

Pengaplikasian Maximum Spanning Tree dalam Efisiensi Penggunaan Teknologi RFID untuk Mengatasi Emisi Gas Kendaraan

Kevin/13515138¹

Program Studi Teknik Informatika

Sekolah Teknik Elektro dan Informatika

Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia

¹13515138@std.stei.itb.ac.id

Abstrak—polusi udara yang terus meningkat terutama di kota – kota besar, salah satunya disebabkan oleh meningkat dengan pesatnya jumlah kendaraan sehingga menghasilkan emisi gas beracun yang dapat mengancam kesehatan makhluk hidup. Sistem WINS dan teknologi RFID yang merupakan pemanfaatan prinsip *Internet of Things (IoT)* memberikan solusi inovatif dalam mengurangi polusi udara. Sistem ini akan melakukan pengawasan terhadap emisi yang dihasilkan dari kendaraan, dengan mengukur dan memberikan notifikasi kepada pengguna melalui media komunikasi seperti SMS atau *e-mail*. Teknologi RFID akan dipasang pada lampu lalu lintas dan kendaraan mobil. Akan tetapi untuk mengatasi permasalahan biaya dan keefektifan dalam pengguna teknologi RFID dibutuhkan algoritma membangun pohon merentang maksimum. Algoritma ini dapat mengoptimalkan dan memilih lampu lalu lintas agar biaya yang dibutuhkan dapat dikurangi serta seluruh kendaraan dapat diawasi secara aman dan sederhana.

Kata kunci—pohon merentang maksimum, RFID, *Internet of Things (IoT)*, algoritma Prim dan Kruskal, polusi udara.

I. PENDAHULUAN

Peningkatan jumlah kendaraan setiap waktu terutama yang terjadi di perkotaan seperti Jakarta, Bandung, dan lainnya menyebabkan polusi udara semakin mencapai tingkatan yang dapat membahayakan kesehatan makhluk hidup. Beberapa solusi telah dilakukan oleh pemerintah untuk mengatasi permasalahan tersebut. Dari segi kebijakan yang diterapkan dan pemberdayaan kendaraan umum, tidak memberikan hasil yang sesuai dengan ekspektasi.

Dengan melihat perkembangan teknologi saat ini penerapan dari konsep *Internet of Things (IoT)* memberikan solusi ideal dalam mengatasi isu tersebut. *IoT* adalah sebuah infrastruktur jaringan global yang menghubungkan benda – benda fisik dan virtual agar dapat memiliki kemampuan untuk berkomunikasi, eksploitasi data, dan identifikasi [1]. Penelitian yang dilakukan memanfaatkan teknologi RFID (*Radio – frequency identification*), merupakan sebuah teknologi

yang memanfaatkan elektromagnetik dan elektrostatik dalam frekuensi radio untuk mengidentifikasi objek [2]. RFID dimanfaatkan dalam sistem WINS (*Wireless Inspection and Notification System*) yang memonitori emisi yang dihasilkan dari mobil.

Banyaknya jumlah lampu lalu lintas yang terdapat pada perkotaan menyebabkan munculnya permasalahan efisiensi dan biaya. Hal ini dikarenakan RFID akan dipasang di lampu merah untuk melakukan pengawasan terhadap emisi mobil. Untuk mengatasi permasalahan tersebut maka dibutuhkan algoritma pohon merentang maksimum (*Maximum Spanning Tree [MAXST]*) dan memanfaatkan aplikasi *Google Map* [3]. Algoritma tersebut dimanfaatkan untuk menentukan lokasi yang sesuai agar setiap kendaraan dapat dilakukan pengawasan sementara jumlah RFID yang dibutuhkan dapat diefisienkan dan sistem WINS dapat melakukan kendali lebih efektif.

II. DASAR TEORI

A. Teori Pohon (*Tree*)

1. Definisi Pohon (*Tree*)

Pohon adalah graf tak berarah terhubung yang memiliki dua karakteristik umum yaitu tak terhubung dan tidak memiliki sirkuit sehingga setiap pohon memiliki lintasan yang unik untuk setiap pasang simpul [4]. Pohon $T(V,E)$ dengan jumlah simpul n memiliki beberapa sifat yaitu :

1. Setiap pasang simpul dalam T terhubung dengan lintasan tunggal dan tidak memiliki sirkuit.
2. T memiliki $m=n-1$ sisi.
3. Penambahan satu sisi pada T akan menyebabkan graf memiliki sirkuit.

2. Pohon Merentang (Spanning Tree)

Suatu pohon T merupakan pohon merentang jika semua simpul pada pohon T sama dengan semua simpul pada graf G (merupakan graf terhubung yang bukan

pohon dan terdapat beberapa sirkuit). Pohon merentang ini didapatkan dengan memotong sirkuit – sirkuit yang ada hingga tidak terdapat sirkuit lagi di G . Melalui hal tersebut akan diperoleh $T(v_1, e_1)$ berdasarkan $G(v, e)$ dengan hubungan $v_1 \subseteq v$ dan $e_1 \subseteq e$. Pohon merentang memiliki beberapa jenis yaitu pohon merentang maksimum dan pohon merentang minimum. Secara umum kedua jenis pohon merentang tersebut memiliki prinsip yang sama yang membedakan pada nilai ekstrim bobot setiap sisi yang digunakan dalam membangun pohon merentang tersebut.

3. Pohon Merentang Maksimum(MAXT)

Pohon merentang maksimum adalah sebuah graf berbobot yang memiliki nilai maksimum dan membentuk suatu pohon merentang [5]. Pohon merentang maksimum dapat dibangun dengan memanfaatkan algoritma Prim ataupun algoritma Kruskal. Keduanya merupakan metode yang secara umum digunakan untuk membangun pohon merentang minimum.

a. Algoritma Kruskal

Algoritma Kruskal memiliki metode sebagai berikut:

1. Kalikan setiap bobot dari graf G dengan -1 .
2. Sisi dari Graf G sudah diurutkan.
3. T yang merupakan pohon masih kosong (hanya terdapat simpul).
4. Ambil sisi (u, v) dengan bobot minimum yang tidak membentuk sirkuit di T . Tambahkan (u, v) ke dalam himpunan simpul T .
5. Ulangi langkah 4 sebanyak $(n-1)$ dengan n adalah jumlah simpul pada graf G .

b. Algoritma Prim

Algoritma Prim memiliki metode sebagai berikut:

1. Kalikan setiap bobot pada graf G dengan -1 saat akan menjalankan algoritma prim
2. Pilihlah sisi pada graf G yang memiliki bobot minimum dan masukkan ke dalam T .
3. Pilih sisi (v_1, v_2) yang mempunyai bobot minimum dan bersisian dengan simpul T , tetapi (v_1, v_2) tidak membentuk sirkuit di T . Tambahkan sisi (v_1, v_2) ke dalam T .
4. Ulangi langkah 3 sebanyak $(n-2)$ kali dengan n adalah jumlah simpul pada graf G [4].

B. Teknologi RFID

RFID (*radio frequency identification*) yang merupakan suatu teknologi yang memanfaatkan elektromagnetik dan elektrostatik dalam jangkauan frekuensi radion untuk secara unik mengenali objek tertentu. Keuntungan dari teknologi ini adalah tidak memerlukan kontak langsung dengan objek. Sebuah sistem RFID biasanya memiliki Antenna, berguna untuk melakukan transmisi sinyal menggunakan frekuensi radio yang akan mengaktifkan transponder dan akan terjadi respon timbal balik diantara keduanya. Transponder akan aktif dan mengirimkan kembali data transmisi ke antenna untuk dilakukan analisis [2]. Frekuensi radio tersebar dari tingkatan rendah (30 KHz sampai 500 KHz dapat menjangkau sejauh 6 kaki) hingga frekuensi tinggi (850 MHz sampai 950 MHz dan 2.4 GHz sampai 2.5 GHz menjangkau jarak 90 kaki). Secara umum semakin tinggi frekuensi yang digunakan pada sistem RFID dalam melakukan transmisi akan semakin mahal dan jauh transmisi yang dapat dilakukan [2].

C. Sistemika kerja sistem WINS

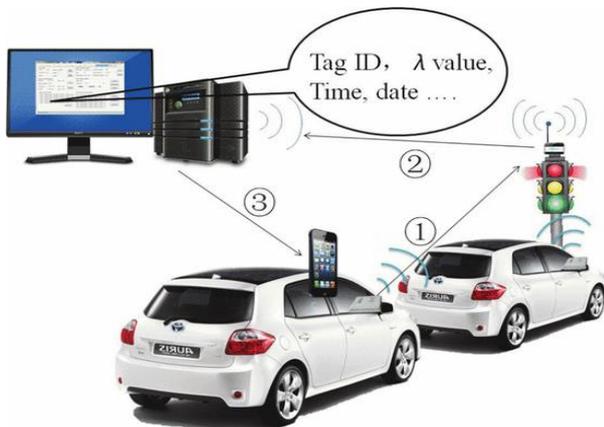
Wireless Inspection and Notification System (WINS) merupakan suatu sistem yang terdiri atas dua sub sistem yaitu sistem inspeksi dan sistem kontrol. Sistem inspeksi akan melakukan pengumpulan data dan pengiriman data dengan memanfaatkan teknologi RFID yang telah dipasang. Transponder dari RFID akan digunakan untuk mengumpulkan data dan reader dari RFID akan melakukan pengiriman data [3]. Sistem kontrol akan melakukan proses pemberitahuan kepada pengguna atau pemilik melalui jalur komunikasi yang telah dibuat. Notifikasi yang diberikan kepada pengguna dapat bertujuan sesuai dengan pengguna teknologi WINS.

III. PEMBAHASAN MASALAH

A. Aplikasi Sistem WINS dan Teknologi RFID

Secara umum, setiap mobil akan memiliki sebuah Tag ID yang unik dan informasi emisi kendaraan tersebut. Data emisi kendaraan didapatkan melalui dari sebuah alat sensor pengukuran yang telah dipasang di mobil. Dengan prinsip pengukuran pada rasio udara dari mesin menggunakan bilangan λ . Bilangan λ ini akan menyatakan tingkat emisi gas yang dihasilkan dari kendaraan tersebut. Data tersebut akan dikirimkan ke pusat sistem WINS untuk dilakukan analisis terkait batas standar emisi. Setelah dilakukan analisis, kontrol sistem akan bekerja dengan mengirimkan pesan seperti SMS dan *e-mail* kepada pemilik kendaraan mengenai kondisi dari kendaraan tersebut.

Teknologi dari RFID selain dipasang pada kendaraan juga terdapat pada lampu lalu lintas. Pemasangan teknologi RFID pada lampu lalu lintas dikarenakan lampu lalu lintas merupakan komponen inti dari lalu lintas dan setiap kendaraan akan melewati lampu lalu lintas. Secara sederhana, RFID pada lampu lalu lintas akan mengirimkan sinyal kepada Tag ID (Transponder) pada kendaraan dan akan mengaktifkan alat sensor untuk melakukan pengumpulan data emisi kendaraan. Data tersebut kemudian dikirim ke RFID pada lampu lalu lintas untuk dilakukan transmisi menuju sistem pusat. Di bawah ini merupakan bentuk pemodelan sistem kerja dari WINS dan RFID terkait pengiriman data kontrol pengguna.



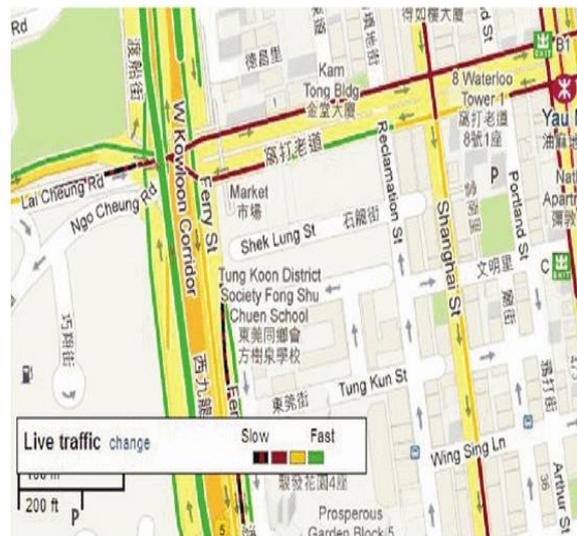
Gambar 1(sumber: <http://ieeexplore.ieee.org/document/6803186/>(diakses pada 4 Desember 2016, pukul 17.10 GMT+7)

B. Implementasi Pohon Merentang Maksimum pada Pemasangan RFID di lampu lalu lintas

Persebaran lampu lalu lintas di daerah perkotaan dengan jumlah yang sangat banyak menyebabkan jumlah RFID yang akan dipasang pada lampu lalu lintas sangat banyak. Hal ini akan menimbulkan ketidakefisienan dalam hal biaya yang diperlukan untuk penggunaan teknologi RFID. Oleh sebab itu, diperlukan lampu lalu lintas yang memiliki tingkat kepadatan (banyaknya kendaraan yang melewati) yang tinggi, sehingga dapat menekan biaya yang diperlukan dalam pemasangan teknologi RFID dan setiap kendaraan dapat dilakukan inspeksi.

Melalui pengaplikasian pohon merentang maksimum dalam memodelkan peta jaringan lalu lintas akan memberikan solusi dalam pemasangan teknologi

RFID di lampu lalu lintas. Pada lampu lalu lintas selalu terdapat persimpangan, setiap persimpangan akan memiliki jalur masing – masing dan terhubung dengan lampu lalu lintas yang lain. Sesuai dengan sifat pohon yang tidak bersifat sirkuler, akan memotong biaya yang diperlukan dan membantu dalam penentuan RFID yang sesuai pada titik – titik terdapat lampu lalu lintas. Gambar 2 merupakan peta jaringan lalu lintas wilayah Hong Kong yang direpresentasikan dengan *Google Map*.

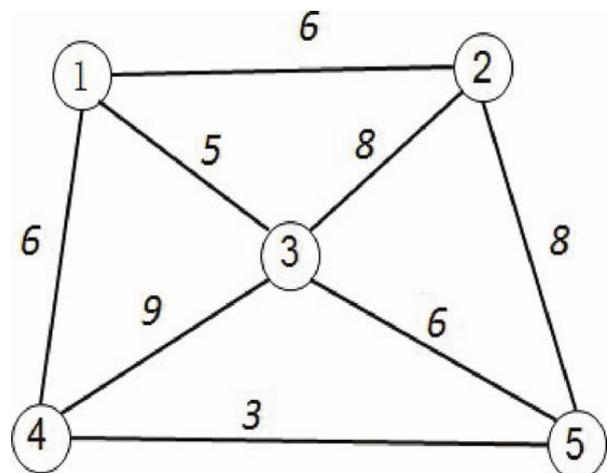


Gambar 2 peta jaringan lalu lintas Hong Kong (sumber: google map)

Untuk membangun pohon merentang maksimum sesuai dengan pemodelan yang ada akan dimanfaatkan graf yang menggambarkan jaringan dari lalu lintas. Oleh sebab itu, permasalahan ini memerlukan algoritma dalam membangun pohon merentang maksimum. Analisis penelitian berdasarkan eksperimen yang telah dilakukan pada kota Hong Kong.

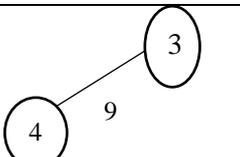
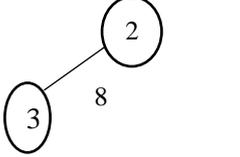
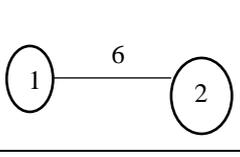
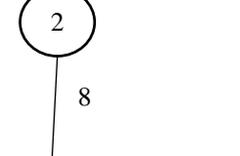
Jaringan lalu lintas dari kota pada gambar 2 akan dimodelkan secara graf $G = (V, E, w)$. Himpunan simpul V menyatakan lampu lalu lintas. Himpunan sisi V menyatakan jalan yang terhubung dari 2 lampu lalu lintas, dan himpunan yang w yang menyatakan bobot dari sisi (v_1, v_2) atau e_{12} yang bersesuaian. Bobot tersebut disesuaikan dengan skala kepadatan lampu lalu lintas.

Perhitungan dalam menentukan bobot dapat disesuaikan dengan pemodelan yang diinginkan. Yang terpenting adalah untuk tetap menyesuaikan skala antara sisi yang memiliki bobot (kepadatan lalu lintas tinggi dan rendah). Gambar di bawah merupakan hasil pemodelan jaringan lalu lintas dalam graf.



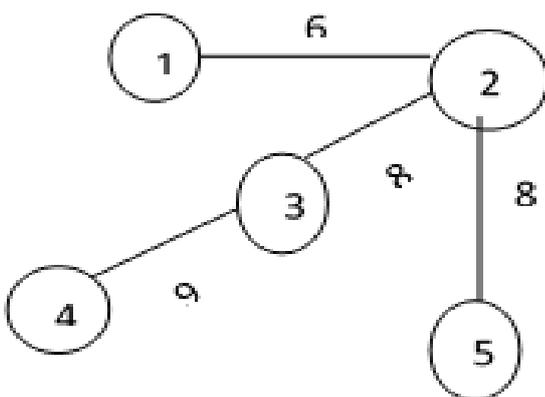
Gambar 3 pemodelan graf peta jaringan lalu lintas(sumber: <http://ieeexplore.ieee.org/document/6803186/> diakses pada 4 Desember 2016 17.15)

Melalui Graf tersebut akan dibangun pohon merentang maksimum memanfaatkan algoritma yang ada pada dasar teori. Algoritma yang digunakan dalam pembahasan ini adalah algoritma Prim, tentunya pohon merentang minimum yang dibangun bersifat tidak unik karena terdapat banyak cara dalam membangun pohon merentang maksimum dengan bobot dari setiap sisi tidaklah unik.

No.	Sisi	Bentuk sisi
1	3,4	
2	3,2	
3	1,2	
4	2,5	

Tabel 1 Langkah – langkah algoritma Prim membangun pohon merentang maksimum.

Tabel 1 menunjukkan langkah – langkah algoritma Prim dengan memilih sisi yang memiliki bobot terkecil. Sebelum dilakukan langkah – langkah tersebut diberikan asumsi setiap bobot dikalikan dengan -1. Hasil dari pohon merentang maksimum adalah



Gambar 4 hasil pohon merentang maksimum dari jaringan lalu lintas

Hasil dari Pohon merentang maksimum yang telah dibuat sesuai dengan pemodelan graf yang diberikan, dimanfaatkan untuk menentukan titik – titik lampu lalu lintas yang akan dipasang teknologi RFID sehingga kemungkinan untuk setiap kendaraan untuk dapat dilakukan inspeksi mengenai emisi dari gas kendaraan tersebut dapat terjangkau semuanya. Pohon Merentang yang dihasilkan akan memiliki bobot maksimum pada setiap sisinya. Bobot maksimum yang menyatakan kepadatan dari lalu lintas menunjukkan banyaknya kendaraan yang berada pada daerah tersebut. Selain itu, dengan bobot maksimum tersebut juga menunjukkan bahwa aliran kendaraan sangat lambat. Dengan aliran kendaraan yang lambat, akan mengefisienkan kerja dari RFID yang terpasang di lampu lalu lintas untuk melakukan analisis. Pembahasan tersebut merupakan pemodelan dalam skala yang lebih kecil, untuk skala yang lebih besar tentu dapat diterapkan dengan metode yang sama.

IV. ISU TERKAIT PENGAPLIKASIAN

Pemanfaatan *Internet of Things (IoT)* tentunya memberikan keuntungan dengan perkembangan dari internet sendiri yang sangat luas. Hal ini juga diikuti dengan masyarakat yang semakin menuju kebudayaan modern dengan pemanfaatan teknologi seperti smartphone. Selain itu, pengawasan secara langsung atas emisi gas kendaraan mobil memungkinkan pengurangan emisi gas yang menyebabkan polusi udara. Solusi ini tentunya akan mendorong dalam menciptakan lingkungan perkotaan yang hijau. Akan tetapi, dalam penerapannya terdapat beberapa pertimbangan isu – isu yang dapat muncul. Isu – isu tersebut adalah sebagai berikut:

A. Keamanan

Sistem dari WINS yang digunakan dalam teknologi untuk memberikan kontrol dan analisis terhadap setiap kendaraan dan penggunaannya, menyimpan informasi personal dari kendaraan maupun pengguna. Hal ini tentu menjadi pertimbangan keamanan saat data dari pengguna tidak dapat terjamin aman. Kebocoran dari data personal ini tentunya dapat memberikan bentuk ketidaknyamanan dalam penggunaan teknologi RFID dan WINS. Hal ini akan menyebabkan kemungkinan dalam terhambatnya implementasi dari pengaplikasian teknologi dalam mengawasi emisi gas yang dihasilkan oleh kendaraan – kendaraan.

B. Implementasi Membutuhkan Waktu Lama

Penerapan dari teknologi ini seperti pemasangan RFID (alat sensor dan identitas) akan membutuhkan biaya dan waktu yang banyak. Jika melihat kondisi dari perkotaan besar saja dengan skala beberapa wilayah yang cukup besar serta jumlah kendaraan yang sangat banyak maka akan dibutuhkan banyak sekali usaha untuk implementasi teknologi tersebut. Selain itu, teknologi ini harus dilakukan dijelaskan

kepada setiap orang terutama pengguna kendaraan agar mengerti tujuan dan penggunaan dari teknologi ini. Hal lain adalah kebijakan dari pemerintah yang dapat memengaruhi keberlangsungan dari penggunaan teknologi tersebut.

V. KESIMPULAN

Setelah dilakukan analisis dalam memanfaatkan prinsip *Internet of Things* (IoT) dapat dilihat bahwa penggunaan internet tidak hanya sebatas hiburan saja. Perkembangan teknologi dan internet dalam masyarakat dapat dimanfaatkan dalam mengatasi permasalahan. Salah satunya permasalahan polusi udara yang dihasilkan dari kendaraan. Hal lainnya adalah pemanfaatan pohon merentang maksimum (MAXT) dalam menganalisis kebutuhan dari teknologi RFID, dengan memberikan solusi efektif untuk menekan biaya dari kebutuhan teknologi ini. Algoritma Kruskal dan Prim yang secara umum dimanfaatkan untuk membangun pohon merentang baik maksimum maupun minimum dimanfaatkan dalam menentukan titik – titik ideal untuk memasang teknologi RFID. Hal ini diperlukan agar inspeksi emisi gas dapat menjangkau keseluruhan kendaraan yang ada di wilayah tersebut serta jumlah dari RFID dapat dioptimalkan. Dengan adanya pengoptimalan dari teknologi dan prinsip – prinsip ilmu pengetahuan, pemerintah dan masyarakat dapat mendukung ide – ide inovatif sehingga dapat meningkatkan kesejahteraan makhluk hidup.

VI. UCAPAN TERIMA KASIH

Pertama – tama, penulis panjatkan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat, rahmat dan kekuatan-Nya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan makalah ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Chi-Man Vong dkk dengan jurnalnya yang dipublikasikan pada forum IEEE 2014 telah menginspirasi penulis untuk melakukan pembahasan mengenai inovasi mereka. Penulis juga menyampaikan rasa terima kasih kepada pengampu kuliah IF2120 Matematika Diskrit yaitu Dra. Harlili S. M.Sc. dan Dr. Ir. Rinaldi Munir atas bimbingannya dan penyampaian ilmu yang telah membuat penulis mampu menulis makalah ini. Tak lupa juga penulis ingin menyampaikan kebanggaan kepada teman – teman penulis atas dukungannya dalam perjalanan menyelesaikan makalah.

REFERENSI

- [1] <https://pritawidyaningtyas.wordpress.com/2015/09/15/apa-itu-iot/> 6.30(diakses pada 4 Desember 2016, pukul 18.30 GMT+7)
- [2] <http://internetofthingsagenda.techtarget.com/definition/RFID-radio-frequency-identification> (diakses pada 4 Desember 2016, pukul 18.35 GMT+7)
- [3] Vong, Chi Man dkk. 2014. Application of RFID technology and the maximum spanning tree algorithm for solving vehicle emissions in cities on Internet of Things. <http://ieeexplore.ieee.org/document/6803186/>. (diakses pada 4 Desember 2016 pukul 16.15 GMT+7)

- [4] Munir, Rinaldi. 2006 Diktat Kuliah IF2120 Matematika Diskrit. Pohon. Bab IX.
- [5] <http://mathworld.wolfram.com/MaximumSpanningTree.html> (diakses pada 4 Desember 2016, pukul 19.43)

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, 8 Desember 2016

ttd



Kevin - 13515138