

Aplikasi Graf Dalam Menganalisis Potensi Kemacetan di Kota Makassar

Cut Meurah Rudi -13514057

Program Studi Teknik Informatika

Sekolah Teknik Elektro dan Informatika

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

cmrudi@students.itb.ac.id

Abstract—Kemacetan telah menjadi masalah pelik yang dihadapi kota-kota besar di Indonesia, tak terkecuali Kota Makassar yang merupakan pusat pemerintahan Provinsi Sulawesi Selatan sekaligus pusat perekonomian Kawasan Timur Indonesia. Oleh karena itu dibutuhkan suatu metode untuk menganalisis penyebab kemacetan yang ada pada kota tersebut, metode analisis menggunakan aplikasi Teori Graf merupakan alternatif sehingga pemerintah dapat mengambil kebijakan yang tepat untuk mengatasi permasalahan kemacetan ini berdasarkan hasil analisis metode ini.

Keywords—kemacetan, teori graf, graf berbobot, makassar.

I. PENDAHULUAN

Makassar selain sebagai ibukota Provinsi Sulawesi Selatan juga menjadi pusat pergerakan ekonomi di Kawasan Timur Indonesia (KTI), perkembangan ekonomi yang begitu cepat tentu merupakan hal yang baik tetapi juga harus ditunjang dengan fasilitas perkotaan yang memadai.

Jika pertumbuhan ekonomi yang pesat tidak diiringi dengan pertumbuhan fasilitas sebuah kota, salah satu akibatnya adalah kemacetan.

Menurut pakar transportasi Indonesia, Yudhiana, mengatakan bahwa ketika kapasitas jalan lebih besar dari volume jumlah kendaraan maka hal ini tidak akan mengakibatkan hambatan lalu lintas dalam hal ini kemacetan, sebaliknya bila kapasitas jalan itu lebih kecil jumlahnya dibandingkan volume kendaraan akan mengakibatkan kemacetan[4].

Secara umum ada beberapa tiga hal yang menyebabkan kemacetan di Kota Makassar, yang pertama perilaku masyarakat yang kurang tertib dengan memanfaatkan bahu jalan sebagai tempat parkir, kedua penataan kendaraan bertonase berat yang kurang efektif serta yang terakhir aktivitas bongkar muat kendaraan bertonase berat yang tidak tersentralisasi[4].

Berbagai upaya pun telah dilakukan Pemerintah Kota Makassar bersama Pemerintah Provinsi Sulawesi Selatan untuk mengatasi kemacetan di kota ini, seperti perluasan jalan-jalan utama, menambah jalan baru dan menerapkan berbagai regulasi seperti three in one.

Penggunaan analisis graf untuk menganalisis penyebab kemacetan di Makassar ini dapat menjadi alternatif dalam analisis pemerintah untuk mengeluarkan kebijakan terkait mengatasi permasalahan kemacetan di kota Makassar, khususnya dalam hal penambahan ruas jalan atau pengalihan arus.

II. TEORI GRAF

Graf adalah himpunan objek yang terdiri dari simpul dan sisi, simpul pada graf dapat berupa titik sedangkan sisi adalah objek pada graf yang menghubungkan simpul. Graf ini telah diaplikasikan untuk banyak hal, seperti pembangunan jalur kereta api, jalan lintas kota, distribusi produk bisnis, senyawa kimia, hingga representasi data, penggunaan graf dalam merepresentasikan data memungkinkan data lebih mudah dipahami dan diolah.

A. Definisi Graf

Graf G didefinisikan sebagai himpunan pasangan (V, E) dimana $V = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$, adalah himpunan tidak kosong dari simpul-simpul (vertices atau node) serta $E = \{e_1, e_2, \dots, e_n\}$, adalah himpunan sisi (edges) yang menghubungkan sepasang simpul, secara singkat dapat ditulis dengan notasi $G = (V, E)$ [2].

B. Jenis-jenis Graf

Berdasarkan ada tidaknya gelang atau sisi ganda di dalam graf, maka graf dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu[2]:

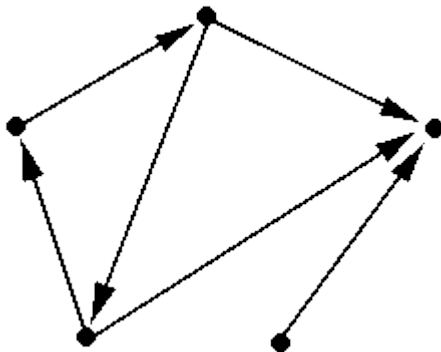
1. Graf sederhana (simple graph) : Graf yang tidak memiliki gelang maupun sisi ganda
2. Graf tidak sederhana (unsimple graph) : Graf yang mengandung sisi ganda atau gelang atau keduanya.

Berdasarkan jumlah simpul pada graf, maka secara umum graf dapat dikelompokkan menjadi dua jenis, yaitu[2]:

1. Graf berhingga (limited graph) : yaitu graf yang jumlah simpulnya n .
2. Graf tak berhingga (unlimited graph) : graf yang jumlah simpulnya tidak berhingga banyaknya.

Berdasarkan ada tidaknya orientasi arah pada sisi , maka secara umum graf juga dapat dibedakan menjadi dua[2]:

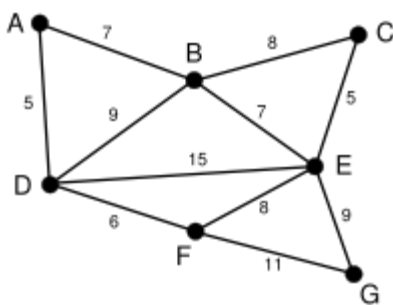
1. Graf tak berarah (undirected graph) : Graf yang setiap sisinya tidak memiliki orientasi arah
2. Graf berarah (directed graph atau digraph) : Graf yang sisinya memiliki orientasi arah, sisi pada graf berarah disebut juga busur.



Gambar 2.1 Contoh graf berarah
Source (<http://colorado.edu>)

C. Graf Berbobot

Graf berbobot adalah jenis graf yang setiap sisinya memiliki nilai (bobot), nilai pada graf dapat merepresentasikan apapun, seperti jaringan jalan raya pada suatu provinsi, simpul pada graf berbobot dapat menyimbolkan kota serta nilai sisi dapat melambangkan jarak antar kota yang dihubungkan oleh sisi tersebut[2].



Gambar 2.2 Contoh graf berbobot
Source ([http:// cnx.org](http://cnx.org))

III. KOTA MAKASSAR



Gambar 3.1 Peta Kota Makassar
Source (<http://makassarkota.go.id>)

Makassar adalah kota terbesar keempat di Indonesia dengan luas 175,77 km², terletak di bagian selatan Pulau Sulawesi, secara astronomis Kota Makassar berada pada 119 derajat bujur timur dan 5,8 derajat lintang selatan dengan ketinggian bervariasi 1-25 meter di atas permukaan laut, secara geografis diapit oleh dua muara sungai, yaitu Sungai Tallo di bagian utara kota dan Sungai Jeneberang di bagian Selatan Kota. Selain wilayah daratnya, Kota Makassar juga mencakup sebelas pulau yang berada di Selat Makassar[6].

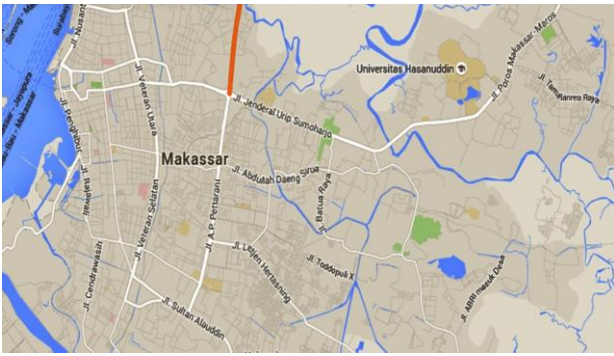
Menurut data Dinas Kependudukan Kota Makassar, Jumlah penduduk Kota Makassar pada tahun 2013 berjumlah 1,7 Juta orang, tetapi ketika siang hari lebih dari dua juta orang beraktivitas di kota ini[6].

Selain itu ditinjau dari jumlah moda transportasi, menurut data Kementerian Perhubungan jumlah kendaraan di Kota Makassar pada siang hari berjumlah 2,4 Juta kendaraan yang terdiri dari 1,1 Juta kendaraan roda dua serta 1,3 Juta kendaraan roda 4. Lebih besar dari jumlah penduduk yang berdomisili di Kota Makassar[5].

Jumlah Kendaraan yang melebihi penduduk tersebut berasal dari penduduk-penduduk daerah di sekitar Makassar yang bekerja di Kota Makassar, seperti Kabupaten Gowa, Kabupaten Maros, Kabupaten Takalar dan Kabupaten Pangkep.

Selain itu panjang jalan di dalam Kota Makassar pada tahun 2013 adalah 1.593 kilometer dengan persentase jumlah jalan yang rusak sekitar 6,7% atau sama dengan 107 kilometer[4].

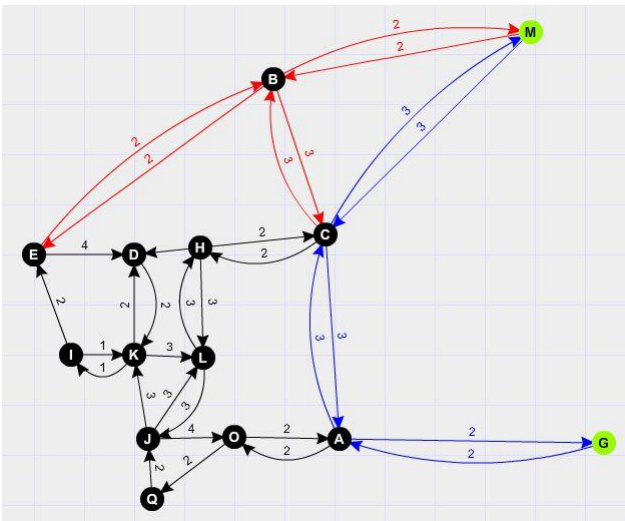
Selain itu, data dari Kementerian Perhubungan menunjukkan bahwa pertumbuhan kendaraan di Kota Makassar mencapai 10-12% per tahun sedangkan pertumbuhan volume jalan hanya 0.001% per tahunnya. Hal ini membuat saat ini Makassar menjadi salah satu kota termacet di Indonesia[5].



Gambar 3.2 Peta Jaringan Jalan Raya Kota Makassar
Source (<http://hallomakassar.co.id>)

IV. ANALISIS POTENSI KEMACETAN MENGGUNAKAN GRAPH

Menggunakan bantuan dari gabungan graf berbobot dan berarah, akan dimodelkan jaringan jalan raya di Kota Makassar dimana simpul akan menyatakan persimpangan yang ada dan sisi akan mewakili jalan yang menghubungkan simpang-simpang yang ada, selanjutnya nilai bobot pada sisi memiliki arti luas ruas jalan tersebut dan arah sisi atau busur mewakili arah arus kendaraan pada jalan tersebut.



Gambar 4.1 Peta Jaringan Jalan Protokol Kota Makassar

M	Kabupaten Maros
G	Kabupaten Gowa
B	Persimpangan Tol Ir. Sutami dan Tol Reformasi
C	Fly Over Urip Sumoharjo
A	Persimpangan MAN Model Makassar
O	Persimpangan Lotte Mart Alauddin
Q	Persimpangan Andi Tonro-Kumala Permai
J	Perempatan Alauddin-Veteran-Ratulangi-

	Kumala
L	Pertigaan Landak-Veteran
K	Perempatan Alauddin-Landak-Rajawali
I	Terusan rajawali-kaka tua
E	Bundaran Mandiri
D	Makassar Trade Centre
H	Awal Jalan Gunung Bawakaraeng

Tabel 4.1 Keterangan Graf Peta Jaringan Jalan protokol Kota Makassar

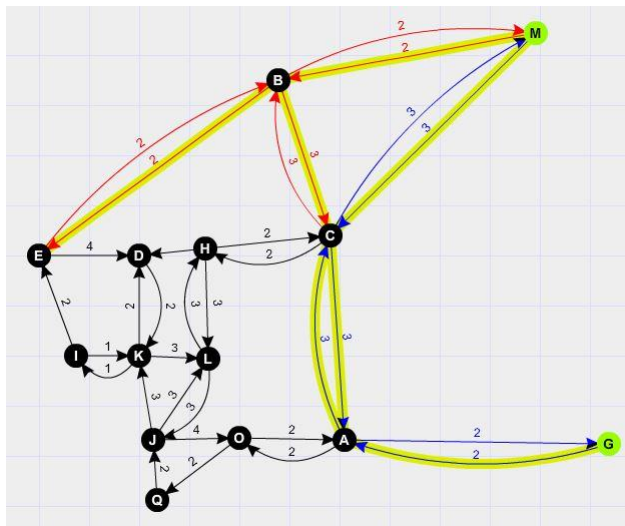
Perlu diperhatikan bahwa graf Gambar 4.1 hanya mewakili jalan-jalan protokol yang ada di Kota Makassar, sebab jalan protokol merupakan jalan penting dan selalu dilalui oleh banyak orang, oleh karena itu untuk pembahasan selanjutnya, penggunaan kata jalan selalu mengacu ke jalan protokol.

Pada Gambar 4.1, sisi yang berwarna merah memiliki arti bahwa sisi tersebut mewakili jalan tol, kemudian sisi yang berwarna biru memiliki arti bahwa jalan tersebut adalah jalan nasional, sedangkan sisi berwarna hitam adalah ruas jalan utama di kota Makassar selain jalan tol dan jalan nasional.

Selain sisi, juga terdapat dua jenis simpul, yaitu simpul yang berwarna hitam dan simpul yang berwarna hijau, simpul yang berwarna hitam berarti persimpangan utama yang ada di dalam Kota Makassar sedangkan simpul yang berwarna hijau mewakili kabupaten yang ada di sekitar Makassar, simpul hijau berlabel M mewakili Kabupaten Maros, sedangkan simpul hijau berlabel G mewakili Kabupaten Gowa. Arus yang masuk ke simpul hijau belum tentu sama dengan arus yang keluar dari simpul hijau, sebab khusus untuk simpul hijau harus kita perlakukan khusus sebagai *special node*.

Kemudian kasus yang terjadi pada graf tersebut, ketika pagi hari, ratusan ribu kendaraan keluar dari simpul hijau, baik simpul hijau M maupun simpul hijau G menuju berbagai simpul hitam yang ada di kota Makassar, dan sebagian menuju ke simpul hijau yang lainnya bagi kendaraan yang hanya melintasi Kota Makassar, bukan memiliki tujuan ke Kota Makassar.

Selanjutnya perlu diperhatikan pula perbedaan jalan tol dengan jalan nasional maupun jalan biasa, jalan tol (sisi berwarna merah) arusnya selalu lancar dan tidak tersendat) tetapi pada jalan nasional (sisi berwarna biru) maupun jalan protokol biasa (sisi berwarna hitam), arusnya lebih mudah tersendat, hal ini bisa disebabkan oleh pedagang yang menggunakan badan jalan untuk membuka lapak dagangannya ataupun akibat banyak pengendara yang memarkirkan kendaraannya sembarangan di pinggir jalan sehingga ruas jalan yang awalnya memiliki 2 lajur, bisa menjadi satu lajur dikarenakan penumpukan kendaraan yang parkir sembarangan.

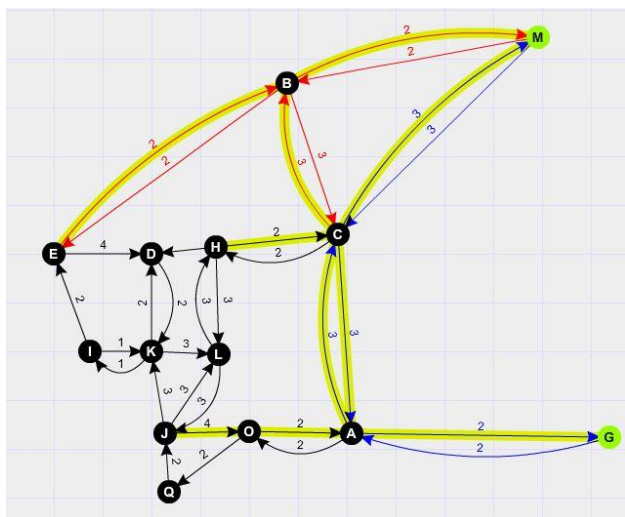


Gambar 4.2 Kondisi Jalan di Kota Makassar Pada Pagi Hari

Kemudian tinjau Gambar 4.2, terdapat beberapa sisi yang diberi highlight berwarna kuning, sisi-sisi tersebut adalah sisi yang menerima beban kendaraan maksimal ketika pagi hari,.

Ketika pagi hari, ratusan ribu kendaraan, baik yang berasal dari Kabupaten Gowa ataupun Kabupaten Maros datang menuju Makassar melalui sisi-sisi yang diberi highlight sehingga simpul-simpul yang bersisian dengan sisi yang diberi *highlight* juga mendapat beban kendaraan yang berlebih.

Terdapat dua wilayah yang menjadi sumber kepadatan di Jalan poros menuju kota Makassar, di wilayah utara, pengendara kendaraan bermotor yang ingin menuju Makassar dapat melalui tiga pilihan jalan, yaitu melalui jalan nasional Urip Sumoharjo sehingga sampai di simpul C atau bisa melalui Jalan Tol, jika melalui jalan tol pengendara juga dapat memilih ingin memasuki kota Makassar melalui simpul C (Jalan Tol Reformasi) atau langsung menuju pesisir di simpul E (melalui Jalan Tol Ir. Sutami).



Gambar 4.3 Kondisi Jalan Kota Makassar pada Sore Hari

Kemudian tinjau kembali gambar 4.3, pada gambar 4.3, sisi-sisi yang diberi *highlight* kebanyakan adalah sisi-sisi yang menuju luar kota Makassar, sisi-sisi tersebutlah yang dipadati kendaraan yang ingin meninggalkan Kota Makassar ketika sore hingga malam hari.

Mayoritas kendaraan berasal dari pusat Kota Makassar yang berada di sekitaran E, D, H, I, K, L dan J, kemudian meninggalkan kota melalui beberapa pilihan jalan utama, seperti melalui Jalan Tol Ir. Sutami dari simpul E sehingga dapat mencapai Kabupaten Maros, atau bagi kendaraan yang juga akan menuju kabupaten maros bisa juga melalui Jalan Tol Reformasi melalui simpul C, atau bagi yang menghindari jalan tol dan kendaraan roda dua, tentu akan melewati Jalan Negara (Jalan Urip Sumoharjo) dari simpul C kemudian melalui sisi berwarna biru.

Untuk kendaraan yang akan kembali ke Kabupaten Gowa, satu-satunya jalan adalah melalui Jalan Sultan Alauddin, yaitu menuju simpul A kemudian melewati sisi berwarna biru yang menuju simpul hijau G.

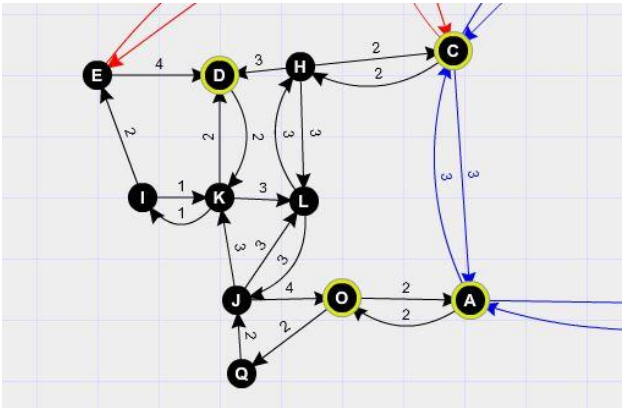
Berdasarkan graf yang telah ada, akan ditentukan sisi-sisi yang akan mengalami kemacetan, untuk menganalisis sisi mana yang terjadi ketidakseimbangan antara kendaraan yang menuju suatu simpul ataupun meninggalkan suatu simpul dengan menghitung bobot masuk dan bobot keluar tiap simpul.

No.	Simpul	Bobot(in)	Bobot(out)
1.	A	7	7
2.	B	7	7
3.	C	11	11
4.	D	9	2
5.	E	4	6
6.	H	5	8
7.	I	1	3
8.	J	5	10
9.	K	6	6
10.	L	6	9
11.	O	6	4
12.	Q	2	2

Tabel 4.2 Bobot Bobot Masuk dan Bobot Keluar Tiap Simpul

Selain itu, untuk tiap simpul yang bersisian dengan jalan tol, mendapat pengurangan poin derajat keluar disebabkan pada jalan tol tidak ada kendaraan yang parkir di bahu jalan sedangkan pada jalan non-tol, parkir di bahu jalan menjadi salah satu masalah utama kemacetan di Kota Makassar, jika kita tinjau simpul C, bobot masuknya sudah sama dengan bobot keluar, tetapi dikarenakan simpul C berhubungan dengan jalan tol, memungkinkan terjadi ketidakseimbangan arus pada simpul C, sedangkan

simpul E, bobot keluarnya sudah lebih besar dari bobot masuk sehingga bisa mengantisipasi jika terjadi pengurangan lajur akibat parkir sembarangan yang dilakukan pengguna jalan.



Gambar 4.4 Persimpangan yang berpotensi macet di Kota Makassar

V. KESIMPULAN

Penggunaan graf sangatlah bermacam-macam, salah satunya dapat digunakan untuk menganalisa permasalahan lalu lintas yang berkaitan dengan mobilisasi sebab jika terjadi sebuah mobilisasi pastilah aka nada asal mobilisasi dan tujuan mobilisasi, asal dan tujuan dapat dijadikan simpul serta jalannya dapat dijadikan sisi.

Selain pemanfaatan sifat-sifat graf yang digunakan dalam pembahasan ini, juga masih banyak sifat-sifat graf yang lain yang dapat digunakan sehingga analisis yang dilakukan dapat semakin akurat.

Penggunaan graf untuk analisis kemacetan ini merupakan alternatif agar pemerintah dapat mengeluarkan kebijakan yang lebih efektif dan efisien dalam menyelesaikan permasalahan kemacetan yang ada, tentunya dengan data yang lebih akurat langsung diambilkan di lapangan, analisis graf ini akan lebih akurat pula hasilnya sehingga dapat menjadi metode dalam mencari akar masalah kemacetan di suatu kota, khususnya Kota Makassar

VI. TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Tuhan Yang Maha Esa yang berkat-Nya pula tulisan ini dapat diselesaikan dengan baik dan dapat sampai pada pembaca. Selain itu juga penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada Pak Rinaldi Munir atas ilmu yang telah diajarkan kepada penulis, khususnya mengenai Teori Graf yang menjadi dasar teori penulisan makalah ini.

REFERENCES

- [1] K.H. Rosen, "Discrete Mathematics and its Application" 7th ed. New York : McGraw-Hill, 2007, pp. 641–734.

- [2] Munir, Rinaldi, "Matematika Diskrit", Bandung : Penerbit Informatika, 2010.
- [3] S. Maerivoet, "Modelling Traffic on Motor Ways: State-of-the-art, Numerical Data Analysis, Dynamic Traffic Assignment", Universiteit Leiven, 2006.
- [4] "Makassar Kian Macet, Kendaraan Capai 2,4 Juta", <http://regional.kompas.com/read/2012/11/25/11121680/Makassar.Kian.Macet.Kendaraan.Capai.2.4.Juta>, diakses pada tanggal 7 Desember 2015 Pukul 20.30
- [5] "Benahi Transportasi Kota Makassar, Harus ada Langkah Ekstrim", <http://dephub.go.id/berita/>, diakses pada tanggal 7 Desember 2015 Pukul 20.35
- [6] "Geografis Kota Makassar", <http://makassarkota.go.id/110-geografiskotamakassar.html>, diakses pada tanggal 7 Desember 2015 Pukul 21.00

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, 9 Desember 2015

Cut Meurah Rudi -13514057