilitas antarprotokol. Misalnya, pada level perangkat keras seperti *router*, alamat IP tetap diproses dalam bentuk biner (Cisco Networking Academy, 2022).

Perbedaan antara IP Address, MAC Address, dan Hostname

Untuk memahami peran IP Address lebih dalam, penting membandingkannya dengan MAC Address dan Hostname:

- a. *IP Address*
 - Identitas logis yang dapat dikonfigurasi.

- Dapat berubah sesuai lokasi jaringan atau konfigurasi DHCP.
 - Beroperasi di lapisan jaringan (*Network Layer*).
- b. *MAC Address (Media Access Control)*
- Identitas fisik yang tertanam di kartu jaringan.
 - Bersifat permanen (walau dapat dipalsukan dengan *spoofing*).
 - Beroperasi di lapisan data link (*Data Link Layer*).
- c. *Hostname*
- Identitas berbasis teks yang mudah diingat manusia (misalnya `server.lab.local`).
 - Diresolusikan ke alamat IP melalui sistem DNS.
 - Digunakan pada lapisan aplikasi (*Application Layer*).

Perbedaan ini menunjukkan bahwa IP Address bukanlah satu-satunya identitas perangkat, tetapi bagian dari mekanisme berlapis dalam arsitektur jaringan komputer (Forouzan, 2017).

Hubungan Alamat IP dengan Protokol TCP/IP

Alamat IP merupakan bagian integral dari protokol TCP/IP. Pada model referensi TCP/IP, alamat IP digunakan dalam *Internet Layer* untuk memberikan layanan pengalamatan dan routing. Data yang dikirimkan dari lapisan aplikasi (misalnya email atau HTTP request) akan dibungkus dengan protokol transport (TCP/UDP), kemudian diberi alamat sumber dan tujuan oleh protokol IP.

Ilustrasi singkat aliran data:

- a. Aplikasi membuat data (misalnya permintaan HTTP).
- b. TCP membagi data menjadi segmen dan menambahkan *port number*.
- c. IP menambahkan alamat IP sumber dan alamat IP tujuan.
- d. Data dikirim melalui jaringan fisik dengan bantuan protokol *Ethernet* yang menggunakan *MAC Address*.

KEGIATAN BELAJAR VII

SUBNETTING DAN CIDR

Oleh. Dolly Virgian Shaka Yudha Sakti, S.Kom., M.Kom.

DESKRIPSI PEMBELAJARAN

Bab ini membekali mahasiswa dengan pemahaman komprehensif mengenai konsep Subnetting dan Classless Inter-Domain Routing (CIDR). Setelah mempelajari materi ini, mahasiswa diharapkan mampu memahami prinsip dasar pengalamatan IP, melakukan pembagian jaringan ke dalam subnet yang lebih efisien, dan menerapkan teknik penghematan alamat IP menggunakan CIDR.

Mahasiswa akan mengembangkan kemampuan analitis untuk menghitung subnet mask, jumlah host per subnet, dan pengalokasian alamat IP sesuai kebutuhan jaringan. Materi ini juga memperkenalkan evolusi pengalamatan jaringan dari pendekatan berbasis kelas (Classful) menuju skema CIDR yang lebih fleksibel dan hemat alamat. Dengan pendekatan praktis dan studi kasus yang relevan, bab ini menjadi landasan penting untuk membangun pemahaman konseptual dan keterampilan teknis mahasiswa dalam merancang, mengelola, dan mengoptimalkan jaringan komputer.

KOMPETENSI PEMBELAJARAN

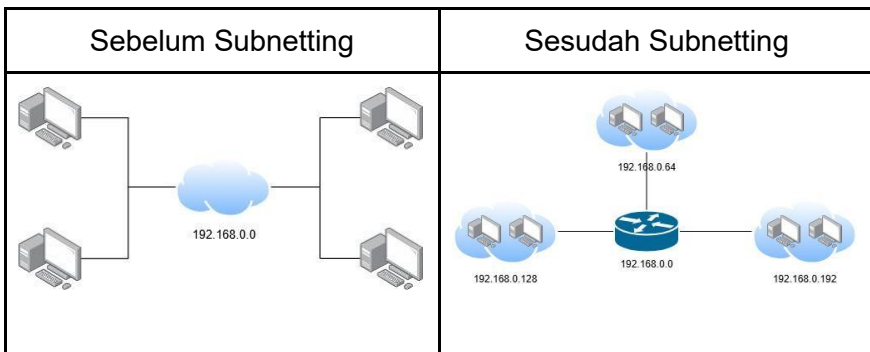
Setelah mempelajari bab ini, mahasiswa diharapkan mampu.

1. Menjelaskan konsep dan tujuan dari subnetting dan CIDR dalam perancangan jaringan komputer modern.
2. Mengidentifikasi kebutuhan jaringan yang dapat diselesaikan melalui penerapan subnetting atau CIDR.
3. Menghitung subnet mask, jumlah subnet, dan jumlah host yang tersedia secara tepat untuk berbagai kebutuhan jaringan.
4. Menerapkan teknik subnetting dan CIDR dalam merancang skema pengalamatan yang efisien dan fleksibel.

A. KONSEP DASAR SUBNETTING

Pengalamatan IP merupakan pondasi utama dalam komunikasi jaringan komputer. Sejak awal 1980-an, sistem pengalamatan berbasis kelas (classful addressing) diperkenalkan untuk membagi ruang alamat IP menjadi beberapa kelas utama (A, B, C, D, dan E). Meskipun sederhana, sistem ini memiliki kelemahan serius, terutama pemborosan alamat IP. Misalnya, sebuah organisasi yang hanya membutuhkan beberapa ratus alamat host mungkin terpaksa menggunakan jaringan Class B dengan ribuan alamat yang tidak terpakai.

Masalah pemborosan dan keterbatasan fleksibilitas inilah yang mendorong lahirnya teknik subnetting. Subnetting memungkinkan sebuah jaringan besar dibagi menjadi beberapa jaringan kecil (subnet) sehingga penggunaan alamat IP menjadi lebih efisien. Selain itu, subnetting juga membantu meningkatkan keamanan, mengurangi beban lalu lintas (traffic) dalam satu domain broadcast, serta memudahkan pengelolaan jaringan yang kompleks.



Gambar 7. 1 Subnetting

Dengan memahami konsep dasar subnetting, mahasiswa akan memperoleh gambaran mengapa teknik ini sangat penting dalam perancangan jaringan modern, serta bagaimana subnetting menjadi jembatan menuju pengembangan teknik pengalamatan yang lebih fleksibel seperti CIDR (Classless Inter-Domain Routing).

1. Pengertian dan Tujuan Subnetting

Subnetting adalah proses membagi sebuah jaringan IP besar menjadi jaringan-jaringan kecil yang lebih mudah dikelola, yang disebut subnet (subnetwork). Dengan subnetting, alamat IP tidak hanya dipandang sebagai satu blok besar, tetapi dipecah menjadi bagian-bagian lebih kecil sesuai kebutuhan. Hal ini memungkinkan administrator jaringan mengoptimalkan penggunaan alamat IP, mengurangi pemborosan, serta meningkatkan efisiensi pengelolaan.

Subnetting tidak bertujuan untuk menciptakan alamat IP baru, tetapi untuk mengorganisir dan mengoptimalkan penggunaan alamat IP yang telah dialokasikan. Tujuan utamanya adalah:

- a. Efisiensi Alamat IP: Menghindari pemborosan alamat IP yang terjadi jika menggunakan sistem classful.
- b. Manajemen Jaringan Lebih Mudah: Memisahkan jaringan besar menjadi beberapa subnet yang lebih kecil memudahkan pemantauan dan pengaturan.
- c. Meningkatkan Keamanan: Subnetting dapat membatasi lalu lintas broadcast pada satu subnet, sehingga gangguan atau serangan tidak mudah menyebar ke seluruh jaringan.
- d. Skalabilitas: Membantu organisasi menyesuaikan pembagian jaringan sesuai dengan pertumbuhan jumlah perangkat.
- e. Pengendalian Lalu Lintas: Membatasi domain broadcast sehingga kinerja jaringan lebih optimal.

2. Elemen Dasar Subnetting

Untuk melakukan dan memahami subnetting, ada tiga elemen dasar yang harus dipahami: Alamat IP, Subnet Mask, dan jenis-jenis ID dalam subnet.

- a. **Alamat IP:** Sebuah alamat IP terdiri dari 32 bit biner yang dibagi menjadi tiga bagian: Network ID dan Host ID. Network ID mengidentifikasi jaringan tempat perangkat berada, sedangkan Host ID mengidentifikasi perangkat individual dalam jaringan tersebut.
- b. **Subnet Mask:** Ini adalah 32-bit angka biner yang digunakan untuk memisahkan bagian Network ID dan Host ID dari sebuah alamat IP. Subnet Mask terdiri dari serangkaian bit **1** yang mewakili Network ID dan serangkaian bit **0** yang mewakili Host ID. Sebagai contoh, sebuah subnet mask

255.255.255.0 (dalam desimal) memiliki 24 bit 1, yang berarti 24 bit pertama dari alamat IP adalah Network ID.

- c. **Jenis-jenis ID:** Dalam sebuah subnet, ada tiga jenis alamat yang memiliki peran khusus:
- Network ID:** Alamat pertama dari sebuah subnet, dengan semua bit Host ID-nya bernilai 0. Alamat ini tidak dapat digunakan oleh host dan berfungsi untuk mengidentifikasi subnet secara keseluruhan.
 - Broadcast ID:** Alamat terakhir dari sebuah subnet, dengan semua bit Host ID-nya bernilai 1. Alamat ini digunakan untuk mengirim pesan ke semua host dalam subnet tersebut dan juga tidak dapat digunakan oleh host.
 - Host ID:** Alamat-alamat di antara Network ID dan Broadcast ID. Alamat inilah yang dapat digunakan dan dialokasikan ke perangkat (komputer, printer, router, dll.).

3. Aturan dan Konvensi Subnetting

Dalam melakukan subnetting, terdapat sejumlah aturan dan konvensi yang perlu dipahami agar pembagian jaringan berjalan benar:

- Alamat pertama dalam subnet selalu digunakan sebagai Network ID dan tidak bisa dipakai oleh host.
- Alamat terakhir dalam subnet adalah Broadcast Address, juga tidak bisa digunakan oleh host.
- Alamat host yang valid berada di antara Network ID dan Broadcast Address.
- Jumlah host per subnet dihitung dengan rumus:
$$\text{Jumlah host} = 2^n - 2$$
dengan n adalah jumlah bit host yang tersedia. Pengurangan "2" dilakukan karena satu alamat dipakai untuk Network ID dan satu lagi untuk Broadcast Address.
- Subnet mask harus konsisten untuk semua host dalam satu subnet agar komunikasi bisa berjalan.
- Penggunaan notasi CIDR (/n) mulai diperkenalkan untuk menyederhanakan penulisan subnet mask,

contohnya 192.168.1.0/24 berarti subnet mask 255.255.255.0.

B. PERHITUNGAN SUBNETTING (CLASSFUL SUBNETTING)

Subnetting merupakan teknik penting dalam perancangan jaringan komputer yang memungkinkan pembagian satu jaringan besar menjadi beberapa jaringan kecil (subnet). Dalam pendekatan classful, subnetting dilakukan berdasarkan kelas alamat IP yang telah ditentukan secara default (A, B, dan C). Meskipun pendekatan ini kini telah banyak digantikan oleh CIDR, pemahaman terhadap classful subnetting tetap relevan sebagai dasar untuk memahami struktur pengalamatan IP dan logika pembagian jaringan.

Melalui sub bab ini, mahasiswa akan mempelajari cara mengidentifikasi kelas alamat IP, menghitung jumlah subnet dan host, serta memahami bagaimana subnetting diterapkan pada masing-masing kelas alamat. Pendekatan ini akan memperkuat kemampuan analitis mahasiswa dalam merancang jaringan yang efisien dan terstruktur.

1. Identifikasi Kelas Alamat IP

Alamat IP versi 4 (IPv4) dibagi ke dalam beberapa kelas berdasarkan nilai oktet pertama. Setiap kelas memiliki rentang alamat dan jumlah host yang berbeda.

Tabel 7. 1 Identifikasi Kelas Alamat IP

Kelas	Rentang Alamat	Subnet Mask Default	Jumlah Host Default
A	0.0.0.0 – 127.255.255.255	255.0.0.0 (/8)	± 16 juta host

B	128.0.0.0 – 191.255.255.255	255.255.0.0 (/16)	± 65 ribu host
C	192.0.0.0 – 223.255.255.255	255.255.255.0 (/24)	254 host

Contoh:

- IP 10.0.0.0 termasuk kelas A
- IP 172.16.0.0 termasuk kelas B
- IP 192.168.1.0 termasuk kelas C

Pada Classful identifikasi kelas alamat IP ini penting dilakukan karena menentukan subnet mask awal, serta langkah awal sebelum melakukan perhitungan subnetting.

2. Subnetting pada Alamat Class C

Contoh kasus: Sebuah kampus memiliki empat ruang laboratorium komputer—Lab A, Lab B, Lab C, dan Lab D—yang harus dipisahkan ke dalam jaringan masing-masing agar lalu lintas broadcast tidak saling mengganggu, manajemen alamat lebih tertib, dan kebijakan keamanan lebih mudah diterapkan. Seluruh jaringan lab terhubung ke satu router sebagai pengarah trafik antar-lab dan ke jaringan kampus/Internet.

Karena kita masih menerapkan classful subnetting, maka tiap lab akan menggunakan satu jaringan Class C utuh (mask default /24), tanpa meminjam bit host.

Catatan: Pendekatan classful ini sederhana dan mudah dipahami, tetapi boros alamat jika jumlah PC per lab sedikit. Efisiensi akan dibahas nanti saat masuk CIDR/VLSM.

Penyelesaian:

1. Pilih blok alamat privat Class C sebagai ruang alamat internal. Contoh: gunakan rentang 192.168.10.0/24 dan empat jaringan berturut-turut.

KEGIATAN BELAJAR VIII

PROTOKOL JARINGAN DAN PORT

Oleh. M. Rhifky Wayahdi, S.Kom., M.Kom.

DESKRIPSI PEMBELAJARAN

Bab ini akan mengupas secara mendalam tentang protokol jaringan dan port, dua komponen fundamental yang menjadi landasan arsitektur sistem komunikasi modern. Pembaca akan diajak untuk memahami bagaimana protokol seperti TCP/IP menjadi tulang punggung pertukaran data yang andal, serta bagaimana nomor port berfungsi sebagai alamat spesifik untuk memastikan data sampai ke aplikasi yang tepat pada sebuah perangkat. Pembahasan akan meluas dari konsep dasar hingga aplikasi praktis di berbagai domain teknologi, termasuk sistem komunikasi industri yang menggunakan Modbus, lingkungan *Internet of Things* (IoT) dengan protokol MQTT, jaringan seluler, hingga sistem keamanan siber. Bab ini akan menyoroti pentingnya manajemen port yang dinamis dan aman—mulai dari pemrograman soket dasar hingga mekanisme adaptif canggih—sebagai kunci untuk mendorong kinerja, keandalan, dan keamanan jaringan di tengah evolusi ancaman siber yang terus berkembang.

KOMPETENSI PEMBELAJARAN

Setelah mempelajari bab ini, mahasiswa diharapkan mampu.

1. Menjelaskan peran fundamental dari *suite* protokol TCP/IP dan fungsi nomor port dalam komunikasi jaringan.
2. Menguraikan konsep *multiplexing* pada lapisan transpor dan bagaimana port memfasilitasinya.
3. Mengidentifikasi penggunaan protokol dan port spesifik di berbagai domain, seperti Modbus TCP/IP (port 502) di lingkungan industri, MQTT (port 1883/8883) di IoT, dan SIP (port 5060) pada VoIP.
4. Menganalisis perbedaan dan keunggulan protokol modern seperti QUIC dibandingkan dengan TCP tradisional, terutama dalam konteks mobile dan IoT.

5. Menjelaskan berbagai strategi manajemen port untuk meningkatkan keamanan jaringan, termasuk randomisasi port, deteksi anomali, dan konfigurasi *firewall*.
6. Memahami tantangan yang ditimbulkan oleh teknologi seperti *Network Address Translation* (NAT), virtualisasi, dan *Software-Defined Networking* (SDN) terhadap manajemen port.
7. Menjelaskan peran penting data port dalam investigasi forensik jaringan untuk merekonstruksi insiden keamanan.

A. PROTOKOL DASAR: TCP/IP DAN PERAN PORT

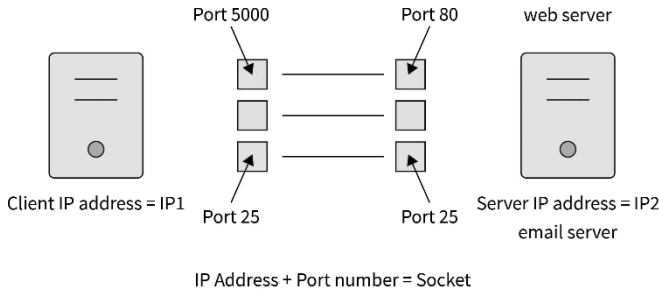
Suite protokol *Transmission Control Protocol/Internet Protocol* (TCP/IP) merupakan tulang punggung komunikasi jaringan modern, yang memungkinkan pertukaran data yang andal antar perangkat di berbagai jaringan (Felix, 2024). Fondasi ini tidak hanya mendukung internet global yang kita kenal saat ini, tetapi juga hampir semua bentuk jaringan lokal dan privat. Keberhasilan TCP/IP terletak pada model lapisannya yang modular, yang memecah tugas komunikasi yang kompleks menjadi bagian-bagian yang lebih mudah dikelola. Setiap lapisan memiliki fungsi spesifik, mulai dari pengiriman sinyal fisik pada link layer hingga penyajian data kepada aplikasi pengguna pada *application layer*. Di jantung model ini, pada *transport layer*, terdapat TCP yang menyediakan mekanisme pengiriman data yang dapat diandalkan, teratur, dan terverifikasi, menjadikannya protokol pilihan untuk aplikasi di mana integritas data adalah yang utama, seperti transfer file, email, dan penjelajahan web.

Secara spesifik, TCP, sebagai protokol yang berorientasi pada koneksi (*connection-oriented*), membangun saluran komunikasi *end-to-end* yang dapat diandalkan melalui mekanisme seperti *three-way handshake* dan transmisi ulang paket yang hilang. Proses ini difasilitasi oleh penggunaan nomor port yang ditetapkan secara unik (Tauqeer et al., 2024). *Three-way handshake* (SYN, SYN-ACK, ACK) adalah proses negosiasi awal yang memastikan kedua perangkat siap untuk berkomunikasi dan menyetujui parameter koneksi, seperti nomor urut awal untuk melacak data. Setelah koneksi terbentuk, TCP menggunakan nomor urut dan pesan konfirmasi (ACK) untuk setiap segmen data yang dikirim. Jika pengirim tidak menerima konfirmasi dalam jangka

waktu tertentu, data tersebut akan dikirim ulang. Mekanisme ini menjamin bahwa semua data tiba di tujuan dalam urutan yang benar dan tanpa ada bagian yang hilang, meskipun jaringan yang mendasarinya mungkin tidak andal.

Di tengah proses ini, nomor port memainkan peran yang sangat krusial. Nomor port ini sangat penting untuk membedakan beberapa titik akhir komunikasi pada satu host yang sama, memastikan data dikirimkan ke proses aplikasi yang benar (Felix, 2024; Tauqeer et al., 2024). Bayangkan sebuah gedung perkantoran besar (yang diwakili oleh alamat IP). Alamat IP hanya membawa Anda ke gedung tersebut, tetapi Anda memerlukan nomor ruangan atau lantai (nomor port) untuk menemui orang atau departemen yang spesifik. Demikian pula, sebuah server dapat menjalankan beberapa layanan secara bersamaan—server web pada port 80/443, server email pada port 25, dan server FTP pada port 21. Nomor port memungkinkan paket data yang masuk untuk disortir dan diarahkan ke aplikasi server yang sesuai, mencegah kebingungan dan memastikan setiap layanan dapat beroperasi secara independen pada mesin yang sama.

Pada tingkat aplikasi, nomor port menjadi alat yang kuat untuk membedakan antara layanan yang berbeda dan memastikan operasi simultan (*multiplexing*) dari berbagai protokol aplikasi pada satu host. Fungsi multiplexing yang disediakan oleh lapisan transpor ini memungkinkan banyak aplikasi untuk berbagi infrastruktur jaringan yang sama tanpa terjadi tabrakan data (Felix, 2024). Pemrograman soket adalah contoh utama bagaimana nomor port dimanfaatkan, di mana setiap koneksi antara klien dan server diidentifikasi secara unik oleh kombinasi alamat IP dan nomor port yang sesuai di kedua sisi. Sebuah soket, yang merupakan titik akhir komunikasi, secara esensial adalah representasi perangkat lunak dari pasangan IP:Port. Kemampuan ini sangat penting dalam berbagai skenario, mulai dari transaksi keuangan berfrekuensi tinggi hingga lingkungan IoT dengan sumber daya terbatas di mana setiap perangkat menangani banyak koneksi simultan (Khan et al., 2024).



Gambar 8. 1 TCP Server-Client Implementation (TCP/IP Port and Socket)

Seiring berkembangnya protokol jaringan, signifikansi manajemen port terus menjadi relevan, terutama ketika mempertimbangkan persimpangan antara infrastruktur jaringan tradisional dengan protokol baru seperti QUIC (Tauqeer et al., 2024). Meskipun TCP telah melayani internet dengan sangat baik selama beberapa dekade, ia memiliki keterbatasan, seperti *head-of-line blocking* di mana hilangnya satu paket dapat menunda pengiriman semua paket berikutnya dalam aliran yang sama. QUIC, yang dibangun di atas UDP (protokol tanpa koneksi yang lebih cepat), mengatasi masalah ini dengan menangani aliran secara independen sambil tetap menyediakan keandalan dan keamanan yang setara dengan TCP. Integrasi antara protokol lawas dan modern ini menciptakan ekosistem multifaset yang menggabungkan keandalan TCP dengan keunggulan kecepatan dari pendekatan yang lebih baru. Evolusi ini menunjukkan bahwa meskipun prinsip dasar port tetap sama, implementasi dan penggunaannya terus beradaptasi untuk memenuhi tuntutan aplikasi modern yang lebih cepat dan lebih dinamis.

B. APLIKASI PROTOKOL DAN PORT DI BERBAGAI DOMAIN

Komunikasi jaringan tidak hanya ditentukan oleh protokol itu sendiri, tetapi juga oleh nomor port spesifik yang dialokasikan untuk aplikasi yang berbeda. Port menyediakan mekanisme pengalamatan yang merutekan paket di dalam sistem *host* ke layanan perangkat lunak yang sesuai, yang merupakan pusat dari interoperabilitas yang mulus antara berbagai sistem jaringan

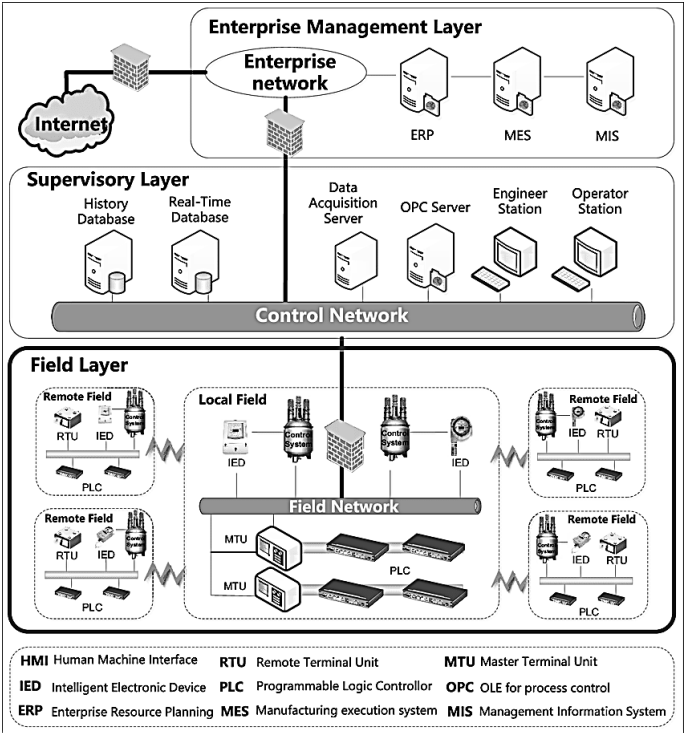
(Etxezarreta et al., 2023). Dalam praktiknya, penetapan port ini menjadi bahasa universal yang memungkinkan perangkat dari produsen berbeda untuk berkomunikasi secara efektif. Standarisasi port, yang diatur oleh badan seperti *Internet Assigned Numbers Authority* (IANA), menciptakan kerangka kerja yang dapat diprediksi oleh para pengembang. Tanpa penetapan port yang jelas, setiap aplikasi harus menemukan cara unik untuk mengidentifikasi layanannya, yang akan menyebabkan kekacauan dan menghambat inovasi. Oleh karena itu, pemahaman mendalam tentang bagaimana port digunakan di berbagai domain spesifik sangat penting bagi para insinyur jaringan, pengembang perangkat lunak, dan profesional keamanan.

1. Jaringan Industri dan Otomasi

Di dalam jaringan industri, protokol komunikasi seperti Modbus memainkan peran penting dalam memastikan pertukaran data yang andal antara perangkat keras, *programmable logic controllers* (PLC), dan sistem pengawasan. Lingkungan teknologi operasional (OT) ini memiliki prioritas yang berbeda dari jaringan teknologi informasi (IT) pada umumnya; keandalan, ketersediaan, dan latensi rendah sering kali lebih penting daripada *throughput* tinggi. Protokol seperti Modbus dirancang untuk menjadi sederhana dan kuat, memungkinkan perangkat yang relatif tidak canggih untuk berkomunikasi secara efektif. Varian Modbus, termasuk Modbus RTU untuk komunikasi serial dan Modbus TCP/IP untuk jaringan berbasis *Ethernet*, menggunakan nomor port default spesifik. Misalnya, port 502 adalah standar untuk koneksi Modbus TCP/IP guna memfasilitasi interoperabilitas di antara perangkat kontrol industri (Taşdemir, 2023; Izquierdo-Monge et al., 2024).

Ketergantungan pada port standar ini menyederhanakan integrasi sistem, namun juga menuntut langkah-langkah keamanan yang kuat karena meningkatnya ancaman siber yang menargetkan sistem kontrol industri. Secara historis, jaringan OT sering kali terisolasi secara fisik dari jaringan eksternal (*air-gapped*), sehingga keamanan protokol bukanlah perhatian utama. Namun, dengan adanya tren konvergensi IT/OT untuk tujuan efisiensi dan analisis data, banyak dari sistem ini sekarang terhubung ke jaringan perusahaan dan bahkan internet. Penyerang yang mengetahui

bahwa port 502 sering digunakan untuk komunikasi Modbus dapat secara khusus menargetkan port ini untuk mencoba mengganggu atau mengambil alih proses industri. Oleh karena itu, tindakan pengamanan seperti firewall tingkat industri, segmentasi jaringan, dan sistem deteksi intrusi yang memantau lalu lintas di port-port kritis ini menjadi sangat esensial.



Gambar 8. 2 Arsitektur Jaringan Sistem Kontrol Industri

Robot kolaboratif (*cobots*) dan komputer industri juga mengandalkan komunikasi berbasis port yang kuat saat berinteraksi melalui protokol jaringan. Dalam lingkungan manufaktur modern, *cobots* bekerja berdampingan dengan manusia, yang membuat komunikasi waktu nyata menjadi sangat penting untuk keselamatan dan efisiensi. Penggunaan protokol

KEGIATAN BELAJAR IX

SWITCHING DAN ROUTING

Oleh. Karno Diantoro, S.Kom., M.Kom.

DESKRIPSI PEMBELAJARAN

Mata pelajaran ini membahas konsep dasar, prinsip kerja, serta penerapan switching dan routing dalam jaringan komputer. Peserta didik akan memahami bagaimana data ditransmisikan dalam jaringan, perbedaan switching dan routing, jenis-jenis metode switching (circuit, packet, message), serta penerapan routing statis dan dinamis dengan berbagai protokol (RIP, OSPF, BGP). Pembelajaran ini menekankan pemahaman teoretis sekaligus keterampilan praktis dalam mengkonfigurasi perangkat jaringan, menganalisis tabel routing, dan merancang topologi jaringan sederhana maupun kompleks sesuai kebutuhan dunia kerja dan industri teknologi informasi.

KOMPETENSI PEMBELAJARAN

Setelah mengikuti pembelajaran ini, peserta didik diharapkan mampu:

1. **Memahami Konsep Dasar**
 - a. Menjelaskan pengertian switching dan routing dalam jaringan komputer.
 - b. Menguraikan perbedaan peran switch dan router dalam model OSI.
2. **Mengidentifikasi Jenis Switching dan Routing**
 - a. Menganalisis perbedaan metode switching (circuit, packet, message).
 - b. Menjelaskan perbedaan routing statis dan dinamis.
3. **Menerapkan Routing Protocol**
 - a. Mengidentifikasi karakteristik protokol RIP, OSPF, dan BGP.
 - b. Mengimplementasikan konfigurasi routing sederhana pada perangkat jaringan (misalnya Cisco/MikroTik).
4. **Menganalisis dan Membandingkan Switching dan Routing**

- a. Membuat tabel perbandingan switching dan routing berdasarkan layer OSI, alamat, kecepatan, dan lingkup kerja.
 - b. Mengevaluasi peran switching dan routing pada LAN dan WAN.
5. **Menerapkan pada Studi Kasus**
- a. Merancang topologi jaringan dengan switch dan router sesuai kebutuhan organisasi/perusahaan.
 - b. Mensimulasikan alur data antar perangkat dalam LAN menggunakan switch, serta antar jaringan menggunakan router.

A. LATAR BELAKANG

1. Jaringan sebagai tulang punggung transformasi digital

Seluruh sektor—pemerintahan, pendidikan, kesehatan, manufaktur, dan UMKM—mengandalkan jaringan sebagai fondasi layanan digital, kolaborasi waktu nyata, serta integrasi aplikasi lintas lokasi dan cloud. Survei dan riset industri terbaru menegaskan bahwa prioritas TI beralih ke ketahanan, keamanan, otomatisasi, dan observabilitas jaringan, karena ekspektasi kinerja/aplikasi terus meningkat dan beban kerja makin terdistribusi (multi-cloud, edge). Laporan Cisco Global Networking Trends 2024 (bersama IDC, 2.052 responden di 13 pasar) menempatkan otomatisasi, keamanan end-to-end, dan pengalaman pengguna aplikasi sebagai fokus investasi jaringan tahun ini. ([Cisco](#))

2. Lonjakan trafik “timur-barat” dan era AI

Topologi aplikasi modern (microservices, container, GPU cluster) menggeser pola trafik dari dominan “utara-selatan” (client↔data center) menjadi “timur-barat” (intra-data center). Beban kerja AI/ML memperbesar tren ini: pertukaran data intens antara GPU/accelerator menuntut latensi sangat rendah, throughput sangat tinggi, dan fabric yang adaptif. Industri melaporkan kebutuhan optical/Ethernet berkapasitas ratusan Tbps pada switching untuk jaringan AI skala hiperskaler (mis. pengiriman Broadcom Tomahawk 6 102,4 Tbps; analisis pasar menyoroti perusahaan switching/routing sebagai pemenang gelombang AI). Implikasinya, rancangan switching & routing harus mengutamakan

ECMP skala besar, pengaturan antrian/queuing, congestion control, serta telemetri real-time. ([Investors](#), [Barron's](#), [Volico Data Centers](#))

Sejalan itu, vendor dan praktisi mencatat east-west traffic tumbuh lebih cepat daripada north-south; arsitektur leaf-spine, fabric Ethernet AI, dan skema routing adaptif menjadi norma baru untuk menghindari bottleneck dan hotspot. ([HPE Community](#))

3. Transisi IPv6: dari kemampuan ke preferensi

Keterbatasan IPv4 dan tuntutan skala aplikasi mendorong migrasi ke IPv6. Data observabilitas global 2024 menunjukkan:

- **Cloudflare Radar:** 28,5% dari *IPv6-capable requests* dilayani lewat IPv6 (naik dari 26,4% pada 2023); sejumlah negara melewati ambang 50–70%. ([The Cloudflare Blog](#))
- **APNIC (Annual Report 2024):** adopsi IPv6 di kawasan Asia-Pasifik mendekati 48% pada akhir 2024. ([APNIC](#))
- **Internet Society Pulse (mid-2024):** negara “mayoritas IPv6” (≥50%) bertambah signifikan secara global. ([Internet Society Pulse](#))

Konsekuensi desainnya: *dual-stack* masih luas, namun jaringan dan perangkat perlu siap untuk skenario *IPv6-only data center* dan mekanisme *translation/transition* yang efisien. Strategi pengamatan-end-to-end IPv6 serta standar monitoring baru juga sedang dibahas di IETF. ([LACNIC Blog](#), [IETF Datatracker](#))

Migrasi dari **IPv4** menuju **IPv6** semakin nyata. Data terbaru menunjukkan pada tabel dibawah ini:

Tabel 9. 1 Migrasi dari IPv4 menuju IPv6

Sumber	Tahun	Temuan Utama
Cloudflare Radar	2024	28,5% request global sudah <i>served via IPv6</i>
APNIC Report	2024	Adopsi IPv6 di Asia Pasifik: ±48%
Internet Society	2024	Negara mayoritas IPv6 (>50%) semakin banyak

4. Evolusi standar & praktik: dari routing “statik” ke performa dan waktu

Di level standar, IETF merilis *RFC 9439 (ALTO Performance Cost Metrics, 2023)* yang memperluas metrik performa (delay, jitter, loss, bandwidth) agar **aplikasi** dapat memilih *path/peer* berdasarkan kondisi jaringan aktual—menjembatani dunia aplikasi dan keputusan routing/peering. Arah ke depan juga menyentuh *Time-Variant Routing (TVR)* untuk mengekspos informasi rute yang berubah menurut waktu/keadaan (draft 2025), relevan bagi jaringan energi, satelit, atau transportasi. Semua ini memperkaya ekosistem **intent-based & application-aware networking**. ([IETF Datatracker](#), [RFC Editor](#))

5. Otomatisasi, SDN, dan operasi berbasis *intent*

Sejak 2021, adopsi *SDN/SD-WAN* dan orkestrasi lintas domain meningkat untuk menyederhanakan pengelolaan jaringan yang makin kompleks. Kajian akademik/industri terbaru memproyeksikan pasar SDN tumbuh dua digit CAGR hingga akhir dekade; organisasi mengutamakan **automation, orchestration, AIOps**, dan layanan terkelola untuk mengisi kesenjangan keterampilan. **Forrester 2024** menyoroti *multicloud networking, Zero Trust edge*, dan otomatisasi sebagai prioritas, sementara riset pasar lain memproyeksikan pertumbuhan pasar SDN yang kuat. ([ScienceDirect](#), [Forrester](#), [Credence Research Inc.](#))

6. Realitas ekonomi & siklus pasar perangkat

Dari sisi industri, **Dell'Oro Group (2024)** mengamati “*enterprise digestion*”—organisasi sedang menyerap pembelian perangkat era pandemi dan mengelola *excess inventory*, menyebabkan perlambatan sementara di segmen **campus switching, branch routing, WLAN**, dan *enterprise DC switching* sebelum rebound yang diperkirakan pada 2025. Hal ini penting bagi pembaca untuk memetakan **roadmap pengadaan** dan *Total Cost of Ownership (TCO)* jangka menengah. ([Dell'Oro Group](#))

7. Keamanan: Zero Trust, segmentasi, dan telemetri

Permukaan serangan meluas (SaaS, multi-cloud, edge/OT, IoT). Praktik **Zero Trust**—*never trust, always verify*—menuntut segmentasi mikro (VLAN/VXLAN, VRF, ACL), kebijakan berbasis identitas/aplikasi, serta **telemetri** untuk deteksi anomali. Tren 2023–2025 memperlihatkan integrasi **network security** dan **connectivity** (SASE/ZTE), serta perlunya **observabilitas L2–L7** agar kebijakan aman tidak merusak *user experience*. Laporan dan survei jaringan 2024 menempatkan keamanan terpadu dan otomatis sebagai prioritas investasi. ([Cisco](#), [Forrester](#))

8. Ketersediaan & ketahanan (resilience) sebagai target mutu

Insiden gangguan Internet 2024 (pemadaman regional, kabel laut, listrik) menunjukkan kebutuhan **path diversity**, *fast convergence*, *brownout detection*, serta **capacity headroom** pada fabric switching/routing. Data observasi global Cloudflare Radar mendokumentasikan ratusan gangguan besar sepanjang 2024—argumen kuat bahwa desain harus **failure-tolerant** dan *monitorable*. ([The Cloudflare Blog](#))

9. Urgensi kompetensi & kurikulum terkini

Organisasi anggota **APNIC (2024)** meminta peningkatan pelatihan **keamanan** dan **deploy IPv6**, mengindikasikan adanya **skills gap** pada operasi jaringan modern—mulai dari perancangan adresing IPv6, kebijakan lintas domain, hingga automasi (*infra as code*) dan telemetri. Hal ini mempertegas perlunya materi buku yang tidak hanya konseptual, tetapi juga **praktis dan hands-on**. ([APNIC](#))

10) Alasan fokus pada “Switching dan Routing”

Seluruh dinamika di atas bermuara pada dua kompetensi inti:

- **Switching**: menopang **throughput intra-LAN/fabric**, segmentasi, QoS, dan telemetry sebagai prasyarat kinerja aplikasi modern, terutama **east-west intensive workloads** seperti AI/analytics. ([Investors](#))
- **Routing**: menentukan **jalur optimal lintas jaringan**, memastikan *availability* lintas domain (on-prem, multi-cloud), serta menerapkan **policy/intent** yang selaras dengan kebutuhan aplikasi dan keamanan. Evolusi standar

(ALTO, TVR) menunjukkan bahwa **keputusan aplikasi** dan **kondisi jaringan** makin terintegrasi. ([IETF Datatracker](#))

Dengan demikian, buku ini disusun untuk memberikan landasan teoretis dan praktis yang **mutakhir** bagi mahasiswa dan praktisi—mulai dari konsep dasar hingga penerapan modern (IPv6, SDN, automasi, observabilitas, dan keamanan)—agar mampu merancang, mengoperasikan, dan mengoptimasi jaringan yang **kinerja-tinggi, aman, dan tangguh** di era **AI-ready networking**.

A. Switching

1. Pengertian Switching

Switching adalah proses penerusan frame/ paket data antar perangkat di dalam sebuah jaringan lokal (LAN) dengan tujuan menyampaikan data dari sumber ke tujuan secara efisien dan selektif. Perangkat utama yang melakukan switching disebut **switch** (lapisan 2/Layer-2 pada model OSI), yang memanfaatkan alamat MAC untuk memutuskan port keluaran. Switching menggantikan perilaku lama hub (broadcast ke semua port) sehingga mengurangi collision domain dan meningkatkan throughput jaringan. ([Cisco](#), [GeeksforGeeks](#))

Inti fungsi switching: belajar (learning), membuat keputusan penerusan (forwarding), memfilter traffic yang tidak perlu (filtering), dan jika diperlukan membanjiri (flooding) frame ke semua port ketika tujuan belum diketahui. Fungsi-fungsi ini memberikan dasar operasi switch modern. ([Global Knowledge](#))

2. Jenis-jenis Switching

Berikut tiga paradigma switching klasik (digunakan dalam desain jaringan dan telekomunikasi):

Tabel 9. 2 Jenis-jenis Switching

Jenis Switching	Mekanisme singkat	Kelebihan	Kekurangan
<i>Circuit Switching</i>	Jalur logis/dedikasi dibangun sebelum transfer (seperti telepon tradisional).	Kualitas layanan stabil (VOIP jelas), latensi konsisten.	Inefisien pemakaian resource (reserved sepanjang sesi).
<i>Message Switching</i>	Seluruh pesan dikirim ke node perantara, disimpan, lalu diteruskan (<i>store-and-forward</i> pada skala pesan).	Tidak perlu koneksi <i>end-to-end</i> ; toleran terhadap gangguan sementara.	Latensi besar; <i>overhead</i> penyimpanan.
<i>Packet Switching</i>	Data dipecah paket; tiap paket dapat mengambil jalur berbeda (<i>IP Internet</i>).	Pemanfaatan resource efisien, skalabel, fault-tolerant.	Perlu mekanisme pengurutan/ penanganan kehilangan paket; <i>variable latency</i> .

Packet switching adalah model dominan di jaringan data modern (*Ethernet/IP*) karena skalabilitas dan efisiensi; *circuit switching* masih relevan di layanan yang memerlukan QoS sangat deterministik (beberapa aplikasi suara/telekom tertentu). ([GeeksforGeeks](#), [studytonight.com](#))

3. Perangkat Switching: Hub, Switch, Bridge

Ringkas perbandingan:

- **Hub** (Layer 1): perangkat fisik sederhana; menerima sinyal di satu port dan menyalinnya ke semua port lain (*broadcast*). Tidak ada filtering, semua node berada dalam satu collision domain → kepadatan lalu lintas rendah.
- **Bridge** (Layer 2, awal): menghubungkan dua segmen LAN, menggunakan alamat MAC untuk memutuskan apakah meneruskan frame; membagi collision domain tetapi menjaga satu broadcast domain.
- **Switch** (Layer 2, modern): multiport bridge dengan buffer, ASIC/CAM untuk lookup cepat. Mendukung full-duplex, VLAN, port security, dan beragam fitur manajemen. Switch modern juga bisa beroperasi di Layer 3 (*routing* ringan). ([Global Knowledge](#), [GeeksforGeeks](#))

Tabel 9. 3 Perangkat Switching: Hub, Switch, Bridge

Fitur	Hub	Bridge	Switch
Layer OSI	1	2	2 (beberapa L3)
Broadcast	ya	ya	Ya (VLAN dapat membatasi)
Filter berdasarkan MAC	tidak	ya	ya (CAM table)
Full-duplex	tidak	terbatas	ya
Use case	very small legacy	segmentasi sederhana	LAN modern, VLAN, security

4. Mekanisme Kerja Switch

Operasi dasar switch dapat dirangkum dalam empat langkah fungsi: **Learning, Forwarding, Filtering, Flooding**.

- a. **Learning**: ketika switch menerima frame, ia membaca source MAC dan memetakan MAC tersebut ke port masuk dalam *MAC address table* (CAM). Ini memungkinkan switch “belajar” lokasi perangkat.
- b. **Forwarding / Filtering**: saat frame masuk, switch mencari destination MAC di tabel:
 - o Jika ada entri dan port keluaran berbeda → **forward** hanya ke port tujuan.
 - o Jika entri ada tapi port sama → **filter** (drop) karena sumber dan tujuan pada port sama.
- c. **Flooding**: jika destination MAC *tidak ditemukan*, switch akan membanjiri frame ke semua port kecuali port asal (broadcast ke domain itu) — mekanisme ini memungkinkan discovery (ARP).
- d. **Aging**: entri MAC diberi *aging timer* (mis. 300 detik). Jika tidak ada trafik dari host tersebut, entri dihapus sehingga tabel tetap relevan. ([Global Knowledge](#), [Practical Networking .net](#))

KEGIATAN BELAJAR X

Pengalamatan MAC DAN ARP : Identitas dan Komunikasi di Jaringan Lokal

Oleh. A.Taqwa Martadinata, S.Kom., M.Kom.

DESKRIPSI PEMBELAJARAN

Bayangkan Anda hendak mengirim sebuah surat ke teman yang tinggal di sebuah gedung apartemen yang sangat besar. Untuk memastikan surat tersebut sampai, Anda memerlukan dua informasi krusial: alamat jalan gedung apartemen tersebut dan nomor unit spesifik teman Anda di dalam gedung itu. Alamat jalan memungkinkan pak pos menemukan gedung yang benar dari ribuan gedung lain di kota, sementara nomor unit memandu pengiriman dari lobi ke pintu yang tepat.

Dalam dunia jaringan komputer, proses pengiriman data mengikuti logika yang serupa. Diperlukan dua level pengalamatan agar komunikasi dapat berjalan dengan sukses. Pertama adalah **alamat logis** (seperti Alamat IP), yang berfungsi layaknya alamat jalan untuk mengidentifikasi sebuah perangkat di jaringan global (internet). Kedua adalah **alamat fisik** (dikenal sebagai Alamat MAC), yang berfungsi seperti nomor unit apartemen untuk menemukan perangkat spesifik dalam satu segmen jaringan lokal (Local Area Network/LAN).

Bab ini akan membahas secara mendalam mengenai alamat fisik, atau yang lebih dikenal sebagai **MAC Address**. Alamat ini merupakan identitas unik yang ditanamkan secara permanen pada perangkat keras jaringan. Selanjutnya, kita akan mempelajari **Address Resolution Protocol (ARP)**, sebuah protokol fundamental yang bertindak sebagai "buku telepon" atau jembatan, yang menerjemahkan alamat logis (IP) yang kita kenal menjadi alamat fisik (MAC) yang dibutuhkan untuk pengiriman data di tingkat lokal.

KOMPETENSI PEMBELAJARAN

Setelah mempelajari bab ini, mahasiswa diharapkan mampu.

1. Menjelaskan fungsi dan posisi alamat MAC dalam model OSI.
2. Menguraikan struktur dan format dari sebuah alamat MAC.
3. Membedakan jenis-jenis alamat MAC (Unicast, Multicast, Broadcast).
4. Menganalisis peran dan proses kerja Address Resolution Protocol (ARP).
5. Mendemonstrasikan cara kerja ARP Cache (Tabel ARP) pada sistem operasi.

A. DEFINISI PENGALAMATAN MAC DAN ARP

Dalam arsitektur jaringan komputer, pengalamatan adalah konsep inti yang memungkinkan perangkat untuk saling mengidentifikasi dan berkomunikasi. Terdapat dua tingkat pengalamatan utama yang beroperasi pada lapisan yang berbeda: pengalamatan logis (diwakili oleh alamat IP pada Lapisan Jaringan) dan pengalamatan fisik (diwakili oleh alamat MAC pada Lapisan Taut Data). Untuk menjembatani kedua lapisan ini dalam sebuah jaringan lokal, diperlukan sebuah protokol penerjemahan. Berikut adalah definisi dan analisis mendalam mengenai pengalamatan MAC dan Address Resolution Protocol (ARP) yang disadur dari berbagai buku ajar terkemuka.

1. Menurut Kurose & Ross (2021)

Dalam bukunya "*Computer networking: A top-down approach* (8th ed.)," Kurose, J. F., & Ross, K. W. menguraikan definisi yang sangat teknis mengenai Pengalamatan MAC dan Address Resolution Protocol (ARP). (Kurose dan Ross 2021)

Pengalamatan MAC

"Sesungguhnya, alamat pada lapisan taut data (link-layer) disebut sebagai alamat LAN (LAN address), alamat fisik (physical address), atau alamat MAC (MAC address). Alamat MAC memiliki panjang 48-bit, umumnya direpresentasikan dalam notasi heksadesimal... Tidak ada dua adapter jaringan yang memiliki alamat MAC yang sama." (Kurose dan Ross 2021).

Alamat MAC (Media Access Control) adalah pengenalan unik yang ditanamkan secara permanen oleh pabrik ke dalam setiap antarmuka jaringan (Network Interface Card/NIC), baik itu Ethernet card maupun chip Wi-Fi. Alamat ini beroperasi pada **Lapisan 2 (Lapisan Taut Data)** dari model OSI. Berbeda dengan alamat IP yang bersifat hierarkis dan dapat berubah tergantung pada lokasi jaringan, alamat MAC bersifat "datar" (*flat*) dan statis. Fungsinya krusial untuk pengiriman *frame* data dalam satu segmen jaringan lokal yang sama (misalnya, dalam satu LAN atau WLAN). Router tidak meneruskan *frame* berdasarkan alamat MAC tujuan ke jaringan lain; alamat ini hanya memiliki signifikansi lokal.

Address Resolution Protocol (ARP)

"Address Resolution Protocol, atau ARP... Tugas ARP adalah menerjemahkan alamat IP menjadi alamat MAC. Dalam analogi, ARP serupa dengan DNS, namun DNS menyelesaikan nama host untuk alamat IP, sedangkan ARP menyelesaikan alamat IP untuk alamat MAC." (Kurose dan Ross 2021).

ARP adalah protokol fundamental yang menjadi "lem perekat" antara Lapisan Jaringan (Layer 3) dan Lapisan Taut Data (Layer 2). Ketika sebuah host ingin mengirimkan paket IP ke host lain di jaringan lokal yang sama, ia mengetahui alamat IP tujuan, tetapi ia membutuhkan alamat MAC tujuan untuk membangun *frame* Ethernet. Untuk itu, host pengirim akan menyiarkan (*broadcast*) sebuah paket **ARP Request** yang berisi pertanyaan, "Siapa yang memiliki alamat IP [X.X.X.X]? Tolong beritahu alamat MAC Anda." Host yang memiliki IP tersebut akan merespons dengan sebuah paket **ARP Reply** secara *unicast* yang berisi alamat MAC-nya. Informasi ini kemudian disimpan dalam sebuah tabel cache (ARP Cache) di host pengirim untuk komunikasi selanjutnya.

Tanenbaum & Wetherall (2021)

Dalam bukunya "*Computer networks (6th ed.)*" Tanenbaum, A. S., & Wetherall, D. J. menguraikan definisi yang sangat teknis mengenai Pengalamatan MAC dan Address Resolution Protocol (ARP).

Pengalamatan MAC

"Pada sebagian besar jaringan LAN, seperti Ethernet, alamat stasiun yang ditetapkan secara permanen pada antarmuka oleh pabrikan disebut alamat MAC. Alamat ini berukuran 48 bit, yang berasal dari standar Ethernet." (Tanenbaum dan Wetherall 2021).

Definisi ini menekankan asal-usul alamat MAC dari standar Ethernet yang dikelola oleh IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers). Struktur alamat MAC 48-bit terbagi menjadi dua bagian: 24 bit pertama adalah **Organizationally Unique Identifier (OUI)** yang dialokasikan IEEE kepada setiap pabrikan perangkat keras. 24 bit sisanya ditetapkan secara unik oleh pabrikan itu sendiri untuk setiap perangkat yang mereka produksi. Skema ini memastikan keunikan alamat MAC secara global, yang sering juga disebut sebagai *burned-in address* (BIA) karena tertanam dalam firmware perangkat keras.

Address Resolution Protocol (ARP)

"Protokol untuk menemukan alamat lapisan taut data yang sesuai dengan alamat lapisan jaringan tertentu secara dinamis disebut Address Resolution Protocol (ARP)." (Tanenbaum dan Wetherall 2021).

Kata kunci dalam definisi ini adalah "dinamis". ARP memungkinkan jaringan untuk beroperasi secara *plug-and-play* tanpa memerlukan konfigurasi manual yang rumit untuk memetakan setiap alamat IP ke alamat MAC. Ketika sebuah perangkat baru bergabung ke jaringan, ia dapat secara otomatis mengumumkan keberadaannya dan merespons permintaan ARP. Tabel ARP yang ada di setiap perangkat bersifat dinamis; entri di dalamnya memiliki masa berlaku

(*timeout*) dan akan dihapus jika tidak digunakan dalam periode tertentu. Hal ini memastikan bahwa pemetaan tetap relevan bahkan jika perangkat diganti atau dipindahkan.

Forouzan (2017)

Dalam bukunya "*Data communications and networking* (5th ed.)" Forouzan. menguraikan definisi yang sangat teknis mengenai Pengalamatan MAC dan Address Resolution Protocol (ARP).

Pengalamatan MAC

"Alamat fisik (MAC), yang juga dikenal sebagai alamat tautan (link address), adalah alamat dari sebuah node yang didefinisikan oleh LAN atau WAN-nya. Alamat ini termasuk dalam header frame yang digunakan oleh lapisan taut data. Ia merupakan alamat terkecil yang memiliki yurisdiksi hanya di dalam satu jaringan (tautan)." (Forouzan 2017).

Forouzan menyoroti "yurisdiksi" atau lingkup validitas alamat MAC. Penekanan ini sangat penting untuk membedakannya dengan alamat IP. Bayangkan alamat MAC seperti nama panggilan seseorang di dalam satu ruangan (jaringan lokal), sedangkan alamat IP seperti alamat surat rumahnya yang berlaku secara global. Ketika Anda mengirim surat (paket data) ke rumah lain di kota yang berbeda, Anda menggunakan alamat rumah (IP). Namun, saat paket itu tiba di rumah tujuan, pengantar surat akan mencari orang dengan nama panggilan spesifik (MAC) di dalam rumah tersebut. Alamat MAC hanya relevan dan digunakan untuk pengiriman *hop-to-hop* di dalam satu segmen jaringan.

Address Resolution Protocol (ARP)

"Setiap kali sebuah host atau router memiliki paket IP untuk dikirimkan ke host atau router lain di jaringan yang sama, ia memiliki alamat IP tujuan dari datagram IP tersebut. Namun, alamat IP harus dienkapsulasi dalam sebuah frame untuk dapat melewati jaringan fisik. Ini berarti pengirim

membutuhkan alamat fisik (MAC) dari tujuan. ARP didesain untuk tujuan ini." (Forouzan 2017).

Definisi ini secara eksplisit mengaitkan kebutuhan ARP dengan proses **enkapsulasi**. Dalam model TCP/IP, data dari lapisan yang lebih tinggi (seperti paket IP dari Lapisan Jaringan) akan dibungkus atau dienkapsulasi oleh lapisan di bawahnya. Ketika paket IP turun ke Lapisan Taut Data, ia harus dibungkus dalam sebuah *frame* (misalnya, frame Ethernet). Header dari frame ini wajib berisi alamat MAC sumber dan tujuan. ARP adalah mekanisme yang memungkinkan lapisan taut data untuk memperoleh alamat MAC tujuan yang diperlukan untuk melengkapi header frame tersebut sebelum transmisi fisik dapat dilakukan.

Stallings

Dalam bukunya "Data and computer communications," Stallings, W. menguraikan definisi yang sangat teknis mengenai Pengalamatan MAC dan Address Resolution Protocol (ARP).

Pengalamatan MAC

"Pada lapisan MAC, setiap stasiun memiliki alamat fisik atau alamat MAC yang unik. Alamat ini terkait dengan stasiun atau NIC dan digunakan untuk identifikasi stasiun oleh protokol MAC."(Stallings 2017).

Stallings menekankan fungsi alamat MAC sebagai **pengidentifikasi** stasiun di tingkat protokol MAC. Lapisan Taut Data sendiri sering dibagi menjadi dua sub-lapisan: *Logical Link Control (LLC)* dan *Media Access Control (MAC)*. Sub-lapisan MAC bertanggung jawab untuk mengatur bagaimana perangkat dalam media bersama (*shared medium*) seperti Ethernet atau Wi-Fi dapat mengakses media tersebut tanpa terjadi tabrakan data (*collision*). Alamat MAC adalah komponen esensial bagi protokol di sub-lapisan ini untuk memastikan bahwa *frame* data ditujukan dan diterima oleh stasiun yang benar di media fisik.

Address Resolution Protocol (ARP)

"ARP digunakan untuk menerjemahkan alamat IP menjadi alamat perangkat keras (MAC). Protokol ini memungkinkan sebuah host di subjaringan untuk membangun korespondensi antara alamat IP dan alamat MAC." (Stallings 2017).

Istilah "membangun korespondensi" yang digunakan di sini sangat tepat. ARP tidak hanya melakukan penerjemahan satu kali, tetapi ia membangun dan memelihara sebuah tabel pemetaan (ARP cache). Korespondensi ini penting untuk efisiensi. Tanpa cache, sebuah host harus melakukan siaran ARP setiap kali ingin mengirimkan paket ke tujuan yang sama, yang akan membanjiri jaringan dengan lalu lintas siaran yang tidak perlu. Dengan adanya cache, proses resolusi alamat hanya perlu dilakukan sekali, dan komunikasi selanjutnya dapat berlangsung lebih cepat dan efisien.

Menurut Peterson & Davie (2022)

Peterson, L. L., & Davie, B. S dalam bukunya "*Computer networks: A systems approach* (6th ed.). Morgan Kaufmann." memberikan definisi Pengalamatan MAC dan Address Resolution Protocol (ARP) sebagai berikut.

Pengalamatan MAC

"Setiap host di Internet memiliki setidaknya dua alamat: alamat IP hierarkis dan alamat non-hierarkis untuk setiap adapter jaringannya. Untuk teknologi LAN populer seperti Ethernet, alamat ini adalah alamat Ethernet 48-bit." (Peterson dan Davie 2022).

Pendekatan "sistem" dari Peterson dan Davie menyoroti dualitas pengalamatan sebagai sebuah keputusan desain yang fundamental dalam arsitektur Internet. Penggunaan dua jenis alamat—IP yang hierarkis dan MAC yang non-hierarkis—memungkinkan pemisahan antara logika jaringan global dan

KEGIATAN BELAJAR XI

WIRELESS LAN (WI-FI)

Oleh. Suwandono, S.Kom., M.Kom.

DESKRIPSI PEMBELAJARAN

Deskripsi pembelajaran "WIRELESS LAN (WI-FI): Jaringan Nirkabel untuk Dunia Tanpa Kabel" ini dirancang untuk memberikan pemahaman komprehensif dan fundamental mengenai teknologi Wi-Fi (Wireless Local Area Network) kepada mahasiswa S1 dari berbagai latar belakang disiplin ilmu. Dengan pendekatan ilmiah-populer, buku ajar ini bertujuan untuk menjembatani kesenjangan antara teori teknis yang kompleks dan kebutuhan praktis di era digital.

Pembelajaran akan dimulai dengan memperkenalkan konsep dasar jaringan komputer dan sejarah evolusi Wi-Fi, memberikan konteks historis dan teknis tentang bagaimana teknologi ini menjadi sangat dominan. Mahasiswa kemudian akan diajak untuk memahami cara kerja Wi-Fi di balik layar, termasuk prinsip gelombang radio, arsitektur dasar jaringan, serta komponen-komponen vital seperti *Access Point* dan *Wireless Adapter*.

Aspek krusial keamanan jaringan Wi-Fi juga akan dibahas secara mendalam, mencakup berbagai protokol keamanan (WEP, WPA, WPA2, WPA3) dan praktik terbaik untuk melindungi data pribadi dan integritas jaringan. Untuk mengkontekstualisasikan teori, modul ini dilengkapi dengan studi kasus nyata tentang aplikasi Wi-Fi di berbagai sektor seperti pendidikan, industri, kesehatan, hingga konsep *Smart City* dan *Internet of Things* (IoT).

Terakhir, mahasiswa akan diajak untuk melihat tantangan terkini dalam implementasi Wi-Fi serta inovasi dan tren masa depan, termasuk perkembangan standar terbaru seperti Wi-Fi 7, sistem *Wi-Fi Mesh*, dan teknologi pelengkap seperti Li-Fi. Materi disajikan secara terstruktur dengan ilustrasi visual yang menarik, tabel informatif, dan latihan soal untuk memperkuat pemahaman. Melalui pembelajaran ini, diharapkan mahasiswa tidak hanya memahami "apa" itu Wi-Fi, tetapi juga "mengapa" dan "bagaimana" teknologi ini membentuk dunia modern kita.

KOMPETENSI PEMBELAJARAN

Setelah mempelajari bab ini, mahasiswa diharapkan mampu.

1. Kompetensi Pengetahuan (Knowledge Competencies):

- **Memahami Konsep Dasar Jaringan:** Menjelaskan definisi dan perbedaan antara jaringan kabel dan nirkabel, serta mengidentifikasi peran Wi-Fi dalam konteks jaringan modern.
- **Mengenal Evolusi Wi-Fi:** Mengidentifikasi berbagai standar Wi-Fi (misalnya, 802.11b, g, n, ac, ax, be) beserta karakteristik kunci, tahun rilis, dan peningkatan kecepatan/fitur yang dibawanya.
- **Memahami Prinsip Kerja Wi-Fi:** Menjelaskan bagaimana gelombang radio digunakan untuk transmisi data Wi-Fi, termasuk perbedaan frekuensi 2.4 GHz, 5 GHz, dan 6 GHz beserta kelebihan dan kekurangannya.
- **Mengidentifikasi Komponen Jaringan Wi-Fi:** Mengenali dan menjelaskan fungsi utama dari *Access Point* (Wireless Router) dan *Wireless Adapter* dalam sebuah jaringan Wi-Fi.
- **Memahami Mode Operasi Wi-Fi:** Membedakan antara mode operasi *Infrastruktur* dan *Ad-Hoc* pada jaringan Wi-Fi.
- **Mengenal Protokol Keamanan Wi-Fi:** Mengidentifikasi dan membandingkan protokol keamanan Wi-Fi yang berbeda (WEP, WPA, WPA2, WPA3) berdasarkan tingkat keamanannya.
- **Mengidentifikasi Aplikasi Wi-Fi:** Menyebutkan dan menjelaskan berbagai penerapan Wi-Fi di berbagai sektor (pendidikan, bisnis, kesehatan, Smart City, IoT).
- **Memahami Tren Masa Depan Wi-Fi:** Menjelaskan perkembangan teknologi Wi-Fi terkini dan masa depan, seperti Wi-Fi 7, *Mesh System*, dan konsep Li-Fi.

2. Kompetensi Keterampilan Umum (General Skills Competencies):

- **Berpikir Kritis:** Menganalisis informasi tentang teknologi Wi-Fi untuk mengidentifikasi keuntungan, tantangan, dan solusi potensial.

- **Penyelesaian Masalah Sederhana:** Menggunakan pemahaman dasar Wi-Fi untuk mendiagnosis masalah konektivitas sederhana atau memilih konfigurasi yang tepat.
 - **Literasi Teknologi:** Mengintegrasikan pengetahuan Wi-Fi untuk memahami dan beradaptasi dengan lingkungan digital yang terus berkembang.
 - **Komunikasi Efektif:** Mengkomunikasikan konsep-konsep Wi-Fi secara jelas kepada audiens non-teknis maupun teknis.
3. **Kompetensi Keterampilan Khusus (Specific Skills Competencies):**
- **Konfigurasi Dasar Wi-Fi (Teoretis):** Mendeskripsikan langkah-langkah dasar untuk mengamankan jaringan Wi-Fi pribadi (misalnya, memilih SSID yang kuat, mengganti *password default*, memilih protokol keamanan yang tepat).
 - **Evaluasi Keamanan Jaringan:** Mampu mengevaluasi tingkat keamanan dasar dari suatu jaringan Wi-Fi berdasarkan protokol yang digunakan dan praktik keamanannya.
 - **Pengambilan Keputusan Teknologi:** Membuat keputusan informasi tentang pemilihan perangkat Wi-Fi (misalnya, router dual-band vs. tri-band, standar Wi-Fi yang sesuai) berdasarkan kebutuhan dan lingkungan.

A. WIRELESS LAN (WI-FI): JARINGAN NIRKABEL UNTUK DUNIA TANPA KABEL

Selamat datang di era tanpa kabel! Hampir setiap aspek kehidupan modern kita terhubung dengan internet, dan sebagian besar koneksi tersebut kini mengandalkan teknologi nirkabel. Salah satu fondasi utama dari dunia tanpa kabel ini adalah Wireless Local Area Network (WLAN), yang lebih akrab kita kenal sebagai Wi-Fi.

Bayangkan Anda sedang mengerjakan tugas kelompok di kafe, menonton film di ponsel saat bepergian, atau bahkan sekadar memeriksa email di rumah. Semua aktivitas ini dimungkinkan berkat Wi-Fi. Tapi, tahukah Anda bagaimana Wi-Fi bekerja? Bagaimana sinyal-sinyal tak terlihat itu bisa membawa data begitu cepat dan efisien?

Pembahasan ini akan membawa Anda memahami dasar-dasar Wi-Fi, mulai dari konsep fundamental hingga teknologi di baliknya, tanpa harus menjadi seorang insinyur telekomunikasi. Mari kita mulai perjalanan menembus gelombang radio yang membentuk jaringan nirkabel di sekitar kita!

B. MEMAHAMI JARINGAN KOMPUTER DAN SEJARAH SINGKAT WI-FI

1. Apa Itu Jaringan Komputer?

Jaringan komputer adalah sekumpulan dua atau lebih perangkat komputasi (seperti komputer, smartphone, printer, server) yang saling terhubung untuk berbagi sumber daya (file, printer, koneksi internet) dan berkomunikasi. Ada dua jenis utama jaringan berdasarkan media transmisinya:

- **Jaringan Kabel (Wired Network):** Menggunakan kabel fisik (misalnya, kabel Ethernet) untuk menghubungkan perangkat.
- **Jaringan Nirkabel (Wireless Network):** Menggunakan gelombang radio atau inframerah untuk menghubungkan perangkat tanpa kabel fisik.

2. Lahirnya Wi-Fi: Dari Laboratorium ke Ruang Tamu

Konsep jaringan nirkabel sebenarnya sudah ada sejak lama, namun implementasi praktisnya dimulai pada akhir abad ke-20. Wi-Fi (singkatan dari Wireless Fidelity) bukanlah akronim resmi, melainkan istilah pemasaran yang diciptakan untuk membuat teknologi IEEE 802.11 lebih mudah diingat.

- **1985:** FCC (Federal Communications Commission) di AS membuka pita frekuensi ISM (Industrial, Scientific, and Medical) untuk penggunaan tanpa lisensi, membuka jalan bagi pengembangan perangkat nirkabel.
- **1997:** IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) menerbitkan standar 802.11 pertama, yang merupakan cikal bakal Wi-Fi. Standar awal ini menawarkan kecepatan yang masih rendah.
- **1999:** Standar 802.11b dirilis, membawa kecepatan hingga 11 Mbps dan popularitas Wi-Fi mulai meroket di kalangan konsumen.

- **Wi-Fi Alliance:** Didirikan untuk mempromosikan interoperabilitas produk 802.11 dari berbagai vendor, memastikan perangkat dari merek berbeda dapat saling terhubung.

Sejak saat itu, Wi-Fi terus berkembang dengan standar-standar baru yang menawarkan kecepatan dan efisiensi yang lebih tinggi.

Tabel 11. 1 Evolusi Standar Wi-Fi Utama

Standar Wi-Fi	Nama Pemasaran	Tahun Rilis (sekitar)	Frekuensi (GHz)	Kecepatan Maksimal Teoretis	Catatan Penting
802.11 b	Wi-Fi 1	1999	2.4	11 Mbps	Sangat populer, awal mula penetrasi Wi-Fi ke pasar konsumen.
802.11 a	Wi-Fi 2	1999	5	54 Mbps	Menggunakan frekuensi 5 GHz, lebih cepat tetapi jangkauan lebih pendek.
802.11 g	Wi-Fi 3	2003	2.4	54 Mbps	Menggabungkan kecepatan 802.11a dengan jangkauan 802.11b.
802.11 n	Wi-Fi 4	2009	2.4 & 5	300-600 Mbps	Penggunaan MIMO (Multiple-Input

					Multiple-Output) untuk kecepatan lebih tinggi.
802.11 ac	Wi-Fi 5	2013	5	1-3.4 Gbps	Khusus 5 GHz, memperkenalkan beam forming dan channel bonding yang lebih luas.
802.11 ax	Wi-Fi 6 / 6E	2019 / 2020	2.4, 5, 6	600 Mbps - 9.6 Gbps	Dikenal sebagai Wi-Fi Efisien Tinggi, cocok untuk lingkungan padat perangkat.
802.11 be	Wi-Fi 7	2024 (draft)	2.4, 5, 6	Hingga 46 Gbps	Extremely High Throughput (EHT), fokus pada latensi rendah dan throughput tinggi.

C. BAGAIMANA WI-FI BEKERJA? ARSITEKTUR DAN KOMPONEN DASAR

Wi-Fi bekerja dengan mengubah data digital menjadi gelombang radio, mengirimkannya melalui udara, dan kemudian mengubahnya kembali menjadi data digital di sisi penerima. Mari kita bongkar prosesnya.

1. Gelombang Radio: Transportasi Data Wi-Fi

Wi-Fi menggunakan frekuensi radio tertentu untuk mengirimkan data. Frekuensi yang paling umum adalah 2.4 GHz dan 5 GHz.

- **2.4 GHz:** Memiliki jangkauan yang lebih luas dan lebih baik dalam menembus objek (dinding, perabot). Namun, lebih rentan terhadap interferensi dari perangkat lain (microwave, Bluetooth).
- **5 GHz:** Menawarkan kecepatan yang lebih tinggi dan kurang rentan terhadap interferensi, tetapi memiliki jangkauan yang lebih pendek dan lebih sulit menembus objek.
- **6 GHz (khusus Wi-Fi 6E dan 7):** Pita frekuensi baru yang lebih lebar, menawarkan kecepatan sangat tinggi dan latensi rendah, ideal untuk aplikasi *bandwidth* tinggi.

Data dikirimkan melalui gelombang radio ini menggunakan teknik modulasi, di mana karakteristik gelombang (amplitudo, frekuensi, atau fasa) diubah untuk merepresentasikan bit-bit data (0 dan 1).

2. Komponen Utama Jaringan Wi-Fi

Jaringan Wi-Fi sederhana terdiri dari beberapa komponen dasar:

- **Access Point (AP) / Wireless Router:** Ini adalah jantung dari jaringan Wi-Fi Anda. AP berfungsi sebagai jembatan antara jaringan nirkabel dan jaringan kabel (biasanya internet). Router nirkabel modern menggabungkan fungsi AP, router (untuk mengelola lalu lintas antar jaringan), dan switch (untuk koneksi kabel).

KEGIATAN BELAJAR XII

TREND DAN MASA DEPAN JARINGAN KOMPUTER

Oleh. Nada Arina Romli. M.I.Kom.

DESKRIPSI PEMBELAJARAN

Deskripsi pembelajaran ini memberikan gambaran singkat namun komprehensif tentang apa yang diharapkan dapat dicapai oleh mahasiswa setelah mempelajari ini. Deskripsi ini mencakup pemahaman konseptual, kemampuan analitis, dan pengetahuan definisi jaringan komunikasi dan komputer. Deskripsi ini dapat digunakan sebagai panduan bagi mahasiswa dan instruktur untuk memahami tujuan dan hasil belajar yang diharapkan dari bab ini.

KOMPETENSI PEMBELAJARAN

Setelah mempelajari bab ini, mahasiswa diharapkan mampu.

1. Mendefinisikan dan membedakan jaringan computer secara umum.
2. Mengidentifikasi trend jaringan komputasi di era saat ini.

A. DEFINISI JARINGAN KOMUNIKASI

1. Definisi

Jaringan komputer adalah jaringan telekomunikasi digital yang memungkinkan node untuk berbagi sumber daya. Dalam jaringan komputer, perangkat komputasi saling bertukar data menggunakan koneksi (tautan data) antar node. Tautan data ini dibangun melalui media kabel seperti kabel pasangan terpilin atau serat optik, dan media nirkabel seperti Wi-Fi. Jaringan komputer adalah dua atau lebih komputer yang terhubung satu sama lain untuk tujuan mengomunikasikan data secara elektronik. Selain menghubungkan komputer dan perangkat komunikasi secara fisik, sistem jaringan juga memiliki fungsi penting dalam membangun arsitektur yang kohesif yang memungkinkan berbagai jenis peralatan untuk mentransfer informasi secara hampir tanpa hambatan. Jaringan komputer adalah sistem yang menghubungkan dua atau lebih perangkat komputasi untuk memfasilitasi berbagi

data dan sumber daya seperti printer atau server. Perangkat-perangkat ini, mulai dari ponsel pintar hingga server yang canggih, menggunakan kabel fisik atau sinyal nirkabel untuk berkomunikasi, mengikuti protokol komunikasi yang telah ditetapkan untuk bertukar informasi secara efisien dan andal.

Dua arsitektur yang populer adalah Open Systems Interconnection (OSI) ISO dan Systems Network Architecture (SNA) IBM. Perangkat komputer jaringan yang memulai, merutekan, dan mengakhiri data disebut node jaringan. Node umumnya diidentifikasi berdasarkan alamat jaringan, dan dapat mencakup host seperti komputer pribadi, telepon, dan server, serta perangkat keras jaringan seperti router dan switch. Dua perangkat tersebut dapat dikatakan terhubung dalam jaringan ketika satu perangkat dapat bertukar informasi dengan perangkat lainnya, terlepas dari apakah keduanya memiliki koneksi langsung satu sama lain atau tidak.

Dalam sebagian besar kasus, protokol komunikasi spesifik aplikasi berlapis (yaitu dibawa sebagai muatan) di atas protokol komunikasi umum lainnya. Kumpulan teknologi informasi yang tangguh ini membutuhkan manajemen jaringan yang terampil agar semuanya tetap berjalan dengan andal.

Jaringan komputer mendukung sejumlah besar aplikasi dan layanan seperti akses ke World Wide Web, video digital, audio digital, penggunaan Bersama server aplikasi dan penyimpanan, printer, dan mesin faks, serta penggunaan email dan aplikasi pesan instan, serta banyak lainnya. Jaringan komputer berbeda dalam media transmisi yang digunakan untuk membawa sinyalnya, bandwidth, protokol komunikasi untuk mengatur lalu lintas jaringan, ukuran jaringan, topologi, mekanisme kontrol lalu lintas dan tujuan organisasi. Jaringan komputer yang paling terkenal adalah

Internet. Selama abad ke-20, teknologi yang paling penting adalah pengumpulan, pemrosesan, dan pendistribusian informasi. Komputer dan komunikasi telah digabungkan dan penggabungannya telah memberikan dampak yang mendalam pada cara sistem komputer diorganisasikan

Model lama di mana satu komputer digunakan untuk melayani semua kebutuhan komputasi suatu organisasi telah digantikan oleh model baru di mana sejumlah besar komputer yang

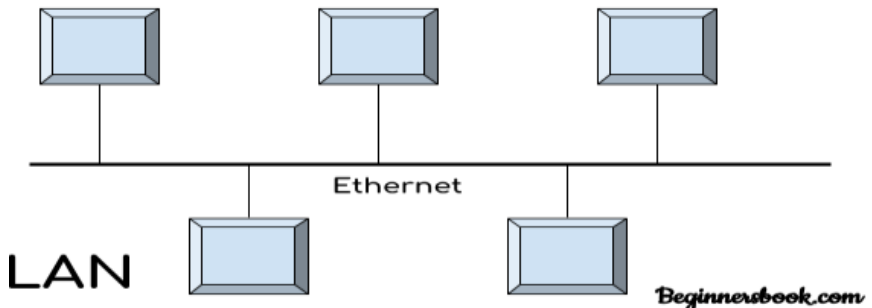
terpisah namun saling terhubung melakukan pekerjaan tersebut. Sistem seperti ini disebut sebagai jaringan computer.

Tipe-tipe Jaringan Komunikasi

Terdapat tiga jenis jaringan komputer berdasarkan ukurannya:

1. Jaringan Area Lokal (LAN)
2. Jaringan Area Metropolitan (MAN)
3. Jaringan Area Luas (WAN)

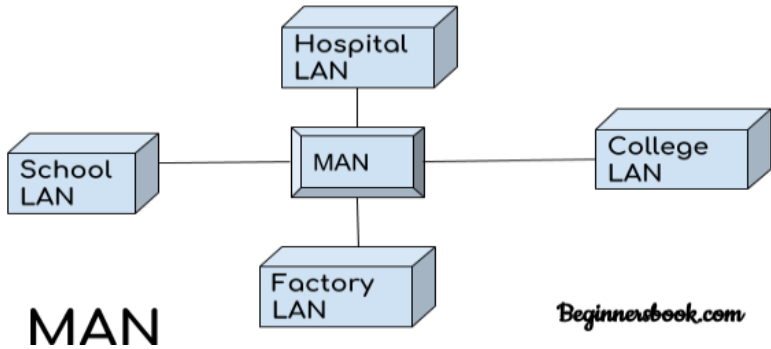
Jaringan area lokal adalah sekelompok komputer yang terhubung satu sama lain di tempat-tempat kecil seperti sekolah, rumah sakit, apartemen, dll. LAN aman karena tidak ada koneksi luar dengan jaringan area lokal sehingga data yang dibagikan aman di jaringan area lokal dan tidak dapat diakses dari luar. LAN, karena ukurannya yang kecil, jauh lebih cepat, kecepatannya dapat berkisar antara 100 hingga 100Mbps. LAN tidak terbatas pada koneksi kabel, ada evolusi baru pada LAN yang memungkinkan jaringan area lokal beroperasi melalui koneksi nirkabel.



Gambar 12. 1 LAN

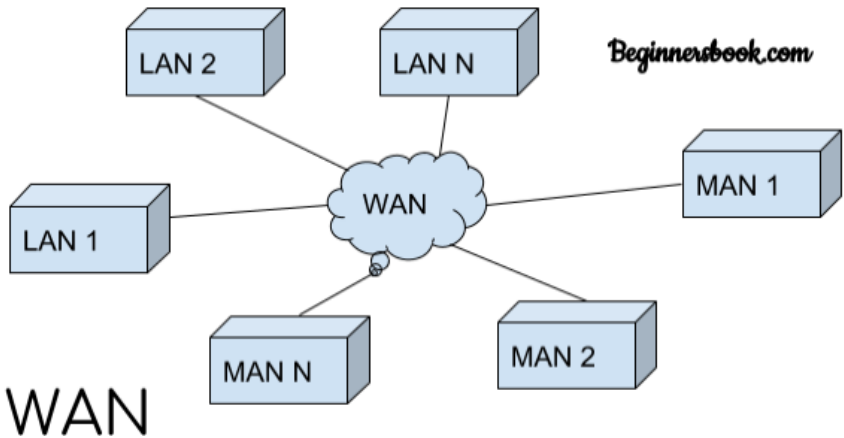
Jaringan MAN mencakup area yang lebih luas dengan menghubungkan LAN ke jaringan komputer yang lebih besar. Dalam Jaringan Area Metropolitan, berbagai Jaringan Area Lokal terhubung satu sama lain melalui saluran telepon.

Ukuran Jaringan Area Metropolitan lebih besar daripada LAN dan lebih kecil daripada WAN (jaringan area luas), MAN mencakup area yang lebih luas dari sebuah kota atau desa.



Gambar 12. 2 WAN

Jaringan area luas menyediakan transmisi data jarak jauh. Ukuran WAN lebih besar daripada LAN dan MAN. WAN dapat mencakup negara, benua, atau bahkan seluruh dunia. Koneksi internet merupakan contoh WAN. Contoh lain dari WAN adalah koneksi jaringan internet mobile



Gambar 12. 3 WAN

Aspek Kunci Jaringan Komputer

a. Interkoneksi:

Perangkat (node) terhubung menggunakan tautan fisik (seperti serat optik) atau media nirkabel.

b. Berbagi Data:

Tujuan utamanya adalah memungkinkan perangkat mengirim, menerima, dan berbagi informasi.

c. Berbagi Sumber Daya:

Jaringan memungkinkan berbagi perangkat keras (misalnya, printer) dan sumber daya perangkat lunak di seluruh perangkat yang terhubung.

d. Protokol Komunikasi:

Perangkat harus mematuhi seperangkat aturan (protokol) untuk memastikan bahwa data dapat dipahami dan ditransmisikan dengan benar antar perangkat yang berbeda.

e. Beragam Perangkat:

Jaringan dapat menghubungkan beragam perangkat, termasuk laptop, desktop, server, ponsel pintar, dan bahkan perangkat Internet of Things (IoT)..

B. TREND MASA DEPAN JARINGAN KOMPUTER

Teknologi masa depan akan memungkinkan dunia yang sepenuhnya digital, otomatis, dan terprogram yang terdiri dari manusia, mesin, benda, dan tempat yang terhubung. Semua pengalaman dan sensasi akan transparan menembus batas realitas fisik dan virtual. Lalu lintas di jaringan masa depan tidak hanya akan dihasilkan oleh komunikasi manusia, tetapi juga oleh mesin dan bot cerdas yang terhubung dan tertanam dengan kecerdasan buatan (AI). Seiring berjalannya waktu, persentase lalu lintas yang dihasilkan oleh manusia akan menurun seiring dengan peningkatan lalu lintas yang dihasilkan oleh mesin dan sistem visi komputer – termasuk kendaraan otonom, drone, dan sistem pengawasan.

Mesin dan 'benda' lain yang membentuk Internet of Things (IoT) membutuhkan komunikasi yang bahkan lebih canggih daripada manusia. Misalnya, mesin cerdas yang terhubung harus mampu berinteraksi secara dinamis dengan jaringan. Data sensor akan digunakan untuk mendukung pengembangan sistem siber-fisik yang luas, yang terdiri dari objek fisik yang terhubung ke kembaran digital kolaboratif. Kemampuan jaringan masa depan juga akan mencakup dukungan untuk transfer modalitas penginderaan seperti sensasi dan penciuman.

Platform jaringan bertindak sebagai jalinan konektivitas universal yang mulus, yang dicirikan oleh skalabilitas dan keterjangkauannya yang hampir tak terbatas. Ia mampu memaparkan kemampuan di luar layanan komunikasi, seperti komputasi dan penyimpanan tertanam serta kecerdasan terdistribusi yang mendukung pengguna dengan wawasan dan penalaran.

1. Penggerak utama evolusi platform jaringan

Tiga pendorong utama yang paling signifikan bagi evolusi platform jaringan berkaitan dengan upaya menjembatani kesenjangan antara realitas fisik dan dunia digital. Hal ini terutama melibatkan penyampaian pengalaman sensorik melalui jaringan dan pemanfaatan representasi digital untuk menjadikan dunia fisik sepenuhnya dapat diprogram.

Tren #1: Dunia fisik yang kolaboratif dan otomatis

Seiring realitas fisik dan digital semakin saling terhubung, sistem siber-fisik yang canggih mulai bermunculan. Sistem ini terdiri dari manusia, objek fisik (mesin dan benda lainnya), proses, jaringan dan komputasi, serta interaksi di antara semuanya. Tujuan utamanya adalah memberikan transparansi penuh kepada individu, organisasi, dan perusahaan untuk memantau dan mengendalikan aset dan tempat, sehingga menghasilkan manfaat besar dalam hal efisiensi. Salah satu contoh awal dari hal ini adalah bagaimana sistem siber-fisik dapat membantu para perencana mengoptimalkan penggunaan energi dan material.

Sebentar lagi, akan ada ratusan miliar objek fisik yang terhubung dengan kemampuan penginderaan, aktuasi, dan komputasi tertanam, yang terus-menerus menghasilkan data informatif. Data sensor yang dihasilkan oleh objek fisik dapat digunakan untuk menciptakan kembaran digitalnya. Kembaran digital kolaboratif akan memiliki kemampuan untuk mengelola interaksi antar objek fisik yang diwakilinya.

Digitalisasi lingkungan fisik tempat objek fisik berinteraksi membutuhkan fusi data sensor – yaitu, menggunakan data dari berbagai sumber untuk menciptakan representasi digital yang

akurat dari lingkungan fisik tersebut. Salah satu contoh fusi data sensor adalah mencapai pemosisian presisi tinggi dengan menggabungkan data pemosisian berbasis jaringan dengan informasi dari sensor lain seperti kamera dan unit pengukuran inersia.

Pada akhirnya, komunikasi dan penginderaan bersama dalam sistem masa depan akan memungkinkan pemanfaatan semua kembar digital dan representasi digital lingkungan yang saling terhubung untuk menciptakan representasi digital yang lengkap dari segala sesuatu.

Tren #2: Mesin cerdas yang terhubung

Mesin akan menjadi semakin cerdas dan otonom seiring dengan terus berkembangnya kemampuan kognitifnya. Pemahaman mereka tentang dunia di sekitar mereka akan terus berkembang seiring dengan kemampuan mereka untuk berinteraksi dengan mesin lain sebagai bagian dari sistem kognitif yang terdiri dari berbagai sistem.

Mesin cerdas menggunakan sensor untuk memantau lingkungan dan menyesuaikan tindakannya untuk menyelesaikan tugas-tugas tertentu dalam menghadapi ketidakpastian dan variabilitas. Mesin-mesin ini mencakup tiga subsistem utama: sensor, aktuator, dan kontrol. Contoh mesin cerdas antara lain robot industri, pengenalan suara/sintesis suara, dan kendaraan swakemudi. Kompleksitas keterampilan kontrol dan logika menjadikan sistem pakar sebagai pusat dalam ranah mesin cerdas.

Platform jaringan akan menyediakan lingkungan otomatis tempat mesin-mesin cerdas yang saling terhubung dapat berkomunikasi, termasuk dukungan untuk komunikasi AI-ke-AI dan sistem otonom seperti komunikasi antar kendaraan swakemudi dan mesin cerdas di pabrik.

KEGIATAN BELAJAR XIII

DYNAMIC HOST CONFIGURATION PROTOCOL (DHCP)

Oleh. Novi Lestari, S.Kom., M.Kom.

DESKRIPSI PEMBELAJARAN

Pada Bab ini akan membahas tentang Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP) sebagai salah satu protocol penting dalam jaringan computer yang berfungsi untuk mengotomatisasi pemberian alamat IP serta konfigurasi jaringan lainnya. Melalui pembelajaran ini, mahasiswa diharapkan memperoleh pemahaman menyeluruh mengenai konsep dasar, mekanisme, dan peran DHCP dalam mendukung efisiensi serta keandalan system jaringan. Setelah mempelajari bab ini mahasiswa diharapkan mampu menjelaskan prinsip dasar DHCP, fungsi utama, serta komponen yang terlibat dalam proses alokasi alamat IP dinamis, mengidentifikasi hubungan antara DHCP dengan protokol jaringan lain dalam model arsitektur computer, menganalisis kelebihan dan keterbatasan DHCP dibandingkan metode konfigurasi manual (static IP), mengevaluasi skenario penerapan DHCP pada lingkungan jaringan berskala kecil hingga besar, mendiagnosis permasalahan yang muncul pada implementasi DHCP serta merancang solusi yang tepat, menyadari peran DHCP dalam mendukung organisasi jaringan yang terstruktur dan scalable.

KOMPETENSI PEMBELAJARAN

Setelah mempelajari bab ini, mahasiswa diharapkan mampu.

1. Mampu menganalisis, merancang, dan mengimplementasikan sistem jaringan komputer.
2. Menguasai konsep dan prinsip dasar protokol jaringan, organisasi, serta arsitektur komputer.
3. Menjelaskan konsep dasar dan fungsi utama DHCP dalam jaringan komputer.
4. Menganalisis kelebihan, keterbatasan, dan peran DHCP dibandingkan konfigurasi IP statis.

5. Menerapkan konfigurasi DHCP pada perangkat jaringan (server maupun router) secara tepat.

A. DEFINISI DYNAMIC HOST CONFIGURATION PROTOCOL (DHCP)

1. Douglas E. Comer

Dalam bukunya "Internetworking With TCP/IP" (Comer, D.E. 2015) memberikan definisi tentang DHCP adalah protocol layanan yang secara otomatis memberikan alamat IP kepada host, menggantikan konfigurasi manual dan memastikan tidak ada konflik alamat dalam jaringan.

Konsep utama DHCP menurut Comer :

- a. Client–Server Model. Host yang baru bergabung jaringan akan meminta alamat IP dari server DHCP.
- b. Leasing. Alamat IP diberikan hanya untuk jangka waktu tertentu. Setelah masa lease habis, host harus memperbarui atau meminta alamat baru.
- c. Pooling / Reuse. Server mengelola kumpulan (pool) alamat IP yang bisa dipinjamkan ke host.
- d. Backward Compatibility. DHCP tetap kompatibel dengan BOOTP, sehingga host lama masih bisa beroperasi.
- e. Kemudahan Administrasi. Dengan DHCP, administrator tidak perlu mengatur IP manual satu per satu, terutama di jaringan besar.

Manfaat DHCP menurut Comer :

- a. Efisiensi. Otomatisasi alokasi alamat.
- b. Fleksibilitas. Mendukung konfigurasi dinamis maupun reservasi alamat statis.
- c. Skalabilitas. Cocok untuk jaringan besar dengan ratusan/ribuan host.
- d. Reliabilitas. Mencegah konflik alamat IP dengan mekanisme sentralisasi.

2. James F. Kurose dan Keith W. Ross

Dalam bukunya "Computer Networking: A Top-Down Approach" James dan Keith memberikan definisi tentang DHCP adalah protokol jaringan pada lapisan aplikasi yang memungkinkan host baru secara otomatis memperoleh konfigurasi jaringan,

termasuk alamat IP, subnet mask, default gateway, dan alamat server DNS, tanpa perlu konfigurasi manual.

DHCP merupakan protokol yang memungkinkan host baru di jaringan memperoleh alamat IP dan parameter konfigurasi lainnya secara otomatis dari server DHCP ketika bergabung ke jaringan.

Proses DHCP (DORA) yang dijelaskan Kurose :

Kurose menggambarkan tahapan 4 langkah pertukaran pesan DHCP :

- a. DHCP Discover. Host mengirim pesan broadcast untuk menemukan server DHCP.
- b. DHCP Offer. Server menawarkan alamat IP beserta konfigurasi.
- c. DHCP Request. Host memilih salah satu penawaran dan meminta alamat tersebut.
- d. DHCP Acknowledgment (ACK). Server mengkonfirmasi dan memberikan lease (izin pakai alamat IP untuk jangka waktu tertentu).

Fungsi utama DHCP Menurut Kurose :

- a. Alokasi otomatis alamat IP dari server ke host.
- b. Pengiriman parameter konfigurasi tambahan, misalnya subnet mask dan DNS.
- c. Mempermudah mobilitas host yang berpindah jaringan (misalnya laptop/ponsel) bisa tetap memperoleh alamat IP baru tanpa konfigurasi manual.
- d. Mendukung plug-and-play networking artinya pengguna cukup menyambungkan perangkat ke jaringan dan otomatis mendapat konfigurasi.

5 Ciri Penting DHCP menurut Kurose

- a. Berjalan di atas UDP (port 67 untuk server, 68 untuk client).
- b. Menggunakan broadcast untuk menemukan server.
- c. Mendukung leasing alamat IP (bisa sementara, sehingga dapat digunakan ulang).
- d. Membuat administrasi jaringan menjadi sederhana, otomatis, dan skalabel.

3. Nanang Sadikin

Dalam bukunya " Jaringan Komputer di Windows Server: Implementasi TCP/IP, DNS, DHCP, Web dan FTP Server" Nanang menjelaskan bahwa DHCP adalah singkatan dari Dynamic Host Configuration Protokol yaitu protokol jaringan yang secara otomatis memberikan pengaturan jaringan (IP address, subnet mask, gateway, DNS, dll.) kepada perangkat klien yang terhubung. Tanpa DHCP, konfigurasi jaringan harus dilakukan secara manual, yang rentan kesalahan konfigurasi seperti duplikat IP, salah subnet, dan sebagainya.

Fungsi utama DHCP Menurut Nanang :

- a. Menyediakan IP address secara dinamis kepada klien.
- b. Mengurangi kesalahan konfigurasi manual.
- c. Meningkatkan efisiensi pengelolaan jaringan.
- d. Menghindarkan konflik alamat IP.

Komponen DHCP Menurut Nanang :

- a. DHCP Server : Server pusat yang menyimpan pool IP dan parameter jaringan.
- b. DHCP Client : Perangkat yang meminta konfigurasi jaringan.
- c. DHCP Relay (Opsional) : Alat/jasa untuk mengirim pesan DHCP di antara subnet berbeda.

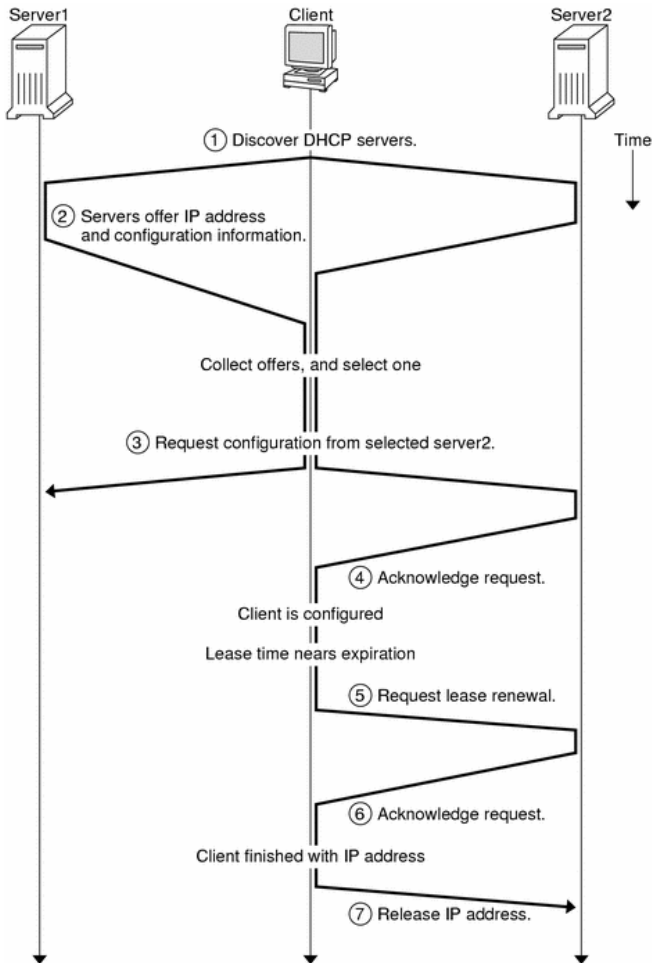
Cara Kerja DHCP (Model DORA) Menurut Nanang :

Proses dinamika DHCP terdiri dari empat tahap, dikenal dengan singkatan DORA :

- a. Discovery: Klien mengirim broadcast DHCPDISCOVER untuk mencari server.
- b. Offer: Server merespon dengan DHCPOFFER, menawarkan IP dan parameter.
- c. Request: Klien mengirim DHCPREQUEST kepada salah satu server untuk IP yang dipilih.
- d. Acknowledge (ACK) : Server mengonfirmasi dan memberikan lease IP yang valid.

Visualisasi Proses DHCP menurut Nanang :

Berikut gambaran umum alur DORA (sesuai standar operasional DHCP :



Gambar 13. 1 Proses DHCP (DORA)

Berikut penjelasan dari gambar diatas :

1) Discover DHCP Servers

- Klien yang baru terhubung ke jaringan belum memiliki IP
- Ia mengirim pesan DHCPDISCOVER (broadcast) untuk mencari server DHCP yang tersedia

- 2) Servers Offer IP Address
 - Semua server DHCP yang menerima permintaan tadi akan memberikan penawaran (DHCPOFFER)
 - Penawaran berisi alamat IP, subnet mask, gateway, DNS, dan lease time
 - Dalam gambar : Server1 dan Server2 sama-sama memberi tawaran
- 3) Request Configuration
 - Klien mengumpulkan semua tawaran yang diterima, lalu memilih salah satu (misalnya Server2)
 - Klien kemudian mengirim pesan DHCPREQUEST ke server yang dipilih, sebagai tanda konfirmasi
- 4) Acknowledge Request
 - Server yang dipilih (Server2) mengirimkan pesan DHCPACK sebagai persetujuan
 - Sekarang klien sudah dikonfigurasi dengan IP address dan bisa mulai berkomunikasi di jaringan
- 5) Request Lease Renewal
 - Setiap IP yang diberikan DHCP hanya berlaku sementara (lease time).
 - Saat waktu hampir habis, klien akan mengirimkan DHCPREQUEST lagi ke server untuk memperpanjang (renew) lease.
- 6) Acknowledge Request (Renewal)
 - Server membalas dengan DHCPACK untuk memperpanjang lease.
 - Klien tetap dapat menggunakan IP yang sama tanpa gangguan.
- 7) Release IP Address
 - Jika klien selesai menggunakan jaringan (misalnya komputer dimatikan atau keluar dari jaringan), klien akan mengirim pesan DHCPRELEASE.
 - Server mengembalikan IP tersebut ke pool agar bisa dipakai oleh perangkat lain.

4. Wendell Odom

Dalam bukunya "CCNA 200-301 Official Cert Guide, Volume 1" Wendell memberikan definisi tentang DHCP adalah sebuah protocol yang bertugas untuk secara otomatis memberikan alamat IPv4, subnet mask, default gateway dan parameter configuration lainnya kepada sebuah perangkat (DHCP client) saat terhubung ke

jaringan. Definisi utamanya berfokus pada peran DHCP dalam mengotomatisasi konfigurasi jaringan pada perangkat, khususnya dalam konteks implementasi di lingkungan Cisco.

Menurut Wendell tujuan DHCP adalah untuk menghilangkan keharusan administrator jaringan dalam menetapkan alamat IP secara manual ke setiap perangkat, sehingga menghemat waktu dan mencegah kesalahan seperti duplikasi alamat IP.

Proses Kerja DHCP (DORA)

Wendell menekankan bahwa pemahaman inti DHCP terletak pada siklus komunikasi antara server DHCP (yang memiliki daftar alamat IP untuk disewakan) dan klien DHCP (perangkat yang membutuhkan alamat IP). Proses ini dikenal dengan akronim DORA :

- a. Discover: Klien mengirimkan pesan siaran (broadcast) ke jaringan untuk mencari server DHCP yang tersedia.
- b. Offer: Server DHCP merespons pesan tersebut dengan menawarkan satu alamat IP yang tersedia.
- c. Request: Klien memilih tawaran alamat IP dan meminta secara resmi kepada server.
- d. Acknowledge: Server mengonfirmasi permintaan dan memberikan sewa (lease) alamat IP kepada klien. Sewa ini memiliki jangka waktu tertentu, dan klien harus memperbaruinya sebelum habis masa berlakunya.

Implementasi Praktis dan Relay Agnet

Wendell menunjukkan cara mengonfigurasi perangkat router Cisco untuk berperan sebagai :

- a. Server DHCP: Menyediakan *pool* alamat IP untuk disewakan kepada klien.
- b. Klien DHCP: Menerima alamat IP dari server DHCP di jaringan.
- c. DHCP Relay Agent: Meneruskan pesan DHCP dari satu *subnet* (jaringan) ke server DHCP yang berada di *subnet* lain. Fitur ini sangat krusial di jaringan besar agar satu server bisa melayani banyak segmen jaringan.

KEGIATAN BELAJAR XIV

CLOUD NETWORKING DAN VIRTUALISASI JARINGAN

Oleh. Miswadi, S.Kom., M.Kom.

DESKRIPSI PEMBELAJARAN

Bab ini mengantar mahasiswa memasuki dunia jaringan komputer modern berbasis cloud dan virtualisasi sebagai bidang keahlian teknologi informasi yang berpijak pada prinsip efisiensi, skalabilitas, dan pengelolaan terpusat. Mahasiswa diajak memahami evolusi arsitektur jaringan dari sistem fisik tradisional menuju infrastruktur virtual yang ditopang oleh layanan cloud. Konsep-konsep inti seperti model layanan IaaS, PaaS, dan SaaS, serta teknologi SDN dan NFV, dibahas untuk mengungkap pergeseran paradigma dalam desain dan pengelolaan jaringan masa kini.

Pembahasan dilandasi oleh teori dasar dan studi kasus nyata yang memperlihatkan implementasi cloud networking di berbagai sektor, termasuk pendidikan dan komunitas. Mahasiswa tidak hanya ditantang untuk memahami kerangka kerja teknis, tetapi juga untuk mengkritisi tantangan keamanan, integrasi hybrid, dan kesiapan adopsi teknologi cloud di Indonesia. Dengan pendekatan sistematis dan analitis, bab ini memperkuat landasan konseptual dan keterampilan strategis mahasiswa dalam merancang jaringan digital yang adaptif, aman, dan berkelanjutan.

KOMPETENSI PEMBELAJARAN

Setelah mengikuti perkuliahan ini, diharapkan mahasiswa dan mahasiswi memiliki pengetahuan dan kemampuan:

1. Faktual & Konseptual :

- a. Menjelaskan definisi dan karakteristik jaringan berbasis cloud dan virtualisasi jaringan secara ilmiah.
- b. Menguraikan perbedaan antara arsitektur jaringan tradisional dan jaringan berbasis cloud.
- c. Mengidentifikasi model layanan cloud (IaaS, PaaS, SaaS) dan fungsi-fungsi virtualisasi seperti SDN dan NFV.

2. Prosedural :

- a. Mendesain topologi jaringan cloud dengan pemanfaatan virtual switch, subnet, dan security group.
- b. Menerapkan konfigurasi dasar cloud networking menggunakan platform simulasi atau layanan cloud (AWS, Azure, dsb).
- c. Melakukan pengaturan keamanan jaringan cloud dengan menggunakan IAM, firewall virtual, dan enkripsi.

3. Analisa & Reflektif:

- a. Mengevaluasi implementasi cloud networking dalam skenario organisasi dan komunitas berbasis digital.
- b. Merefleksikan tantangan keamanan, integrasi hybrid, dan kesiapan adopsi teknologi cloud di Indonesia.
- c. Menyusun rekomendasi penerapan cloud networking untuk mendukung transformasi digital.

A. PENGANTAR CLOUD NETWORKING

1. Definisi Cloud Networking

Cloud networking adalah pendekatan pengelolaan dan implementasi jaringan komputer yang menggunakan infrastruktur cloud untuk menyediakan konektivitas, layanan jaringan, dan pengelolaan data. Dengan cloud networking, organisasi tidak perlu lagi memiliki seluruh perangkat keras dan perangkat lunak jaringan secara fisik, melainkan bisa memanfaatkan layanan berbasis cloud yang skalabel, fleksibel, dan efisien.

Cloud networking bukan hanya "jaringan di internet", melainkan sebuah arsitektur yang memanfaatkan layanan cloud untuk mengelola routing, switching, firewall, monitoring, dan fungsi jaringan lainnya.

2. Evolusi dari Jaringan Tradisional ke Cloud

Transformasi menuju cloud networking muncul karena kebutuhan Akan:

- a. Skalabilitas tinggi tanpa menambah perangkat fisik.
- b. Efisiensi biaya operasional dan pemeliharaan.

- c. Kemampuan pemantauan dan kontrol jaringan secara real-time.

Secara historis, jaringan dimulai dari topologi lokal seperti bus dan ring, berkembang menjadi jaringan client-server, lalu menuju jaringan terdistribusi berbasis internet. Cloud networking adalah tahap berikutnya yang memungkinkan virtualisasi penuh atas komponen jaringan.

3. Keunggulan Cloud Networking

- a. Skalabilitas Dinamis: Mudah menyesuaikan kapasitas sesuai kebutuhan tanpa investasi infrastruktur baru.
- b. Ketersediaan Tinggi: Redundansi otomatis dan layanan backup menjaga jaringan tetap aktif.
- c. Manajemen Terpusat: Admin jaringan bisa mengontrol dan mengkonfigurasi komponen dari satu dashboard.
- d. Keamanan Berlapis: Cloud provider menyediakan proteksi multi-level seperti IAM, firewall virtual, dan enkripsi data.

4. Tantangan dan Risiko

- a. Keamanan Data: Ketergantungan pada pihak ketiga membuat pengendalian penuh atas data lebih terbatas.
- b. Konektivitas: Kinerja jaringan sangat tergantung pada koneksi internet yang stabil dan cepat.
- c. Ketergantungan Vendor: Migrasi antar vendor cloud bisa kompleks dan mahal.

Tabel 14. 1 Diagram Perbandingan Jaringan Tradisional vs Cloud Networking

Komponen	Jaringan Tradisional	Cloud Networking
Pengelolaan Lalu Lintas	Switch/Router Fisik	Virtual Switch / SDN
Keamanan Jaringan	Firewall Fisik	Firewall Virtual
Infrastruktur Server	Server On-Prem	Virtual Machine / Container

Penjelasan Tabel 18.1:

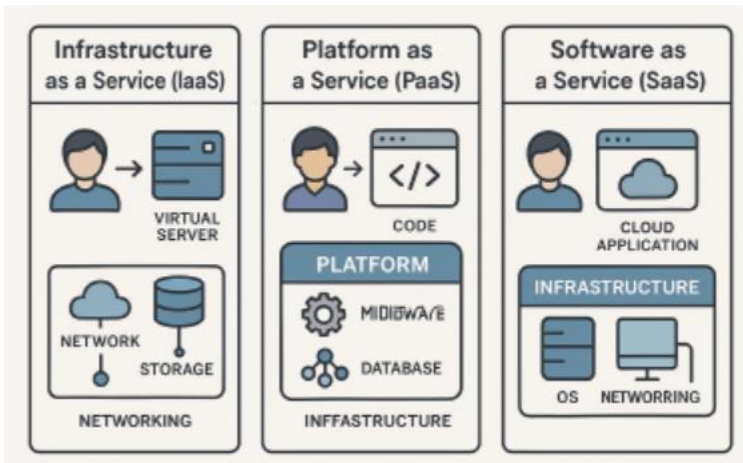
Di sisi tradisional, jaringan mengandalkan perangkat keras lokal. Sementara dalam cloud networking, fungsi yang sama diwakili oleh komponen virtual yang di-host di data center cloud, memungkinkan pengelolaan dan skalabilitas jarak jauh.

B. MODEL LAYANAN CLOUD

Pengertian Model Layanan Cloud

Cloud computing menyediakan berbagai layanan melalui internet dalam bentuk model layanan yang dibedakan berdasarkan tingkat kontrol dan tanggung jawab pengguna. Tiga model utama yang digunakan dalam industri adalah:

- **Infrastructure as a Service (IaaS)**
- **Platform as a Service (PaaS)**
- **Software as a Service (SaaS)**



Gambar 14. 1 Ilustrasi dari Model Layanan Cloud

Ketiga model ini memungkinkan organisasi untuk memilih tingkat abstraksi dan pengelolaan infrastruktur sesuai kebutuhan dan kemampuan teknis.

1. Infrastructure as a Service (IaaS)

Model di mana penyedia cloud menyediakan sumber daya infrastruktur seperti server virtual, jaringan, storage, dan sistem

operasi. Pengguna memiliki kontrol penuh atas sistem operasi dan aplikasi yang dijalankan.

Contoh:

- Amazon EC2
- Microsoft Azure Virtual Machines
- Google Compute Engine

Kelebihan:

- Fleksibilitas tinggi
- Kontrol penuh atas lingkungan kerja
- Skalabilitas sesuai kebutuhan pengguna

2. Platform as a Service (PaaS)

Model yang menyediakan platform lengkap (tools, runtime, database, dan framework) untuk membangun dan menjalankan aplikasi. Developer tidak perlu mengurus sistem operasi atau infrastruktur fisik.

Contoh:

- Google App Engine
- Microsoft Azure App Services
- Heroku

Kelebihan:

- Cepat dalam pengembangan aplikasi
- Minim konfigurasi teknis
- Mendukung kolaborasi tim developer

3. Software as a Service (SaaS)

Model layanan di mana aplikasi siap digunakan langsung oleh pengguna akhir melalui web atau aplikasi. Semua aspek teknis—termasuk pemeliharaan, pembaruan, dan penyimpanan—diurus oleh penyedia layanan.

Contoh:

- Microsoft 365
- Google Workspace
- Dropbox
- Salesforce

Kelebihan:

- Tidak perlu instalasi
- Biaya awal rendah

- Pembaruan otomatis dan mudah

Tabel 14. 2 Tabel Perbandingan Model Layanan Cloud

Model	Akses Pengguna	Contoh	Tanggung Jawab Pengguna
IaaS	Infrastruktur Virtual	AWS EC2	OS, aplikasi, konfigurasi
PaaS	Platform Pengembangan	Azure App Service	Kode aplikasi
SaaS	Aplikasi Siap Pakai	Google Docs	Penggunaan aplikasi

Model layanan cloud memberikan fleksibilitas bagi organisasi untuk memilih pendekatan yang paling sesuai dengan tujuan, sumber daya, dan strategi IT mereka.

C. ARSITEKTUR JARINGAN DALAM CLOUD

1. Konsep Dasar Arsitektur Cloud Networking

Cloud networking tidak hanya tentang memindahkan data ke internet, melainkan membangun arsitektur jaringan yang sepenuhnya berjalan di lingkungan virtual dan terdistribusi. Pada arsitektur ini, komponen seperti switch, router, firewall, dan kontrol jaringan tidak lagi berbentuk perangkat fisik, melainkan layanan virtual yang dikontrol lewat perangkat lunak dan API.

2. Komponen Utama Arsitektur Cloud

a. Virtual Switch:

- Mengatur lalu lintas antar mesin virtual (VM) dalam satu host atau antar host.

KEGIATAN BELAJAR XV INTERNET OF THINGS (IOT) DAN JARINGAN SENSOR

Oleh. Budi Berlinton Sitorus S.T, M.Sc.

DESKRIPSI PEMBELAJARAN

Deskripsi pembelajaran ini memberikan gambaran singkat namun komprehensif tentang apa yang diharapkan dapat dicapai oleh mahasiswa setelah mempelajari bab Internet of Things (IoT) dan Jaringan Sensor ini. Deskripsi ini mencakup pemahaman konseptual dan kemampuan analitis yang relevan dengan topik jaringan komputer. Deskripsi ini dapat digunakan sebagai panduan bagi mahasiswa dan instruktur untuk memahami tujuan dan hasil belajar yang diharapkan dari bab ini.

KOMPETENSI PEMBELAJARAN

Setelah mempelajari bab ini, mahasiswa diharapkan mampu.

1. Mendefinisikan Internet of Things (IoT) dan Jaringan Sensor.
2. Menjabarkan arsitektur, protokol dan standar Internet of Things (IoT).

A. DEFINISI INTERNET OF THINGS (IOT) DAN JARINGAN SENSOR

1. Prashant Ranjan, Ram Shringar Rao, Krishna Kumar and Pankaj Sharma

Dalam bukunya "Wireless Communication : Advancements and Challenges," (Ranjan,Rao,Kumar,Sharma, 2023) memberikan definisi yang komprehensif mengenai internet of things (IoT).

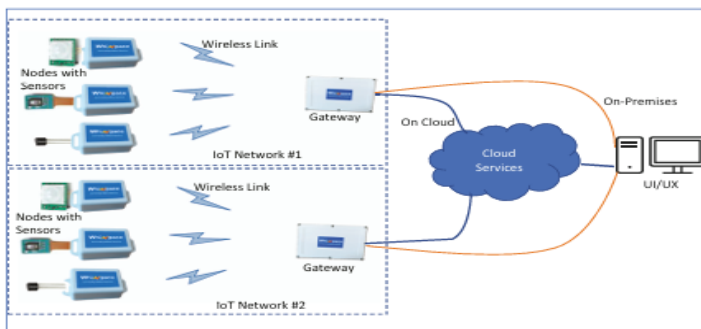
Internet of things. Menurut mereka, Internet of Things (IoT) adalah "sebuah konsep yang mengenali kehadiran perangkat-perangkat yang saling terhubung baik itu perangkat nirkabel maupun perangkat kabel dan memiliki kemampuan skema pengalamatan khusus dari komunikasi antara satu perangkat dengan perangkat yang lain dalam rangka membangun aplikasi-aplikasi maupun layanan-layanan baru". Namun demikian , terdapat banyak tantangan-tantangan riset dan pengembangan untuk membuat sebuah dunia pintar. Tujuan dalam pembuatan dunia pintar ini adalah untuk menggabungkan ekosistem-ekosistem pintar

agar konsumsi energi, manajemen transpor, operasi kota, dan banyak area-area lain menjadi lebih pintar.

Definisi lain terkait IoT dalam buku ini adalah ide umum dari sesuatu dalam kehidupan sehari-hari, yang dapat dibaca, dikenali, dilokasikan, dialamatkan melalui perangkat sensor dan dapat di kontrol melalui telepon pintar atau jaringan komputer. Jaringan komputer ini termasuk Radio Frequency Identification (RFID), WiFi, dan wide area networks (WAN). Keseluruhan sistem ini termasuk perangkat-perangkat elektronik, barang-barang dengan teknologi seperti industri otomatis, alat-alat berat dan juga termasuk barang-barang non elektronik seperti makanan, air, baju, furnitur, tanaman, dan lain-lain.

IoT mencakup titik-titik yaitu sebagai :

- f. Sensor. Sensor adalah bagian dari perangkat yang berfungsi untuk memperoleh dan membagi data ke perangkat lain.
- g. Perangkat pinggir pintar. Perangkat ini memiliki prosesor dan modul komunikasi untuk keperluan transmisi, menerima dan memproses parameter yang diperoleh dari atau ke titik-titik lain.
- h. Sistem tertanam.



Gambar 15. 1 Contoh Jaringan Khas IoT
Sumber. (Ranjan,Rao,Kumar,Sharma, 2023) halaman 6.

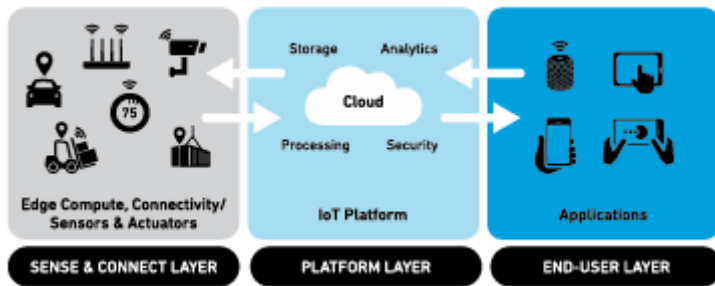
Gambar 15.1 menunjukkan sebuah jaringan khas IoT. Jaringan ini terdiri dari sebuah PC yang terhubung dengan Cloud, juga juga dua buah *gateway* yang masing-masing berkomunikasi dengan perangkat lain yang memiliki sensor-sensor. Perangkat IoT akan membagi data sensor yang dikumpulkan dan mengirimnya ke sebuah *gateway* atau juga ke perangkat pinggir melalui protokol

sebuah jaringan nirkabel. Perangkat-perangkat ini juga kadang-kadang berkomunikasi dengan perangkat lain dan saling berkomunikasi satu sama lain dalam sebuah jaringan bertipe mesh. Konektivitas, jaringan dan protokol komunikasi yang digunakan pada perangkat pinggir bergantung kepada *usecase* yang dikembangkan oleh IoT.

2. Cees Links, Tony Testa, John Anderton, Wilco Van Hoogstraeten, David Schnafer, and Cindy Warschauer

Dalam "Internet of Things For Dummies" (Links C. dkk, 2021) memberikan pemahaman tentang apa itu IoT dengan memaparkan evolusi internet secara keseluruhan. Mulai dari awal internet yang digunakan sebagai jaringan komputer kabel militer dan pemerintah Amerika, hingga akhirnya internet digunakan oleh jutaan orang di seluruh dunia untuk berbagai keperluan. Istilah IoT mulai muncul di tahun 2000an untuk menggambarkan perangkat-perangkat yang terhubung ke Internet. Baru pada tahun 2005, International Telecommunication Union (ITU) sebagai sebuah badan resmi yang mengatur aturan-aturan telekomunikasi memperkenalkan istilah IoT ini sebagai kumpulan obyek-obyek pintar yang terhubung ke Internet dan berkomunikasi satu sama lain dengan sedikit intervensi dari manusia atau bahkan sama sekali tanpa intervensi dari manusia. Obyek-obyek tersebut umumnya terhubung melalui sebuah *gateway* ke sebuah *platform* IoT, yang terdiri dari alat-alat bantu piranti lunak dan layanan-layanan yang mengumpulkan data dari sensor-sensor, pengontrol-pengontrol dan perangkat-perangkat lain

Sekarang ini, IoT adalah tentang menghubungkan banyak jenis obyek ke Internet seperti sensor-sensor, pengontrol-pengontrol tanpa tangan dan juga perangkat-perangkat pemantauan. IoT dapat dipandang sebagai sebuah sistem tiga lapis seperti yang ditunjukkan pada gambar 15.2. yaitu lapisan "Sense & Connect", lapisan "Platform" dan lapisan : End-User".



Gambar 15. 2 IoT sebagai sistem berlapis
 Sumber : Links 2021, halaman 4.

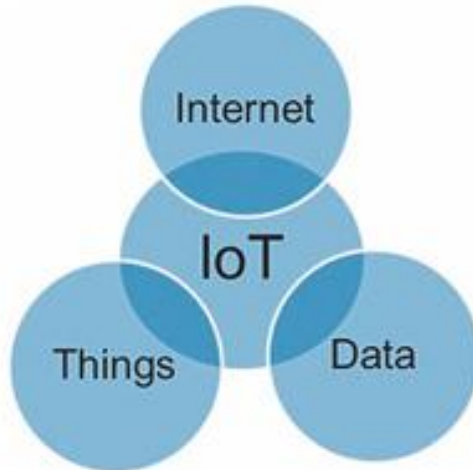
Pada lapisan "Sense & Connect", *platform* menghubungkan perangkat keras IoT ke aplikasi jaringan yang akan melakukan pemrosesan data dan penyimpanan. Pada bagian tengah adalah lapisan *platform*. Pada lapisan ini, data disimpan, diamankan, diproses dan dianalisis. Pada lapisan "End-User", IoT terhubung ke aplikasi-aplikasi *end-user* yang akan memantau dan menginterpretasi data dari perangkat-perangkat IoT dan mengirimkan instruksi-instruksi ke perangkat-perangkat untuk melakukan suatu aksi seperti mengunci pintu depan atau menaikkan pintu garasi, atau berbagai aksi lain.

3. Ammar Rayes dan Samer Salam

Rayes dan Salam dalam bukunya "Internet of Things From Hype to Reality : The Road to Digitization," memberikan definisi IoT adalah merupakan sebuah jaringan dari elemen-elemen fisik atau sebuah jaringan dari banyak sesuatu, dengan identifikasi elemen yang jelas, ditanamkan dengan kepintaran piranti lunak, sensor-sensor serta dimanapun terkoneksi dengan Internet.

Rayes dan Salam menggambarkan IoT dalam bentuk diagram seperti ditunjukkan pada gambar 15.3, dimana IoT sebagai pusat bersinggungan dengan segala sesuatu, data dan internet. Ide utama dari IoT adalah menghubungkan secara fisik segala sesuatu baik itu sensor, perangkat, mesin, manusia, hewan dan tumbuh-tumbuhan dan memrosesnya melalui Internet untuk keperluan pemantauan dan atau fungsionalitas kontrol. Hubungan-hubungan tidak terbatas pada informasi situs tapi merupakan koneksi fisik dan aktual yang memungkinkan untuk mencapainya dan mengontrolnya saat dibutuhkan. Menghubungkan semua obyek itu bukan

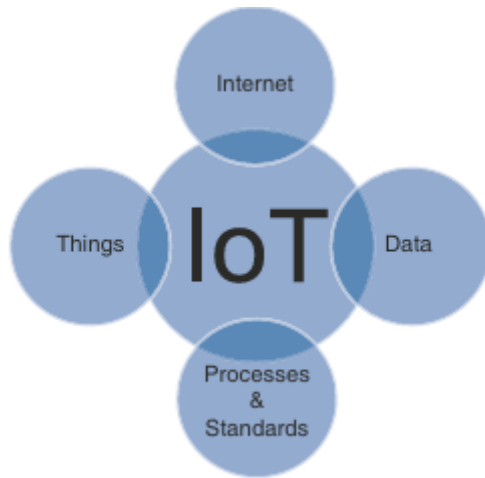
merupakan tujuan, namun yang lebih penting adalah mengumpulkan kepintaran dari obyek-obyek tersebut akan memperkaya produk-produk dan layanan-layanan yang ada.



Gambar 15. 3 Ilustrasi Definisi Sederhana IoT
Sumber : Rayes&Salam 2019, halaman 3.

Internet of Things (IoT). Menurut Rayes dan Salam, IoT adalah " IoT merupakan jaringan dari segala sesuatu , dengan identifikasi perangkat, kepintaran yang ditanam dan kemampuan penginderaan dan tindakan, yang menghubungkan orang-orang dan segala sesuatu melalui Internet. Definisi IoT yang lebih kompleks ini ditunjukkan pada gambar 15.4. Pada definisi IoT yang kompleks bagian proses dan standar yang tidak ada pada definisi sederhana dari IoT. Ada beberapa perusahaan yang menyebut IoT dengan IoE yaitu Internet of Everything. Salah satu dari perusahaan tersebut adalah Cisco. IoE memiliki empat komponen kunci yaitu orang, proses, data dan sesuatu. IoE menghubungkan empat komponen kunci tersebut. Orang artinya, menghubungkan orang dengan cara-cara yang lebih relevan. Data artinya melakukan konversi data menjadi kepintaran agar dapat mengambil keputusan dengan baik. Proses artinya menyampaikan informasi yang tepat ke orang yang tepat atau mesin yang tepat di waktu yang tepat. Sesuatu artinya obyek-obyek dan perangkat fisik yang terhubung

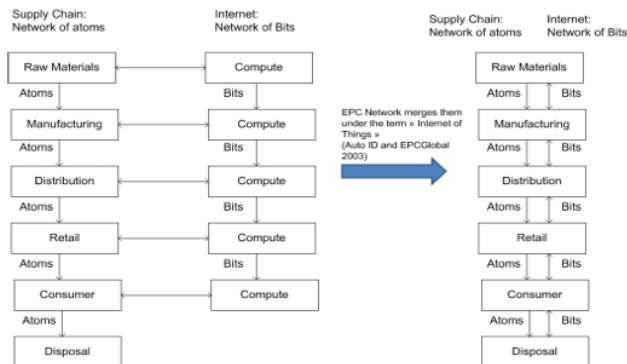
dengan Internet dan satu sama lain untuk pengambilan keputusan yang sering disebut juga IoT.



Gambar 15. 4 Ilustrasi Definisi Kompleks IoT
Sumber : Rayes&Salam 2019, halaman 4.

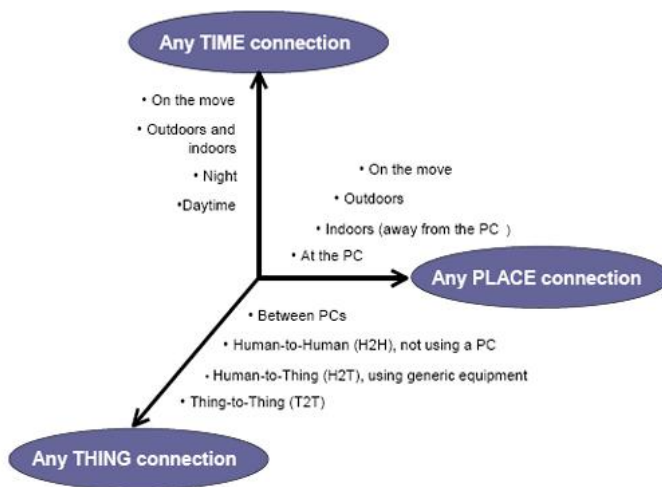
4. Hakima Cauouchi

Internet of Things (IoT). Cauouchi dalam bukunya “The Internet of Things : Connecting Objects to the Web” mendefinisikan IoT sebagai “sebuah jaringan dengan kebutuhan-kebutuhan baru yang berkaitan dengan obyek-obyek dengan teknologi baru dalam jaringan”. (Cauochi, 2010). Model TCP/IP yang ada mungkin kompatibel dengan model Internet masa depan. Proyek-proyek riset yang banyak dilakukan mendapat banyak dukungan oleh semua jaringan IP, sehingga bisa ada kemungkinan kedepan, terdapat penyesuaian-penyesuaian IoT berdasarkan model baru internet yang akan muncul. Seperti dikutip oleh Cauouchi, usulan awal dari IoT dapat dilihat pada gambar 15.5. Usulan ini merupakan hasil dari sebuah pusat riset Auto-ID pada universitas Massachusetts Institute (MIT).

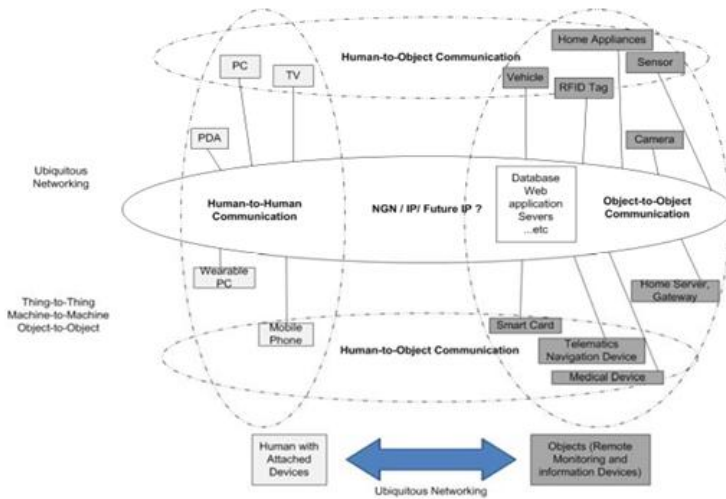


Gambar 15. 5 Usulan awal IoT
 Sumber : Cauochi 2010, halaman 4.

International Telecommunication Unit (ITU) pada tahun 2005 menunjukkan ketertarikan terkait konsep IoT yang akhirnya membuat laporan terkait riset tersebut dalam bentuk dimensi dari IoT. Dimensi IoT oleh ITU ini dapat dilihat pada gambar 15.6. Laporan ini memperkenalkan dimensi baru pada jalur jaringan pervasif untuk melengkapi konektivitas jaringan yang telah ada.



Gambar 15. 6 Dimensi IoT dari ITU
 Sumber : Cauochi 2010, halaman 5.



Gambar 15. 7 Jaringan pervasif
 Sumber : Cauochi 2010, halaman 6

Kebanyakan layanan-layanan internet dirancang untuk memenuhi interaksi orang ke orang seperti layanan email atau telepon. Lalu lintas yang dibangun di internet adalah dari orang ke orang baik itu lalu lintas suara maupun data. Layanan-layanan baru dikembangkan antara orang ke mesin dan mesin ke orang seperti layanan permintaan video atau layanan distribusi konten. Untuk mencapai tujuan otomasi tugas dan proses, layanan-layanan baru dikembangkan yaitu interaksi yang mungkin antara mesin ke orang, mesin ke mesin, atau sesuatu ke sesuatu, yang kesemuanya disebut sebagai jaringan pervasif. Usulan ITU pada gambar 15.6 tersebut juga dilengkapi dengan jaringan pervasif seperti dapat dilihat pada gambar 15.7.

IoT menghubungkan obyek-obyek untuk menawarkan layanan-layanan baru sekitar orang dan obyek-obyek. Hal tersebut juga sering disebut jaringan dari sesuatu atau obyek. IoT mungkin menyarankan model internet harus diadaptasi untuk mendukung konektivitas dan transpor lalu lintas dari layanan baru berbasis obyek yang terhubung. Kadangkala istilah IoT disebut juga “Web of Objects (WoT)”. IoT seringkali juga dipandang sama dengan Web karena keduanya memiliki kemiripan dalam hal aksesibilitas layanan utama terhadap titik-titik terhubung dari internet. IoT juga

DAFTAR PUSTAKA

- Agung Suprpto. (2020). Pengantar Jaringan Komputer: Pendekatan Praktis untuk Pemula. Deepublish Publisher.
- Agus Wibowo. (2022). Jaringan Sistem Komputer Jilid 1. Yayasan Prima Agus Teknik.
- Amazon Web Services (AWS). (2023). Getting Started with VPC and Network Virtualization.
- APNIC / blog & research — BGP update reports (2023–2024 trend analysis). (APNIC Blog)
- APNIC. APNIC Annual Report 2024 (adopsi IPv6 di APAC). (APNIC)
- Ardiyanto, Dwi. 2020. Pengantar Jaringan Komputer. Yogyakarta: Deepublish.
- Articles explaining VLAN: Lifewire (overview & best practices). (Lifewire)
- Barron's. Networking Companies Ride the AI Wave (konteks investasi jaringan AI). (Barron's)
- BPPT. (2020). Kajian Teknologi Cloud Computing untuk Pendidikan Tinggi.
- Brazeal, F. (2023). The read aloud cloud: An illustrated guide to AWS. Wiley.
- Broadcom. Tomahawk 6 102.4T Switch for AI Datacenters (berita industri 2025). (Investors)
- BSSN. (2021). Pedoman Keamanan Infrastruktur Cloud di Indonesia.
- Budiman, A. P. 2017. Jaringan Komputer: Teori dan Aplikasi. Jakarta: Penerbit Informatika.
- Budiyanto, Setiyo, and Lukman Medriavin Silalahi. 2023. "Internet of Things for 4.0 Industry Revolution." *Journal of Innovation and Community Engagement* 4(3): 164–73. <https://journal.maranatha.edu/index.php/ice/article/view/7316>.
- Budiyanto, Setiyo, Irmulansati Tomohardjo, Fauzi Nur Iman, and Lukman Medriavin Silalahi. 2024. "Application of Electrical Technology Using Website as a Digital Communication Science Media Based on Information and Communication Technology at Amari Teaching and Learning Centre." *Journal*

of Innovation and Community Engagement 5(4 SE-Articles): 253–61.

<https://journal.maranatha.edu/index.php/ice/article/view/10020>

- Cees Links, Tony Testa, John Anderton, Wilco Van Hoogstraeten, David Schnauffer, and Cindy Warschauer. 2021. "Internet of Things For Dummies®, Qorvo 2nd Special Edition." John Wiley & Sons, Inc., New Jersey.
- Cisco — Configure IP Addresses and Unique Subnets for New Users (router basics). (Cisco)
- Cisco — Configuring VLAN Trunks (Catalyst 9500). (Cisco)
- Cisco — EIGRP overviews and configuration notes. (Cisco)
- Cisco — OSPFv3 configuration & OSPF design guidance. (Cisco)
- Cisco — VLAN Configuration Guide, IOS XE 17.13 (Catalyst series). (Cisco)
- Cisco & IDC. 2024 Global Networking Trends Report. (PDF & laman ringkas). (Cisco)
- Cisco Global Networking Trends 2024 Report.
- Cisco Networking Academy. (2022). CCNA Routing and Switching: Introduction to Networks Companion Guide. Cisco Press.
- Cisco Systems. (2021). Cloud Networking for Higher Education.
- Cisco. (2022). Cisco Networking Academy: Introduction to Networks (Version 7.0). Cisco Systems.
- Cloudflare / White House / ARIN reports — perkembangan routing security dan RPKI. (The Cloudflare Blog, Reuters, ARIN)
- Cloudflare Radar. 2024 Year in Review (konektivitas, IPv6, gangguan). (The Cloudflare Blog)
- Comer, D. E. (2015). Internetworking with TCP/IP (Vol. 1, 6th ed.). Pearson.
- Comer, D. E. (2018). Internetworking with TCP/IP Volume One: Principles, Protocols, and Architecture (6th ed.). Pearson.
- Comer, D. E. (2019). Computer networks and internets (6th ed.). Pearson.
- Comparitech / Configure Cisco Switches (practical guide, 2025). (Comparitech)
- Connor, Charles O. (2020). Overview of Computer Network. International Digital Organization for Scientific Research IDOSR JOURNAL OF COMPUTER AND APPLIED SCIENCES 5(1):1-7, 2020

- Davies, J. (2022). *Understanding IPv6* (4th ed.). Microsoft Press.
- Deering, S., & Hinden, R. (2018). *Internet Protocol, Version 6 (IPv6) Specification*. RFC 8200. IETF. <https://doi.org/10.17487/RFC8200>
- Dell'Oro Group. *The State of Enterprise Network Market in 2024 (siklus pasar & digest)*. (Dell'Oro Group)
- Desgeorges, L., Georges, J., & Divoux, T. (2023). Implementation of a SDN architecture observer: detection of failure, distributed denial-of-service and unauthorized intrusion. *Security and Communication Networks*, 2023, 1-20.
- Droms, R. (1997). *Dynamic Host Configuration Protocol*. RFC 2131. IETF. <https://doi.org/10.17487/RFC2131>
- Educause Review. (2023). *Digital Transformation in Higher Education through Cloud Adoption*.
- Etchezarreta, X., Garitano, I., Iturbe, M., & Zurutuza, U. (2023). Low delay network attributes randomization to proactively mitigate reconnaissance attacks in industrial control systems. *Wireless Networks*, 30(6), 5077-5091.
- Fajri, F. 2020. *Pengantar Jaringan Komputer: Konsep Dasar hingga Implementasi*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Fauzan Prasetyo Eka Putra, & Muhammad Umar Mansyur. (2023). *Jaringan Komputer Untuk Pemula* (1st ed.). Penerbit Litnus.
- Felix, O. (2024). TCP/IP stack transport layer performance, privacy, and security issues. *World Journal of Advanced Engineering Technology and Sciences*, 11(2), 175-200.
- Forouzan, B. (2022). *Data Communications and Networking*.
- Forouzan, B. A. (2007). *Data Communications and Networking* (4th ed.). McGraw-Hill.
- Forouzan, B. A. (2017). *Data communications and networking* (5th ed.). McGraw-Hill Education.
- Forouzan, Behrouz A. (2010). *Data Communications and Networking*. 5th ed. McGraw-Hill.
- Forouzan, Behrouz A. 2013. *Data Communications and Networking*. 5th ed. McGraw-Hill, 2017. *Data Communications and Networking* 5th ed. 5th ed. McGraw-Hill Education.
- Forrester. *The State of IT Networks, 2024 (tren multicloud, Zero Trust edge, otomatisasi)*. (Forrester)
- Future network trends: *Creating intelligent digital infrastructure*

- Gartner. (2022). Top Trends in Cloud Infrastructure and Network Virtualization.
- Gast, Matthew S. (2005). 802.11 Wireless Networks: The Definitive Guide. O'Reilly Media.
- GeeksforGeeks. "ARP (Address Resolution Protocol) in Computer Network."
- Global Knowledge / LearnCisco — RIPv2 explanations (fundamental routing concepts). (Global Knowledge)
- Gonzalez, M. (2023). Interdomain Routing in the Era of 5G and Cloud.
- Google Cloud. (2023). Securing Cloud Networks with IAM and Virtual Firewalls.
- Hakima Chaouchi 2010. "Ketahanan Siber 2025: Langkah Penting Perusahaan Hadapi Ancaman." John Wiley & Sons, Inc., USA
- Halsall, F. (2005). Computer Networking and the Internet (5th ed.). Pearson Education.
- Han, C., Takeuchi, J., Takahashi, T., & Inoue, D. (2022). Dark-tracer: early detection framework for malware activity based on anomalous spatiotemporal patterns. IEEE Access, 10, 13038-13058.
- Handayani, Tuti et al. 2025. Pengantar Sistem Informasi: Konsep, Teknologi, Dan Implementasi. 1st ed. ed. Nurhadi Nurhadi. Tangerang: HADLA Media Informasi.
- Harahsheh, K. and Chen, C. (2023). A survey of using machine learning in IoT security and the challenges faced by researchers. Informatica, 47(6).
- Herman, H. and Yudhana, A. (2023). Live forensic environment with parallel data acquisition for investigating private mode browsing. International Journal of Safety and Security Engineering, 13(3), 577-585.
- Hinden, R., & Deering, S. (2006). IP Version 6 Addressing Architecture. RFC 4291. IETF.
<https://doi.org/10.17487/RFC4291>
- Hogg, S., & Vyncke, E. (2020). IPv6 security (2nd ed.). Cisco Press.
- Hogg, S., & Vyncke, T. (2014). IPv6 Security. Cisco Press.
- HPE Community. East-West Data Center Traffic is the New North-South (tren arsitektur). (HPE Community)
<https://www.ericsson.com/en/reports-and-papers/ericsson-technology-review/articles/technology-trends-2020>
-

- Hu, W., & Li, Y. (2018). "Analysis of TCP/IP Protocol Suite and Its Security Issues." *Journal of Computer Science and Information Technology*, 6(2), 1–9.
- Huang, L. (2024). Design of geographic information data storage system for land change survey based on arcgis. 115.
- Huitema, C. (1998). IPv6: The new internet protocol. Prentice Hall.
- Huston, G. (2020). IPv4 Address Report. APNIC Labs. <https://www.potaroo.net/tools/ipv4/>
- Hwang, K., Dongarra, J., & Fox, G. C. (2011). *Distributed and Cloud Computing: From Parallel Processing to the Internet of Things*. Morgan Kaufmann.
- IANA. (2025). IP Addressing. Internet Assigned Numbers Authority. <https://www.iana.org/numbers>
- Ibnu Indarwati, Arif Muttakin, & Agung Puspitas Bantala. (2023). *Dasar-Dasar Teknik Jaringan Komputer dan Telekomunikasi* (1st ed.). Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi. <https://buku.kemdikbud.go.id>
- IEEE 802.11 Working Group for WLAN Standards. (Referensi standar terbaru dari situs web IEEE).
- IEEE Xplore. (2020). *Software Defined Networking and NFV: A Review*.
- IETF RFC 9439 (2023) – ALTO Performance Metrics.
- IETF. RFC 9439 ALTO Performance Cost Metrics (2023); draft-ietf-tvr-alto-exposure (2025). (IETF Datatracker)
- Imelda U. V. Simanjuntak et al. 2024. "Smart Cupboards at Community Learning Activity Center Wiyata Utama." *ABDIMAS: Jurnal Pengabdian Masyarakat* 7(2 SE-Articles): 749–55. <https://journal.umtas.ac.id/index.php/ABDIMAS/article/view/4737>.
- Intelligent Information Networks and the Semantic Web. <https://habr.com/ru/post/116574/>
- Internet Society Pulse. More Countries Join the Majority IPv6 Club (2024). (Internet Society Pulse)
- Internet Society. (2019). State of IPv6 Deployment 2018. <https://www.internetsociety.org/resources/doc/2018/state-of-ipv6-deployment-2018/>
- ITB. (2022). *Studi Infrastruktur Hybrid Cloud untuk Smart Campus*.

- Izquierdo-Monge, Ó., Peña-Carro, P., Hernández-Jiménez, Á., Zorita-Lamadrid, Á., & Hernández-Callejo, L. (2024). Methodology for energy management in a smart microgrid based on the efficiency of dispatchable renewable generation sources and distributed storage systems. *Applied Sciences*, 14(5), 1946.
- Judijanto, Loso et al. 2025. *ELECTRICAL ENGINEERING : An Overview : From Theory To Practice*. ed. Akhirl Desman. Malaysia: Mind Power Publishing.
- Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi (JTIK). (2023). Analisis SDN dan NFV di Lingkungan Akademik.
- Kafke, J. and Viana, T. (2022). Call me maybe: using dynamic protocol switching to mitigate denial-of-service attacks on voip systems. *Network*, 2(4), 545-567.
- Kementerian Kominfo RI. (2022). Strategi Nasional Transformasi Digital.
- Khan, M A, M Uddin, dan N Kumar. 2022. "A lightweight MAC spoofing detection mechanism in 802.11 networks using behavioral fingerprinting." *Journal of Network and Computer Applications* 201: 103345.
- Khan, Q., Park, C., Ahmad, R., Rizwan, A., Khan, A., Lim, S., ... & Kim, D. (2024). Adaptive dfl-based straggler mitigation mechanism for synchronous ring topology in digital twin networks. *let Collaborative Intelligent Manufacturing*, 6(3).
- Kurose, J. F., & Ross, K. W. (2017). *Computer Networking: A Top-Down Approach* (7th ed.). Pearson.
- Kurose, J. F., & Ross, K. W. (2017). *Computer networking: A top-down approach* (7th ed.). Pearson.
- Kurose, J. F., & Ross, K. W. (2017). *Computer Networking: A Top-Down Approach* (7th ed.). Pearson.
- Kurose, J. F., & Ross, K. W. (2021). *Computer networking: A top-down approach* (8th ed.). Pearson.
- Kurose, James F, dan Keith W Ross. 2021. *Computer Networking: A Top-Down Approach*. 8th ed. Pearson.
- Kurose, James F, dan Keith W Ross. 2021. *Computer Networking: A Top-Down Approach*. 8th ed. Pearson.
- Kurose, James F., & Ross, Keith W. (2017). *Computer Networking: A Top-Down Approach*. 7th ed. Pearson.

- Lukman Medriavin Silalahi, Imelda Uli Vistalina Simanjuntak, and Agus Dendi Rochendi. 2023. "Internet of Things Education Teaching and Learning Centre Harapan Bunda School Jakarta." *ABDIMAS: Jurnal Pengabdian Masyarakat* 6(4 SE-Articles): 4439–48. <https://journal.umtas.ac.id/index.php/ABDIMAS/article/view/3862>.
- Luo, Y., Luo, Z., & Liang, Z. (2023). A smart site management platform based on IoT and QR code.
- Martín, Á., Mejías, D., Fernández, Z., Viola, R., Pérez, J., García, M., ... & Angueira, P. (2022). Adaptive QOS of webrtc for vehicular media communications.
- Microsoft Azure. (2022). Hybrid Cloud Architecture for Education. Modern Supercomputers: Computing Technologies for Progress. <https://integral-russia.ru/2019/09/10/sovremennye-superkompyutery-tehnologii-vychislenij-na-sluzhbe-progressa/>
- Muhajir Syamsu, Vany Terisia, & Uki Masduki. (2023). *Buku Ajar Jaringan Komputer: Praktis & Mudah Diserta Studi Kasus* (1st ed.). Eureka Media Aksara.
- NetworkLessons / Port Security configuration reference. (NetworkLessons.com)
- Nguyen, S., Mimura, M., & Tanaka, H. (2022). Leverage slow-port-exhaustion attacks by exploiting abnormal connections from IoT devices and docker containers. *Journal of Information Processing*, 30(0), 486-494.
- Nono Heryana, Moh. Erkamim, Afif Zuhri Arfianto, Dahlan Susilo, Firdhaus Hari S A H, Farid Fitriyadi, Wartono, Iwan Adhicandra, Muhammad Hidayat, & Irmawati. (2023). *Pengenalan Dasar Jaringan Komputer*. Rey Media Grafika.
- Odom, W. (2020). *CCNA 200-301 Official Cert Guide, Volume 1*. Cisco Press.
- Odom, W. (2024). *CCNA 200-301 Official Cert Guide, Volume 1* (2nd ed.). Pearson.
- Patterson, D. A., & Hennessy, J. L. (2017). *Computer Organization and Design: The Hardware/Software Interface* (5th ed.). Morgan Kaufmann.
- Permana, B. S. 2019. *Modul Praktikum Jaringan Komputer: Subnetting & CIDR*. Bandung: Politeknik Negeri Bandung.

- Peterson, L. L., & Davie, B. S. 2021. *Computer Networks: A Systems Approach* (6th ed.). Morgan Kaufmann.
- Peterson, Larry L, dan Bruce S Davie. 2022. *Computer Networks: A Systems Approach*. 6th ed. Morgan Kaufmann.
- Postel, J. (1981). *Internet Protocol*. RFC 791. IETF. <https://datatracker.ietf.org/doc/html/rfc791>
- Prashant Ranjan, Ram Shringar Rao, Krishna Kumar dan Pankaj Sharma Dwi, Husni, and M. Rozin Anjad. 2023. "Wireless Communication Advancements and Challenges." CRC Press, FL 33487- 2742
- Prerequisites for Creating a Platform for the Internet of Objects. <https://zen.yandex.ru/media/id/5c8ac05452e1b000b34779d8/predposylki-sozdaniia-platformy-interneta-obektov-5d246ad4998ed600aee65306>.
- Pusdatin Kemendikbudristek. (2021). *Smart Campus: Panduan Implementasi Teknologi Pendidikan*.
- Raharjo, A. 2021. *Jaringan Komputer untuk Pemula: Panduan Praktis Subnetting*. Jakarta: Elex Media Komputindo.
- Rekhter, Y., Li, T., & Hares, S. (1993). *Classless Inter-Domain Routing (CIDR): An Address Assignment and Aggregation Strategy*. RFC 1519. IETF. <https://doi.org/10.17487/RFC1519>
- Rekhter, Y., Moskowitz, B., Karrenberg, D., de Groot, G. J., & Lear, E. (1996). *Address allocation for private internets*. RFC 1918. IETF.
- Research & lab sources on inter-VLAN (Router-on-a-stick vs SVI) studi akademik & lab reports. (ResearchGate)
- Research comparisons / performance evaluations (NS-3 / simulasi) studi perbandingan RIP/EIGRP/OSPF (2024–2025). (ResearchGate)
- Resmiyati, Suci et al. 2025. "Improvement of Data Communication and Computer Networks Skills through Computer Network and Cyber Security Training at TCK Learning Center Hong Kong." *An International Journal Tourism and Community Review* 2(2): 73–76.
- Reynolds, J., & Postel, J. (1994). *Assigned numbers*. RFC 1700. IETF.
- RFC 4632. (2006). *Classless Inter-domain Routing (CIDR): The Internet Address Assignment and Aggregation Plan*. IETF.

- Riyadi, Nazarul Bagus et al. 2025. "Implementation And Optimisation Of Tree Network Topology For Computer Network System Efficiency." *Lovelace Journal of Information System, Security, Education and Network Artificial Intelligence* 1(1): 39–45.
- Rizal, M., & Sudarta, S. (2024). *Teori dan Praktikum Jaringan Komputer* (1st ed.). Perkumpulan Rumah Cemerlang Indonesia.
- Rouse, M. (2020). *IP address management (IPAM)*. TechTarget.
- Rudi Hartono, Melda Agnes Manuhutu, Bambang Tri Wahyono, Ridwan Raafi'udin, Henki Bayu Seta, Theresiawati, Janeman Sumah, Hennie Tuhuteru, Hariani Ma'tang Pakka, Hamonangan Kinantan Prabu, & Guntoro. (2024). *Dasar-Dasar Jaringan Komputer* (1st ed.). Widina Media Utama. www.freepik.com
- Sadikin, N., & Sari, M. (2022). *Jaringan komputer di Windows Server: Implementasi TCP/IP, DNS, DHCP, Web dan FTP*
- Samsumar, Lalu Delsi et al. 2025. *Keamanan Sistem Informasi: Perlindungan Data Dan Privasi Di Era Digital*. 1st ed. ed. Nurhadi Nurhadi. Tangerang: HADLA Media Informasi.
- Sanjaya, Hery. 2021. *Jaringan Komputer: Teori dan Praktik*. Bandung: Informatika.
- Sarkar, S., & Misra, S. (2019). Addressing the challenges of IPv4 to IPv6 migration. *IEEE Communications Magazine*, 57(3), 54–61. <https://doi.org/10.1109/MCOM.2019.8646235>
- Shan, Q., Song, J., Xu, Q., Xiao, G., & Yu, F. (2022). Polymorphic distributed energy management for low-carbon port microgrid with carbon capture and carbon storage devices. *Frontiers in Energy Research*, 10.
- Shapkin, A.V., Beloozerov, V.N., and Dmitrieva, E.Yu., *Integration of linguistic tools for document search in the information space*, *Inf. Resur. Ross.*, 2020, no. 5, pp. 34–38.
- Silalahi, Lukman Medriavin, and Andhika Kurniawan. 2023. "Analisis Keamanan Jaringan Menggunakan Intrusion Prevention System (Ips) Dengan Metode Traffic Behavior." *Electrician: Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro* 17(1): 71–76.
- Silalahi, Lukman Medriavin, and Dadang Gunawan. 2025. "Routing Architecture: Pioneering Traffic Engineering for Multiprotocol

- Label Switching and Beyond.” In 2025 IEEE 15th Symposium on Computer Applications & Industrial Electronics (ISCAIE), IEEE, 373–78. <https://ieeexplore.ieee.org/document/11080920/>.
- Silalahi, Lukman Medriavin, Imelda Uli Vistalina Simanjuntak, Setiyo Budiyo, and Agus Dendi Rochendi. 2023. “Computer Hardware and Software Education for Teacher’s Office of Insan Mulia Early Childhood Education School Tangerang.” *Journal of Innovation and Community Engagement* 4(4 SE-Articles): 232–40. <http://114.7.153.31/index.php/ice/article/view/7313>.
- Simone Cirani, Gianluigi Ferrari, Marco Picone and Luca Veltri . 2019. “Internet of Things Architectures, Protocols and Standards.” John Wiley & Sons, Inc., , USA
- Singh, D, dan A Kumar. 2022. “A systematic review of MAC flooding attacks: Variants, detection, and mitigation techniques.” *Computers & Security* 115: 102621.
- Srisuresh, P., & Egevang, K. (2001). Traditional IP Network Address Translator (Traditional NAT). RFC 3022. IETF. <https://doi.org/10.17487/RFC3022>
- Sritrusta Sukaridhoto, & Rizqi Putri Nourma Budiarti. (2020). Jaringan
- Stallings, W. (2013). *Data and computer communications* (10th ed.). Pearson.
- Stallings, W. (2013). *Foundations of Modern Networking: SDN, NFV, QoE, IoT, and Cloud*. Addison-Wesley.
- Stallings, W. (2018). *Data and Computer Communications* (11th ed.). Pearson.
- Stallings, W. (2019). *Computer Organization and Architecture: Designing for Performance* (11th ed.). Pearson Education.
- Stallings, W. (2021). *Foundations of modern networking: SDN, NFV, QoE, IoT, and cloud*. Addison-Wesley.
- Stallings, William. (2018). *Data and Computer Communications*. 11th ed. Pearson.
- Stallings, William. 2017. *Data and Computer Communications*. 10th ed. Pearson.
- Stevens, W. R. (1994). *TCP/IP Illustrated, Volume 1: The Protocols*. Addison-Wesley.
- Stewart, J. (2020). *Network protocols handbook*. Protocols Press.

- Subnetting resources & tutorials (SubnetIPv4, 9tut).
(subnetipv4.com, 9tut.com)
- Sutanta, Edhy. 2019. *Dasar-Dasar Jaringan Komputer*. Yogyakarta: Andi.
- Syuntyurenko, O.V., Beloozerov, V.N., Dmitrieva, E.Yu., et al., (2019). *Set' klassifikatsii po nauke i tekhnike kak mekhanizm smyslovoi navigatsii i poiska informatsii v prostranstve znanii* (The Network of Classifications in Science and Technology as a Mechanism for Semantic Navigation and Information Retrieval in the Space of Knowledge), Available from VINITI, 2019, no. 120-V2019.
- Syuntyurenko, O.V., R S Gilyarevskii. (2021). *Trends and Risks of Network Technologies*. Springer Nature
<https://doi.org/10.3103/S0147688221020088>
<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8431264/>
- Tan, L., Yan, Z., & Chen, H. (2021). Efficient address allocation in next-generation internet. *Computer Networks*, 186, 107739.
<https://doi.org/10.1016/j.comnet.2021.107739>
- Tanenbaum, A. (2022). *Computer Networks*.
- Tanenbaum, A. S., & Wetherall, D. J. (2013). *Computer Networks* (5th ed.). Pearson.
- Tanenbaum, A. S., & Wetherall, D. J. (2021). *Computer networks* (6th ed.). Pearson.
- Tanenbaum, Andrew S, dan David J Wetherall. 2011. *Computer Networks* (5th ed). 5th ed. Prentice Hall, 2021. *Computer Networks* (6th ed). 6th ed. Pearson Education.
- Tareq, R. and Khaleel, T. (2021). Implementation of mqtt protocol in health care based on IoT systems: a study. *International Journal of Electrical and Computer Engineering Systems*, 12(4), 215-223.
- Taşdemir, M. (2023). PLC and computer based brake unit testing device for heavy vehicles. *International Journal of Advanced Natural Sciences and Engineering Researches*.
- Tauqeer, M., Gohar, M., Koh, S., & Alquhayz, H. (2024). Use of QUIC for mobile-oriented future internet (Q-mofi). *Electronics*, 13(2), 431.
- Ten Most Promising Wireless Technologies of the Future.
<https://zen.yandex.ru/media/mcs/desiat-samyh-perspektivnyh->

besprovodnyh-tehnologii-buduscego-5d4d754f0ef8e700ad7730a9.

- Top-5 Trends in the Development of Network Technologies According to Cisco. <https://netstore.su/articles/top-trends-2020-po-versii-cisco>.
- Tóth, S., Erdei, T., & Husi, G. (2022). Studying the communication possibilities between a collaborative robot and an industrial computer. *Műszaki Tudományos Közlemények*, 17(1), 60-64.
- Trends in the Development of Computer Networks and the Internet. <https://idaten.ru/technology/tendencii-razvitia-komputernih-setei-i-interneta>
- Universitas Gadjah Mada. (2020). Integrasi Cloud dan IoT dalam Pendidikan Tinggi.
- Universitas Indonesia. (2021). Penerapan Virtualisasi Jaringan dalam Sistem Informasi Kampus.
- Wi-Fi Alliance (www.wi-fi.org). (Sumber informasi tentang sertifikasi dan nama generasi Wi-Fi).
- Yunus, Muhammad. 2020. *Subnetting dan Pengalamatan IP: Teori dan Praktik*. Surabaya: Graha Ilmu.
- Zeng, J., Zhang, Y., Xue, Y., Li, W., Li, J., Zhang, L., ... & Zheng, S. (2022). The design of a safe charging system based on PKS architecture. *Electronics*, 11(20), 3378.
- Zheng, Y, X Liu, dan Y Zhang. 2021. "ARPSentry: A machine learning-based approach for detecting ARP spoofing attacks in SDN environments." *IEEE Transactions on Network and Service Management* 18(3): 3256–69.
- Zhou, Y., Chen, S., & He, L. (2020). IP spoofing detection in large-scale networks: A survey. *Journal of Network and Computer Applications*, 156, 102564. <https://doi.org/10.1016/j.jnca.2020.102564>

PROFIL PENULIS



SALMAN FARIZY, S.KOM, M.KOM, MCSE, MVP.

Penulis menyelesaikan pendidikan dasar dan menengah di SDN 01 Cipinang Besar, SMPN 25 Cipinang Muara Jakarta Timur dan SMAN 91 Pondok Kelapa Jakarta Timur, sedangkan untuk perguruan tinggi Strata satu (S1) di Universitas Gunadarma dan Pasca Sarjana di STMIK Eresha yang saat ini sudah merger atau bergabung dengan Universitas Pamulang, penulis sempat bekerja di beberapa perusahaan asing dan juga lokal seperti Mattel Indonesia, Frigorex Indonesia, Kaltimex Energy, Microsoft Gold Partner, IT Consultant (partime) dan akhirnya memutuskan untuk menjadi Dosen tetap Universitas Pamulang. Mudah-mudahan dengan adanya buku ini akan menambah pengetahuan dan dapat bermanfaat terutama buat adik-adik mahasiswa yang hobi mengexplore dan mencoba hal-hal yang baru.



AHMAD BUDI TRISNAWAN, S.T., M.KOM.

Penulis lahir di Jakarta pada bulan Maret 1992. Penulis menamatkan pendidikan dasar dan menengah di Kota Tangerang, setelah lulus dari SMK Negeri 2 Kota Tangerang melanjutkan kuliah S1 di Universitas Satya Negara Indonesia pada Program Studi Teknik Informatika tahun 2010.

Kemudian melanjutkan S2 di Universitas Budi Luhur pada Program Studi Magister Ilmu Komputer tahun 2017. Saat ini sebagai dosen di Universitas Mahakarya Asia dengan mengajar untuk mata Kuliah Jaringan Komputer.

Penulis memiliki dua (2) buah hati yakni Ardanu Fatih Trisnawan dan Bahira Freya Trisnawan dari pasangan Budi Lestiarini, S.E. Penulis sudah menulis beberapa buku yang ditulis dan diterbitkan di Hadla Media Informasi sebagai sarana penguangan tulisan.



**IR. LUKMAN MEDRIAVIN SILALAH, A.MD.,
ST., MT., IPM., APEC-ENG.**

Lukman Medriavin Silalahi memperoleh gelar Magister Teknik Elektro dari Universitas Mercu Buana pada tahun 2019 dan melanjutkan pendidikan sekolah Doktor (S3) di Departemen Teknik Elektro Universitas Indonesia pada tahun 2024 hingga buku ini diterbitkan. Beliau juga telah memperoleh sertifikasi IPM (Insinyur Profesional Madya) yang diperoleh dari PII (Persatuan Insinyur Indonesia) dan juga memperoleh pengakuan sebagai APEC-Engineer pada *International Engineering Alliance*. Saat ini, kepangkatan Dosen berada pada tingkat Lektor dengan KUM (300) dan ditempatkan sebagai Dosen di Program Studi Teknik Elektro, Universitas Presiden. Beliau juga telah berhasil mempublikasikan sebanyak 42 artikel ilmiah sebagai penulis pertama atau co-author pada jurnal maupun konferen internasional bereputasi terindeks Scopus. Selain itu, kegiatan beliau sebagai anggota dari IEEE Communications Society Indonesia Chapter. Penelitian beliau antara lain: Keamanan Jaringan (Network Security), Teknik Telekomunikasi (Telecommunication Engineering), Rekayasa Lalu Lintas Telekomunikasi (Telecommunication Traffic Engineering), Teknik Sistem Kendali (Control System Engineering), dan Wireless-IoT (Internet of Things).



BOY YULIADI, ST., M.KOM.

Lahir di Jakarta pada bulan Juli 1982. Pendidikan dasar dan menengah ditempuh di Jakarta, kemudian melanjutkan studi ke jenjang pendidikan menengah kejuruan di SMKN 56 Pluit, Jakarta. Setelah lulus, beliau meneruskan pendidikan tinggi pada Program Studi Teknik Informatika, Fakultas

Teknik, Universitas Mercu Buana, hingga memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST). Selanjutnya, beliau menyelesaikan pendidikan Magister Ilmu Komputer (M.Kom.) pada Program Pascasarjana Universitas Budi Luhur, Jakarta, dan lulus pada tahun 2015.

Karier profesional beliau dimulai pada tahun 2008 sebagai praktisi di bidang Information Technology (IT) Network. Sejak tahun 2016, beliau mengabdikan diri sebagai dosen dan aktif mengajar di berbagai perguruan tinggi. Saat ini, beliau tercatat sebagai dosen pada Program Studi Informatika, Universitas Dian Nusantara (UDN), Jakarta.

Dalam rangka pengembangan kompetensi profesional, beliau telah mengikuti berbagai pelatihan di bidang jaringan komputer yang diselenggarakan oleh lembaga pelatihan nasional maupun berstandar internasional. Bidang keilmuan yang ditekuni meliputi jaringan komputer, keamanan informasi, sistem operasi, serta otomasi berbasis scripting.



IR. CHAIRUL ANWAR, S.KOM., M.KOM., CITPM

Ir. Chairul Anwar, S.Kom., M.Kom., CITPM adalah seorang profesional dan akademisi berpengalaman di bidang Teknologi Informasi dan Manajemen Proyek. Dengan latar belakang pendidikan teknik dan komputer, beliau telah mengabdikan diri dalam dunia pendidikan tinggi, riset, serta industri teknologi selama lebih dari satu dekade.

Memiliki gelar insinyur (Ir.) serta gelar sarjana (S.Kom) dan magister di bidang Sistem Komputer dan Informatika (M.Kom), Chairul Anwar dikenal sebagai tokoh yang menggabungkan wawasan akademik dan praktik industri secara seimbang. Sertifikasi profesional CITPM (**Certified IT Project Manager**) yang disandanginya menjadi bukti kapabilitas dan komitmennya dalam manajemen proyek teknologi berskala nasional maupun internasional.

Saat ini, beliau menjabat sebagai **President Director** PT Teknologi Informatika Solusindo, serta aktif sebagai dosen dan pembimbing akademik di beberapa perguruan tinggi, termasuk Universitas Pamulang. Karya-karya tulis beliau meliputi buku ajar, modul pelatihan, artikel jurnal ilmiah, dan tulisan populer yang membahas topik-topik terkini dalam sistem informasi, pengembangan perangkat lunak, transformasi digital, serta pemberdayaan UMKM melalui teknologi. Selain dikenal karena kepakarannya, **Ir. Chairul Anwar, S.Kom., M.Kom** juga aktif dalam kegiatan pengabdian masyarakat, pelatihan profesional, dan pengembangan SDM digital. Dengan dedikasi tinggi terhadap inovasi dan pendidikan, beliau terus berkontribusi dalam membangun generasi muda yang kompeten dan siap menghadapi tantangan Revolusi Industri 4.0 dan Era Digital.



DEDY ALAMSYAH, S.KOM., M.KOM

Penulis lahir di Kota Tangerang, Banten bulan April. Penulis menamatkan pendidikan dasar dan menengah di Kota Tangerang, setelah lulus dari Madrasah Tsanawiyah dan Aliyah melanjutkan kuliah D3 di STMIK Raharja Jurusan Manajemen Informatika.

kemudian melanjutkan S1 di STMIK Raharja yang sekarang menjadi Universitas Raharja Jurusan Teknik Informatika. Pada tahun 2015 lulus S2 di universitas Budi Luhur Jakarta Program studi Magister Ilmu Komputer. Memulai karir sebagai IT sejak tahun 2002

sebagai Teknikal Support dan ERP Support, Saat ini penulis sebagai praktisi pada sebuah BUMN dan juga Konsultan IT di beberapa tempat.

Saat ini Penulis juga aktif sebagai Dosen Tetap di Universitas Muhammadiyah Tangerang (UMT), mengajar untuk mata Kuliah Manajemen Proyek TI, Sistem Pendukung Keputusan, Kecerdasan Tiruan, Rekayasa Perangkat Lunak, ERP, Keamanan Komputer, Web Programming. Penulis juga aktif bergabung pada organisasi-organisasi profesi terkait bidang TI.

Penulis mempunyai sertifikasi CEH, CHFI, ECIH, CCSA, CRP dan PM Ready.



**DOLLY VIRGIAN SHAKA YUDHA SAKTI,
S.KOM., M.KOM**

Penulis lahir di Kotabumi, Lampung bulan September 1989. Penulis menamatkan pendidikan dasar dan menengah di Kotabumi, setelah lulus dari SMK Nusantara 1 Prokimal melanjutkan kuliah D1 di LPK Budi Luhur Metro Lampung Jurusan Manajemen Informatika.

kemudian melanjutkan S1 di Universitas Budi Luhur Jurusan Teknik Informatika. Pada tahun 2015 lulus S2 di Universitas Budi Luhur Jakarta Program studi Magister Ilmu Komputer. Memulai karir sebagai IT sejak tahun 2008 sebagai Technical Support, Saat ini penulis aktif sebagai Sistem Analis. Saat ini sebagai dosen di Universitas Budi Luhur, mengajar beberapa mata kuliah yaitu Pemrograman Permainan, Augmented Reality dan Mobile Programming.



M. Rhifky Wayahdi, S.Kom., M.Kom.

Penulis lahir di Medan, 05 Februari 1993, merupakan anak pertama dari tiga bersaudara. Penulis merupakan alumni Program Sarjana (S-1) di Universitas Potensi Utama pada Jurusan Sistem Informasi dan lulus tahun 2015. Penulis melanjutkan studi Program Magister (S-2) Teknik Informatika di Universitas Sumatera Utara dan lulus tahun 2019. Kemudian saat ini Penulis sedang melanjutkan Pendidikan Doktoral (S-3) Ilmu Komputer di Universitas Sumatera Utara mulai 2024 sampai sekarang (*on-going*). Berkarir sebagai dosen dimulai dari tahun 2020 di Universitas Battuta. Mulai tahun 2023-sekarang diberi kepercayaan menjadi Dekan Fakultas Teknologi di Universitas Battuta.



Karno Diantoro, M.Kom

Penulis lahir di Jakarta 9 Oktober 1973. Menyelesaikan Pendidikan Sekolah Dasar Negeri 02 (SDN 02) pada tahun 1986), pada tahun 1989 menyelesaikan Sekolah Menengah Pertama (SMPN) 138, pada tahun 1992 menyelesaikan Sekolah Menengah Atas (SMAN) 76, penulis melanjutkan pendidikannya sarjana S1 Ilmu Computer pada tahun 1997 di STI&K Jakarta Jurusan Teknik Komputer, lalu menyelesaikan Magister Komputer S2 Ilmu Komputer pada tahun 2016 di STMIK ERESHA.

Penulis mengikuti seminar, kursus dan workshop yaitu : pada tahun 1992 “English Course” , pada tahun 1993 “Microsoft & Aldus Presentation”, pada tahun 1995 “Latihan Dasar Kepemimpinan Manajemen Mahasiswa” pada tahun 1996 “Seminar & Workshop Internet” pada tahun 1996 “Data Communication”, pada tahun 1999 “Japan Course”, pada tahun 2001 “Developing the Internet Based Information System”, pada tahun 2002 “ISO 9001”, pada tahun 2004 “ASP.Net & MS SQL Server 2000” pada tahun 2004 “ISO 14001:1996”, pada tahun 2004 “Supervisory

Management I”, pada tahun 2004 “Developing ERP Project” pada tahun 2005 “Supervisory Management II”.

Penulis pernah bekerja pada PT. Modern PutraIndonesia dari tahun 1995 sd 1999, pada tahun 1999 sd 2000 bekerja pada PT. PATCO (Padi Trust Component), dan pada tahun 2000 sd 2002 bekerja pada PT. OPTEC DAICHI DENCO, pada tahun 2002 sd 2006 bekerja pada PT Sumitomo Electric Wintec Indonesia. Pada tahun 2006 sd 2008 bekerja PT Danpac Pharma. Selepas dari perusahaan PT Danpac Pharma, Pada tahun 2008 sd 2014 bekerja di RS Permata Bekasi dengan jabatan sebagai kepala divisi Teknologi Informasi.

Penulis saat ini juga menjabat sebagai Ka. Prodi Teknik Informatika & Ka. LPPM di STMIK Mercusuar, Serta Penulis Jurnal tingkat Nasional & Internasional (Scopus). Dosen pengajar pada beberapa perguruan tinggi yaitu University Jayabaya, Universitas Mercubuana, Institut Bisnis Nusantara, IBIK 57, Universitas Setya Negara Indonesia, Instruktur di Pra Kerja & Instruktur Pelatihan Teknik Komputer di Suku Dinas Tenaga Kerja Transmigrasi dan Energi, Assesor Uji Kompetensi BNSP pada LSP Karirjitsu.



A. Taqwa Martadinata, S.KOM., M.KOM

Penulis lahir di Lubuklinggau, Sumatera Selatan bulan Oktober 1995. Penulis menamatkan pendidikan dasar dan menengah di Lubuklinggau, setelah lulus dari SMK Negeri 3 Lubuklinggau melanjutkan kuliah S1 di STMIK Musi Rawas Jurusan Teknik Informatika. Kemudian Pada tahun 2020 lulus S2 di universitas Bina Darma Palembang Program studi Magister Teknik Informatika. Memulai karir sebagai IT sejak tahun 2017 sebagai Technikal Support, Saat ini penulis aktif sebagai Dosen dan Konsultan di Bidang Ilmu Komputer.

Saat ini sebagai dosen di Universitas Bina Insan Lubuklinggau, mengajar untuk mata Kuliah **Pemrograman & Pengembangan Perangkat Lunak** (Rekayasa Perangkat Lunak, Pemrograman Lanjut, Pemrograman Web, Pemrograman Web Lanjutan, Pemrograman Web Berbasis Framework Lanjut,

Pemrograman Perangkat Bergerak, Pemrograman Berbasis Platform, Pengantar Basis Data, Basis Data Berbasis Objek). **Jaringan & Keamanan Komputer** (Jaringan Komputer & Komunikasi Data, Pengantar Jaringan, Keamanan Informasi dan Jaringan, Pemrograman Jaringan, Praktek Kriptografi). **Kecerdasan Buatan & Sains Data** (Text Mining, Pengenalan Pola, Komputer Vision, Robotika Mobile). **Infrastruktur & Teknologi Modern** (Komputasi Awan (Cloud Computing), Teknologi IOT (Internet of Things), Sistem Informasi Geografis (SIG), Pengantar Teknologi Informasi).

Penulis juga aktif membuat video pembelajaran, salah satunya tentang pemrograman yang dapat di lihat di channel youtube penulis di <https://www.youtube.com/martadinata>.



SUWANDONO, S.KOM., M.KOM.

Seorang penulis, dosen tetap Prodi Perpajakan dan sebagai Kepala Pusat Komputer (Ka.Puskom) pada Sekolah Tinggi Perpajakan Indonesia (STPI) yang beralamat di Jalan Matraman Raya Nomor 27 Jakarta Timur 13140. Lahir di Cilacap, 24 Juni 1976. Penulis merupakan anak kelima dari delapan bersaudara. Penulis menamatkan pendidikan dasar dan menengah di Cilacap, setelah lulus dari SMA Negeri 1 Maos (sekarang SMU Neger 1 Maos) melanjutkan kuliah program Sarjana (S1) STMIK Dian Nuswantoro yang sekarang berubah menjadi Universitas Dian Nuswantoro yang berada di Kota Semarang-Jawa Tengah, Prodi Teknik Informatika dan Program Pasca Sarjana (S2) di STMIK ERESHA prodi Teknik Informatika yang sekarang sudah merger atau bergabung dengan Universitas Pamulang-Jakarta. Penulis sejak semester 5 sudah menjadi asisten dosen untuk mata kuliah praktikum Komputer dan setelah lulus tahun 2000 menjadi instruktur komputer di LPC Wijaya Semarang, memulai karir sebagai Dosen sejak tahun 2001 di Solo-Jawa Tengah, kemudian sejak tahun 2004 sampai dengan sekarang memulai karir sebagai dosen di Sekolah Tinggi Perpajakan

Indonesia(STPI) di Jakarta, Penulis saat ini mengampu mata kuliah Pengantar Komputer, Aplikasi Komputer I, Aplikasi Komputer II dan Metodologi Penelitian di STPI. Karir di Programmer menjadi programmer freelance saja, Penulis sangat menyukai juga olah raga terutama Pencak Silat yaitu Merpati Putih, penulis pertama berlatih di Padepokan Pencak Silat Merpati Putih Kolat Maos dengan Guru Mas Mulyanto Tambak yang merupakan salah seorang Dewan Guru. Berikut judul buku yang telah ditulis dan terbitkan: Organisasi dan Arsitektur Komputer dan Pengenalan Bahasa Pemrograman untuk Pemula. Penulis juga aktif membuat video pembelajaran, yang dapat di lihat di channel youtube penulis di @bayusetochannel212. Penulis juga aktif di blog penulis, yaitu :<https://www.suwandono.web.id>



Nada Arina Romli, M.I.Kom

Nada Arina Romli, S.I.Kom, M.I.Kom lahir di Bandung, 14 September 1991. Nada menempuh pendidikan S-1 Komunikasi jurusan public relations di Universitas Padjadjaran, serta pendidikan S-2 Komunikasi konsentrasi public relations di Universitas Padjadjaran. Saat ini Nada merupakan seorang pengajar prodi Ilmu Komunikasi, Fakultas Ilmu Sosial, Universitas Negeri Jakarta. Sebelum menjadi dosen, Nada berkecimpung sebagai praktisi di bidang perbankan dan financial technology. Nada pernah bekerja sebagai Sales Management Asst Manager di Bank Sahabat Sampoerna, kemudian menjabat sebagai CDD & EDD Compliance di Bank Standard Chartered Indonesia, serta terakhir sebagai marketing communication Asst Manager di PT Futuready Insurance Broker, part of Aegon Worldwide Group. Nada memiliki minat pada kajian komunikasi pemasaran, komunikasi bisnis, gender, new media, komunikasi digital. Pada tahun 2019, Nada meraih gelar CPR (Certified Public Relations) pada bidang *strategic public relations* dan *media relations* dan juga sebagai asesor kompetensi pada bidang *public relations*. Sebelumnya pada tahun 2017 meraih gelar sebagai

Junior Public Relations Certification. Pada tahun 2019 dan 2020, Nada berhasil mempublikasikan karya bukunya yang berjudul Literasi Media dalam Komunikasi Politik serta Entrepreneurship di Era 4.0 dan Komunikasi Pemasaran Kreatif di Era Digital..



NOVI LESTARI, S.KOM., M.KOM

Penulis lahir di Lubuklinggau, Sumatera Selatan bulan Agustus 1987. Penulis menamatkan pendidikan dasar dan menengah di Lubuklinggau, setelah lulus dari Madrasah Aliyah Negeri 2 Lubuklinggau melanjutkan kuliah S1 di Sekolah Tinggi Manajemen dan Ilmu Komputer (STMIK) Musi Rawas Jurusan Sistem Komputer.

Kemudian pada tahun 2011 lulus S2 di Universitas Bina Darma Palembang Program Studi Magister Teknik Informatika. Memulai karir dibidang komputer sejak tahun 2010 sebagai Asisten Dosen Komputer.

Saat ini sebagai dosen tetap di Universitas Bina Insan Lubuklinggau, mengajar untuk mata Kuliah Jaringan Komputer, Pengantar Rekayasa Sistem Komputer, Desain Grafis, Administrasi Jaringan, Jaringan Komputer & Komunikasi Data 1, Pengantar Sistem Komputer dan Dasar-Dasar Komputer.



BUDI BERLINTON SITORUS S.T, M.SC

Penulis lahir di Jakarta, DKI Jakarta. Penulis menamatkan pendidikan dasar dan menengah di Jakarta. Setelah lulus dari SMA St. Antonius melanjutkan kuliah S1 di STT Telkom Bandung Jurusan Informatika, kemudian melanjutkan S2 di Greenwich University, Inggris, Jurusan Distributed Computer Systems. Pada

tahun 2001 lulus S2 dan memulai karir sebagai dosen paruh waktu di Universitas Bina Nusantara tahun 2002. Saat ini sebagai dosen homebase di Universitas Multimedia Nusantara



MISWADI, S.KOM., M.KOM


Miswadi “Mas Raden” — praktisi dan akademisi di bidang teknologi informasi, lahir di Gombang, Kebumen (Mei 1975). Menyelesaikan pendidikan mulai dari STM bidang Listrik, D3 dan S1 Teknik Informatika di STMIK Bani Saleh, hingga Magister Ilmu Komputer (S2) di Universitas Budi Luhur


Jakarta.

Saat ini menjabat sebagai **IT Department Head di PT Kiyokuni Indonesia** (Cikarang), dengan tanggung jawab utama pada sistem jaringan, server, aplikasi ERP Manufaktur, database, dan keamanan sistem (Email, Endpoint security, Firewall, Webase, dan lainnya). Sebelumnya berpengalaman di Indomobil Group sebagai Quality Assurance dan staf HRD.

Sejak 2011 aktif sebagai pengajar di SMK dan dosen di STMIK serta Politeknik di Bekasi, dengan fokus pada jaringan komputer, infrastruktur IT, server berbasis Microsoft & GNU/Linux, serta pengembangan aplikasi industri manufaktur (*smart manufacture*).

Pendiri dan pengurus Komunitas IT Kawasan Industri **KOMITKABE** (www.komitkabe.com), serta aktif dalam kegiatan keagamaan dan sosial masyarakat. Memiliki ketertarikan tinggi pada diskusi mengenai Islam, teknologi informasi, dan pengembangan sumber daya manusia.

 Hobi: jalan-jalan, membaca, jogging.

 Kontak: miswadi@kiyokuni.co.id | miswadi@gmail.com

 LinkedIn : [linkedin.com/in/miswadi-52924068](https://www.linkedin.com/in/miswadi-52924068)

PROFIL EDITOR



NURHADI, S.KOM., M.KOM

lahir di Bekasi, Jawa Barat bulan Nopember 1978. Beliau menamatkan pendidikan dasar dan menengah di Bekasi, setelah lulus dari STM Negeri 1 Bekasi (sekarang SMK Negeri 1 Cikarang Barat) melanjutkan kuliah D3 di STMIK Pranata Indonesia Jurusan Manajemen Informatika.

kemudian melanjutkan S1 di STMIK Pranata Indonesia Jurusan Sistem informasi. Pada tahun 2015 lulus S2 di universitas Budi Luhur Jakarta Program studi Magister Ilmu Komputer.

Beliau banyak mengikuti workshop tentang editor dan penulis buku yang di selenggarakan oleh lembaga pemerintahan maupun lembaga swasta. Saat ini sebagai dosen jurusan sistem informasi di STMIK Pranata Indonesia, mengajar untuk mata Kuliah Bahasa Pemrograman 1 dan Bahasa Pemrograman 2. Penulis juga aktif membuat video pembelajaran, salah satunya tentang pemrograman visual basic dan SQL server yang dapat di lihat di channel youtube penulis di <https://bit.ly/PDMVBSQL>.