

IPv4

- Pengalamatan 32 bit
- Jumlah max host 4,294,967,296

Aturan pengalamatan IPv4:

11000000.10010100.00101111.00000001

$$\begin{aligned} &1 \times 2^7 + 0 \times 2^6 + 0 \times 2^5 + 1 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 0 \times 2^0 \\ &1 \times 128 + 0 \times 64 + 0 \times 32 + 1 \times 16 + 0 \times 8 + 1 \times 4 + 0 \times 2 + 0 \times 1 \\ &128 + 0 + 0 + 16 + 0 + 4 + 0 + 0 = 148 \end{aligned}$$

192 . 148 . 47 . 1

Subnetting

Alamat IP didesain untuk digunakan secara berkelompok (sub-jaringan/subnet).

Subnetting adalah cara untuk memisahkan dan mendistribusikan beberapa alamat IP.

Host/perangkat yang terletak pada subnet yang sama dapat berkomunikasi satu sama lain secara langsung (tanpa melibatkan router/routing).

1. Notasi Subnet

Subnet ditulis dalam format 32 bit atau dalam bentuk desimal (prefix Length).

Prefix	Jumlah IP	Jumlah Hosts	Subnet Mask	Amount of a Class C
/30	4	2	255.255.255.252	1/64
/29	8	6	255.255.255.248	1/32
/28	16	14	255.255.255.240	1/16
/27	32	30	255.255.255.224	1/8
/26	64	62	255.255.255.192	1/4
/25	128	126	255.255.255.128	1/2
/24	256	254	255.255.255.0	1
/23	512	510	255.255.254.0	2
/22	1024	1022	255.255.252.0	4
/21	2048	2046	255.255.248.0	8
/20	4096	4094	255.255.240.0	16
/19	8192	8190	255.255.224.0	32
/18	16384	16382	255.255.192.0	64
/17	32768	32766	255.255.128.0	128
/16	65536	65534	255.255.0.0	256

Contoh nih, network 192.168.88.0 yang memiliki subnet mask 255.255.255.128 dapat direpresentasikan dalam notasi prefix length sebagai 192.168.88.0/25, begitu juga sebaliknya.

2. Network ID dan Broadcast IP

Dalam kelompok IP ada 2 IP yang sifatnya khusus yaitu:

- Network ID: identitas suatu kelompok IP.
- Broadcast IP: alamat IP yang digunakan untuk memanggil semua IP network.

Contoh untuk menentukan network ID dan broadcast dapat menggunakan operasi logika

AND **(Cara ribetnya!!)**, misal:

IP address 131.107.164.26

Netmask 255.255.240.0

Berapa Network ID dan Broadcast IP nya?

Alamat IP	:10000011	01101011	10100100	00011010	(131.107.164.26)
Subnet Mask	:11111111	11111111	11110000	00000000	(255.255.240.0)
----- AND					
Network ID	:10000011	01101011	10100000	00000000	(131.107.160.0)
Broadcast IP	:10000011	01101011	10101111	11111111	(131.107.175.255)

[CARA PERHITUNGAN IP YANG MUDAH]

Contoh IP kelas C \Rightarrow prefix /24 - /30

Misal IP 20.20.20.20/30,

Tentukan Network ID, Broadcast IP, Jumlah host, Subnet mask:

Max IP

Mencari jumlah Max IP dengan rumus $2^{(32-n)}$, dimana n = subnetmask

Pada contoh IP di atas prefix nya /30, berarti Max IP $2^{(32-30)} = 2^2 = 4$

Network ID dan Broadcast IP

Untuk menentukan Network ID dan Broadcast, harus menentukan dulu range network dimana IP tersebut berada.

Range network dihitung berdasarkan kelipatan dari Max IP.

Pada contoh IP di atas range network adalah kelipatan dari Max IP-nya (4) pada byte terakhir:

20.20.20.0 - 20.20.20.3,

20.20.20.4 - 20.20.20.7

20.20.20.8 - 20.20.20.11

20.20.20.12 - 20.20.20.15

20.20.20.16 - 20.20.20.19

20.20.20.20 - 20.20.20.23

20.20.20.24 - 20.20.20.27 dan seterusnya sampe 20.20.20.256

Untuk IP 20.20.20.20 ada di range network 20.20.20.20 - 20.20.20.23

Network ID adalah IP terkecil dari range network, berarti 20.20.20.20

Broadcast IP adalah IP terbesar dari range network, berarti 20.20.20.23

Catatan: Network ID selalu berakhiran angka genap sedangkan Broadcast IP selalu diakhiri angka ganjil.

Jumlah Host IP & IP Host

Jumlah Host adalah Max IP yang dikurangi 2 (Network ID dan Broadcast IP)

Pada contoh IP di atas $4 - 2 = 2$

Sehingga IP Host : 20.20.20.21 - 20.20.20.22

Subnet Mask

Subnet Mask dihitung dengan rumus $255.255.255.(256 - n)$, dimana $n = \text{Max IP}$,

Pada contoh IP di atas $255.255.255.(256 - 4)$, atau 255.255.255.252

RINGKASAN:

IP 20.20.20.20/30

Max/Jumlah IP : $2^{(32-30)} = 2^2 = 4$

Subnet mask : $255.255.255.(256 - 4) \Rightarrow 255.255.255.252$

Network ID

Cara 1: nilai oktet terakhir (20) dibagi Max/Jumlah IP (4), hasilnya diambil nilai Integernya, kemudian dikali dengan Max/Jumlah IP (4).
: $20.20.20.(\frac{20}{4} = 5 \Rightarrow \text{int}(5) \times 4 = 20) \Rightarrow 20.20.20.20/30$

Broadcast IP

Nilai oktet terakhir Broadcast IP adalah oktet terakhir Network ID yang ditambah Max/Jumlah IP dikurang 1

: $20.20.20.(20 + 4 - 1) \Rightarrow 20.20.20.23$

Range Host IP

: 20.20.20.21 - 20.20.20.22

Jumlah Host

: $4 - 2 = 2$

Misal: IP 192.168.3.100/26

Max/Jumlah IP : $2^{(32-26)} = 2^6 = 64$

Subnet mask : $255.255.255.(256 - 64) \Rightarrow 255.255.255.192$

Network ID

Cara 1: nilai oktet terakhir (100) dibagi Max/Jumlah IP (64), hasilnya diambil nilai Integernya, kemudian dikali dengan Max/Jumlah IP (4).

: $192.168.3.(\frac{100}{64} = 1, .. \Rightarrow \text{int}(1, ..) \times 64 = 64) \Rightarrow 192.168.3.64/26$

Broadcast IP

Nilai oktet terakhir Broadcast IP adalah oktet terakhir Network ID yang ditambah Max/Jumlah IP dikurang 1

: $192.168.3.(64 + 64 - 1) \Rightarrow 192.168.3.127$

Range Host IP

: 192.168.3.65 - 192.168.3.126

Jumlah Host

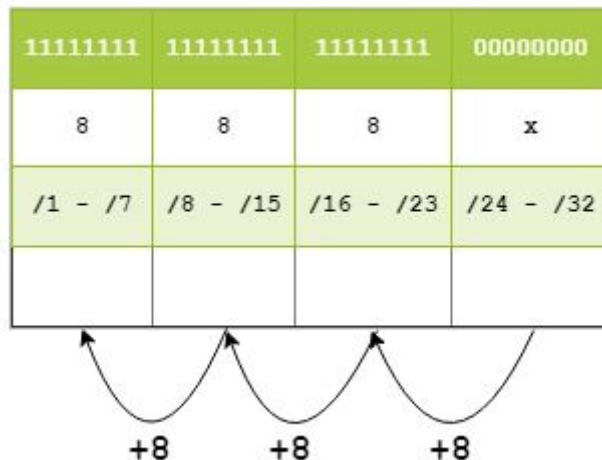
: $64 - 2 = 62$

Contoh IP kelas B \Rightarrow prefix /16 - /23

Misal IP 120.120.120.120/22,

Tentukan Network ID, Broadcast, Jumlah Host dan Subnet mask

Max IP



Untuk memudahkan prefix di translate ke kelas C = $/(22 + 8) = /30$

dengan Max IP = 4 (ditambah 8 atau satu oktet karena agar mirip kelas C sehingga mudah menghitungnya).

Max IP kelas B = $4 \times 256 = 1024$ (dikali 256 karena ditambah satu oktet)

Network ID dan Broadcast

Untuk Kelas B range network adalah kelipatan dari Max IP-nya (4), namun diimplementasikan pada oktet ke-3 IP address

0-3, 4-7, 8-11, 12-15, ..., 100-103, ..., 120-123, ..., 252-255

Sehingga pada range network pada IP di atas adalah

120.120.120.0 - 120.120.123.255

Network ID : 120.120.120.0/22

Broadcast IP : 120.120.123.255

Jumlah Host & IP Host

Jumlah Host $(1024 - 2) = 1022$

IP Host : 120.120.120.1 - 120.120.123.254

Subnet Mask

Untuk Kelas B, Subnet mask adalah 255.255.(256 - 4).0, atau 255.255.252.0

RINGKASAN:

IP 120.120.120.120/22

conversi kelas B ke kelas C $\Rightarrow /22 + 8 = /30$

Max/Jumlah IP : $2^{(32-30)} \times 256 = 2^2 \times 256 = 4 \times 256 = 1024$

Subnet mask : $255.255.(256 - 4).0 \Rightarrow 255.255.252.0$

Cara 1: nilai oktet ke-3 (120) dibagi Max/Jumlah IP (4), hasilnya diambil nilai Integernya, kemudian dikali dengan Max/Jumlah IP (4).

Network ID : $120.120.(\frac{120}{4} = 30 \Rightarrow \text{int}(30) \times 4 = 120).0 \Rightarrow 120.120.120.0/22$

Nilai oktet ke-3 Broadcast IP adalah oktet ke-3 Network ID yang ditambah Max/Jumlah IP dikurang 1

Broadcast IP : $120.120.(120 + 4 - 1).255 \Rightarrow 120.120.123.255$

Range Host IP : $120.120.120.1 - 120.120.123.254$

Jumlah Host : $1024 - 2 = 1022$

Misal: IP 192.168.100.100/20

conversi kelas B ke kelas C $\Rightarrow /20 + 8 = /28$

Max/Jumlah IP : $2^{(32-28)} \times 256 = 2^4 \times 256 = 16 \times 256 = 4096$

Subnet mask : $255.255.(256 - 16).0 \Rightarrow 255.255.240.0$

Cara 1: nilai oktet ke-3 (100) dibagi Max/Jumlah IP (64), hasilnya diambil nilai Integernya, kemudian dikali dengan Max/Jumlah IP (4).

Network ID : $192.168.(\frac{100}{16} = 6, \dots \Rightarrow \text{int}(6, \dots) \times 16 = 96).0 \Rightarrow 192.168.96.0/20$

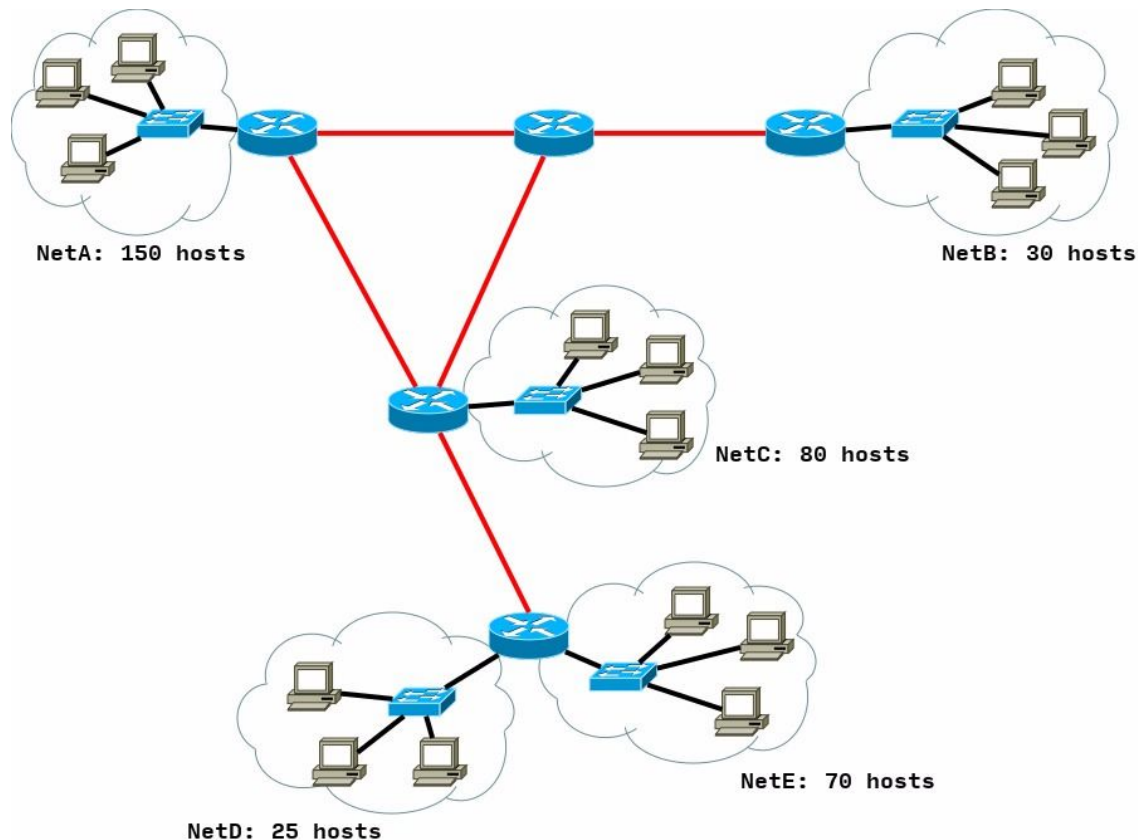
Nilai oktet ke-3 Broadcast IP adalah oktet ke-3 Network ID yang ditambah Max/Jumlah IP dikurang 1

Broadcast IP : $192.168.(96 + 16 - 1).255 \Rightarrow 192.168.111.255$

Range Host IP : $192.168.96.1 - 192.168.111.254$

Jumlah Host : $4096 - 2 = 4094$

SOAL LATIHAN UP KOMDAT



- Diberikan blok alamat IP 200.x.16.0/20, dengan x adalah tiga digit terakhir NIM anda
- Diberikan rancangan topologi jaringan seperti pada gambar di atas.
- Susunlah topologi jaringan sesuai gambar di atas pada PacketTracer! (30)
- Bagilah blok alamat tsb sesuai dengan kebutuhan setiap jaringan! (FLSM:30, VLSM:40)
- Aturlah routing sehingga semua PC terhubung satu sama lain! (30)

1. Diberikan blok alamat IP 200.x.16.0/20, dengan x adalah tiga digit terakhir NIM.

Misal x = 2, jadi IP 200.2.16.0/20

conversi kelas B ke kelas C $\Rightarrow /20 + 8 = /28$

Max/Jumlah IP : $2^{(32-28)} \times 256 = 2^4 \times 256 = 16 \times 256 = 4096$

Subnet mask : 255.255. (256 - 16).0 \Rightarrow 255.255.240.0

Cara 1: nilai oktet ke-3 (100) dibagi Max/Jumlah IP (64), hasilnya diambil nilai Integernya, kemudian dikali dengan Max/Jumlah IP (4).

Network ID : $200.2. (\frac{16}{16} = 1 \Rightarrow \text{int}(1) \times 16 = 16).0 \Rightarrow 200.2.16.0/20$

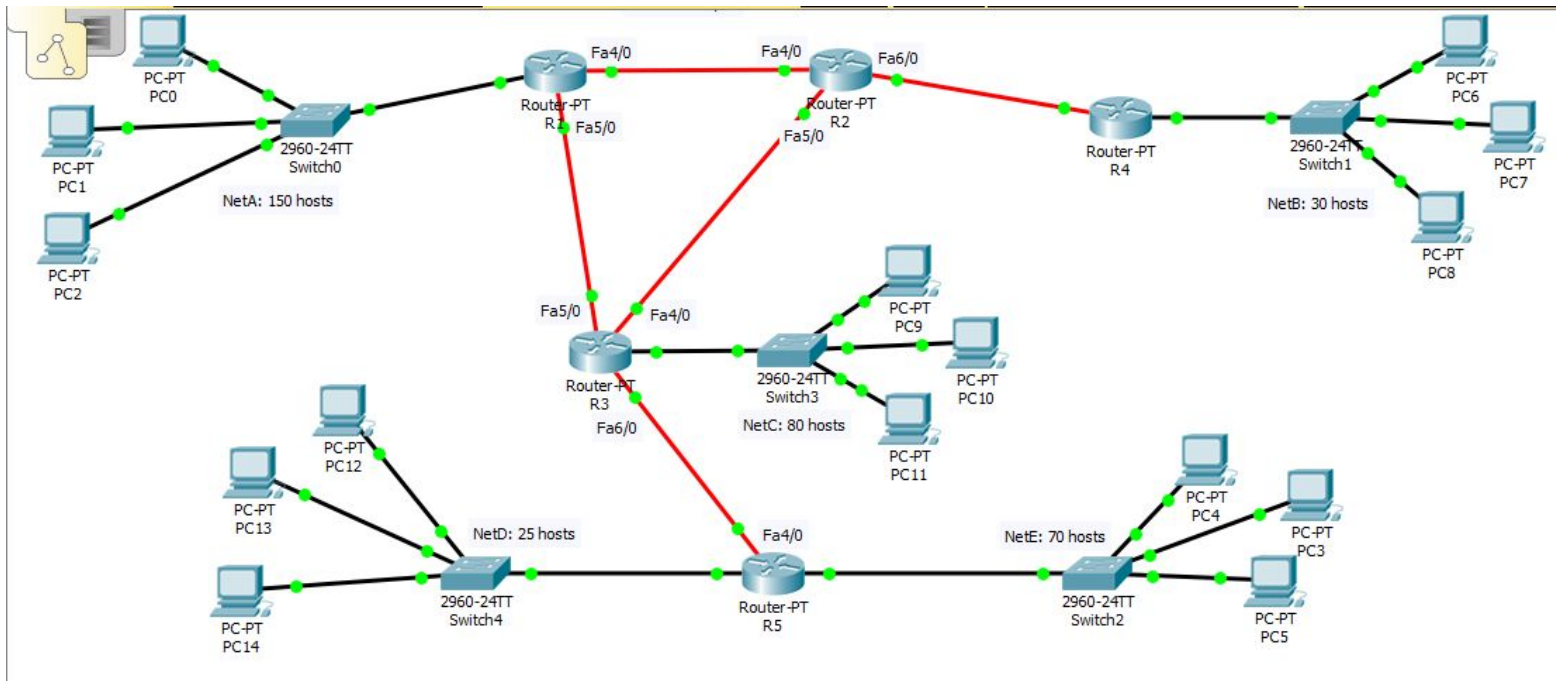
Nilai oktet ke-3 Broadcast IP adalah oktet ke-3 Network ID yang ditambah Max/Jumlah IP dikurang 1

Broadcast IP : $200.2. (16 + 16 - 1).255 \Rightarrow 200.2.31.255$

Range Host IP : 200.2.16.1 - 200.2.31.254

Jumlah Host : $4096 - 2 = 4094$

2. Diberikan rancangan topologi jaringan seperti pada gambar di atas dan susunlah topologi jaringan seperti pada gambar di packet tracer



3. Bagilah blok alamat IP tersebut sesuai dengan kebutuhan setiap jaringan. (VLSM)

Sebelum membagi-bagi blok IP dengan subnetting dengan VLSM. VLSM adalah teknik yang memungkinkan administrator jaringan untuk membagi ruang alamat IP ke subnet yang berbeda ukuran. Untuk menyederhanakan **VLSM** adalah dengan memecah alamat IP ke subnet (beberapa tingkat) dan mengalokasikan sesuai dengan kebutuhan individu pada jaringan.

Pertama yang harus dilakukan adalah mengurutkan kebutuhan hosts setiap jaringan dari jumlah host terbanyak ke sedikit

- NetA: 150 hosts
- NetC: 80 hosts
- NetE: 70 hosts
- NetB: 30 hosts
- NetD: 25 hosts
- R1 - R2: 2 hosts
- R1 - R3: 2 hosts
- R2 - R3: 2 hosts
- R2 - R4: 2 hosts
- R3 - R5: 2 hosts

Setelah diurutkan, baru kita mulai membagi blok IP 200.2.16.0/20 ke jaringan yg terbesar dahulu. Cara perhitungan IP mirip dengan perhitungan subnetting di atas namun alokasi dgn VLSM berurutan sehingga tidak ada range IP yang terbuang.

NetA: 150 hosts

Karena blok IP blm pernah di alokasikan, maka bisa kita mulai dari IP 200.2.16.0 sebagai Network ID.

Sekarang tentukan subnet mask yang memiliki host lebih dari sama dengan 150, dilihat dari tabel di paling atas yang terpenuhi adalah /24 (254 hosts) dengan subnet 255.255.255.0

Sehingga:

- Network ID : 200.2.16.0/24
- Range IP Host : 200.2.16.1 - 200.2.16.254
- Broadcast IP : 200.2.16.255
- Subnet mask : 255.255.255.0

NetC: 80 hosts

Karena blok IP sudah pernah di alokasikan NetA, maka alokasi IP berikutnya dimulai tepat setelah Broadcast IP NetA.

Karena oktet terakhir Broadcast IP NetA sudah mencapai 255 (full) maka next IP selanjutnya dengan menambah 1 pada oktet di depannya yaitu oktet ke-3 dari 16 menjadi 17, dan oktet ke-4 dimulai dari 0 lagi.

Sehingga next IP berikutnya adalah 200.2.17.0 sebagai Network ID NetC.

Sekarang tentukan subnet mask yang memiliki host lebih dari sama dengan 80, dilihat dari tabel di paling atas yang terpenuhi adalah /25 (126 hosts) dengan subnet 255.255.255.128

Sehingga:

- Network ID : 200.2.17.0/25
- Range IP Host : 200.2.17.1 - 200.2.17.126
- Broadcast IP : 200.2.17.127
- Subnet mask : 255.255.255.128

NetE: 70 hosts

Karena blok IP sudah pernah di alokasikan NetC, maka alokasi IP berikutnya dimulai tepat setelah Broadcast IP NetC.

Maka next IP selanjutnya adalah 200.2.17.128 sebagai Network ID NetE.

Sekarang tentukan subnet mask yang memiliki host lebih dari sama dengan 70, dilihat dari tabel di paling atas yang terpenuhi adalah /25 (126 hosts) dengan subnet 255.255.255.128

Sehingga:

- Network ID : 200.2.17.128/25
- Range IP Host : 200.2.17.129 - 200.2.17.254
- Broadcast IP : 200.2.17.255
- Subnet mask : 255.255.255.128

NetB: 30 hosts

Karena blok IP sudah pernah di alokasikan NetE, maka alokasi IP berikutnya dimulai tepat setelah Broadcast IP NetE.

Karena oktet terakhir Broadcast IP NetE sudah mencapai 255 (full) maka next IP selanjutnya dengan menambah 1 pada oktet di depannya yaitu oktet ke-3 dari 17 menjadi 18, dan oktet ke-4 dimulai dari 0 lagi.

Sehingga next IP berikutnya adalah 200.2.18.0 sebagai Network ID NetB. Sekarang tentukan subnet mask yang memiliki host lebih dari sama dengan 30, dilihat dari tabel di paling atas yang terpenuhi adalah /27 (30 hosts) dengan subnet 255.255.255.224

Sehingga:

- Network ID : 200.2.18.0/27
- Range IP Host : 200.2.18.1 - 200.2.18.30
- Broadcast IP : 200.2.18.31
- Subnet mask : 255.255.255.224

NetD: 25 hosts

Karena blok IP sudah pernah di alokasikan NetB, maka alokasi IP berikutnya dimulai tepat setelah Broadcast IP NetB.

Maka next IP selanjutnya adalah 200.2.18.32 sebagai Network ID NetB.

Sekarang tentukan subnet mask yang memiliki host lebih dari sama dengan 25, dilihat dari tabel di paling atas yang terpenuhi adalah /27 (30 hosts) dengan subnet 255.255.255.224

Sehingga:

- Network ID : 200.2.18.32/27
- Range IP Host : 200.2.18.33 - 200.2.18.62
- Broadcast IP : 200.2.18.63
- Subnet mask : 255.255.255.224

R1 - R2: 2 hosts

Karena blok IP sudah pernah di alokasikan NetD, maka alokasi IP berikutnya dimulai tepat setelah Broadcast IP NetD.

Maka next IP selanjutnya adalah 200.2.18.64 sebagai Network ID R1 - R2.

Sekarang tentukan subnet mask yang memiliki host lebih dari sama dengan 2, dilihat dari tabel di paling atas yang terpenuhi adalah /30 (2 hosts) dengan subnet 255.255.255.252

Sehingga:

- Network ID : 200.2.18.64/30
- Range IP Host : 200.2.18.65 - 200.2.18.66
- Broadcast IP : 200.2.18.67
- Subnet mask : 255.255.255.252

R1 - R3: 2 hosts

Maka next IP selanjutnya adalah 200.2.18.68 sebagai Network ID R2 - R3.

Sehingga:

- Network ID : 200.2.18.68/30
- Range IP Host : 200.2.18.69 - 200.2.18.70
- Broadcast IP : 200.2.18.71
- Subnet mask : 255.255.255.252

R2 - R3: 2 hosts

Maka next IP selanjutnya adalah 200.2.18.72 sebagai Network ID R2 - R3.

Sehingga:

- Network ID : 200.2.18.72/30
- Range IP Host : 200.2.18.73 - 200.2.18.74
- Broadcast IP : 200.2.18.75
- Subnet mask : 255.255.255.252

R2 - R4: 2 hosts

Maka next IP selanjutnya adalah 200.2.18.76 sebagai Network ID R2 - R3.

Sehingga:

- Network ID : 200.2.18.76/30
- Range IP Host : 200.2.18.77 - 200.2.18.78
- Broadcast IP : 200.2.18.79
- Subnet mask : 255.255.255.252

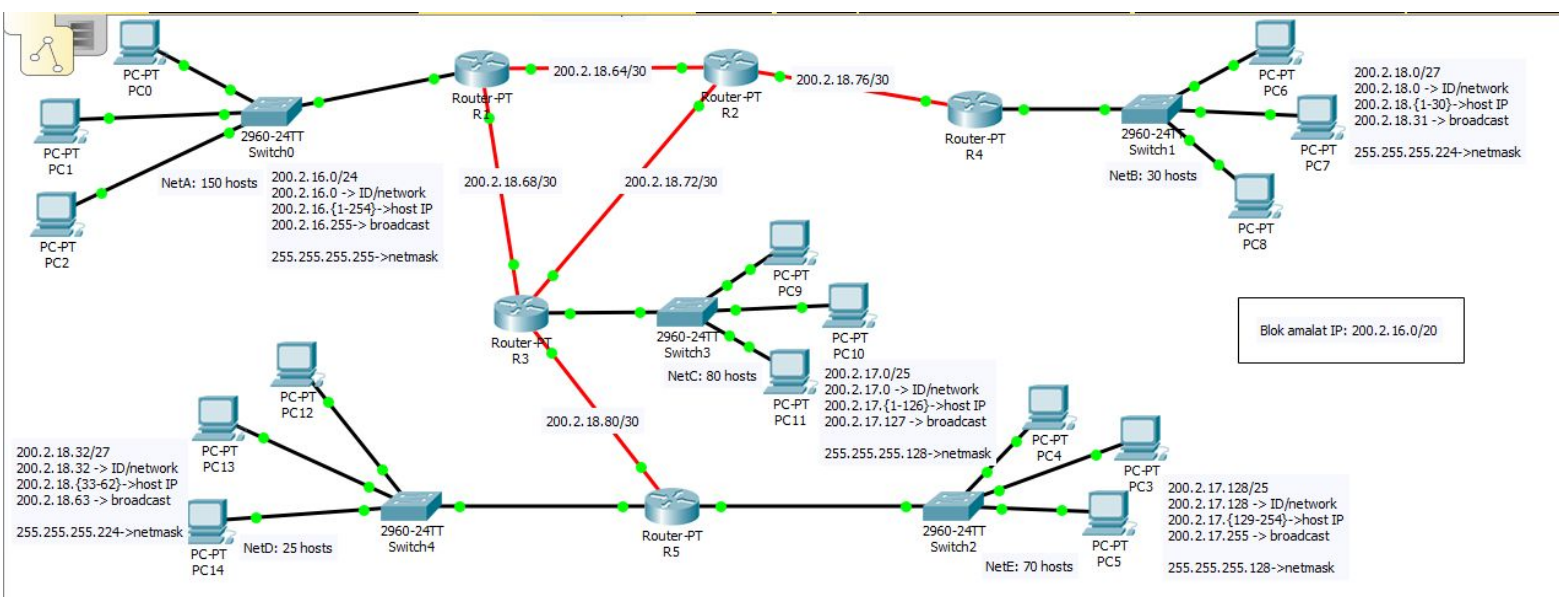
R3 - R5: 2 hosts

Maka next IP selanjutnya adalah 200.2.18.80 sebagai Network ID R2 - R3.

Sehingga:

- Network ID : 200.2.18.80/30
- Range IP Host : 200.2.18.81 - 200.2.18.82
- Broadcast IP : 200.2.18.83
- Subnet mask : 255.255.255.252

Setelah selesai membagi IP untuk seluruh kebutuhan jaringan, gambaran pembagian IP sebagai berikut: (Disarankan untuk mencatat IP-nya di pkt-tra)



4. Lakukan Routing agar semua PC dapat terhubung satu sama lain

Konfigurasi router R1

Set IP router R1 yang terhubung ke LAN dan set servis DHCP

```
enable
configure terminal
  hostname R1

  interface FastEthernet 0/0
    ip address 200.2.16.1 255.255.255.0
    no shutdown
  exit

  ip dhcp pool NetA
    network 200.2.16.0 255.255.255.0
    default-router 200.2.16.1
  exit
```

Konfigurasi router R3

Set IP router R3 yang terhubung ke LAN dan set servis DHCP

```
enable
configure terminal
  hostname R3

  interface FastEthernet 0/0
    ip address 200.2.17.1 255.255.255.128
    no shutdown
  exit

  ip dhcp pool NetC
    network 200.2.17.0 255.255.255.128
    default-router 200.2.17.1
  exit
```

Konfigurasi router R4

Set IP router R4 yang terhubung ke LAN dan set servis DHCP

```
enable
configure terminal
  hostname R4

  interface FastEthernet 0/0
    ip address 200.2.18.1 255.255.255.224
    no shutdown
  exit

  ip dhcp pool NetB
    network 200.2.18.0 255.255.255.224
    default-router 200.2.18.1
  exit
```

Konfigurasi router R5

Set IP router R5 yang terhubung ke LAN dan set servis DHCP

```
enable
configure terminal
  hostname R5

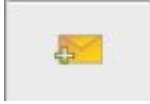
  interface FastEthernet 0/0
    ip address 200.2.17.129 255.255.255.128
    no shutdown
  exit

  ip dhcp pool NetE
    network 200.2.17.128 255.255.255.128
    default-router 200.2.17.129
  exit

  interface FastEthernet 1/0
    ip address 200.2.18.33 255.255.255.224
    no shutdown
  exit

  ip dhcp pool NetD
    network 200.2.18.32 255.255.255.224
    default-router 200.2.18.33
  exit
```

Setting komputer client set DHCP dan Tes apakah setiap komputer pada jaringan yang sama dapat berkomunikasi dengan mengirim packet dari komputer satu ke komputer lain yang berada di jaringan yang sama.



Icon untuk mengirim packet

Konfigurasi jaringan antar router

- Set IP router R1 yang terhubung dengan router lainnya

```
interface FastEthernet 4/0
  ip address 200.2.18.65 255.255.255.252
  no shutdown
  exit
```

```
interface FastEthernet 5/0
  ip address 200.2.18.69 255.255.255.252
  no shutdown
  exit
```

- Set IP router R2 yang terhubung dengan router lainnya

```
enable
configure terminal
  hostname R2
```

```
interface FastEthernet 4/0
  ip address 200.2.18.66 255.255.255.252
  no shutdown
  exit
```

```
interface FastEthernet 5/0
  ip address 200.2.18.73 255.255.255.252
  no shutdown
  exit
```

```
interface FastEthernet 6/0
  ip address 200.2.18.77 255.255.255.252
  no shutdown
  exit
```

- Set IP router R3 yang terhubung dengan router lainnya

```
interface FastEthernet 4/0
  ip address 200.2.18.74 255.255.255.252
  no shutdown
  exit
```

```
interface FastEthernet 5/0
  ip address 200.2.18.70 255.255.255.252
  no shutdown
  exit
```

```
interface FastEthernet 6/0
  ip address 200.2.18.81 255.255.255.252
  no shutdown
  exit
```

- Set IP router R4 yang terhubung dengan router lainnya

```
interface FastEthernet 4/0
  ip address 200.2.18.78 255.255.255.252
  no shutdown
  exit
```

- Set IP router R5 yang terhubung dengan router lainnya

```
interface FastEthernet 4/0
  ip address 200.2.18.82 255.255.255.252
  no shutdown
  exit
```

- Konfigurasi Routing Dinamis dengan OSPF pada tabel routing, tambahkan semua jaringan dalam satu area routing yang R1, R2, R3, R4, dan R5 terlibat di dalamnya, disini kita gunakan saja blok IP awal yang diberikan di soal 200.2.16.0/20 karena blok IP tersebut mencakup seluruh jaringan kita.

Network ID : 200.2.16.0
Subnet mask : 255.255.240.0
Subnet mask terbalik : 0.0.15.255

- Set routing dinamis OSPF pada router R1, R2, R3, R4, dan R5

```
router ospf 1
  network 200.2.16.0 0.0.15.255 area 0
  exit
```

Setelah semua router di set routing dinamis OSPF, tunggu beberapa saat agar semua router sinkron mengenali satu sama lain.

Pengujian

- Cek koneksi antara ketiga jaringan tersebut (mode *realtime* dan simulasi)
- Cek isi tabel routing tiap router dengan perintah `show ip route`
- Cek detail protokol dengan perintah `show ip protocols`
- Cek tetangga router dengan perintah `show ip ospf neighbor`

Catatan: perintah `show` hanya bisa dijalankan di terminal console setelah exit dari posisi *config terminal*. Untuk subnet mask ospf kenapa tebalik masih kurang tahu, baca sendiri yaa...