

# Aplikasi Kombinatorial dan Graf dalam Perancangan Rute Tour de Singkarak

Dinda Yora Islami / 13516067  
Program Studi Teknik Informatika  
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika  
Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia  
<sup>1</sup>dindayora@students.itb.ac.id

*Abstract*—Dewasa ini dalam meningkatkan dunia pariwisata, daerah di Indonesia banyak melakukan promosi untuk menarik wisatawan baik domestik maupun mancanegara. Salah satunya dari daerah Sumatera Barat. Pemerintah di daerah tersebut mempromosikan daerahnya dengan memadukan pariwisata dan olahraga. Tour de Singkarak, ajang balap sepeda bertaraf Internasional yang melewati rute yang menampilkan keindahan daerah Sumatera Barat. Dengan memanfaatkan kombinatorial kita dapat menemukan rute-rute berbeda yang menarik dan menantang untuk para pembalap sepeda sedangkan dengan graf kita menjadikan simpul-simpulnya sebagai tempat awal dan berakhirnya tiap rute.

*Keywords*— Tour de Singkarak, rute, graf, kombinatorial

## I. PENDAHULUAN

Pariwisata merupakan sektor penting dalam meningkatkan devisa negara. Berdasarkan data dari Kementria Pariwisata tahun 2016 (gambar 1), disimpulkan bahwa ranking devisa pariwisata terhadap komoditas ekspor Indonesia berada pada peringkat ke empat pada tahun 2015. Hal ini menjelaskan bahwa pariwisata sangat berpengaruh dalam peningkatan devisa negara [3].

Daerah-daerah di Indonesia berusaha dalam meningkatkan promosi dalam menarik para wisatawan. Salah satunya dari provinsi Sumatera Barat, yang memadukan keindahan alamnya dengan olahraga. Pemerintah provinsi mengadakan kegiatan yang bernama Tour de Singkarak, yang merupakan ajang balap sepeda yang bertaraf Internasional.

Rute Tour de Singkarak ini melewati berbagai kota dan kabupaten di daerah Sumatera Barat. Hal ini bertujuan untuk mengenalkan keindahan alam Sumatera Barat kepada peserta. Kegiatan ini telah di mulai sejak tahun 2009 dan menjadi kegiatan tahunan.

Menurut Menteri Pariwisata Republik Indonesia, Dr. Ir. Arief Yahya, M.Sc., pada sambutannya mengenai Tour de Singkarak beliau menyebutkan bahwa kegiatan Tour de Singkarak menimbulkan dampak besar dalam perekonomian masyarakat Sumatera Barat, selain itu juga dalam peningkatan infrastruktur, sarana dan prasarana, usaha dan fasilitas, pariwisata diberbagai daerah meningkat dari tahun ke tahun [2].

2015	
Jenis Komoditas	Nilai (juta USD)
Minyak & gas bumi	18,552.10
Batu bara	15,943.00
Minyak kelapa sawit	15,385.20
Pariwisata	12,225.89
Pakaian jadi	7,371.90
Makanan olahan	6,456.30
Karet olahan	5,842.00
Alat listrik	5,644.80
Tekstil	4,996.00
Kayu olahan	3,815.80
Kertas dan barang dr kertas	3,605.50
Bahan kimia	2,807.60

Gambar 1 Ranking Devisa Pariwisata Terhadap 11 Ekspor Barang Terbesar tahun 2015 [3].



Gambar 2 Tour de Singkarak [4].

Oleh karena itu untuk menambah minat wisatawan ke Sumatera Barat diperlukan kombinasi-kombinasi rute yang menarik dan menantang dengan *start* dan *finish* yang telah ditentukan terlebih dahulu.

## II. DASAR TEORI

### A. Kombinatorial

Kombinatorial adalah cabang matematika yang mempelajari urutan dari suatu objek. Kombinasi membantu kita dalam menghadapi persoalan yang rumit tanpa harus mengenumerasi semua kemungkinan susunannya. Kombinatorial juga digunakan pada teori peluang diskrit untuk menghitung peluang suatu kejadian terjadi [1].

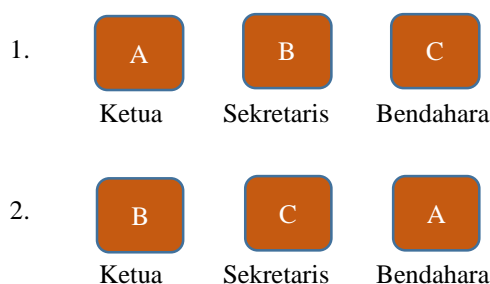
Salah satu bahasan dalam kombinatorial adalah permutasi dan kombinasi. Permutasi adalah jumlah urutan berbeda dari pengaturan objek-objek[1]. Permutasi merupakan bentuk khusus dari aplikasi aturan perkalian. Menurut kaidah perkalian, permutasi dari  $n$  objek adalah

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

Sedangkan permutasi  $n$  objek dari  $r$  adalah

$$P(n, r) = n(n-1)(n-2) \dots (n-(r-1)) = \frac{n!}{(n-r)!}$$

Contoh dari persoalan permutasi adalah dalam pemilihan ketua kelas, sekretaris dan bendahara dari tiga orang. Permasalahan ini menggunakan permutasi karena urutan tiap jabatan berbeda (gambar 3). Jabatan kelas dengan ketua kelas – sekretaris – bendahara, A-B-C berbeda dengan B-C-A.



Gambar 3 Ilustrasi Permutasi (urutan 1 berbeda dengan urutan 2)

Sumber : Buatan penulis.

Kombinasi adalah bentuk khusus dari permutasi yang mengabaikan urutan kemunculan. Kombinasi  $r$  elemen dari  $n$  elemen, atau  $C(n,r)$ , adalah jumlah pemilihan yang tidak terurut  $r$  elemen yang diambil dari  $n$  buah elemen.

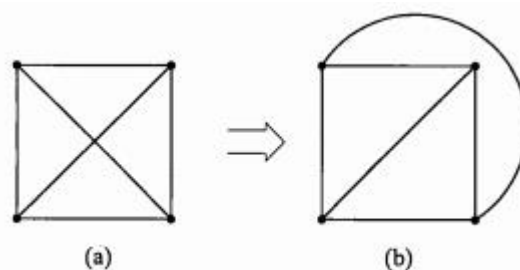
$$C(n, r) = \frac{n!}{r!(n-r)!}$$

Contoh aplikasi dari kombinasi adalah banyaknya jabat tangan antar tiga orang, A, B, dan C. A berjabat tangan dengan B dan B berjabat tangan dengan A dihitung satu kali, begitu juga pada A dan C, serta B dan C. Sehingga antara A,B, dan C terjadi tiga kali proses jabat tangan.

### B. Graf

Graf adalah hubungan yang menghubungkan objek-objek diskrit antara satu dengan yang lain [1]. Graf  $G$  didefinisikan sebagai himpunan  $(V,E)$ , yang ditulis dengan notasi  $G = (V,E)$ ,  $V$  adalah himpunan tidak kosong dari simpul-simpul (*vertices* atau *node*) dan  $E$  adalah himpunan sisi (*edges* atau *arcs*) yang menghubungkan sepasang simpul[1].

Graf planar adalah graf yang dapat digambarkan pada bidang datar dengan sisi-sisi yang tidak saling memotong[1].



Gambar 4 Graf Planar [1].

Aplikasi graf ini dapat diterapkan salah satunya pada penentuan lintasan yang diambil untuk menuju suatu titik dengan melewati simpul tersebut hanya sekali. Metode ini dinamakan Lintasan Hamilton.

Lintasan Hamilton adalah lintasan yang melalui tiap simpul di dalam graf tepat satu kali. Bila lintasan tersebut kembali ke simpul asal, membentuk lintasan tertutup (sirkuit), maka lintasan tertutup itu dinamakan sirkuit Hamilton. Jadi sirkuit Hamilton adalah sirkuit yang melalui tiap simpul didalam graf tepat satu kali, kecuali simpul asal (sekaligus simpul akhir) yang dilalui dua kali [1].



Gambar 5 Contoh Lintasan Hamilton[1].



Gambar 6 Contoh Sirkuit Hamilton [1].

### III. RUTE TOUR DE SINGKARAK

#### A. Pembagian Rute

Pada ajang balap sepeda Tour de Singkarak, peserta melewati berbagai macam lintasan yang melauai kota/kabupaten di daerah Sumatera Barat. Lintasan-lintasan tersebut dimulai dari suatu kota/kabupaten tertentu dan berakhir di kota/kabupaten yang berbeda.



Gambar 7 Lintasa Tour de Singkarak tahun 2012 [5].

Selama tujuh kali pelaksanaan Tour de Singkarak rute yang dilalui peserta selalu berubah rubah, perubahan ini dilakukan untuk mengenalkan daerah lain yang ada di Sumatera Barat.

Jika di implementasikan dalam bentuk graf, maka bentuk graf dari setiap rute pada Tour de Singkarak adalah sama. Sehingga diambil gambar 7 sebagai analogi dari semua rute Tour de Singkarak yang terjadi dalam tujuh tahun terakhir.

Dari gambar 7 terlihat bahwa Tour de Singkarak memiliki 7 stage dengan *start* dan *finish* tiap stage yang berbeda. Jika *start* dan *finish* stage ini direpresentasikan dalam bentuk graf maka rute ini memiliki 12 simpul yang menyatakan tempat start dan finish peserta tiap stage. Dengan setiap simpul yang memiliki sisi dengan jumlah yang berbeda. Dengan rincian 5 simpul sebagai *start* dan 5 simpul sebagai *finish* serta 2 simpul sebagai *start* sekaligus *finish*.

#### B. Lintasan dalam satu Stage

Berdasarkan gambar 7 terlihat bahwa setiap stage memiliki lintasan simpul yang berbeda. Pada stage pertama dan stage ketujuh memiliki satu simpul yang lintasannya sirkuler dengan simpulnya sendiri. Sedangkan pada stage dua, tiga, empat, lima, dan enam memiliki dua simpul yang saling terhubung. Pada stage pertama dan stage ketujuh terlihat bahwa terjadi lintasan sirkuler, sehingga peserta akan kembali ke titik start nya.

Dari gambar 7 terlihat bahwa tiap stage terpisah atau tidak saling berhubungan. Hal ini menyatakan bahwa pada saat itu setelah peserta finish di suatu stage maka peserta akan istirahat terlebih dahulu dan akan dipandu ke stage berikutnya di tempat yang berbeda.

### IV. PERANCANGAN RUTE TOUR DE SINGKARAK

Selama ajang balap sepeda berlansung, yang perlu kita perhatikan selain peserta adalah kinerja panitia pelaksana dalam melakukan buka tutup jalan. Hal ini dikarenakan lintasan untuk kegiatan ini menggunakan lintasan masyarakat, sehingga hal ini perlu diperhatikan.

Terjadinya buka tutup jalan akan menyebabkan waktu yang terbuang bagi masyarakat pengguna jalan untuk melintasi jalan tersebut. Apalagi jika terjadi buka tutup jalan yang lebih dari sekali, hal ini akan menyebabkan kemacetan panjang dan menghabiskan waktu. Sehingga untuk mengefisiensikan waktu panitia seharusnya memperhitungkan rute yang akan dilewati peserta agar tidak melewati suatu daerah lebih dari satu kali. Disini kita akan merancang rute yang efektif dengan mengaplikasikan kombinatorial dan graf.

Berdasarkan table 1, tiap stage peserta akan berangkat dari suatu simpul ke simpul yang lain. Disini dengan menggunakan kaidah kombinatorial untuk mencapai daerah yang dituju, kita dapat memilih berbagai jalan yang bisa dilalui. Dan untuk stage yang lain kita juga dapat mengaplikasikan kombinatorial dalam menentukan lintasan-lintasan dengan mengkombinasikan lintasan-lintasan yang tersedia untuk membentuk rute-rute menarik.

Dengan memanfaatkan kaidah kombinatorial kita dapat menentukan banyak rute yang dapat kita buat untuk membentuk 7 stage yang berbeda.

Stage	Start	Finish	Banyak lintasan
1.	Sawah Lunto	Sawah Lunto	$N_1$
2.	Muara Sijunjung	Lembah Harau	$N_2$
3.	Payakumbuh	Istano Basa Pagaruyung	$N_3$
4.	Padang Pariaman	Bukittinggi	$N_4$
5.	Padang Panjang	Singkarak	$N_5$
6.	Pariaman	Painan	$N_6$
7.	Padang	Padang	$N_7$

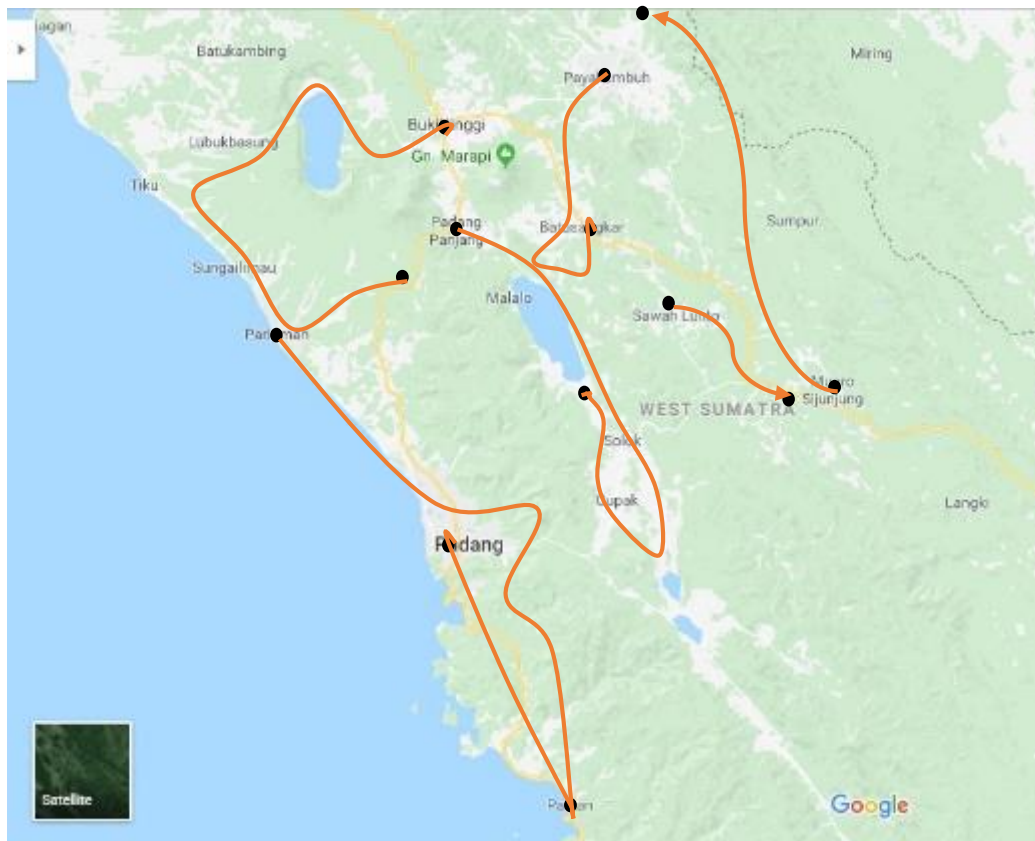
Tabel 1 Start dan Finish Tour de Singkarak tahun 2012

Sumber : Buatan Penulis diolah dari gambar 7

Dari table 1 kita dapat memprediksi banyak rute yang dapat dibentuk yaitu dengan kombinatorial kaidah kombinasi. Jika kita misalkan banyak rute yang terbentuk adalah P, maka nilai P adalah

$$P = N_1 \times N_2 \times N_3 \times N_4 \times N_5 \times N_6 \times N_7$$

Selain dengan memanfaatkan kombinatorial kita juga menggunakan graf untuk mengefisiensikan rute Tour de Singkarak agar melewati setiap daerah satu kali saja.



Gambar 8. Rancangan Rute Tour de Singkarak  
 Sumber: Buatan penulis diolah dari google maps

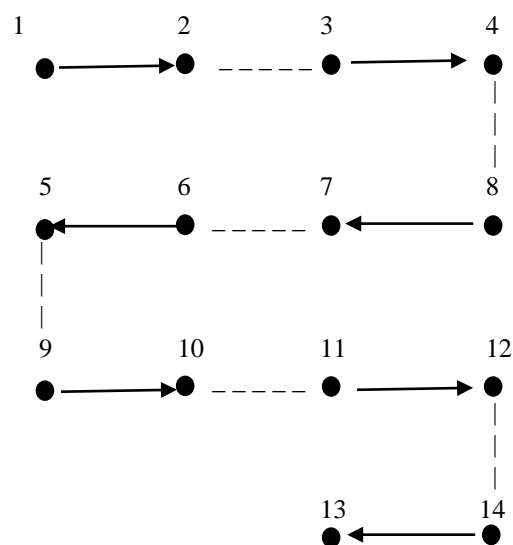
Dipersoalan ini karena peserta tidak kembali ke titik awal maka kita akan menggunakan lintasan Hamilton dan juga graf planar sebagai solusi dari rute Tour de Singkarak ini. Kita menggunakan graf Lintasan Hamilton agar tidak terjadinya rute yang melewati suatu daerah lebih dari sekali. Selain itu kita menggunakan graf planar karena untuk menghindari terjadinya pertemuan dari dua arah yang berbeda bagi peserta yang awal dengan peserta yang akhir.

Berdasarkan pada gambar 7 terlihat bahwa rute yang dilewati para pembalap tidak membentuk graf lintasan Hamilton dan graf planar. Hal ini berarti ada beberapa daerah yang dikunjungi oleh peserta lebih dari satu kali. Seperti yang kita ketahui dari masalah sebelumnya hal ini akan menghabiskan waktu pada saat buka tutup lalu lintas.

Pembuatan lintasan Hamilton dalam perancangan rute ini merupakan hal yang mudah, karena di setiap daerah memiliki lintasan alternatif yang banyak sehingga kita dapat mencari lintasan efektif untuk membentuk lintasan Hamilton.

Namun saat dibandingkan dengan graf planar, maka hal ini akan sedikit sulit kita harus memastikan tidak ada lintasan yang saling memotong. Jika graf tidak planar maka kita harus mencari rute lain / alternative lain agar tidak terjadi perpotongan/ pertemuan rute.

Dari gambar 8 terlihat bahwa rute yang ideal yaitu rute yang tidak melewati suatu daerah melebihi satu kali. Antara satu stage dengan stage yang lain akan terjadi peralihan tempat. Sehingga start pada stage selanjutnya berbeda dengan finish pada stage sebelumnya.



Gambar 9 Ilustrasi sederhana Rute Tour de Singkarak  
 Sumber : Buatan penulis

Keterangan gambar 9

1. Sawah Lunto
2. Daerah X
3. Muara Sijunjung
4. Lembah Harau
5. Payakumbuh
6. Istana Basa Pagaruyung
7. Padang Pariaman
8. Bukittinggi
9. Padang Panjang
10. Singkarak
11. Pariaman
12. Painan
13. Daerah Y
14. Padang

Gambar 9 merupakan ilustrasi sederhana dari rute Tour de Singkarak yang diinginkan, yaitu berbentuk Lintasan Hamilton dan graf planar. Pada simpul no 2 kita lihat bahwa kita dapat menggantikan daerah X dengan daerah yang berdekatan dengan simpul tiga. Hal ini dimasukkan agar tidak terjadi sirkuit pada simpul satu, yang kemudian kita menambahkan simpul dua. Simpul dua ini harus berdekatan dengan simpul tiga karena akan terjadi perpindahan tempat pada stage selanjutnya. Begitu juga pada simpul 13. Daerah Y pada simpul 13 dapat kita gantikan dengan daerah yang berdekatan dengan simpul 12, karena saat berakhirnya stage di simpul 12 maka akan terjadi perpindahan ke simpul 13.

Pada gambar 9 garis putus-putus itu menandakan peralihan stage satu ke stage yang lain. pada saat ini peserta dalam mode istirahat tidak dalam bertanding. Pada saat ini merupakan salah satu ajang pengenalan daerah Sumatera Barat kepada peserta berupa, penyajian makanan tradisional, hiburan berupa tari tradisional dan keindahan alam. Seperti pada simpul 6, stage tiga berakhir di Istana Basa Pagaruyung yang merupakan tempat bersejarah di Sumatera Barat. Istana Basa Pagaruyung merupakan istana bagi kerajaan Minangkabau. Kemudian pada simpul ke sepuluh peserta berakhir di danau Singkarak, yang merupakan salah satu danau terbesar di Sumatera Barat.

Pada model rute peta yang penulis buat (gambar 8) hal itu merupakan salah satu contoh bentuk rute yang ideal. Namun rute ini pasti akan selalu berubah setiap tahun sehingga yang harus digaris bawahi pada pembahasan makalah ini adalah rute yang merepresentasikan graf Hamilton dan graf Planar.

Selain menentukan rute yang akan dilalui oleh para peserta, panitia harus menentukan keamanan jalan baik itu berupa kerusakan jalan maupun kemungkinan bencana alam yang akan terjadi pada lintasan tersebut. Serta mempertimbangkan lebar jalan yang akan dilalui peserta. Lebar jalan ini harus bisa mendukung peserta dengan jumlah tertentu.

Sehingga setelah menentukan rute yang tepat panitia harus mencari info baik secara langsung atau tidak keadaan jalan tersebut. Agar tidak terjadi hal yang tidak diinginkan selama kegiatan berlangsung.

Dengan mempertimbangkan hal-hal yang telah dibahas didapatkan bahwa banyak rute yang dapat dibentuk dari kombinasi rute sebanyak P

$$P = N_1 \times N_2 \times N_3 \times N_4 \times N_5 \times N_6 \times N_7$$

Kemudian dengan mempertimbangkan graf Hamilton dan graf Planar maka banyak rute yang dapat dibentuk  $1 \leq \text{Rute} \leq P$ .

## V. KESIMPULAN

Teori Kombinatorial dan Graf memiliki banyak manfaat yang dapat diaplikasikan dalam kehidupan sehari-hari. Seperti mencari rute terpendek, pewarnaan peta, banyaknya peluang yang terjadi dan masih banyak lagi.

Manfaat secara khusus salah satunya dalam perancangan rute Tour de Singkarak yang merupakan ajang lomba balap sepeda di Sumatera Barat telah dibahas pada makalah ini.

Dengan perancangan rute yang memanfaatkan teori graf dan kombinatorial diharapkan dapat mengefektifkan dan mengefesiansikan waktu dan kinerja dari peserta, tenaga pelaksana acara serta masyarakat.

Selain itu kita juga harus mempertimbangkan hal-hal lain seperti kerusakan jalan, lebar jalan untuk bisa dilalui oleh peserta dengan jumlah tertentu dan hal lain.

## VI. UCAPAN TERIMA KASIH

Pada bagian ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada Allah SWT atas segala rahmat dan berkahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan makalah ini. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada orangtua penulis, yang selalu mendukung dan mendoakan penulis tanpa henti. Kemudian, terima kasih juga penulis ucapkan kepada bapak Dr. Ir. Rinaldi Munir, M.T. selaku dosen mata kuliah IF2120 Matematika Diskrit, atas bimbingan, dukungan, dan referensi-referensi yang sangat membantu dalam penyelesaian makalah ini. Terakhir, terima kasih kepada teman-teman dan sahabat atas dukungannya selama ini.

## REFERENCES

- [1] Munir, Rinaldi. 2006. *Diktat Kuliah IF2120 Matematika Diskrit Edisi Keempat*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- [2] <http://www.tourdesingkarak.id/tour-de-singkarak-2017/> diakses pada 1 Desember tahun 2017 pukul 09.10
- [3] <http://kemenpar.go.id/asp/detil.asp?c=117&id=1198> diakses pada 1 Desember tahun 2017 pukul 09.23
- [4] <http://www.viva.co.id/sport/gelandang/982388-tour-de-singkarak-2018-berencana-libatkan-jambi-dan-riau> diakses pada 1 Desember 2017 pukul 19.34
- [5] [https://www.kompasiana.com/minc/tour-de-singkarak-belajar-dari-tour-de-france\\_55106084a33311cd39ba8240](https://www.kompasiana.com/minc/tour-de-singkarak-belajar-dari-tour-de-france_55106084a33311cd39ba8240) diakses pada 1 Desember 2017 pukul 20.03
- [6] <https://www.google.co.id/maps/place/Padang+Pariaman+Regency,+West+Sumatra/@-0.5660148,99.9297294,10z/data=!3m1!4m5!3m4!1s0x2fd4e000365d1957:0x3039d80b220d150!8m2!3d-0.5546757!4d100.2151578?hl=en> diakses pada 2 Desember 2017 pukul 08.42

## 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, 3 Desember 2017



Dinda Yora Islami - 13516067