

Kombinatorial, Graf, dan Pohon dalam Pembagian Alamat IP

Leo Lambarita Nadeak 13515041¹
Program Studi Teknik Informatika
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika
Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40312, Indonesia
¹13515041@std.stei.itb.ac.id

Abstract—Untuk terhubung ke internet, sebuah perangkat harus memiliki alamat IP agar dapat diketahui alamat tujuan data dikirimkan. Pada makalah ini akan dibahas bagaimana pembagian alamat IP tersebut ke seluruh perangkat yang terhubung ke internet.

Index Terms—Alamat IP, Graf, Kombinatorial, NAT, Tree

I. PENDAHULUAN

Setiap perangkat yang terhubung ke internet dikenal sebagai client. Dan selama terhubung ke internet, client diberikan sebuah alamat unik yang menunjukkan alamat lalu lintas data yang berjalan di setiap koneksi yang ada. Ketika sebuah client meminta data, data tersebut dapat ditentukan kemana dikirimkan, yaitu ke alamat client tersebut yang direpresentasikan dalam Alamat IP.

Dikatakan sebagai alamat yang unik, berarti alamat tersebut tidak sama antara satu client dengan client lain. Mengingat jumlah perangkat yang terhubung sangat banyak, perangkat tersebut antara lain computer, *laptop*, gawai, dan banyak perangkat elektronik lainnya, maka dibutuhkan sangat banyak Alamat IP untuk masing – masing perangkat tersebut. Sebenarnya ada berapa Alamat IP yang disediakan untuk semua client yang terhubung ke internet? Apakah jumlah tersebut sesuai dengan jumlah client yang terhubung ke internet? Jika tidak, bagaimana client bias mendapatkan Alamat IP yang berbeda dengan lainnya?

Pada makalah ini akan dibahas pertanyaan – pertanyaan di atas. Bagaimana Alamat IP tersebut dibagi ke semua client dengan memanfaatkan graf dan pohon.

II. TEORI DASAR

2.1 Alamat IP

Alamat IP (*Internet Protocol*) merupakan sebuah alamat yang digunakan sebagai tujuan data dikirimkan ketika data tersebut ingin diakses di dalam internet. Karena dalam jaringan, pengiriman suatu data memerlukan alamat tujuan, sama halnya ketika mengirim surat, harus menyertakan alamat agar tahu kemana surat tersebut dikirimkan. Alamat IP direpresentasikan dalam 32 bit bilangan *unsigned* biner yang kemudian ditampilkan dalam bentuk decimal. Contoh alamat IP adalah 192.168.1.1, 10.252.102.45, dan semacamnya.

Alamat IP dibagi menjadi dua bagian, yaitu *Network ID* dan *Host ID*. *Network ID* adalah alamat dari sebuah client di dalam sebuah jaringan, sedangkan *Host ID*

adalah bagian alamat yang membedakan satu client dengan client yang lain. Secara sederhana, seluruh client yang terhubung dalam jaringan yang sama akan memiliki *host ID* berbeda namun memiliki *Network ID* yang sama[2]. Dan berdasarkan bagian ini, alamat ID dikategorikan ke dalam empat kelas berdasarkan jumlah bit yang digunakan sebagai *Network ID* dan jumlah bit yang digunakan sebagai *Host ID*.

Class A	Network	Host
Octet	1	2 3 4

Class B	Network	Host
Octet	1 2	3 4

Class C	Network	Host
Octet	1 2 3	4

Class D	Host
Octet	1 2 3 4

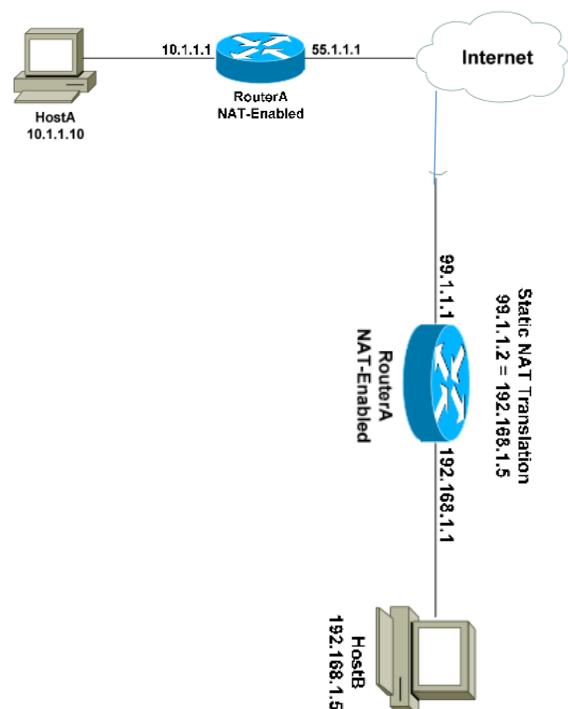
Gambar 2.1 Pengkategorian Alamat IP (Oktet menyatakan 8 bilangan biner)
Sumber : [3]

Namun untuk kelas D, sangat jarang dipakai pada jaringan internet.

2.2 Network Address Translation (NAT)

NAT adalah metode pembagian alamat IP ke client yang digunakan sampai sekarang oleh IANA (*Internet Assigned Number Authority*), yang mengatur pembagian IP kepada semua client yang terhubung ke internet.

Dengan metode NAT, banyak computer dapat dihubungkan ke dalam internet sebagai satu IP.



Gambar 2.2 Pengkategorian Alamat IP
(Oktet menyatakan 8 bilangan biner)
Sumber : [1]

Secara sederhana beberapa client terhubung ke dalam sebuah jaringan yang sama, dan di dalam jaringan tersebut tiap client memiliki alamat IP yang berbeda, yang disebut sebagai *Private IP Address*. Tapi ketika terhubung ke server di dalam internet, jaringan tersebut hanya dikenali sebagai satu alamat IP, yang disebut dengan *Public IP Adress*. Dengan kata lain, NAT akan menerjemahkan *Private IP address* menjadi *Public IP Address*. Hal ini perlu dilakukan karena internet hanya mengenali *Public IP Address*.

2.3 Kombinatorial

Kombinatorial adalah cabang matematika untuk menghitung jumlah penyusunan objek – objek tanpa harus mengenumerasi semua kemungkinan susunannya [6]. Dalam penghitungan jumlah penyusunan objek ini, banyak kaidah atau metode yang dapat digunakan.

Kaidah dasar yang digunakan dalam kombinatorial adalah kaidah perkalian dan kaidah penjumlahan. Dalam kaidah perkalian, jumlah kemungkinan yang dapat dicoba dikalikan dengan jumlah kemungkinan lain, sementara dalam kaidah penjumlahan, jumlah kemungkinan yang dapat dicoba dijumlahkan dengan jumlah kemungkinan yang lain. Kaidah ini digunakan sesuai dengan persoalan yang ada, ada persoalan yang cocok diselesaikan dengan kaidah perkalian dan ada

persoalan lain yang cocok diselesaikan dengan kaidah penjumlahan.

Kemudian kaidah tersebut dikembangkan hingga dibentuklah dua konsep yaitu permutasi dan kombinasi.

2.3.1 Permutasi

Permutasi adalah jumlah urutan yang berbeda dari himpunan suatu objek (Rosen : 2012) [8]. Secara matematis, permutasi dapat dituliskan sebagai [7] :

Andaikan terdapat n sembarang objek. Akan diadakan pengaturan r objek dengan $1 \leq r \leq n$. Banyaknya permutasi ditulis dengan: nPr atau $P(n,r)$ didefinisikan sebagai:

$$P(n,r) = \frac{n!}{(n-r)!}$$

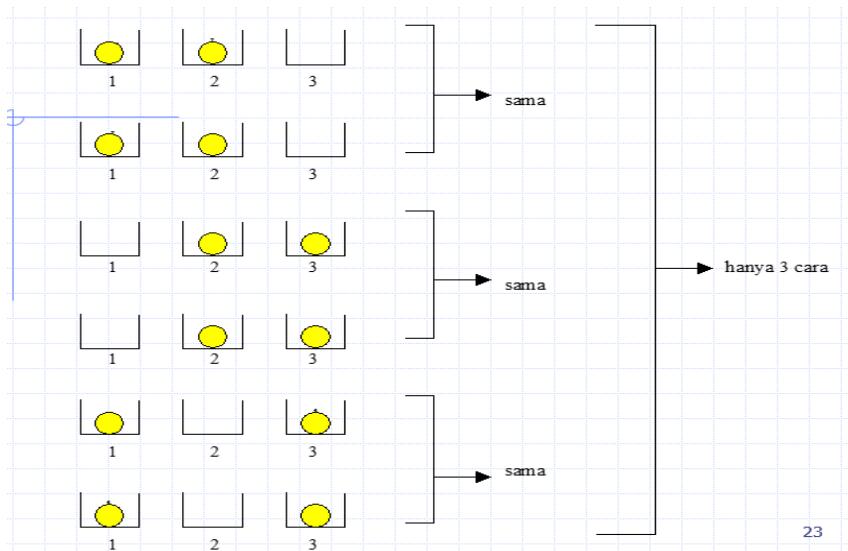
dengan

$$n! = n \times (n-1)! \times (n-2)! \times \dots \times 1$$

Seperti dijelaskan di atas, dalam permutasi AB dan BA merupakan solusi yang berbeda sehingga dihitung menjadi dua buah kemungkinan.

2.3.2 Kombinasi

Kombinasi merupakan bentuk khusus dari permutasi yang tidak memperhitungkan masalah urutan dari objek (Rosen : 2012) [8]. Jika pada permutasi AB dan BA merupakan dua hal yang berbeda, namun pada kasus kombinasi, AB dan BA merupakan dua hal yang sama sehingga hanya dihitung sebagai satu kemungkinan.



Gambar 2.3 lustrasi Kombinasi
Sumber : [6]

Secara matematis, kombinasi dapat dituliskan sebagai [7] :

Andaikan terdapat n objek berbeda, akan dipilih r objek dengan $1 \leq r \leq n$ (tanpa memperhatikan urutan). Banyaknya kombinasi disajikan dengan nCr atau $C(n,r)$, yang didefinisikan sebagai :

$$C(n,r) = \frac{P(n,r)}{r!} = \frac{n!}{(n-r)! r!}$$

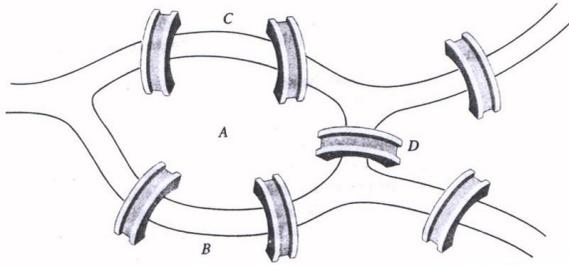
2.3.3 Permutasi dan Kombinasi Bentuk Umum

Permutasi dan Kombinasi bentuk umum digunakan saat kasus menghitung kemungkinan urutan objek, namun pada kumpulan objek tersebut ada lebih dari satu objek yang sama (seperti berwarna sama). Secara matematis dapat ditulis sebagai [6] :

$$P(n; n_1, n_2, \dots, n_k) = \frac{n!}{n_1! n_2! \dots n_k!}$$

2.4 Graf

Konsep graf dibentuk pertama kali karena ingin menyelesaikan teka – teki jembatan Königsberg, dimana dipertanyakan apakah dapat melalui setiap jembatan hanya sekali dan kembali ke tempat semula.



Graf digunakan untuk merepresentasikan hubungan

Gambar 2.4 lustrasi Kombinasi

Sumber : <http://cinta-matematika.blogspot.co.id/2012/09/matematika-diskrit.html> (diakses pada 9 Desember 2016 pukul 12.20)

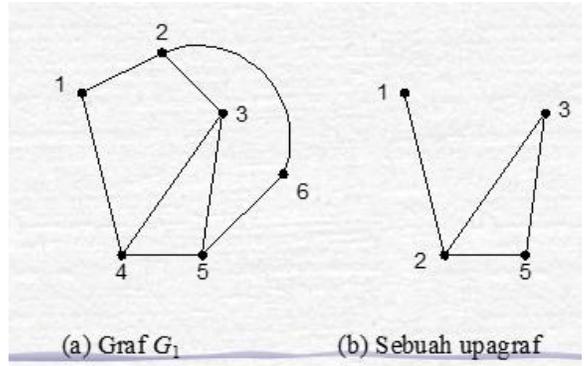
antara objek – objek. Representasi tersebut disimbolkan dalam dua bentuk, simpul dan sisi. Simpul (biasanya direpresentasikan dengan symbol titik) menyatakan objek dan sisi (biasanya direpresentasikan dengan symbol garis atau panah) menyatakan hubungan dari objek tersebut.

Secara matematis graf dinyatakan sebagai $G = (V,E)$, dengan V sebagai himpunan tidak kosong dari simpul dan E sebagai himpunan kosong dari sisi [3].

Berdasarkan adanya gelang atau sisi ganda, graf dibagi menjadi dua kelompok yaitu graf sederhana (tanpa gelang) dan graf tak sederhana (memiliki gelang). Sedangkan berdasarkan orientasi arah, graf dibagi menjadi dua kelompok yaitu graf tak-berarah (tak memiliki orientasi arah) dan graf berarah (memiliki orientasi arah). Selain itu ada juga yang disebut dengan graf lengkap, dimana setiap simpul memiliki satu atau lebih sisi ke simpul lain.

Dalam bahasan graf akan ditemui beberapa terminology, antara lain [6]:

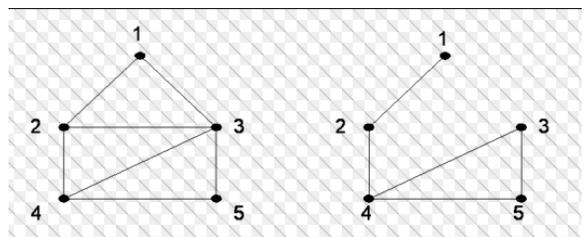
1. Ketetangaan
Simpul bertetangga dengan simpul lain jika kedua simpul tersebut terhubung langsung oleh sebuah sisi atau lebih.
2. Bersisian
Sebuah sisi bersisian dengan kedua simpul yang dihubungkannya.
3. Simpul Terpencil
Simpul terpencil merupakan simpul yang tidak terhubung dengan simpul lain (tidak memiliki sisi).
4. Graf Kosong
Graf kosong adalah graf dengan sisinya berupa himpunan kosong.
5. Derajat
Derajat merupakan jumlah sisi yang bersisian dengan simpul tersebut.
6. Lintasan
Lintasan merupakan simpul atau sisi yang dilalui dari suatu simpul ke simpul lain.
7. Siklus/Sirkuit
Sirkuit adalah lintasan di dalam sebuah graf yang kembali ke simpul awal.
8. Terhubung
Dua simpul a dan b dikatakan terhubung apabila terdapat lintasan dari simpul a ke simpul b.
9. Upagraf
Misalkan $G = (V,E)$. G memiliki upagraf $G' = (V',E')$ dengan $V' \subseteq V$ dan $E' \subseteq E$



Gambar 2.5 (b) adalah upagraf dari (a)
Sumber : [6]

10. Upagraf Rentang

$G = (V,E)$ dikatakan sebagai upagraf dari $G_1 = (V_1,E_1)$ apabila G memiliki semua simpul dari G_1 .



Gambar 2.6 Graf kanan adalah upagraf rentang dari graf kiri
Sumber : <http://sha-essa.blogspot.co.id/2011/12/teori-graph-21.html> (diakses pada 9 Desember 12.45)

11. Cut-Set

Cut-Set dari sebuah graf merupakan himpunan sisi yang jika dihapus/dibuang dari graf tersebut menyebabkan G tidak terhubung.

12. Graf Berbobot

Graf berbobot merupakan graf yang setiap sisinya memiliki sebuah bobot nilai.

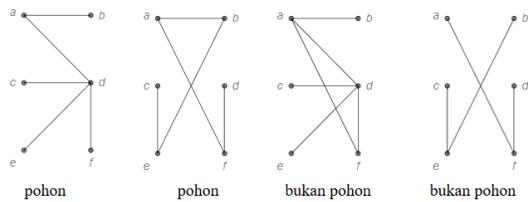
Catatan : Di dalam topik graf, masih banyak bahasan lain, namun tidak dimuat dalam makalah ini karena tidak terlalu digunakan.

2.5 Pohon

Pohon adalah salah satu bentuk graf yang tidak mengandung sirkuit didalamnya. Jika terdapat beberapa pohon yang saling lepas, maka kumpulan tersebut disebut sebagai hutan.

Misalkan $G = (V,E)$ adalah graf sederhana dengan jumlah simpul n , G disebut sebagai pohon jika [5] :

- a. Setiap pasang simpul G terhubung dengan lintasan tunggal.
- b. G terhubung dan memiliki $n - 1$ buah sisi.
- c. G tidak memiliki sirkuit
- d. Jika G ditambah dengan 1 sisi maka akan terbentuk sebuah sirkuit
- e. G terhubung dan semua sisinya adalah jembatan



Gambar 2.7 Pohon dan Bukan Pohon
Sumber : [5]

Secara umum, terdapat dua jenis pohon, yaitu pohon merentang dan pohon berakar. Pohon merentang merupakan hasil pemutusan sirkuit di dalam sebuah graf. Pohon berakar merupakan pohon yang simpulnya diberlakukan sebagai akar dan sisinya diberi arah. Dengan kesepakatan, representasi graf berakar yang menggunakan graf berbarah dapat digambarkan tanpa arah panah [5].

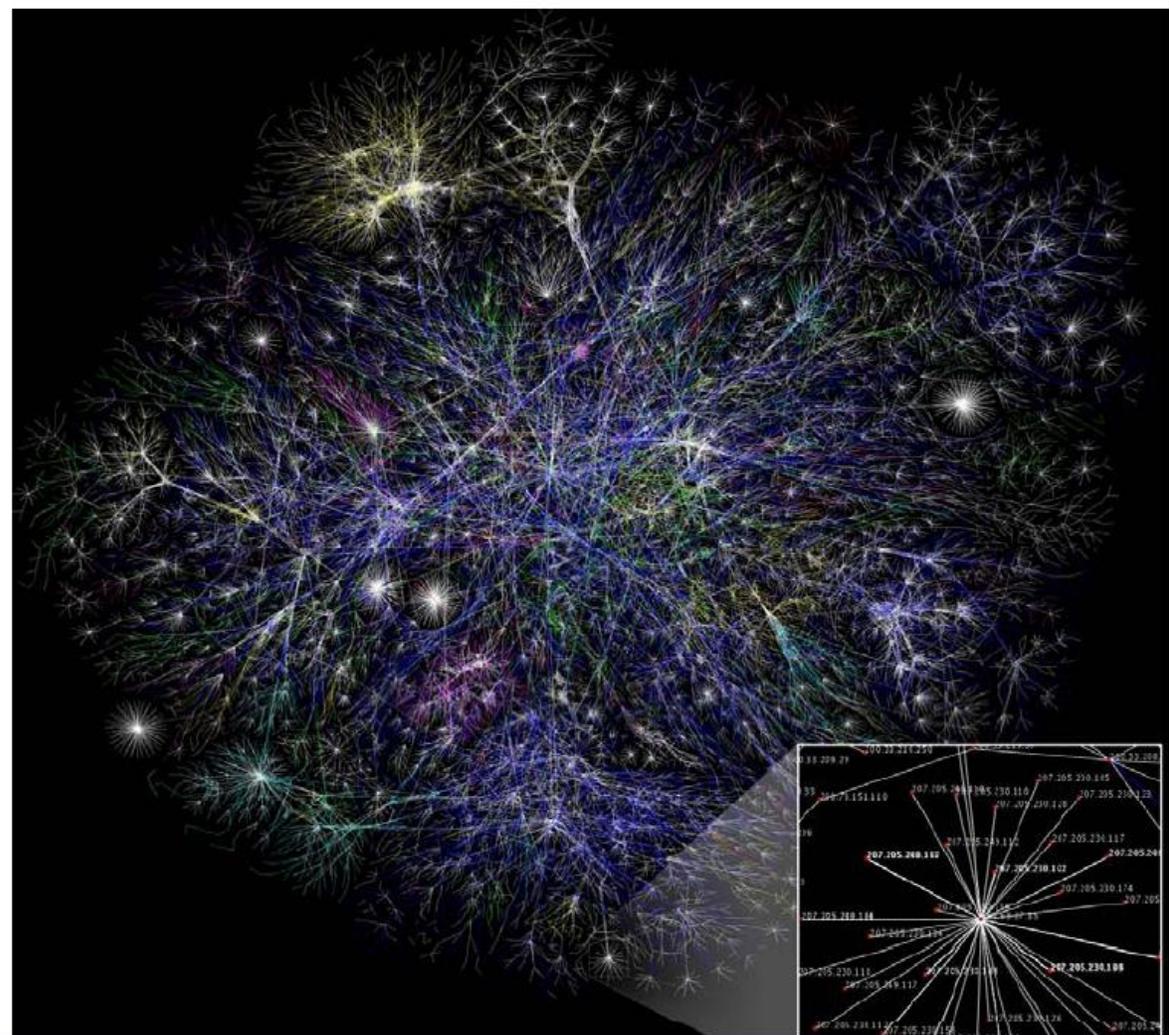
III. PEMBAHASAN

Dengan memanfaatkan kombinatorial, dapat dihitung berapa jumlah alamat IP yang tersedia untuk semua client yang terhubung ke internet. Pada kelas A, 8 bit pertama digunakan sebagai *Network ID*, sehingga 24 bit yang akan digunakan sebagai host. Dalam 1 bit ada dua kemungkinan pengisian, antar 1 atau 0, sehingga total host yang bias digunakan pada kelas ini adalah sebanyak $2^{24} - 2 = 16.777.214$ host. Pada kelas B, 16 bit pertama digunakan untuk *Network ID*, sehingga yang digunakan sebagai host adalah 16 bit terakhir, sehingga banyak host yang dapat digunakan adalah $2^{16} - 2 = 65.534$, dan untuk kelas C, karna 24 bit pertama untuk *Network ID*, yang dipakai untuk host

hanya 8 bit terakhir. Sehingga banyak host yang dapat digunakan sebanyak $2^8 - 2 = 254$ (Sumber : [3]).

Dengan melihat perhitungan di atas, tidak bisa dijamin jumlah client lebih kecil dari hasil perhitungan di atas, jadi bagaimana client mendapatkan alamat IP yang berbeda dengan client lain, sementara persediaan alamat IP terbatas. Hal ini diatasi dengan metode NAT yang telah dibahas sebelumnya. Setiap client memiliki alamat IP yang berbeda dengan client lain yang terhubung pada jaringan yang sama dengannya. Tapi alamat IP mereka yang dikenal oleh internet hanya satu alamat IP berupa *public IP address*, yang tentunya berbeda dengan jaringan lain, diluar jaringan tersebut. Contoh jaringan ITB dengan jaringan ITS. Dengan begitu, setiap client tidak benar – benar mendapatkan alamat IP satu – persatu. Dengan metode ini, penggunaan alamat IP dapat dilakukan dengan hemat.

Kemudian, hubungan antarclient yang terhubung ke internet dapat digambarkan dalam graf. Tapi apakah setiap client(simpul dalam graf) benar – benar terhubung ke setiap client yang lain? Apakah representasi jaringan internet tersebut berupa graf lengkap? Berdasarkan penjelasan NAT diatas, internet tidak berupa graf lengkap, setiap client tidak benar – benar terhubung langsung dengan client lain. Namun internet lebih cocok direpresentasikan dalam sebuah pohon, tepatnya pohon berakar. Dimana simpul paling akhir bukanlah client, tapi jaringan. Dimana jaringan tersebut direpresentasikan sebagai graf, client – client didalamnya bebas bagaimana terhubung.



Gambar 2.8 Representasi jaringan Internet sebagai Tree dan Graf

Sumber : <https://ahmedjamilrangkuti.wordpress.com/2013/06/02/modul-tugas-teori-graph/> (diakses pada 29 desember 2016 pukul 14.00)

IV. KESIMPULAN

Alamat IP yang tersedia untuk client yang terhubung ke internet jumlahnya terbatas. Untuk mengatasi kemungkinan alamat IP tidak mencukupi semua client internet, alamat IP dibagikan kepada client dengan metode *Network Address Translation* (NAT).

Internet dapat direpresentasikan sebagai Tree, dengan simpulnya pada akar paling ujung berupa jaringan, dan jaringan tersebut direpresentasikan dalam graf, setiap client bebas hubungannya seperti apa.

V. DAFTAR PSUTAKA

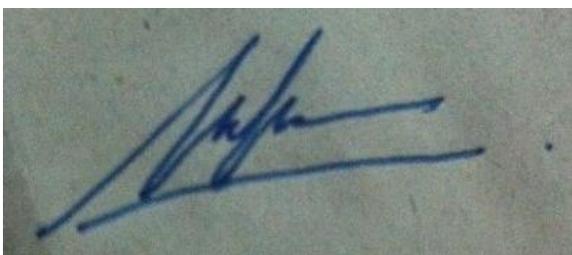
- ^[1]Balchunas, Aaron. <http://www.routeralley.com/guide/s/nat.pdf> diakses pada 9 Desember pukul 11.00.
- ^[2]http://deris.unsri.ac.id/materi/deris/jarkom_lanjut.pdf diakses pada 9 Desember pukul 14.00.
- ^[3]http://elibrary.bsi.ac.id/ebook/IP_adress_&_subnett_ing.pdf diakses tanggal 9 Desember 2016, pukul 12.00.
- ^[4]idur.staff.uns.ac.id/files/2010/11/ip-address.pdf diakses tanggal 9 Desember 2016, pukul 12.20
- ^[5]Kurniawati, Anita T dan Diah Arianti, S.Kom. 2010. *Diktat Matematika Diskrit*. Institut Teknologi Adhi Thama Surabaya : Surabaya.
- ^[6]Munir, Rinaldi. 2006. *Diktat Kuliah IF2120 Matematika Diskrit*. Universitas Pendidikan Indonesia : Bandung.
- ^[7]Novianingsih, Khusnul. 2009. *Kombinatorial*. Institut Teknologi Bandung : Bandung.
- ^[8]Rosen, Kenneth H. 2012. *Discrete Mathematics and Its Applications*. McGraw-Hill : New York.

VII. PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa makalah yang saya tulis ini adalah tulisan saya sendiri, bukan saduran, atau terjemahan dari makalah orang lain, dan bukan plagiasi.

Bandung, 27 November 2013

ttd



Leo Lambarita Nadeak, 13515041