



Laboratorium
Multimedia dan Internet of Things
Departemen Teknik Komputer
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Laporan Sementara

Praktikum Jaringan Komputer

Modul Routing Manajemen IPv6

Ahmad Akmal Defatra - 5024231005

2025

1 Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Di modul kedua ini, berawal dari fakta bahwa booming internet device seperti smartphone, sensor IoT, layanan cloud, telah melampaui kapasitas address IPv4 yang "hanya" menyediakan $\sim 4.29 \times 10^9$ kombinasi. Laporan Cisco dan ITU memproyeksikan pengguna internet akan melewati 5 miliar pada 2025, belum termasuk miliaran sensor industri. Kekurangan ruang inilah yang selama dua dekade kebelakang mendorong solusi alternatif seperti NAT dan CGNAT, tetapi kedua teknik tersebut malah menambah kerumitan manajemen jaringan serta menyembunyikan identitas end-to-end.

Sebagai jawabannya, muncul lah IPv6 dengan ruang 2^{128} alamat (3.4×10^{38}) atau sekitar 340 undecillion yang cukup untuk memberi setiap device IP nya masing-masing. Selain kapasitasnya yang sangat besar, IPv6 membawa konfigurasi otomatis lewat SLAAC, integrasi IPSec untuk keamanan point-to-point, serta header 40 byte yang tetap yang membuat proses forwarding lebih efisien. Namun adopsinya belum merata: banyak perangkat belum kompatibel, dan transisi dari arsitektur NAT IPv4 ke model end-to-end IPv6 membutuhkan penyesuaian kebijakan dan infrastruktur.

Oleh sebab itu, praktikum ini membuat mahasiswa paham akan perubahan yang akan terjadi: memahami kelebihan dan kekurangan IPv6, memecah blok /32 menjadi beberapa /64, menempelkan alamat pada antarmuka router menggunakan WinBox atau CLI, dan menulis rute statis sederhana agar empat subnet dapat saling berkomunikasi. Latihan langsung tersebut diharapkan membekali praktikan mengelola jaringan berbasis IPv6 dan menyiapkan fondasi bagi modul lanjutan—mulai dari routing dinamis hingga implementasi layanan berbasis IPv6.

2 Dasar Teori

Internet beroperasi dengan protokol IP sebagai sistem "alamat rumah" bagi setiap perangkat jaringan. Versi 4 (IPv4) menggunakan panjang address 32 bit, cukup saat masih didominasi komputer kampus. Namun, kini dengan booming nya ponsel, kamera CCTV, smart vehicle, dan sensor IoT, address ipv4 itu nyaris habis. IPv6 (*Internet Protocol version 6*) dengan RFC 8200 menjadi pemecah masalah sekaligus memperbaiki fitur-fitur pada IPV4.

Ruang alamat & penulisan. IPv6 memperluas panjang alamat menjadi **128 bit**. Dengan 2^{128} kombinasi (3.4×10^{38}), setiap tempat bisa dialokasikan triliunan IP dan bahkan masih banyak tersisa untuk hal lainnya. Sintaksnya berupa delapan blok heksadesimal dipisah titik-dua:

2001:0db8:0000:0000:0000:0000:1234

Deret nol berturutan boleh dihilangkan sekali memakai ::, menjadi 2001:db8::1234. Sufiks /prefix_length (mis. /64) menyatakan berapa bit teratas adalah *Network ID*; sisanya *Interface ID*. Prefix /64 yang lazim di LAN karena memudahkan auto konfigurasi dengan tetap menjaga agregasi rute.

Autokonfigurasi link-local. Fitur unggulan IPv6 adalah **SLAAC** (Stateless Address Autoconfiguration) dimana Host menerima (listen) pesan dari *Router Advertisement*. Jika ada, router menggabungkan prefix /64 dengan identifier 64 bit (dari EUI-64 atau acak) lalu segera aktif tanpa DHCP. Bahkan

jika router belum tersedia, router otomatis membuat alamat **link-local** `fe80::/10` yang dipakai protokol Neighbor Discovery (ND) dengan konsep seperti menanyakan "siapa gateway?" atau "apa alamat tetangga sebelah?". Ini menggantikan ARP di IPv4 dengan pesan ICMPv6 NA/NS yang lebih efisien.

Header modularitas. Header IPv4 bervariasi 20–60 byte, mencakup checksum yang tiap hop wajib dihitung ulang. IPv6 merampingkannya menjadi **40 byte tetap** tanpa checksum layer-3—sehingga router cukup memforward tanpa hitungan ekstra. Field baru `Flow Label` (20 bit) memungkinkan perangkat menandai flow real-time (VoIP, video) agar router bisa melakukan QoS konsisten. Bila paket butuh opsi khusus (Routing, Fragment, Authentication, Encryption), tambahan ini disisipkan melalui *extension header* yang bersifat terhubung satu sama lain (chained), membuat desain modular dan mudah untuk development masa depan.

Jenis alamat. Alih-alih broadcast, IPv6 memakai **multicast**. Contoh `ff02::1` (all nodes) dan `ff02::2` (all routers). **Anycast** didukung: sekumpulan interface berbagi satu address, lalu router akan mengirim ke anggota terdekat yang ideal untuk CDN atau DNS tingkat akar. Kategori unicast untuk digunakan pada global unicast `2000::/3`, unique local `fd00::/8`, dan link-local `fe80::/10`.

Subnetting hierarki. Organisasi penyedia (ISP) kerap mendapat blok `/32`. Mereka dapat memecahnya ke `/48` per site (kampus, cabang) lalu `/64` per LAN. Struktur hierarkis ini memudahkan agregasi—backbone hanya perlu mengiklankan prefix besar, mengecilkan tabel rute global.

Routing. Setelah alamat dikonfigurasi semua, rute "*connect*" akan otomatis muncul. Untuk topologi kecil dan sederhana, admin bisa menggunakan **static route** yang ringan dan mudah dibaca. Namun pada jaringan besar dengan puluhan router atau membutuhkan fail-over, **routing dinamis** (OSPFv3, IS-IS, BGP4+) lebih baik dengan: router bertukar LSAs/updates sehingga tabel rute menyesuaikan otomatis dan konvergen bisa cepat. Versi IPv6 protokol itu bekerja langsung dengan 128 bit address dan biasanya memakai link-local sebagai next-hop internal.

Tugas Pendahuluan

1. Apa itu IPv6 dan apa bedanya dengan IPv4?

- **Panjang alamat** – IPv4 memakai 32 bit (misal: 192.168.1.10); IPv6 memakai 128 bit (misal 2001:db8::1234) sehingga stok alamat melonjak dari $\pm 4.3e9$ menjadi $3.4e38$.
- **Penulisan** – IPv4 dipisah titik, IPv6 dipisah titik-dua dan boleh menyingkat deret nol dengan "::".
- **Ruang alamat NAT** – Karena alamat IPv4 terbatas, umumnya banyak menggunakan NAT. Dilain sisi, IP address IPv6 begitu besar sehingga tiap perangkat bisa mendapat alamat publik tanpa NAT.
- **Header jaringan** – Header IPv6 tetap 40 byte serta lebih sederhana (tanpa checksum layer-3), membuat proses routing lebih cepat.
- **Konfigurasi otomatis** – IPv4 umumnya DHCP/statis, sedangkan IPv6 mendukung SLAAC sehingga perangkat bisa "plug-and-Go" mendapat alamat sendiri.

- **Keamanan** – IPSec opsional di IPv4, tetapi tercantum di spesifikasi dasar IPv6.

2. Membagi blok 2001:db8::/32 menjadi empat subnet /64

Blok /32 artinya 32 bit pertama sudah digunakan dan terkunci sebagai Network ID. Agar menjadi /64, dibutuhkan 32 bit lagi untuk *subnet ID*. Cara termudahnya adalah: tambahkan hitungan heksadesimal di posisi hexa-blok ketiga ke bawah. Tabel1 menunjukkan hasil pembagian empat bagian pertama.

Tabel 1: Hasil alokasi empat subnet /64

| Subnet | Notasi /64 | Catatan singkat |
|--------|-------------------|----------------------------|
| A | 2001:db8:0:0::/64 | blok ke-3 dan ke-4 = 0 |
| B | 2001:db8:0:1::/64 | tambahkan 1 pada blok ke-4 |
| C | 2001:db8:0:2::/64 | tambahkan 2 |
| D | 2001:db8:0:3::/64 | tambahkan 3 |

caranya adalah dengan: (i) tulis prefix awal (ii) pilih angka 0–3 untuk membedakan subnet (iii) sisanya dibiarkan nol—nantinya host-ID diisi perangkat secara otomatis.

3. Menetapkan alamat IPv6 di empat router

konsep nya sama seperti IPv4: ambil dulu address “.1” sebagai gateway. Pada IPv6, alamat pertama yang user-friendly juga berakhiran ::1. Maka tabel 2 berikut dapat langsung digunakan

Tabel 2: Alamat IPv6 router utama

| Interface | Subnet | Alamat IPv6/64 |
|-----------|--------|--------------------|
| ether1 | A | 2001:db8:0:0::1/64 |
| ether2 | B | 2001:db8:0:1::1/64 |
| ether3 | C | 2001:db8:0:2::1/64 |
| ether4 | D | 2001:db8:0:3::1/64 |

Listing 1: Contoh perintah MikroTik

```

1 /ipv6 address
2 add interface=ether1 address=2001:db8:0:0::1/64 comment="Subnet A"
3 add interface=ether2 address=2001:db8:0:1::1/64 comment="Subnet B"
4 add interface=ether3 address=2001:db8:0:2::1/64 comment="Subnet C"
5 add interface=ether4 address=2001:db8:0:3::1/64 comment="Subnet D"
6

```

4. Daftar rute statis supaya semua subnet saling bicara

Pada router utama rute otomatis muncul begitu alamat /64 dipasang, jadi tidak perlu antry tambahan. Namun host atau router lain di tiap subnet minimal membutuhkan **default-route** agar paket keluar bisa diteruskan. Contoh di PC Subnet A (Linux):

```

1 # semua tujuan selain subnet lokal pergi ke gateway router
2 sudo ip -6 route add default via 2001:db8:0:0::1 dev eth0
3

```

Bila ada router sekunder (misalnya hanya terhubung ke Subnet B) dan ia harus mengakses Subnet C, tambahkan rute spesifik:

```
1 ipv6 route add 2001:db8:0:2::/64 via 2001:db8:0:1::1
2
```

konsep nya simpel: “tujuan — next-hop — interface.” Tiga baris cukup mencakup tiga subnet lain.

5. Fungsi routing statis IPv6 dan kapan dipakai

Routing statis adalah cara paling manual dimana admin menulis tabel rute manual, router hanya menuruti tabel tersebut. Manfaatnya: overhead = 0, konfigurasi cepat di jaringan mini, dan tidak membuka port protokol dinamis. Sangat cocok untuk lab, kantor kecil, atau sambungan point-to-point tetap. Tetapi ketika router sudah bertumpuk, link bisa putus kapan saja, maka butuh *load-balancing*, maka routing dinamis (OSPFv3, IS-IS, BGP) jauh lebih hemat tenaga karena tabel akan menyesuaikan otomatis.