d'CartesiaN

Jurnal Matematika dan Aplikasi

p-ISSN:2302-4224 e-ISSN: 2685-1083

Journal homepage: https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/decartesian

Eksentrisitas Digraf pada Graf Gir Menggunakan Algoritma *Breadth First Search*

Romario M. Barahama[1], Chriestie E.J.C Montolalu[1*], Rinancy Tumilaar[1]

[1]Jurusan Matematika–Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam–Universitas Sam Ratulangi Manado, Indonesia

[*]Corressponding author : chriestelly@unsrat.ac.id

A B S T R A K

Misalkan G adalah graf dengan himpunan titik $V(G)$ dan himpunan sisi $E(G)$. Jarak dari titik u ke v di G adalah panjang lintasan terpendek dari titik u ke v, dinotasikan dengan $d(u,v)$. Eksentrisitas titik u dalam graf G adalah jarak terjauh dari titik u ke setiap di G, dinotasikan dengan $e(u)$. Titik v merupakan titik eksentrik dari u jika $d(u,v) = e(u)$. Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan eksentrisitas digraf pada graf gir $n = 7$ dan menentukan eksentrisitas digraf pada graf gir $n \geq 7$ menggunakan algoritma *breadth first search*. Metode yang digunakan adalah dengan mengumpulkan sumber pustaka berupa buku maupun referensi lain yang selanjutnya dijadikan landasan untuk melakukan penelitian ini. Berdasarkan pembahasan. Dapat disimpulkan bahwa bentuk dari eksentrisitas digraf pada graf $n = 7$ adalah komplit simetri dengan $rad(G_7) = 2$, $dia(G_7) = 4$ dan $Cen(G_7) = v_0$, sedangkan untuk eksentrisitas digraf pada graf gir $n \geq 7$ menggunakan algoritma *breadth first search* adalah $e(v_0) = 2$, $e(u_i) = 3$ dan $e(w_i) = 4$.

INFO ARTIKEL

Diterima : 22 Maret 2021

Diterima setelah revisi : 10 Juli 2021

Tersedia *online* : 11 July 2021

Kata Kunci:
Eksentrisitas Digraf
Graf Gir
Algoritma *Breadth First Search*

A B S T R A C T

Let G be a graph with the set of points $V(G)$ and the set of sides $E(G)$. The distance from point u to v in G is the length of shortest path from point u to v, denoted by $d(u,v)$. The eccentricity of point u in graph G is the furthest distance from point to each in G denoted by $e(u)$. The point v is the eccentic point of u if $d(u,v) = e(u)$. The purpose of this research is determine the eccentricity of the digraph on the gear graph $n = 7$ and determine the eccentricity of the digraph $n \geq 7$ gear graph using the *breadth first search* algorithm. The method used is to collect library sources in the form of books other refrences ehich are then used as the basis for conducting this research. Based on the discussion it can be concluded that the sahpe of eccentricity of the digraph on graph $n = 7$ is complete symetry with Graph Theory is the one of the math theory with mathematic knowledge using with $rad(G_7) = 2$, $dia(G_7) = 4$ and $Cen(G_7) = v_0$, while for the eccentricity the digraph on the digraph gear $n \geq 7$ uses *breadth first search* algorithm is $e(v_0) = 2$, $e(u_i) = 3$ and $e(w_i) = 4$.

ARTICLE INFO

Accepted : 22 March 2021

Accepted after revision : 10 July 2021

Available online : 11 July 2021

Keywords:
Eccentricity Digraph
Gear Graph
Breadth First Search Algorithm

1. PENDAHULUAN

Teori graf saat ini merupakan topik yang banyak mendapat perhatian, karena model-model yang ada pada teori graf berguna untuk aplikasi yang luas, seperti masalah dalam jaringan komunikasi, transportasi, ilmu komputer, riset operasi, dan lain sebagainya. Graf digambarkan sebagai kumpulan titik-titik *vertex* yang dihubungkan oleh garis-garis *edge*. Struktur graf bisa dikembangkan dengan memberi bobot dari tiap *edge* [8].

Salah satu graf yang terbentuk dengan menghubungkan titik sentral menuju titik siklus $(2n + 1)$ adalah graf gir. Dalam kehidupan nyata konsep graf gir dimodelkan untuk pola penentuan channel stasiun radio.

Eksentrisitas titik u, dinotasikan dengan $e(u)$ pada graf G adalah jarak maksimal dari u ke setiap v di G. Suatu titik pada graf G dikatakan sebagai titik eksentris dari titik u jika jarak dari u ke v sama dengan $e(u)$. Eksentrik Digraf dari graf G yang dinotasikan dengan $ED(G)$. dapat didefinisikan sebagai graf yang mempunyai himpunan titik yang sama dengan himpunan titik di G atau $V(ED(G)) = V(G)$, jika dan hanya jika v adalah titik eksentris dari u.

Algoritma *Breadth First Search* merupakan salah satu strategi pemecahan masalah lintasan terpendek pada graf tak berbobot. Algoritma ini menggunakan implementasi struktur data *queue* (antrian) dan *linkedlist* (list berkait). Dengan algoritma ini pula kita bisa menghitung lintasan terpendek.

Penelitian ini merupakan kajian eksentrisitas digraf pada graf gir dengan $n = 7$ dan mencari eksentrisitas digraf pada graf gir dengan $n \geq 7$ menggunakan algoritma *Breadth First Search*.

1.1 Definisi Teori Graf

Definisi 1

Sebuah graf $G = (V, E)$ terdiri atas V, sebuah himpunan titik-titik *(vertices)* yang tidak kosong dan E, sebuah himpunan garis-garis *(edges)*. Setiap garis memiliki antara satu atau dua titik-titik yang terhubung dengannya, yang disebut titik-titik ujungnya *(endpoints)* [7].

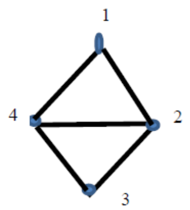
1.2 Graf Sederhana dan Graf Tidak Sederhana

Berdasarkan ada tidaknya gelang atau sisi ganda pada suatu graf, maka secara umum graf dapat digolongkan menjadi dua jenis [2].

1.2.1 Graf Sederhana *(simple graph)*

Definisi 2

Graf sederhana G didefinisikan sebagai graf yang tidak terdapat sisi *edge* yang sisinya gelang maupun sisi-ganda pada setiap simpul *vertex*. Graf pada Gambar 1 adalah contoh graf sederhana. Misalnya graf sederhana tersebut direpresentasikan ke dalam bentuk jaringan telepon. Simpul berwarna biru menyatakan telepon, sedangkan sisi berwarna hitam menyatakan saluran telepon untuk berkomunikasi. Saluran telepon darurat beroperasi pada dua arah. Seperti pada Gambar 1.

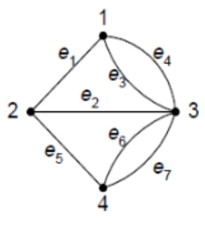


Gambar 1. Graf Sederhana G_1

1.2.2 Graf Tidak Sederhana *(Unsimple graph)*

Definisi 3

Graf tidak sederhana G didefinisikan sebagai graf yang terdapat sisi *edge* dengan sisinya ganda atau berbentuk gelang pada salah satu atau lebih simpul *vertex*. Seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. G_2 Graf tidak sederhana

1.3 Derajat *(Degree)*

Definisi 4

Derajat suatu simpul pada graf tidak berarah adalah jumlah sisi yang bersisian dengan simpul tersebut. Notasi (v) menyatakan derajat simpul v [3].

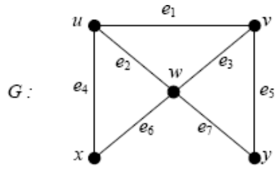
1.4 Jalan *(Walk)*, Lintasan *(Path)*, dan Sikel *(Cycle)*

Definisi 5

Jalan didefinisikan sebagai lintasan didalam suatu graf G dimana terbentuk barisan terbatas dari titik-titik $v_0, v_1, \dots, v_{n-1}$ dan garis-garis $e_1, e_2, \dots, e_n$ dari $G: v_0, v_1, e_2, \dots, e_n, v_{n-1}$ dimana titik akhir dari e_i adalah x_{i-1} dan x_i untuk setiap i [9].

Definisi 6

Jalan dikatakan lintasan *(path)* jika semua titiknya berbeda. Lintasan adalah jejak, akan tetapi tidak semua jejak adalah lintasan. Sedangkan lintasan tertutup dinamakan sikel *(cycle)* [8]. Pada Gambar 3, jalan $x - w - v - u - w - y$ adalah jejak tapi bukan lintasan, sedangkan $u - w - y - v - u$ adalah sikel.

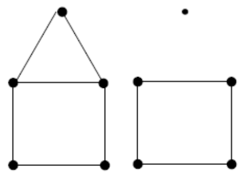


Gambar 3. Jalan pada graf G

1.5 Graf Terhubung *(Connected Graph)*

Definisi 7

Sebuah graf G dikatakan terhubung jika terdapat lintasan pada setiap titik u dan v dari himpunan di V [1]. Seperti pada Gambar (a). Sebaliknya, G dikatakan tidak terhubung sebagaimana pada Gambar (b).

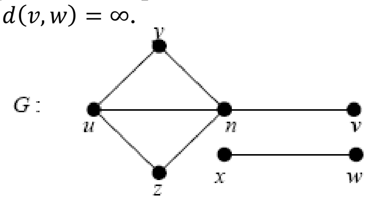


Gambar 4. (a) Graf terhubung, (b) Graf Tidak terhubung

1.6 Jarak pada Graf

Definisi 8

Jarak $d(u, v)$ antara dua titik u dan v pada graf G adalah panjang lintasan terpendek dari titik u ke v. Jika tidak ada lintasan dari titik u ke v, maka $d(u, v) = \infty$ [8]. Sebagai contoh pada Gambar 5, $d(u, v) = 2$ sedangkan $d(v, w) = \infty$.

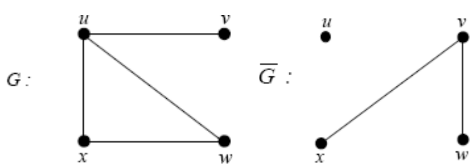


Gambar 5. Jarak pada Graf G

1.7 Graf dan Komplemennya

Definisi 9

Komplemen dari graf G dinotasikan $\bar{G}$ adalah graf dengan himpunan titik $V(\bar{G}) = V(G)$ dimana titik u, v tetangga pada G [8]. Contoh graf dan komplemennya dapat dilihat pada Gambar 6.

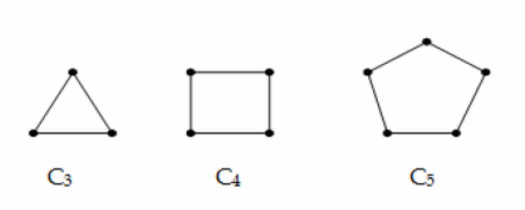


Gambar 6. Graf G dan Komplemennya $\bar{G}$

1.8 Graf Sikel

Definisi 10

Sebuah graf yang terdiri dari satu lingkaran disebut graf sikel. Graf sikel dengan n titik dinotasikan C_n. Pada Gambar 7 dapat dilihat graf lingkaran C_3, C_4 dan C_5.

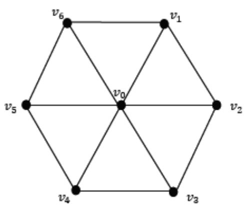


Gambar 7. Graf Sikel C_3, C_4, C_5

1.9 Graf Roda

Definisi 11

Graf Roda W_n adalah graf dengan n titik yang dibentuk dengan menghubungkan titik sentral ke semua titik dari sebuah siklus [5]. Pada Gambar 8 adalah contoh graf roda G_6.



Gambar 8. Graf Roda G_6

Berdasarkan teorema yang sudah ada

Teorema 1.1

Graf roda W_n memiliki $n + 1$ titik dan $2n$ sisi.

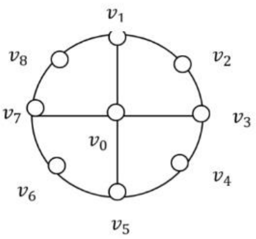
Bukti:

Karena graf roda W_n memiliki n titik pada sikel luar dan 1 titik pada titik pusat maka $|V| = n + 1$, graf roda memiliki n titik pada sikel luar, maka banyaknya sisi pada sikel luar adalah n dan karena semua titik pada sikel luar terhubung langsung dengan titik pusat maka ada n sisi lagi, jadi $|E| = n + n = 2n$.

1.10 Graf Gir

Definisi 12

Graf gir dilambangkan G_n graf yang menambahan sebuah titik diantara tiap-tiap pasangan dari titik-titik graf yang berhubungan langsung pada sikel luar [6]. Pada Gambar 9 adalah graf roda G_4.



Gambar 9. Graf Gir G_4

Berdasarkan teorema yang sudah ada

Teorema 1.2

Graf gir G_n memiliki $2n + 1$ titik dan $3n$ sisi.

Bukti:

Karena graf gir G_n memiliki $2n$ titik pada sikel luar dan 1 titik pada titik pusat maka $|V| = 2n + 1$, graf gir memuat graf roda W_n yang mempunyai $2n$ sisi dan ada tambahan sebuah titik diantara tiap-tiap pasangan dari titik-titik graf yang terhubung langsung pada sikel luar maka akan ada n sisi lagi, jadi $|E| = 2n + n = 3n$.

1.11 Eksentrisitas Digraf

Definisi 13

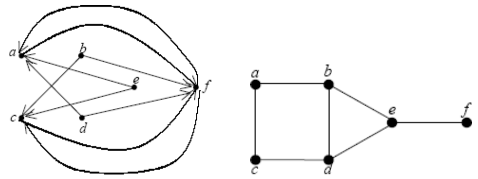
Eksentrisitas $ec(v)$ pada titik v dalam graf G adalah jarak terjauh (maksimal lintasan terpendek) dari titik v ke setiap titik di G, dapat dituliskan $ec(v)$ = $max\{d(v,u)|u \in V(G)\}$. *Radius* $r(G)$ dari G adalah eksentrisitas minimum pada setiap titik di G, dapat dituliskan rad(G) = $min\{ec(v)|v \in V\}$ dan *diameter* dari G, dinotasikan $dia(G)$ adalah eksentrisitas maksimum pada setiap titik di G, dapat dituliskan $dia(G)$= $maks\{ec(v)|v \in V\}$, titik v disebut *titik central* jika $ec(v)$ = $r(G)$, center dinotasikan $cen(G)$ adalah subgraf pada G yang terbentuk dari titik central. Titik v dikatakan titik eksentrikdari u jika jarak dari v ke u sama dengan titik eksentrik dari u, dapat dituliskan $d(v,u) = ec(u)$.

Definisi 17

Eksentrik Digraf $ED(G)$ didefinisikan sebagai graf yang mempunyai himpunan titik yang sama dengan himpunan titik di G atau $V(ED(G)) = V(G)$, dimana *edge* menghubungkan titik u ke v jika v adalah titik eksentrik dari u [8]. Contoh graf dan eksentrik digrafnya diberikan pada Gambar 10.

Tabel 1. Eksentrisitas pada Graf G

Titik	Eksentrisitas	Titik Eksentrik
a	$ec(a) = 3$	f
b	$ec(b) = 2$	c, f
c	$ec(c) = 3$	f
d	$ec(d) = 2$	a, f
e	$ec(e) = 2$	a, c
f	$ec(f) = 3$	a, c



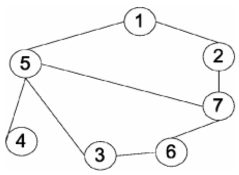
Gambar 10. Graf dan Eksentrik Digraf

1.12 Algoritma *Breadth First Search*

Definisi 14

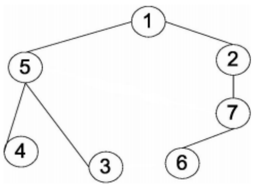
Algoritma *Breadth First Search* merupakan algoritma traversal dengan melakukan pencarian melebar. Setelah ditentukan sebuah simpul awal, strategi dari *Breadth First Search* adalah secara sistematis melakukan traversal seluruh simpul yang dapat dicapai oleh simpul awal [4].

Graf tak berbobot adalah graf yang semua sisinya sama, sehingga jalur terpendek hanya ditentukan dari jumlah simpul yang dilalui.



Gambar 11. Graf Tak Berbobot

Pada contoh Gambar 11, misalnya jika kita mulai dari simpul 1 maka urutan simpul yang dikunjungi adalah 1,2,5,7,3,4,6. Algoritma *Breadth First Search* lebih jelasnya sebagai berikut: Kunjungan simpul asal, kemudian simpul yang bertetangga dengan simpul asal. Kemudian kunjungi simpul-simpul yang bertetangga dengan simpul yang tadi dikunjungi dan seterusnya. Karena traversal inilah, algoritma ini dapat digunakan sebagai algoritma pencarian jalur terpendek. Gambar 12 menggunakan Algoritma *Breadth First Search*, yaitu output 1 mendapatkan queue 5 dan 2 selanjutnya untuk output 5 didapatkan queue 3 dan 4, begitu juga dengan output 2 didapatkan queue 7 seterusnya sampai didapatkan jalur terpendek seperti pada Gambar 12.



Gambar 12. Graf *Breadth First Search*

2. METODE PENELITIAN

2.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dari bulan September 2020 – November 2020 dengan tempat penelitian dirumah, mengikuti peraturan Pemerintah Menteri Pendidikan dan Kebudayaan tahun ajaran 2020-2021 tentang *study/work from home* dikarenakan adanya pandemi Covid-19.

2.2 Metode Penelitian

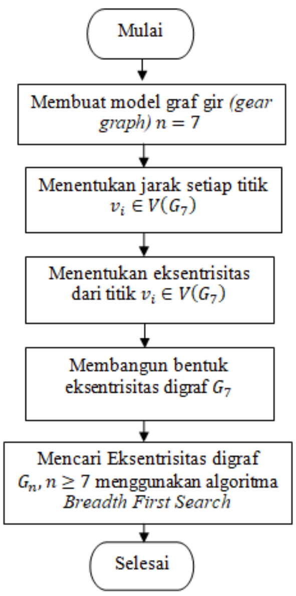
Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode studi pustaka. Pada awalnya penulis mengumpulkan referensi-referensi berupa buku, jurnal maupun sumber lainnya seperti internet. Selanjutnya dilakukan tahapan penelitian dengan meneliti dan menggabungkan referensi-referensi yang diacu sesuai dengan tujuan penelitian.

2.3 Tahapan Penelitian

1. Membuat bentuk model graf gir dengan $n = 7$.
2. Mengkonstruksi langkah-langkah dalam mencari eksentrisitas digraf pada graf gir dengan $n = 7$.
3. Membuat bentuk eksentrisitas digraf pada graf gir dengan $n = 7$.
4. Mencari eksentrisitas digraf pada graf gir dengan $n \geq 7$ menggunakan Algoritma *Breadth First Search*.

2.4 Digram Alir *(Flowchart)*

Adapun tahapan prosedur pencarian eksentrisitas digraf pada graf gir dengan menggunakan diagram alir *(flowchart)* seperti pada Gambar 13.



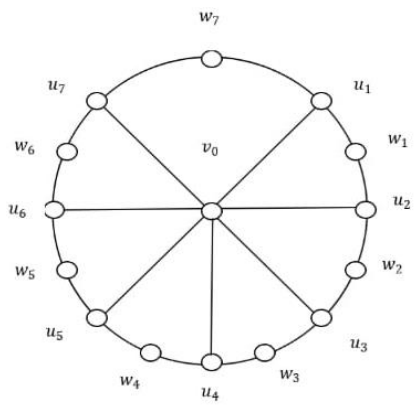
Gambar 13. Diagram alir eksentrisitas digraf pada graf gir

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Membuat Model Graf Gir

Tahap pertama dalam membuat model graf gir $n = 7$, graf gir tersebut telah dibatasi yaitu dengan $n = 7$.

Untuk tahap pertama misalkan $n = 7$. Sesuai dengan Definisi 15, maka didapatkan jumlah titik v adalah 15, v_0 merupakan titik sentral ,$u_1, u_2, u_3, u_4, u_5, u_6, u_7$ adalah titik daun yang terhubung langsung dengan titik sentral v_0, sedangkan $w_1, w_2, w_3, w_4, w_5, w_6, w_7$ adalah tambahan titik diantara titik-titik lainnya yang terhubung dengan titik sentral v_0



Gambar 14. Graf gir G_7

3.2 Eksentrisitas pada Graf Gir

Sesuai dengan langkah-langkah mengkonstruksi eksentrisitas digraf pada graf gir dengan $n = 7$ maka misalkan bahwa graf gir G_n mempunyai titik $V(G_n) = \{v_0, u_1, w_1, \ldots, w_{2n+1}\}$ dengan v_0 adalah titik sentral dan $u_1, w_1, u_3, \ldots, w_{2n+1}$ adalah titik daun dan himpunan sisi $E(G_n) = \{e_0, e_1, e_2, \ldots, e_{2n+1}\}$ dengan $e_i = v_0 v_i \forall\, i = 1,2, \ldots, 2n+1$.

Untuk $n = 7$ dapat dilihat pada Tabel 2.

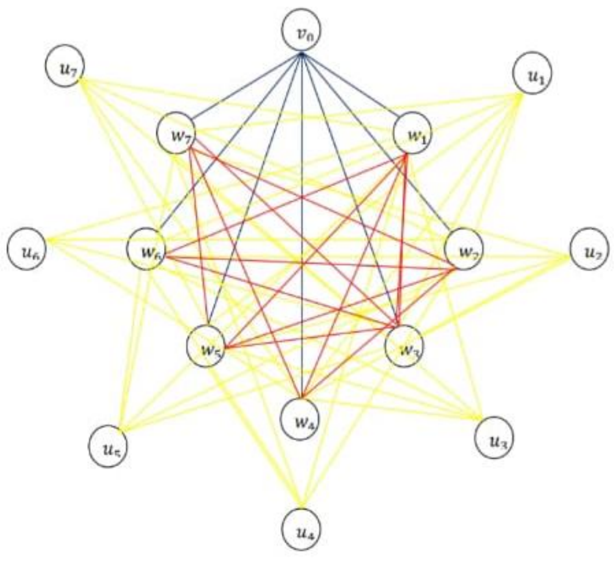
Tabel 2. Eksentrisitas pada Graf Gir G_7

Titik	Eksentrisitas	Titik Eksentrik
v_0	2	$w_1, w_2, w_3, w_4, w_5, w_6, w_7$
u_1	3	$w_2, w_3, w_4, w_5, w_6, w_7$
w_1	4	w_3, w_4, w_5, w_6
u_2	3	w_3, w_4, w_5, w_6, w_7
w_2	4	w_4, w_5, w_6, w_7
u_3	3	w_1, w_4, w_5, w_6, w_7
w_3	4	w_1, w_5, w_6, w_7
u_4	3	w_1, w_2, w_5, w_6, w_7
w_4	4	w_1, w_2, w_6, w_7
u_5	3	w_1, w_2, w_3, w_6, w_7
w_5	4	w_1, w_2, w_3, w_7
u_6	3	w_1, w_2, w_3, w_4, w_7
w_6	4	w_1, w_2, w_3, w_4
u_7	3	w_1, w_2, w_3, w_4, w_5
w_7	4	w_2, w_3, w_4, w_5

Dari tabel 2 diperoleh $rad(G_7) = 2$, $dia(G_7) = 4$ dan $cen(G_7) = v_0$

3.3 Bentuk Eksentrisitas pada Graf Gir $n = 7$

Bentuk eksentrisitas digraf pada graf gir $n = 7$ komplit simetri dengan *edge* yang berwarna ungu bertetangga keluar ke titik $w_1, w_2, w_3, \ldots, w_7$ dengan jumlah *edge* = 7 dan jumlah *edge* yang berwarna merah dan kuning dari setiap titik ke setiap titik lainnya adalah 64.



Gambar 15. Eksentrisitas digraf G_7

3.4 Eksentrisitas Digraf Pada Graf Gir dengan $n \geq 7$ Menggunakan Algoritma *Breadth First Search*

Untuk mencari eksentrisitas pada graf gir dengn $n \geq 7$ menggunakan algoritma *Breadth First Search*, misalkan diberikan graf gir $G_n, n \geq 7$ dengan $V(G_n) = \{v_0, u_1, \ldots, u_n, w_1, \ldots, w_n\}$ $E(G_n) = \{v_0 u_i, u_i w_i, w_i u_{i+(mod\ n)}\}$.

Teorema 3.1
Diberikan graf gir $G_n, n \geq 7$. Eksentrisitas digraf pada graf gir adalah $S_7 \cup 7P_2$ untuk $n = 7$ dan $C(2,3, \ldots, n-2) \cup S_{n-2} \cup S_n$ untuk $n > 7$ dengan S_n graf bintang, P_n graf lintasan masing-masing berorder n dan $C(k, k+1, \ldots, n-1)$ graf *circulant*.

Bukti. Menggunakan Algortima *Breadth First Search* diperoleh
$e(v_0) = 2$, Titik Eksentrik $w_i, i = 1,2,3, \ldots, n$
$e(u_i) = 3$, Titik Eksentrik
$w_{i+1(mod\ n)}, w_{i+2(mod\ n)}, \ldots, w_{i+n-2(md\ n)}$
$e(w_i) = 4$, Titik Eksentrik
$w_{i+2(mod\ n)}, w_{i+3(mod\ n)}, \ldots, w_{i+n-2(mod\ n)}$
Terbentuk *edge* dengan menghubungkan antara *vertex* dan *vertex* eksentriknya *edge* yang simetrik adalah $w_{i+2(mod\ n)}, w_{i+3(mod\ n)}, \ldots, w_{i+n-2(mod\ n)}$, $i = 1,2,3, \ldots, n$, dan *edge* yang lain tidak simetrik.

3.5 Perbandingan Eksentrisitas Digraf Pada Graf Gir dengan Menggunakan Cara Konvensional dan Algoritma *Breadth First Search*

Hasil eksentrisitas digraf pada graf gir dengan cara Konvensional sama dengan Algoritma *Breadth First Search*, seperti pada Tabel 3. Namun proses perhitungan dengan menggunakan algoritma BFS lebih baik dari pada dengan cara konvensional karena perhitungan jarak dari titik u ke v dilabeli sedangkan dengan cara konvesional tidak.

Tabel 3. Perbandingan Eksentrisitas Digraf Pada Graf Gir

Titik	Eksentrisitas (Konvensional)	Eksentrisitas (Algoritma BFS)
v_0	$e(v_0) = 2$	$e(v_0) = 2$
u_i	$e(u_i) = 3$	$e(u_i) = 3$
w_i	$e(w_i) = 4$	$e(w_i) = 4$

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang diperoleh, maka kesimpulan yang dapat diambil mengenai eksentrisitas digraf pada graf gir.

(1) Langkah-langkah mengkonstruksi eksentrisitas digraf pada graf gir dengan $n = 7$ adalah
   1. Menentukan jarak setiap titik
   2. Menentukan eksentrisitas dari titik
   3. Membangun $ED(G_7)$

(2) Bentuk eksentrisitas digraf pada graf gir dengan $n = 7$ adalah komplit simetri dengan *edge* dari titik sentral v_0 bertetangga keluar ke titik

$w_1, w_2, w_3, \ldots, w_7$ dengan jumlah *edge* $= 7$ dan jumlah *edge* dari setiap titik ke titik lainnya adalah 64.

(3) Eksentrisitas digraf pada graf gir dengan $n \geq 7$ meggunakan Algoritma *Breadth First Search* diperoleh :
$e(v_0) = 2$, Titik Eksentrik $w_i, i = 1,2,3, \ldots, n$.
$e(u_i) = 3$, Titik Eksentrik $w_{i+1(mod\ n)}, w_{i+2(mod\ n)}, \cdots, w_{i+n-2(mod\ n)}$
$e(w_i) = 4$, Titik Eksentrik $w_{i+2(mod\ n)}, w_{i+3(mod\ n)}, \cdots, w_{i+n-2(mod\ n)}$

(4) Eksentrisitas digraf pada graf gir dengan cara konvensional sama dengan eksentrisitas digraf pada graf gir menggunakan Algoritma *Breadth First Search*.

REFERENSI

[1] Adiwijaya. 2016. Matematika Diskrit dan Aplikasinya. Penerbit Alfabeta, Bandung.

[2] Munir, R. 2014. Matematika Diskrit. Ed ke-5. Penerbit Informatika, Bandung.

[3] Munir, R. 2010. Matematika Diskrit. Ed ke-3. Informatika, Bandung.

[4] Munir, R. 2007. Diktat Kuliah IF2251 Strategi Algoritmik. Bandung: Program. Bandung:Program Studi Teknik Informatika ITB.

[5] Rahmawati, N., dan Rahajeng, B. 2014. Dekomposisi Graf Sikel, Graf Roda, Graf Gir, Dan Graf Persahabatan. *MATHunesa*. **3(3)**

[6] Refina, R. 2016. Dimensi Partisi Graf Gir. *Jurnal Matematika UNAD*. **1(2): 21-27**

[7] Rosen. K.H. 2012. Discrete Mathematics and Its Application. 7^{th} Edition. McGrwa-Hill, New York

[8] Saputra. I, 2006. Penerapan Teori Graf Untuk Mencari Eksentrik Digraf Dari Graf Star, Graf Double Star Graf Komplit Biparti. Makalah 0607-45. Institut Teknologi Bandung, Bandung

[9] Walis, W.D. 2007. *A Beginner's Guide to Graph Theory*. Birkhauser, Boston.

Romario M.Barahama (barahamromario@gmail.com)

Lahir di Manado, Sulawesi Utara pada tanggal 26 Maret 2000. Menempuh pendidikan tinggi Jurusan Matematika, FMIPA, Universitas Sam Ratulangi Manado. Tahun 2021 adalah tahun terakhir ia menempuh studi. Makalah ini merupakan hasil penelitian skripsinya yang dipublikasikan.

Chriestie E.J.C. Montolalu (Chriestelly@yahoo.com)

Lahir pada tanggal 10 Desember 1985. Pada tahun 2007 mendapatkan gelar Sarjana Sains (S.Si) yang diperoleh dari Universitas Sam Ratulangi Manado. Gelar Master Of Science (M.Sc) diperoleh dari University Of Queensland Australia pada tahun 2015. Ia bekerja di UNSRAT di Program Studi Matematika sebagai pengajar tetap UNSRAT.

Rinancy Tumilaar (rinancytumilaar@gmail.com)

Lahir pada tanggal 18 januari 1987. Gelar Sarjana Sains diperoleh tahun 2010 di Universitas Sam Ratulangi Manado. Tahun 2014 menyelesaikan studi S2, di jurusan Matematika Terapan IPB Bogor. Saat ini menjadi pengajar tidak tetap di jurusan Matematika FMIPA Unsrat Manado.