

Pemodelan Pencarian Nomor Erdos dengan Graf Kolaborasi

Yulius Nainggolan

Program Studi Teknik Informatika

Sekolah Teknik Elektro dan Informatika

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

Yulius@itb.ac.id

Penentuan Nomor Erdos adalah sebuah trivia unik yang berlaku di dunia matematika yang dimiliki oleh banyak orang, yang berarti seberapa dekat hubungan kolaborasi yang dimiliki oleh seorang matematikawan kepada Paul Erdos, seorang matematikawan terkenal dari Hungaria. Penentuan Nomor Erdos ini dapat dimodelkan dengan graf tak berarah yang menunjukkan hubungan *joint-author* antara Paul Erdos dan orang-orang lain yang memiliki hubungan partner, baik secara langsung ataupun tidak langsung. Meskipun penentuan nomor Erdos tampak seperti gurauan, namun nomor-nomor ini bisa menampilkan seberapa kooperatif seseorang dalam bersosialisasi dalam kerjanya, atau bahkan, dalam konteks matematikawan, seberapa aktif ia dalam pembuatan paper kerjanya. Penentuan nomor Erdos ini bahkan sudah diadopsi oleh orang-orang di bidang lain, seperti penentuan nomor Bacon di industry perfilman.

Kata kunci : Nomor Erdos, *joint-author*, simpul Erdos, Nomor Bacon

I. INTRODUCTION

Paul Erdos [*Erdős Pál*, baca [['erdø:f 'pa:l\]](#)] adalah seorang matematikawan berkebangsaan Hungaria yang sangat terkenal di kalangan matematikawan. Lahir pada tanggal 26 March 1913, Erdos memiliki banyak sekali kontribusi yang mencolok, khususnya pada bidang matematika diskrit. Beliau memiliki focus pada masalah-masalah yang berkaitan dengan kombinatorial, teori graf, teori angka, analisis klasikal, teori aproksimasi, teori set, dan teori probabilitas. Paul Erdos sangat terkenal dengan kepribadiannya yang unik dan eksentrik, seperti memanggil anak-anak dengan sebutan *epsilon* (berarti: positif kecil) dan menyebut alcohol dengan racun.

Sebuah hal yang penting dari Paul Erdos adalah bahwa seumur hidupnya, beliau adalah orang yang sangat aktif dalam pembuatan paper matematika, bahkan bisa dibandingkan dengan legenda matematikawan lain yang terkenal dengan ribuan prestasi dan hak patennya, Leonhard Euler. Paul Erdos menulis sekitar 1525 artikel matematika sepanjang hidupnya, hampir semuanya dibuat bersama penulis lain. Erdos sendiri percaya dan menggunakan kemampuan matematikanya sebagai alat untuk bersosialisasi dengan orang lain, menjadikannya

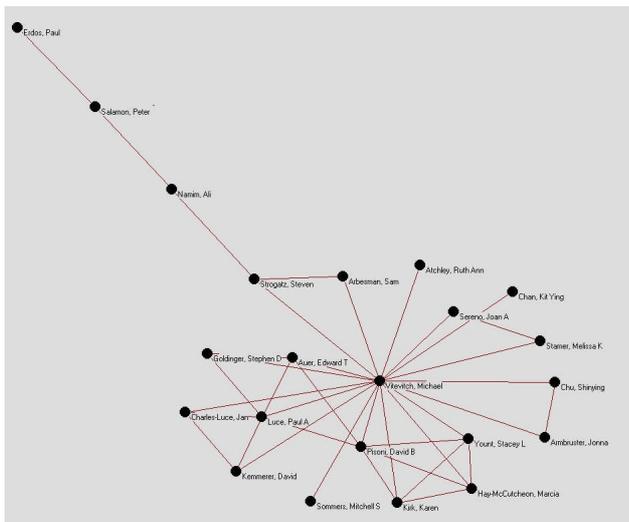
memiliki 511 rekan kerja kolaborasi paper selama hidupnya. Tentu saja jumlah ini sangat banyak dan beberapa diantaranya bekerja meranvang paper dengan Paul Erdos lebih dari sekali. Erdos sendiri sebenarnya lebih memilih untuk bekerja bersama pengarang lain jika memungkinkan.



Gambar 1. Paul Erdos semasa hidup

Karena kontribusi mengagumkan inilah, beberapa temannya di dunia matematika membuat sebuah trivia yang akhirnya sangat terkenal di kalangan matematikawan : nomor Erdos. Nomor Erdos adalah nomor yang menggambarkan tingkat pemisahan seseorang dari Paul Erdos, didasarkan pada kolaborasi orang tersebut dengan Paul Erdos sendiri, atau dengan orang yang telah berkolaborasi langsung dengan Erdos, atau dengan orang yang telah berkolaborasi langsung dengan orang yang telah berpartner sebelumnya dari Erdos, dan seterusnya. Dengan kata lain, dengan orang lain yang telah memiliki nomor Erdos sebelumnya. Erdos sendiri memiliki nomor Erdos, yaitu 0 (yang dialamatkan hanya padanya, karena dialah pusat dari segala hubungan disini), kemudian orang yang langsung berkolaborasi dengannya (selanjutnya hanya akan disebut sebagai orang pertama) sebagai orang-orang yang memiliki nomor 1, kemudian kepada partner

mereka nomor 2, dan seterusnya. Selanjutnya, hubungan-hubungan ini akan dimodelkan dengan graf tidak berarah, dengan contoh sebagai berikut:



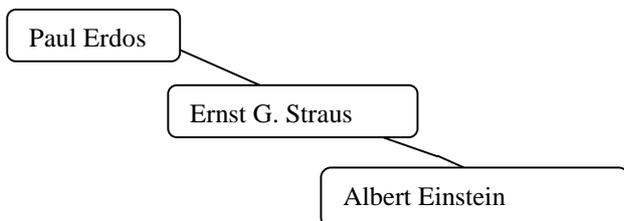
Gambar 2. Graf kolaborasi co-author

II. PENENTUAN NOMOR ERDOS

Seperti yang dijelaskan di atas, bahwa nomor Erdos menggambarkan seberapa dekat seseorang dengan Erdos dalam hal kolaborasi pengerjaan paper. Paper yang dikerjakan tidak terbatas pada jumlah seluruh author yang bekerja dalam satu paper bersama, dengan kata lain bila Erdos bekerja dengan satu atau seratus orang dalam satu paper, semuanya akan disebut memiliki Nomor Erdos 1.

II.1 Contoh-contoh nomor Erdos

Dari definisi Nomor Erdos sendiri, sudah sangat jelas bahwa semua co-author dari Paul Erdos memiliki nomor Erdos 1. Ernst Gabor Straus, seorang matematikawan Jerman-America, adalah co-author dari Erdos, karena keduanya menulis banyak paper bersama. Kemudian karena Straus pernah bekerja sama dengan Albert Einstein, maka Einstein diberi nomor 2. Hal ini dapat digambarkan secara sederhana dengan graf *undirected single* seperti berikut:



Untuk contoh yang lebih rumit, kita akan mengambil satu contoh lagi:

Ian Parberry adalah seorang professor di departemen Komputer Sains dan Teknik di University of North Texas.

Beliau adalah penulis dari 6 buku dan lebih dari 70 artikel dalam subjek-subjek yang berhubungan dengan bidangnya, seperti *circuit complexity*, *sorting networks*, dan *game graphics*. Dalam artikel-artikel tersebut, Ian Parberry telah bekerja sama dengan banyak penulis. Dua dari contoh karyanya adalah:

1. Piotr Berman, Ian Parberry, and Georg Schnitger, "A Note on the Complexity of Reliability in Neural Networks", IEEE Transactions on Neural Networks, 1992.
2. Jonathon Sorenson and Ian Parberry, "Two Fast Parallel Prime Number Sieves", Information and Computation, 1994.

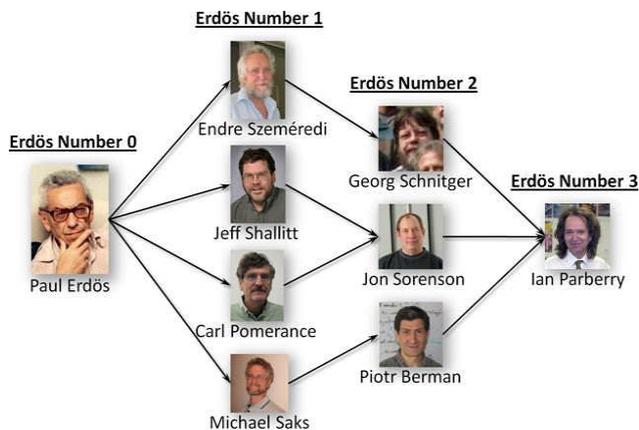
Kemudian, ketiga orang yang telah bekerja sama dengan Ian (yang hanya digarisbawahi) juga membuat paper dengan banyak cendekiawan lainnya, dan membuat karya-karya seperti:

1. Wolfgang Maass, **Georg Schnitger**, **Endre Szemerédi**, and György Turán, "Two tapes versus one for off-line Turing machines", Computational Complexity, 1993.
2. **Piotr Berman**, Avrim Blum, Amos Fiat, Howard Karloff, Adi Rosén, and **Michael Saks**, "Randomized robot navigation algorithms", Proceedings of the seventh annual ACM-SIAM symposium on Discrete algorithms, 1996.
3. **Carl Pomerance** and **Jonathon Sorenson**, "Counting the integers factorable via cyclotomic methods", Journal of Algorithms, 1995.
4. **Jeffrey Shallit** and **Jonathon Sorenson**, "A binary algorithm for the Jacobi symbol", ACM SIGSAM Bulletin, 1993.

Penulis-penulis lainnya yang telah bekerja sama dengan 3 teman Ian Parberry menuliskan karya-karya lain, yang mereka buat sebagai kolaborasi bersama Paul Erdos, yaitu:

1. Miklos Ajtai, Paul Erdős, Janos Komlós, and **Endre Szemerédi**, "On Turán's theorem for sparse graphs", Combinatorica, 1981.
2. Paul Erdős **and Jeff Shallit**, "New bounds on the length of finite Pierce and Engel series", Sémin. Théor. Nombres Bordeaux (2), 1991.
3. Paul Erdős and **Carl Pomerance**, "On the largest prime factors of n and $n+1$ " Aequationes Math., 1978.
4. Paul Erdős, **Michael Saks**, and Vera Sós, "Maximum induced trees in graphs", J. Combin. Theory Ser. B, 1986.

Dengan hubungan-hubungan tersebut, bila kita membuat sebuah graf dengan simpul Erdos: Ian Parberry, Paul Erdos, Endre Szemerédi, Jeff Shallitt, Carl Pomerance, Michael Saks, Georg Schnitger, Jon Sorensen, Piotr Berman, maka akan didapatkan graf sebagai berikut:



Gambar 3. Pencarian Nomor Erdos dari Ian Parberry

Dengan melihat contoh tersebut, maka Ian Parberry memiliki nomor Erdos 3 yang bisa didapatkan dari 4 jalan yang berbeda:

1. Paul Erdős, Endre Szemerédi, Georg Schnitger, Ian Parberry
2. Paul Erdős, Jeff Shallit, John Sorensen, Ian Parberry
3. Paul Erdős, Carl Pomerance, John Sorensen, Ian Parberry
4. Paul Erdős, Michael Saks, Piotr Berman, Ian Parberry

Sangat dimungkinkan bahwa seseorang bisa memiliki lebih dari 1 nomor Erdos, yang berarti orang tersebut telah berkolaborasi setidaknya dengan beberapa orang. Menilik dari contoh pada gambar 2 di atas, maka kita bisa merangkum nomor Erdos seluruh pengarang sebagai berikut:

0. Paul Erdos
1. Peter Salomon
2. Ali Namim
3. Steven Strogatz
4. Sam Arbesman, Michael Vitevitch
5. Ruth Ann Hatchley, Jaon A Sereno, Kit Ying Chan, Meissa K. Stamer, Chu Sin Ying, Jonna Armbruster, Stacey L. Yount, Marchia Hay McCutcheon, Karen Kirk, David B Pisoni, Sommers

- Mitchell S., David Kemerrer, Paul A Luce, Joan Charles-Luce, Edward T. Auer, Stephen D. Goldinger
6. Sam Arbesman, Michael Vitevitch, Joan A. Sereno, Melissa K. Stamer, Chu Sin Ying, Jonna Armbruster, Stacey L.Yount, Marchia Hay McCutcheon, Karen Kirk, David B Pisoni, David Kemerrer, Paul A. Luce, Edward T.Auer, Stephen D. Goldinger
7. Stacey L. Yount, Marchia Hay McClutcheon, Karen Kirk, David B. Pisoni, David Kemerrer, Paul A. Luce, Edward T. Auer, Stephen D. Goldinger

Dari pendataan sampai nomor Erdos 7 saja kita telah mendapatkan banyak sekali nomor yang berbeda pada orang yang sama. Hal ini terjadi karena mereka telah bekerja sama dengan banyak orang, yang akhirnya menjadikan mereka memiliki banyak nomor Erdos, seperti Stacey L. Yout yang memiliki nomor Erdos 6 dan 7. Bila dilanjutkan, maka kita juga mendapatkan nomor 8,9,10,11, bahkan lebih dari Stacey L. Yout. Karena itu, untuk kemudahan, maka setiap nomor Erdos yang akan disebutkan selanjutnya adalah nomor Erdos terkecil yang dimiliki seseorang.

II.2 Ketentuan dan Fakta-Fakta

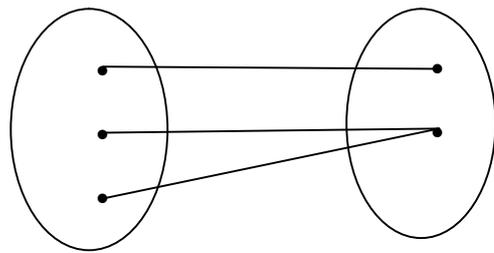
Fakta-fakta yang akan disajikan berikut adalah trivia dari Nomor Erdos yang didasarkan pada informasi dari *database American Mathematical Society's Mathematical Reviews (MR)* per Juli 2004. Data ini mungkin sudah berubah saat paper ini dibuat.

Ada sekitar 1.9 juta items (paper, pages, dll) yang terdapat di MR database dengan total 401,000 pengarang yang berbeda. Dari data, didapatkan bahwa sebenarnya lebih banyak dari paper tersebut yang dibuat oleh *single author*, dan hanya sekitar 0.1% dari sekian items yang dibuat oleh 6 atau lebih pengarang yang berbeda.

1. 62.4% dibuat oleh *single author*
2. 27.4% dibuat oleh 2 pengarang
3. 8.0% dibuat oleh 3 pengarang
4. 1.7% dibuat oleh 4 pengarang
5. 0.4% dibuat oleh 5 pengarang
6. 0.1% dibuat oleh 6 atau lebih pengarang

Beberapa item dibuat oleh 20-an pengarang dalam pembuatannya, namun biasanya hanya dicantumkan “et al.”, yang dalam pembuatan graf kolaborasi Erdos tidak akan dihitung sebagai seseorang. Sebuah hal unik lainnya adalah jumlah item yang dibuat oleh *single author* terus berkurang sekian lama, mulai dari 90% di sekitar tahun 1940-an hingga sekarang berjumlah dibawah 50%.

Hubungan antara paper dan pengarangnya dapat digambarkan juga dengan sebuah graf bipartite B.

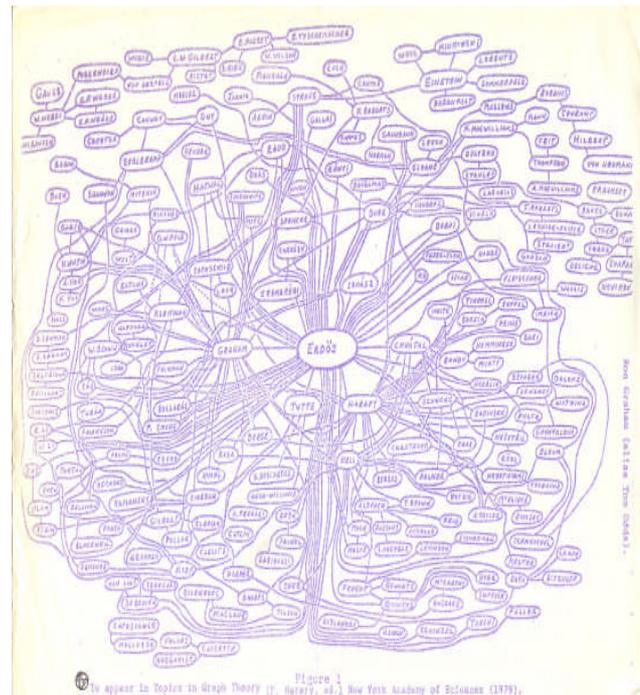


Paper Pengarang
Gambar 4. Pemodelan author-paper dengan graf bipartite

Kemudian didapatkan bahwa graf B memiliki 2.9 juta sisi. Rata-rata jumlah pengarang per paper adalah 1.51, dan rata-rata paper per pengarang adalah 7.21 namun lebih dari 42% dari seluruh pengarang di database hanya memiliki satu paper. Ada 4 pengarang yang memiliki lebih dari 700 paper, dan diantaranya yang paling produktif adalah Paul Erdos sendiri dengan 1416 paper. Perlu dicatat, bahwa angka ini adalah jumlah paper yang ada di database MR, karena seperti yang telah ditulis di bab I bahwa jumlah total karya Erdos berada di kisaran 1525 artikel.

Tiga pengarang lain dengan paper lebih dari 700 adalah Drumi Bainov (823), Saharon Shelah (760), dan Leonard Caritz(730). Nomor Erdos Bainov adalah 4, Shelah 1, dan Carlitz 2.

Misalkan sebuah graf kolaborasi C dengan sekitar 401,000 pengarang sebagai simpul Erdos, dan sebuah sisi dibuat antara mereka yang pernah melakukan kolaborasi publikasi bersama, entah tanpa atau dengan pengarang lain. Maka seluruh graf kolaborasi ini akan memiliki 676,000 sisi, dan rata-rata kolaborasi per orang adalah 3.36. dalam graf C terdapat sebuah upagraf besar yang memuat 268,000 simpul Erdos. Dalam upagraf yang memuat 133,000 pengarang sisanya, 84,000 simpul diantaranya adapah pengarang yang belum pernah melakukan kolaborasi apapun dengan pengarang lainnya, dan disebut *isolated vertices* pada graf C. rata-rata jumlah kolaborasi dari orang-orang yang pernah berkolaborasi adalah 4.25 sementara rata-rata yang sama di bagian lainnya (yang memuat 268,000 simpul) adalah 4.73, dan rata-rata kolaborasi dari simpul-simpul di upagraf yang lebih kecil adalah 1.65.



Gambar 6. Upagraf kecil dari graf kolaborasi C

III. DISTRIBUSI DAN JALUR ERDOS

Distribusi dan Jalur Erds menjadi sesuatu yang menarik untuk dibahas karena menggambarkan sejauh mana kolaborasi antara penulis-penulis paper diseluruh dunia.

III.1 Distribusi Erdos

Sebuah hal yang penting dalam distribusi Erdos adalah seberapa banyak orang yang telah berkolaborasi langsung dengan Paul Erdos. Paul Erdos sendiri telah meninggal pada tanggal 20 September 1996 karena serangan jantung di umurnya yang ke 83 saat menghadiri sebuah konferensi di Warsawa, Polandia.

Oleh karena itu, maka jumlah orang yang pernah berkolaborasi bersama Erdos tidak akan bertambah lagi, yaitu 511 rekan kerja kolaborator. Karena itu, hanya 511 orang di seluruh dunia yang memiliki nomor Erdos 1. Diperkirakan bahwa seiring waktu, maka rata-rata distribusi nomor Erdos akan terus bertambah.

Sementara dalam data yang dimiliki oleh MR database akan ditunjukkan dalam distribusi di bawah ini. Perlu dicatat bahwa lebih sedikit orang yang memiliki nomor Erdos 1 atau 2 yang dicatat dalam list ini, karena list ini disusun secara manual dari berbagai sumber. Jumlah dari pengarang yang terdaftar adalah 268,000 orang, dan sebagai tambahan 84,000 orang yang tidak pernah mempublikasikan hasil kerja timnya(mereka tentu saja seharusnya memiliki nomor Erdos)

Erdős number	0	---	1 person
Erdős number	1	---	504 people
Erdős number	2	---	6593 people
Erdős number	3	---	33605 people
Erdős number	4	---	83642 people
Erdős number	5	---	87760 people
Erdős number	6	---	40014 people
Erdős number	7	---	11591 people
Erdős number	8	---	3146 people
Erdős number	9	---	819 people
Erdős number	10	---	244 people
Erdős number	11	---	68 people
Erdős number	12	---	23 people
Erdős number	13	---	5 people

Secara statistic didapatkan dari data ini adalah bahwa rata-rata dari nomor Erdos semua pengarang adalah 4.65, median dari data ini adalah 5, dan memiliki standar deviasi 1.21.

Salah satu dari 5 orang dengan nomor Erdos 13 adalah Arthur Robles, dimana jalan terpendek yang dimiliki olehnya adalah: Erdős ke Daniel D. Bonar (1977) ke Charles L. Belna (1979) ke S. A. Obaid (1983) ke Wadie A. Bassali (1981) ke Ibrahim H. M. el-Sirafy (1976) ke Konstantin Chernous (1977) ke Jose Valdes (1980) ke B. Dugnot (1980) ke P. Suarez Rodriguez (1995) ke A. E. Alvarez Vigil (1995) ke C. Gonzalez Nicieza (1992) ke Jose Angel Huidobro (1986) ke Robles (1990).

Sebuah hal unik yang juga bisa dilacak dari nomor Erdos ini adalah dimana seseorang bisa memiliki banyak nomor Erdos, dan ini bisa dibuat juga dalam fungsi statistic. Sebagai contoh, Arturo Robles yang memiliki nomor Erdos terkecil 13, memiliki median nomor Erdos 14, dan rata-rata 15.06. Sementara standar deviasi tetap 1.21. Didapat pula bahwa standar deviasi setiap orang yang berada di upagraf C yang lebih besar memiliki standar deviasi yang sama untuk setiap orang.

III.2 Distribusi Nomor Erdos Jenis Kedua

Seluruh persoalan diatas didasarkan pada kenyataan yang mengaitkan dua orang matematikawan yang pernah bekerja sama dalam menyelesaikan suatu paper, tanpa memperdulikan apakah ada orang lain yang terlibat dalam proses tersebut. Sekarang akan dikenalkan nomor Erdos jenis kedua, yaitu dimana perhitungannya didasarkan pada pengertian graf kolaborasi yang lebih mendasar, yaitu dimana sisi akan dibuat di antara 2 buah simpul hanya jika kedua pengarang menyelesaikan paper mereka bersama, tanpa ada pengarang lain yang terlibat dalam proses tersebut.

Dengan adanya perbedaan ini, maka ada perbedaan antara nomor Erdos yang biasa dengan nomor Erdos jenis kedua. Sebagai contoh, nomor Erdos dari Yolanda Debose bukanlah 1, karena satu-satunya publikasi paper bersama dia dan Erdos hanyalah paper dengan 3 pengarang, dimana yang seorang lagi adalah Arthur M. Hobbs.

Hal ini juga akan berdampak pada perbedaan graf kolaborasi C' , dimana terdapat 166,000 *isolated vertices*. Tingkat rata-rata dari *nonisolated vertex* di C' adalah 2.41 (sebagai perbandingan, 4.25 di graf C).

Hanya ada 3 orang yang pernah memiliki sb=ebuah atau lebih kolaborasi dengan lebih dari 100 orang dengan tipe seperti jenis kedua ini, dan tentu saja salah seorang diantaranya adalah Paul Erdos yang pernah bekerja sama dengan 230 co-author. Dengan ketentuan yang sama dengan nomor Erdos jenis pertama, maka angka ini tidakakan pernah bertambah lagi. Dari data elektronik, maka didapat distribusi dari nomor Erdos jenis kedua.

Erdős number	0	---	1 person
Erdős number	1	---	230 people
Erdős number	2	---	2153 people
Erdős number	3	---	10118 people
Erdős number	4	---	28559 people
Erdős number	5	---	47430 people
Erdős number	6	---	44102 people
Erdős number	7	---	25348 people
Erdős number	8	---	11265 people
Erdős number	9	---	4299 people
Erdős number	10	---	1570 people
Erdős number	11	---	533 people
Erdős number	12	---	206 people
Erdős number	13	---	61 people
Erdős number	14	---	25 people
Erdős number	15	---	2 people

Data statistic yang didapat dari table diatas adalah: rata-rata 5.58, median 5, dan standar deviasi 1.55. dua orang yang memiliki nomor Erdos tertinggi ada;ah Sunil Kumar-2 dan N.V. Silenok.

III.3 Jalur Erdos Beberapa Tokoh Dunia

Ada sebuah dugaan yang muncul di kalangan cendekiawan bahwa kebanyakan saintis memiliki nomor Erdos yang terhingga. Namun demikian belum ada bukti yang cukup untuk membuktikan hal ini. Hal ini sangat mungkin, mengingat bahwa riset-riset matematika dan sains telah menjadi suatu proyek yang sangat kolaboratif di abad ini, bukan lagi sebuah aktivitas dari seorang obsesif yang individualistis. Sebagai contoh, bahwa hampir semua, kalau tidak seluruhnya, orang yang merupakan *Field Medalists* memiliki nomor Erdos kurang dari 6, dan bahkan lebih dari 60 pemenang nobel di bidang fisika, kimia, ekonomi, dan *medicines* memiliki nomor Erdos kurang dari 9.

- **Albert Einstein** memiliki nomor Erdos 2 berdasarkan kerja samanya dengan Ernst G. Straus, yang pernah bekerja sama dengan Erdos dalam menulis 20 papers.
- Ikon dari computer, seorang sosok yang menjadi pusat dari industry bisnis perangkat lunak, **William H. (Bill) Gates**. Pada tahun 1979, Gates mempublikasikan sebuah karyanya bersama Christos H. Papadimitriou, yang pernah bekerja

bersama Xiao Tie Deng, yang pernah berpartner dengan Pavol Hell, salah seorang dari *direct co-author* dari Paul Erdos. Hubungan ini memberikan Bill Gates nomor 4.

- **Max Born**, seorang pemenang nobel fisika di tahun 1954. Pada tahun 1925, Max Born mengunjungi MIT, dan kemudian menulis sebuah paper bersama Norbert Wiener, creator dari cybernetics, seorang yang memiliki nomor Erdos 2. Hal ini memberikan Max Born nomor Erdos 3.

Berikut adalah daftar dari beberapa pemenang nobel fisika, tahun raihan nobel, dan nomor Erdonya:

Sheldon Lee Glashow	1979	2
Abdus Salam	1979	3
Steven Weinberg	1979	3
Arthur L. Schawlow	1981	5
S. Chandrasekhar	1983	4
Klaus von Klitzing	1985	5
Norman F. Ramsey	1989	3
Joseph Hooton Taylor, Jr.	1993	4
David M. Lee	1996	6
Douglas D. Osheroff	1996	5
Robert C. Richardson	1996	6
Steven Chu	1997	7
Gerardus 't Hooft	1999	6
Martinus J.G. Veltman	1999	7
Carl E. Wieman	2001	6
Anthony J. Leggett	2003	4
Frank Wilczek	2004	3
Andre K. Geim	2010	6
Konstantin Novoselov	2010	6

Pencarian nomor Erdos tidak hanya dilakukan terhadap pemenang nobel fisika saja, namun juga bidang lain.:

Robert C. Merton	1997	Economics	6
Amartya Sen	1998	Economics	4
James J. Heckman	2000	Economics	4
Joseph Stiglitz	2001	Economics	4
Daniel Kahneman	2002	Economics	3
Robert J. Aumann	2005	Economics	3
Edmund S. Phelps	2006	Economics	4
Rudolph A. Marcus	1992	Chemistry	4
George A. Olah	1994	Chemistry	7
Robert F. Curl, Jr.	1996	Chemistry	8
arold W. Kroto	1996	Chemistry	7
Richard E. Smalley	1996	Chemistry	8
Walter Kohn	1998	Chemistry	3
John A. Pople	1998	Chemistry	5
Ahmed H. Zewail	1999	Chemistry	9
Alan J. Heeger	2000	Chemistry	5
Alan G. MacDiarmid	2000	Chemistry	6
Hideki Shirakawa	2000	Chemistry	6
Eric R. Kandel	2000	Medicine	5
Sydney Brenner	2002	Medicine	4
H. Robert Horvitz	2002	Medicine	4
John E. Sulston	2002	Medicine	3
Andrew Z. Fire	2006	Medicine	4
Craig C. Mello	2006	Medicine	5
Mario R. Capecchi	2007	Medicine	4
Luc Montaigner	2008	Medicine	5

Berikut adalah nomor Erdos dari lebih banyak orang dari banyak bidang keilmuan:

- Theodore von Kármán - aeronautical engineering - 4
- Ephraim Katchalski-Katzir - scientist and Israeli president - 2
- Tom Lehrer - music performance - 4
- Benoit Mandelbrot - mathematics (fractals) - 3
- John Maynard Smith - biology - 4
- Oskar Morgenstern - economics - 4
- Rolf Nevanlinna - mathematics - 5

IV. SIX DEGREES OF KEVIN BACON

Six degrees of Kevin Bacon adalah sebuah game yang sangat identik dengan penentuan nomor Erdos, dimana nomor seseorang menunjukkan seberapa dekat hubungan kolaborasi dia dengan Kevin Bacon, seorang actor Hollywood terkenal dengan film-film seperti *JFK*, *X-Men*, dan *Wild Things*.salah satu perbedaan dari penentuan Nomor Erdos adalah bahwa pada teori ini, semua orang yang bekerja di industry entertainment akan selalu bisa dihubungkan dengan Kevin Bacon dalam tidak lebih dari 6 sisi jauhnya dari Kevin Bacon sendiri.

IV.1 Pengenalan dan Penentuan

Pada Januari 1994, Kevin Bacon mengatakan bahwa dia telah bekerja dengan semua orang di Hollywood atau semua yang telah bekerja dengan orang-orang tersebut. Kemudian empat pelajar di Albright College, Craig Fass, Christian Gardner, Brian Turtle, dan Mike Ginelli membuat game ini. Mereka mengenakan game ini di acara *The Jon Stewart Show* dan *The Howard Stern Show*. Bacon sendiri awalnya tidak menyukai hal ini, karena terlihat seperti mempermalukan dia, namun pada akhirnya dia mulai menyukai hal ini.

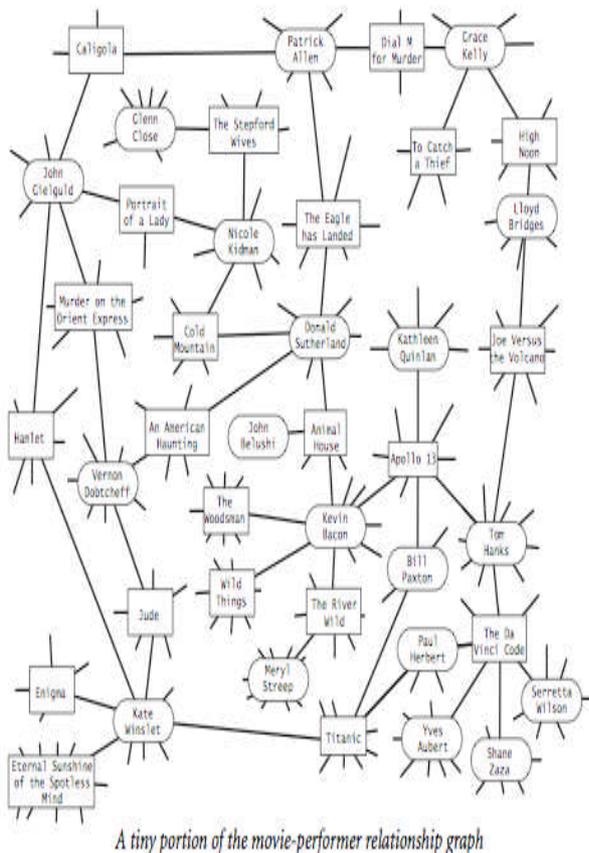


Gambar 7. Kevin Bacon

Penentuan nomor Bacon sebenarnya adalah aplikasi dari nomor Erdos dalam industry film Hollywood. Semakin tinggi nomornya, maka semakin jauh dia dari Kevin Bacon.

Sama seperti nomor Erdos, maka pada nomor Bacon, Kevin Bacon diberi nomor 0. Kemudian actor yang

pernah bekerja langsung dengan Kevin Bacon diberi nomor 1, dan bagi yang pernah bekerja dengan orang-orang ini akan diberi nomor 2, dan seterusnya. Berikut adalah satu contoh graf yang bisa memuat banyak nama dari Hollywood, dan kaitannya dengan Kevin Bacon:



Graf ini juga sering disebut sebagai *movie-performer relationship graph*. Dalam graf ini, aktor/aktris digambarkan dengan lingkaran, sementara film yang menghubungkan mereka satu sama lain digambarkan dengan segiempat.

IV.2 Erdos-Bacon Number

Ada satu lagi hal yang berkaitan dengan topic ini, yaitu penggabungan antara nomor Erdos dan nomor Bacon. Ide dari nomor Erdos-Bacon ditulis oleh Simon Singh di British Media dan Benjamin Rosenbaum di blogosphere.

Seseorang yang memiliki nomor Erdos-Bacon adalah seseorang yang memiliki masing-masing nomor Erdos dan nomor Bacon, dan nomor Erdos-Bacon yang dimilikinya adalah penjumlahan dari nomor Erdos dan Nomor Bacon. Semakin kecil nomornya, maka semakin dekat hubungan orang tersebut dengan Paul Erdos, Kevin Bacon, atau keduanya. Berbeda dengan nomor Erdos atau nomor Bacon, sangat jarang orang yang memiliki nomor Erdos-Bacon, mengingat bahwa matematika dan perfilman adalah 2 bidang yang hampir tidak memiliki persamaan sama sekali.

Namun yang perlu diingat adalah orang yang memiliki

nomor ini justru dianggap orang yang sangat menarik bagi sebagian orang, mengingat sedikitnya kemungkinan dari seorang matematikawan (atau saintis pada umumnya) untuk terjun langsung ke dunia perfilman. Mengingat sulitnya kedua hal ini terjadi, maka hanya ada dua kemungkinan alasan orang yang memiliki nomor Erdos-Bacon ini:

- Dia adalah seseorang yang sangat berbakat di bidang sains, sehingga dikenal luas oleh banyak orang sehingga sangat mungkin untuk diajak bekerja sama dalam industry perfilman
- Dia adalah orang yang memang menjadikan matematika dan film sebagai kedua pekerjaannya.

Melihat poin kedua, mengingat bahwa syarat memiliki nomor Erdos adalah “telah mem-publish paper” dan syarat utama memiliki nomor Bacon “pernah bermain di film”, maka jelaslah anggapan bahwa pemilik nomor ini adalah orang yang berbakat, atau menarik, atau controversial. Tentu saja hal ini termasuk wajah rupawan, bakat acting, dan otak yang mumpuni.

Contoh berikut adalah orang-orang yang memiliki nomor Erdos-Bacon:

Paul Erdos. Jelas bahwa Paul Erdos memiliki nomor Erdos 0. Dan kemunculannya di acara “N is a Number: A Portrait of Paul Erdos”(1993) bersama Gene Petterson, menjadikannya memiliki nomor Bacon juga, yaitu 3 (Petterson bekerja sama dengan Sam Rockwell, yang pernah bekerjasama dengan Kevin Bacon langsung. Nomor Erdos-Bacon dari Paul Erdos: 3.

Dave Bayer. Salah satu orang yang memiliki nomor Erdos Bacon terendah selain Erdos sendiri. Seorang konsultan matematika untuk film *A Beautiful Mind*, dimana ia bekerja sama dengan Rance Howard yang merupakan partner Bacon di *Apollo 13*. Bayer menulis paper bersama Persi Diaconi yang memiliki Erdos 1 sejak dia bergabung di Stanford University technical report. Nomor Erdos Bacon dari Dave Bayer : 4.

Natalie Portman. Lebih terkenal sebagai aktris, Natalie juga ternyata memiliki nomor Erdos 5, yang didapatnya dari kolaborasinya dengan Abigail A. Baird. Dia sendiri pernah main secara langsung dengan Kevin Bacon. Nomor Erdos Bacon dari Natalie Portman : 6.

Danica McKellar. Seorang aktris cantik yang terkenal atas perannya di *The Wonder Years* dan banyak serial lainnya. Dia kemudian menulis 3 buku bestseller tentang matematika, seperti *Math Doesn't Suck*, dan *Hot X: Algebra Exposed*. Namun kolaborasinya saat masih berkuliah di UCLA memberinya nomor Erdos 4, setelah sebelumnya memiliki nomor Bacon 2. Nomor Erdos Bacon dari Danica McKellar: 6.

Beberapa contoh lainnya adalah astronom terkenal Carl Sagan, dan fisikawan teoritis controversial, Stephen Hawking. Uniknya, Kevin Bacon sepertinya tidak memiliki nomor Erdos Bacon, semenjak ia tidak memiliki

hubungan sama sekali dengan ilmu matematika yang memungkinkannya untuk mendapatkan nomor Erdos.

V. KESIMPULAN

1. Nomor Erdos menggambarkan kedekatan seseorang dengan Paul Erdos dalam hal *joint author*.
2. Seiring waktu, jumlah dari nomor Erdos akan bertambah ke level infinite, namun jumlah pemegang nomor kecil akan tetap. Contohnya, tidak akan lagi bertambah seseorang dengan nomor Erdos 1.
3. Nomor Bacon adalah salah satu perluasan dari Nomor Erdos di dunia perfilman. Bahkan ada juga perluasan yang merupakan penggabungannya: nomor Erdos Bacon.
4. Baik nomor Erdos, nomor Bacon, maupun nomor Erdos Bacon dapat dilacak dengan graf kolaborasi.

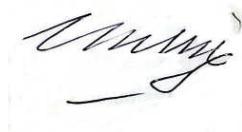
REFERENCES

- [1] De Castro, Rodrigo & Jerrold W. Grossman., "Famous Trails to Paul Erdos", July 4, 1999.
- [2] En.wikipedia.org, akses tanggal : 11 Desember 2011.
- [3] <http://www.oakland.edu/enp/> akses tanggal: 11 Desember 2011.
- [4] <http://larc.unt.edu/ian/numbers.html>, akses tanggal : 11 Desember 2011
- [5] <http://introc.cs.princeton.edu/java/45graph/>, tanggal akses : 11 Desember 2011

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, 29 April 2010



Yulius Nainggolan
13510090