

## Identifikasi Peran Hero DOTA2 Menggunakan *Social Network Analysis*

Sylvert Prian Tahalea

<sup>1</sup>Informatika, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Yogyakarta, Indonesia  
e-mail: sylvert@upnyk.ac.id

*Abstract - The research was conducted to analyze the relationship between heroes and find the role of the hero in DOTA2 online games. Many heroes with different attributes will produce different combinations and synergies. That makes the relationship between the heroes and the hero's role in DOTA2 professional match is important to be identified because it affects the course of the match. These things can be identified using social network analysis by using the number of matches that are performed together as a relationship that occurs between the heroes. The relationships then considered as edges and the heroes as nodes. There were 17,778 professional match data used in the study which was subsequently processed using degree centrality measurement to see the popularity of the hero, betweenness centrality to see the role as middleman, and closeness centrality to see the closeness of the hero with other heroes. The analysis is conducted on complete network and win network to see the role of those heroes in normal conditions and in win conditions. The results obtained from both networks are very different, wherein the whole network has shown that heroes who have highest degree centrality or popular also act as a middleman and have good closeness centrality to other heroes. But it does not apply to win networks, where popular heroes differ from the betweenness heroes and heroes that have good closeness centrality to other heroes.*

**Keywords** – *social network analysis, centrality, complete network, central actor.*

**Abstrak** – *Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis hubungan antar hero dan menemukan peran hero dalam permainan online DOTA2. Banyaknya hero dengan atribut berbeda akan menghasilkan kombinasi dan sinergi yang berbeda. Sehingga hubungan antar hero maupun peran hero dalam pertandingan profesional DOTA2 merupakan hal yang penting untuk diidentifikasi karena hal tersebut berpengaruh terhadap jalannya pertandingan hingga hasil pertandingan. Kedua hal tersebut dapat diidentifikasi menggunakan analisis jaringan sosial dengan menggunakan banyaknya pertandingan yang dilakukan bersama sebagai hubungan yang terjadi diantara hero-hero tersebut. Hubungan antar hero kemudian dianggap sebagai edge dan hero dianggap sebagai node. Ada 17.778 data pertandingan profesional yang digunakan dalam penelitian yang kemudian diproses menggunakan pengukuran degree centrality untuk*

*melihat popularitas hero, betweenness centrality untuk melihat peran sebagai penghubung, dan closeness centrality untuk melihat kedekatan hero dengan hero lainnya. Analisis dilakukan pada jaringan utuh dan jaringan menang untuk dilihat peran hero-hero tersebut pada kondisi normal dan kondisi menang. Hasil yang diperoleh dari kedua jaringan tersebut sangat berbeda, dimana pada jaringan utuh terlihat hero yang memiliki degree centrality atau popular juga bertindak sebagai penghubung maupun memiliki kedekatan yang baik dengan hero-hero lainnya. Tetapi hal tersebut tidak berlaku pada jaringan menang, dimana hero yang popular berbeda dengan hero penghubung dan hero yang memiliki kedekatan yang baik dengan hero-hero lainnya.*

**Kata kunci** – *analisis jaringan sosial, sentralitas, jaringan utuh, aktor kunci.*

### I. PENDAHULUAN

Seiring dengan berkembangnya teknologi, banyak hal dalam kehidupan manusia menjadi terkomputerisasi. Salah satunya adalah permainan yang kemudian dapat dimainkan melalui konsol seperti Sony PlayStation, Nintendo Wii, dan Xbox dan juga dapat dimainkan menggunakan komputer pribadi (PC) dengan semua keuntungan dan kerugiannya[1]. Dalam perkembangannya, banyak game PC yang menggunakan internet untuk menghubungkan pemain dalam bermain game.

DOTA2 adalah *multiplayer online battle arena* (MOBA), sebuah *game online* yang membagi pemain menjadi dua tim untuk saling bertarung satu sama lain [2]. Setiap tim memiliki 5 karakter *hero* yang dikendalikan oleh masing-masing pemain dari kedua tim. Setiap *hero* memiliki peran mereka sendiri, tetapi pemain juga memiliki peran mereka sendiri, pemain harus menghancurkan menara lawan, membunuh makhluk abadi yang disebut Roshan dan tujuan lain membuat DOTA2 menjadi permainan berbasis tim yang kompleks [3]. Pada saat penelitian ini dibuat terdapat 199 karakter *hero* yang bisa dipilih dan digunakan dalam game. Pemilihan pasangan *hero* dalam DOTA2 merupakan hal yang penting karena tidak semua pasangan *hero* bisa menghasilkan sinergi maupun kombinasi yang baik dalam usaha untuk memenangkan sebuah pertandingan yang disebabkan karena setiap *hero* mempunyai atribut berbeda-beda. Pasangan *hero-hero* ini akan membentuk struktur sosial antar *hero* yang bisa dianalisis menggunakan analisis jaringan sosial.

Analisis jaringan sosial (SNA) telah lama digunakan untuk menganalisa struktur sosial dari sebuah komunitas dalam bentuk grafik [4]. SNA telah digunakan untuk menemukan perilaku kriminal [4]–[6], perilaku sosial maupun interaksi yang terjadi pada pengguna twitter [7]–[9], hingga pada bidang literasi dimana SNA mampu membantu membangun menampilkan hubungan antar penulis dari pustaka yang digunakan [10], [11].

Pada penelitian akan dilakukan identifikasi *hero-hero* yang memiliki pengaruh terhadap *hero* lainnya terhadap hasil pertandingan pada turnamen professional DOTA2 dengan menggunakan SNA. Penelitian ini berbeda dengan penelitian lainnya yang sejauh ini hanya melakukan prediksi terhadap hasil pertandingan.

## II. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan, yaitu studi literatur, pengumpulan data, pembersihan data dan transformasi data, analisis data, dan visualisasi data.

Studi literatur dilakukan pada studi sebelumnya membahas analisis jaringan sosial (SNA) dan aplikasinya untuk kehidupan nyata. Selain itu, studi literatur penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan permainan berjenis MOBA juga dilakukan sebagai platform untuk menerapkan SNA.

Pengumpulan data menggunakan API untuk mengambil data dari opendota.com. Data yang diperoleh adalah 17.778 data pertandingan profesional DOTA2 yang dilakukan sejak tanggal 27 November 2019 hingga 24 April 2020. Jumlah *hero* dalam penelitian ini adalah 119 yang merupakan jumlah *hero* yang tersedia dalam permainan ketika penelitian dilakukan dengan pembagian 43 *hero intelligent*, 39 *hero strength*, dan 37 *hero agility*. Adapun sampel data *hero* diperlihatkan pada **Tabel 1** dan sampel data pertandingan diperlihatkan pada **Tabel 2**.

**Tabel 1.** Sampel data *hero*

id	Hero_name	Primary_atr
1.	Anti-Mage	Agility
2.	Axe	Strength
3.	Bane	Intelligent
4.	Bloodseeker	Agility
5.	Crystal Maiden	Intelligent
6.	Drow Ranger	Agility
7.	Earthshaker	Agility
8.	Juggernaut	Agility
9.	Mirana	Agility
10.	Morphling	Agility
11.	Shadow Fiend	Agility
12.	Phantom Lancer	Agility
13.	Puck	Intelligent
14.	Pudge	Strength
15.	Razor	Agility

**Tabel 2.** Sampel data pertandingan profesional

Match id	Start time	win	Hero id	Account id
5129363731	1574795110	FALSE	5	87063175
5129363731	1574795110	FALSE	76	88611330
5129363731	1574795110	FALSE	105	105045291
5129363731	1574795110	TRUE	87	184131721
5129363731	1574795110	TRUE	95	86131091
5129363731	1574795110	FALSE	104	117956848
5129363731	1574795110	TRUE	86	97597779
5129363731	1574795110	FALSE	106	153581591
5129363731	1574795110	TRUE	45	131303632
5129363731	1574795110	TRUE	57	71266407

**Tabel 1** menampilkan data *hero* seperti id, nama, dan atribut. Tiap *hero* mempunyai *primary attribute* yaitu *agility*, *strength*, dan *intelligent* yang akan sangat membantu mereka dalam usaha untuk memenangkan pertandingan.

**Tabel 2** menampilkan data *hero-hero* yang digunakan pada suatu pertandingan dengan id yang sama yang artinya *hero-hero* tersebut digunakan pada pertandingan yang sama. Status kemenangan tim diperlihatkan pada kolom win dimana jika nilai TRUE maka *hero* tersebut beserta tim memenangkan pertandingan. *Hero-hero* yang memiliki id pertandingan dan status kemenangan yang sama berada pada satu tim.

Dalam proses pembersihan data dilakukan penghapusan data yang tidak lengkap atau tidak sesuai dengan atribut yang akan digunakan dalam penelitian. Sementara pada tahap transformasi, data diubah menjadi *adjacency matrix* yang kemudian dianalisis menggunakan SNA.

Proses analisis data menggunakan beberapa pengukuran sentralitas yaitu, *degree centrality* yang digunakan untuk mengetahui hubungan antar *hero*, *closeness centrality* untuk mengetahui kedekatan antar *hero*, dan *betweenness centrality* untuk mengetahui *hero* yang bertindak sebagai perantara atau pada beberapa penelitian menyatakan sebagai aktor kunci [7].

### A. Degree Centrality

*Degree centrality* merupakan pengukuran sentralitas yang berdasarkan hubungan yang terjadi antara suatu *node* dengan *node* lainnya [4], [8], dan kadang digunakan untuk menunjukkan tingkat popularitas sebuah *node* [7] yang dihitung berdasarkan **Persamaan 1**.

$$C_D(i) = \frac{d_i}{n - 1} \quad (1)$$

dimana  $C_D(i)$  merupakan *degree centrality* dari *node*  $i$  dan  $n$  adalah banyaknya *node* dalam jaringan. Pada penelitian ini *degree centrality* berguna untuk mengidentifikasi *hero* yang populer dipasangkan

dengan *hero-hero* lainnya dalam pertandingan profesional DOTA2.

### B. Closeness Centrality

*Closeness centrality* merupakan pengukuran sentralitas yang dilakukan dengan mengukur rata-rata jarak suatu *node* dengan *node* lain didalam jaringan [8] untuk menunjukkan kedekatan antar *node* [4] yang dihitung berdasarkan **Persamaan 2**

$$C_c(i) = \frac{n - 1}{\sum D_{ij}} \quad (2)$$

dimana  $C_c(i)$  merupakan *closeness centrality* dari *node i* dan  $D_{ij}$  merupakan jalur terpendek dari *node i* ke *node j*. Dalam identifikasi peran *hero* yang dilakukan pada penelitian ini, *closeness centrality* akan menunjukkan kedekatan antar satu *hero* dengan *hero* lainnya. Kedekatan ini akan menunjukkan seberapa dekat atau seberapa sering *hero* ini dipasangkan dengan *hero* lainnya. Semakin tinggi nilai *closeness centrality*, maka semakin tinggi pula kemungkinan suatu *hero* dipasangkan dengan *hero* lainnya.

### C. Betweenness Centrality

*Betweenness centrality* merupakan pengukuran sentralitas yang dilakukan dengan menghitung seberapa sering sebuah *node* dilalui sebagai jalur terpendek [4], [8] yang dihitung berdasarkan **Persamaan 3**

$$C_B(i) = \sum \frac{g_{j,k}(i)}{g_{j,k}} \quad (3)$$

dimana  $C_B(i)$  merupakan *betweenness centrality* dari *node i*,  $g_{j,k}$  merupakan jumlah jalur terpendek dari *node j* menuju *node k*, dan  $g_{j,k}(i)$  merupakan jumlah jalur terpendek dari *node j* menuju *node k* yang melalui *node i*. Hasil perhitungan *betweenness centrality* menunjukkan seberapa penting *hero* menjadi penghubung dalam pertandingan profesional. Semakin tinggi nilai *betweenness centrality*, maka semakin besar peran *hero* tersebut untuk menjadi penghubung dalam pemilihan *hero* lainnya dalam pertandingan.

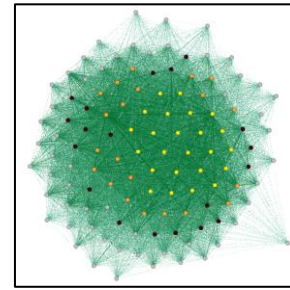
## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini data dibagi menjadi 3 tahapan berbeda, yaitu penelitian dengan data jaringan total dan data jaringan tim menang. Hal ini dilakukan untuk bisa lebih mengetahui dampak pengaruh *hero* baik positif, negatif, dan menyeluruh.

### A. Jaringan Utuh

Pada data jaringan utuh terdapat 17.778 pertandingan yang meliputi hasil menang maupun

kalah. Tampilan jaringan utuh yang bersifat tak terarah (*undirect*) diperlihatkan pada **Gambar 1**.



**Gambar 1.** Jaringan *hero* pada pertandingan profesional DOTA2

**Gambar 1** memperlihatkan jaringan *hero* yang dibentuk hanya memiliki satu pusat sehingga dapat disimpulkan bahwa hampir semua *hero* pada DOTA2 pernah berpasangan dengan *hero* lainnya pada satu pertandingan. Pada **Gambar 1** terdapat 4 warna berbeda yang diurutkan berdasarkan nilai *degree centrality*. Warna kuning menandakan semua *hero* dengan *degree centrality* tertinggi pertama dengan nilai 118, warna jingga menandakan semua *hero* dengan nilai *degree centrality* 117, warna hitam menandakan semua *hero* dengan *degree centrality* 116, sedangkan warna abu-abu menandakan semua *hero* lainnya.

Hal ini diperkuat dengan data hasil perhitungan *degree centrality* yang diperlihatkan pada **Tabel 3**. Dari total 119 *hero* yang bisa digunakan ternyata ada 24 *hero* yang pernah dipasangkan dengan setiap *hero* lain dalam satu tim pada pertandingan profesional DOTA2.

**Tabel 3.** *Hero* dengan *degree centrality* tertinggi

No	<i>Hero_id</i>	primary attribute	Degree
1.	5, 15, 19, 20, 23, 31, 36, 51, 53, 65, 68, 74, 76, 86, 87, 96, 98, 102, 104, 106, 121, 126, 128, 129	int, agi, str, agi, str, int, int, str, int, int, int, int, int, int, str, str, str, str, agi, int, int, str, str	118
2.	7, 11, 12, 13, 28, 50, 52, 54, 66, 69, 79, 83, 84, 88, 97, 100, 101, 108, 110, 111, 112	str, agi, agi, int, str, int, int, str, int, str, int, str, int, agi, str, str, int, str, str, int, int	117
3.	4, 6, 8, 9, 10, 16, 17, 25, 32, 38, 41, 49, 63, 89, 90, 91, 93, 99, 120	agi, agi, agi, agi, agi, str, int, int, agi, str, agi, str, agi, agi, int, str, agi, str, agi	116

**Tabel 3** menampilkan bahwa dari 24 *hero* yang pernah dipasangkan dengan semua *hero* lain, *hero intelligent* mempunyai popularitas tinggi yaitu 12 kemudian diikuti oleh *hero strength* dan *hero agility* masing-masing ada 9 dan 3 *hero* yang pernah dipasangkan dengan *hero-hero* lainnya dalam permainan.

*Betweenness centrality* merupakan nilai sentralitas dimana menunjukkan posisi *hero* yang memiliki posisi sebagai penghubung atau perantara dalam memilih *hero* lain yang akan berpasangan dengannya dalam suatu tim. Pada **Tabel 4** terlihat bahwa *hero* dengan *betweenness centrality* tertinggi adalah *hero* dengan atribut Intelligent. Selain itu, dari 10 nilai *betweenness centrality* tertinggi juga didominasi oleh *hero* Intelligent. Berdasarkan hasil perhitungan pada **Tabel 4** dapat dikatakan bahwa *hero Intelligent* memegang peranan penting sebagai *hero* penghubung dalam *game*.

**Tabel 4.** *Betweenness centrality* tertinggi

No	Hero_id	primary attribute	Degree
1.	86	Intelligent	0.072
2.	31	Intelligent	0.038
3.	106	Agility	0.003
4.	13	Intelligent	0.003
5.	87	Intelligent	0.002
6.	20	Agility	0.001
7.	90	Intelligent	0.001
8.	96	Strength	0.001
9.	104	Strength	0.001
10.	19	Strength	0.001

Pada **Tabel 4** juga terlihat bahwa nilai *betweenness centrality* yang dimiliki *hero* pada peringkat pertama dan kedua memiliki selisih nilai yang sangat jauh dengan *hero* pada peringkat ketiga. Hal ini menunjukkan bahwa *hero* pertama dan kedua memiliki peran penting sebagai penghubung dalam pemilihan *hero* suatu tim.

**Tabel 5** menampilkan hasil perhitungan *closeness centrality* yang menunjukkan *hero* yang memiliki kedekatan rata-rata yang tinggi terhadap *hero* lainnya. **Tabel 5** menunjukkan adanya keseimbangan antara *hero* dengan atribut *intelligent* dan *hero strength* dimana keduanya memiliki empat *hero* dengan nilai *closeness centrality* tertinggi. *Hero* dengan *closeness centrality* yang tinggi ini memungkinkan untuk berpasangan dengan *hero* manapun di dalam sebuah tim.

**Tabel 5.** *Hero* dengan *closeness centrality* tertinggi

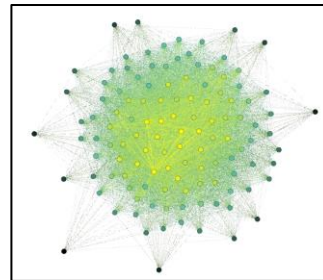
No	Hero_id	primary attribute	Degree
1.	86	Intelligent	0.0055
2.	31	Intelligent	0.0055
3.	96	Strength	0.0051
4.	13	Intelligent	0.0049
5.	106	Agility	0.0047
6.	87	Intelligent	0.0046
7.	104	Strength	0.0046
8.	19	Strength	0.0045
9.	129	Strength	0.0045
10.	46	Agility	0.0045

Berdasarkan **Tabel 3**, **Tabel 4** dan **Tabel 5**, terdapat beberapa *hero* yang memiliki nilai tinggi untuk perhitungan *betweenness centrality* dan *closeness centrality* misalnya *hero* 86 dengan *degree centrality* 118, *betweenness centrality* 0.72, dan *closeness centrality* 0.0055 merupakan *hero* dengan nilai tertinggi untuk semua pengukuran sentralitas. Hal ini menunjukkan kapasitas *hero* yang populer dengan *degree centrality* yang tinggi bukan hanya sebagai jembatan atau penghubung tetapi juga kemungkinan *hero* tersebut dapat berpasangan dengan baik dengan *hero* lainnya dalam sebuah tim.

## B. Jaringan Menang

Disini akan dibahas terkait jaringan *hero-hero* yang memenangkan pertandingan sebagai satu tim. Jaringan yang dibentuk adalah jaringan dari pasangan-pasangan *hero* yang berada dalam satu tim ketika meraih kemenangan dalam pertandingan profesional DOTA2.

Setiap *node* pada jaringan mewakili *hero*, sedangkan setiap *edge* mewakili banyaknya pertandingan yang dimenangkan bersama. Jaringan yang terbentuk oleh *hero* dan relasi tersebut diperlihatkan pada **Gambar 2** dengan total 8.903 tim dan 119 *hero* yang berhasil memenangkan pertandingan.



**Gambar 2.** Jaringan *hero* yang memenangkan pertandingan pada pertandingan profesional DOTA2

**Gambar 2** merupakan visualisasi jaringan pasangan *hero-hero* yang berhasil memenangkan pertandingan bersama dalam sebuah tim. *Node* dengan warna hitam merupakan *hero* dengan *degree centrality* rendah, sedangkan *Node* warna kuning menunjukkan *hero* dengan *degree centrality* yang tinggi. Penjelasan lebih detail diperlihatkan pada **Tabel 6**.

**Tabel 6.** *Hero* dengan *degree centrality* tertinggi pada jaringan menang

No	Hero_id	primary attribute	Degree
1.	86, 13	int, int	117
2.	87, 31, 51, 128	int, int, str, str	116
3.	121, 129, 19, 15, 53, 102	int, str, str, agi, int, str	115

Pada **Tabel 6** terlihat bahwa nilai *degree centrality* tertinggi pada jaringan menang adalah 117. Hal ini berarti bahwa pada jaringan menang tidak ada *hero*

yang pernah memenangkan pertandingan ketika berpasangan dengan semua *hero* lain. Selain itu, *hero* dengan *hero id* 86 dan 13 menjadi *hero* paling populer dengan nilai tertinggi 117 dan keduanya memiliki atribut *intelligent*.

**Tabel 7** menampilkan hasil yang berbeda dengan hasil pada jaringan utuh, dimana *hero* dengan *betweenness centrality* tertinggi memiliki *degree centrality* tertinggi juga. Pada jaringan menang, *hero* dengan nilai *betweenness centrality* tertinggi dimiliki oleh *hero* dengan *hero id* 121 dimana memiliki *degree centrality* hanya 115. Hal ini menunjukkan bahwa *hero* yang memiliki peran sebagai penghubung tidak harus merupakan *hero* yang populer atau yang bisa dipasangkan dengan semua *hero* lainnya. Selain itu, *hero* dengan atribut *intelligent* masih menjadi *hero* yang berperan sebagai penghubung dalam pemilihan *hero* dalam sebuah tim.

**Tabel 7.** *Hero* dengan *betweenness centrality* tertinggi pada jaringan menang

No	<i>Hero_id</i>	primary attribute	Degree
1	121	Intelligent	0.0081
2	86	Intelligent	0.0079
3	15	Agility	0.0078
4	53	Intelligent	0.0075
5	13	Intelligent	0.0075
6	51	Strength	0.0075
7	19	Strength	0.0074
8	128	Strength	0.0073
9	126	Intelligent	0.0073
10	7	Strength	0.0073

**Tabel 8** menampilkan hasil yang sangat jauh berbeda jika menilik pada hasil *closeness centrality* pada jaringan utuh. Hasil *closeness centrality* pada jaringan menang menunjukkan bahwa kedekatan rata-rata antar *hero* tidak dipengaruhi oleh popularitas maupun kemampuan sebagai *hero* penghubung.

**Tabel 8.** *Hero* dengan *closeness centrality* tertinggi pada jaringan menang

No	<i>Hero_id</i>	primary attribute	Degree
1	83	Strength	0.0081
2	31	Intelligent	0.0079
3	54	Strength	0.0078
4	90	Intelligent	0.0075
5	10	Agility	0.0075
6	112	Intelligent	0.0075
7	87	Intelligent	0.0074
8	84	Intelligent	0.0073
9	68	Intelligent	0.0073
10	50	Intelligent	0.0073

*Hero* dengan *closeness centrality* tertinggi yaitu *hero* dengan *hero id* 83 memiliki *degree centrality* 111 dan *betweenness centrality* 0.0060. Kedekatan rata-rata dengan *hero* lain ini disebabkan oleh banyaknya pertandingan yang dimenangkan oleh *hero* tersebut dengan 111 *hero* lain sehingga mengakibatkan relasi

*hero id* 83 dengan *hero-hero* lainnya menjadi sangat dekat. Nilai *closeness centrality* yang tinggi ini juga menjadi nilai tambah bagi *hero id* 83 karena bisa menjadi pasangan *hero* yang baik bagi *hero* lain dalam satu tim.

Selain itu, dari sepuluh *hero* dengan *closeness centrality* tertinggi terdapat tujuh *hero* yang memiliki atribut *intelligent*. Hal ini menunjukkan bahwa *hero intelligent* merupakan pasangan *hero* yang baik dalam suatu tim.

#### IV. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah pengukuran sentralitas dalam *social network analysis* mampu memperlihatkan peran *hero-hero* dengan atribut tertentu dalam pertandingan profesional DOTA2. Semua *hero* pada DOTA2 pernah digunakan pada pertandingan profesional dan juga pernah memenangkan pertandingan, akan tetapi belum ada satupun *hero* yang pernah memenangkan pertandingan bersama semua *hero* lainnya, hal ini ditunjukkan dengan *degree centrality* tertinggi pada jaringan menang hanya 117 dari maksimum 118.

Keterhubungan antar dengan *hero* lain yang bisa dianggap sebagai popularitas *hero* tidak menjamin *hero* tersebut bisa menjadi *hero* penghubung maupun pasangan yang baik dalam satu tim. Hal tersebut ditunjukkan pada hasil pengukuran *betweenness centrality* dan *closeness centrality* pada jaringan menang dimana *hero* dengan atribut dan nilai *degree centrality* yang rendah bisa menjadi *hero* penghubung maupun pasangan yang baik dalam satu tim. Selain itu, hasil pengukuran *closeness centrality* pada jaringan utuh maupun jaringan menang menampilkan bahwa banyak *hero* dengan atribut *intelligent* memiliki kedekatan yang baik dengan semua *hero* lain sehingga bisa menjadi acuan untuk pemilihan *hero* pada pertandingan DOTA2.

Penelitian selanjutnya bisa menggunakan penerapan *social network* lainnya seperti *community detection* atau metode data mining seperti aturan asosiasi untuk mencari kombinasi *hero* yang cocok untuk memenangkan suatu pertandingan, bisa juga dengan menambahkan atribut lain seperti role *hero* hingga kombinasi *hero* dengan pemain profesional, bahkan bisa juga melakukan analisis untuk penggunaan item-item dalam permainan DOTA2.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] G. Galehantomo P.S, "Platform Comparison Between Games Console, Mobile Games And PC Games," *Sisforma*, vol. 2, no. 1, p. 23, 2015.
- [2] E. H. S. Atmaja, "Prediksi Kemenangan eSport DOTA 2 Berdasarkan Data Pertandingan," *Avitec*, vol. 2, no. 1, pp. 31–38, 2020.
- [3] L. Castaneda, M. K. Sidhu, J. J. Azose, and T. Swanson, "Game play differences by expertise

- level in Dota 2, a complex multiplayer video game,” *Int. J. Gaming Comput. Simulations*, vol. 8, no. 4, pp. 1–24, 2016.
- [4] S. P. Tahalea and A. SN, “Central Actor Identification of Crime Group using Semantic Social Network Analysis,” *Indones. J. Inf. Syst.*, vol. 2, no. 1, p. 24, 2019.
- [5] S. M. Alam, N. Islam, and M. S. Hosain, “Detecting most central actors of an unknown network using friendship paradox,” in *2016 International Conference on Informatics and Computing, ICIC 2016*, 2017, pp. 343–348.
- [6] K. Taha and P. D. Yoo, “A System for Analyzing Criminal Social Networks,” *Proc. 2015 IEEE/ACM Int. Conf. Adv. Soc. Networks Anal. Min. 2015 - ASONAM '15*, pp. 1017–1023, 2015.
- [7] L. Tomaso, A. Iriani, and I. Sembiring, “Ekstraksi Knowledge tentang Penyebaran #Ratnamiliki siapa pada Jejaring Sosial (Twitter) menggunakan Social Network Analysis (SNA),” *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 6, no. 6, p. 677, 2019.
- [8] M. S. Setatama and D. Tricahyono, “Implementasi Social Network Analysis pada Penyebaran Country Branding ‘Wonderful Indonesia,’” *Indones. J. Comput.*, vol. 2, no. 2, p. 91, 2017.
- [9] W. Ignatio, M. R. D. Putra, and M. K. Bratawisnu, “Penentuan Top Brand Menggunakan Social Network Analysis pada E-Commerce Bukalapak dan Tokopedia,” *J. Inf. Eng. Educ. Technol.*, vol. 2, no. 1, pp. 1–5, 2018.
- [10] B. K. Wichmann and L. Kaufmann, “Social network analysis in supply chain management research,” *Int. J. Phys. Distrib. Logist. Manag.*, vol. 46, no. 8, pp. 740–762, 2016.
- [11] A. Mangas-Vega, R. Gomez-Diaz, and J. A. Cordon-Garcia, “Approach to self-publishing with a combination of bibliometric study and social network analysis techniques,” *Electron. Libr.*, vol. 34, no. 6, pp. 902–914, 2016.