

Analisis Jaringan Sosial Pada Publikasi Bidang Teknik Elektro Indonesia di IEEE

Muhamad Yusuf¹, Iwan Krisnadi²

¹Akademi Teknik Telekomunikasi Sandhy Putera Jakarta
Jl. Daan Mogot KM 11 Jakarta Barat, +6221 5451697

²Universitas Mercu Buana
Jl. Meruya Selatan, Kembangan, Jakarta Barat, +6221 5840816
Muhamadyusuf78@gmail.com¹, iwan.krisnadi.dr@gmail.com²

Abstrak – Perpustakaan digital IEEE Xplore adalah sumber daya yang kuat untuk penemuan konten ilmiah teknis yang diterbitkan oleh IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) dan mitra penerbitannya. IEEE Xplore menyediakan akses web ke lebih dari empat juta dokumen teks lengkap dari beberapa publikasi paling terkenal di dunia dalam bidang teknik elektro, ilmu komputer, dan elektronika. Data penelitian yang ada meningkat sangat banyak yang menyebabkan munculnya masalah penelitian dibidang analisis jaringan data bibliografi seperti co-citation dan co-authorship. Dalam penelitian ini penulis menganalisa dan memvisualisasikan jaringan sosial co-authorship dari penulis-penulis Indonesia yang mempublikasikan jurnal penelitiannya di IEEE Xplore dengan bantuan aplikasi gephi. Disini penulis menggunakan data dari IEEE Xplore yang merupakan graph tak berarah terdiri dari 4339 titik dan 8610 rusuk. Dalam graph ini titik merepresentasikan penulis dan rusuk merepresentasikan hasil karya publikasi penelitian bersamanya. Penelitian dilakukan dengan analisa pengukuran grafik secara global dan analisa pengukuran lokal di tiap titik.

Kata kunci : Social Network Analysis, Co-authorship, Gephi

1. Pendahuluan

Ilmu pengetahuan merupakan suatu konstelasi fakta, teori, dan metode yang terangkum dalam sebuah dokumen (tulisan) yang aktual. Seorang Ilmuwan berperan mengusahakan untuk menyumbang salah satu atau beberapa elemen konstelasi tersebut baik yang telah sukses maupun gagal (belum sukses). Salah satu usaha yang dilakukan oleh ilmuwan dalam berkontribusi dalam konstelasi tersebut adalah dengan menciptakan sebuah literatur (tulisan) akademik untuk sebuah transformasi ke arah yang lebih baik dari hasil penelitiannya. Dengan kata lain seorang ilmuwan menghasilkan karya tulis ilmiah sebagai produk ‘akhir’ kegiatan penelitian ilmiah.

Seorang ilmuwan perlu dipertimbangkan dalam hal publikasi karya ilmiahnya maupun hasil tulisannya. Mengapa ilmuwan mempublikasikan karya ilmiahnya? Menurut Merton (1973) semangat ilmu pengetahuan modern mengandung nilai-nilai universalisme, komunisme, kebebasan dari berpihak pada golongan tertentu, ataupun skeptisme terstruktur. Komunisme menjadi salah satu elemen nilai dari ilmu pengetahuan dalam arti bahwa ilmu pengetahuan merupakan domain publik. Lebih jauh menurut merton ilmuwan dipengaruhi juga oleh warisan nilai-nilai kebudayaannya. Perkembangan ilmu pengetahuan merupakan hasil kolaborasi generasi terdahulu dan generasi sekarang. Newton mengatakan “Jika saya melihat lebih jauh tulang punggung ilmu pengetahuan adalah kumpulan kata yang sangat besar“. Sehingga pada akhirnya menjadi keharusan untuk mengkomunikasikan hasil penemuan bagi seorang ilmuwan. Bukan hanya karena hal tersebut ilmuwan perlu mempublikasikan temuannya, lebih jauh menurut hangstrom (1965) yang mengamati bahwa seorang ilmuwan di dalam komunitas ilmiah saling berkompetisi untuk meningkatkan reputasi mereka. Penentuan ‘derajat’ ilmuwan ditentukan seberapa sering atau seberapa produktif dalam menghasilkan karya tulis ilmiah atau seberapa

banyak sitasi yang diterimanya. Sehingga ilmuwan yang mempublikasikan tulisan ilmiahnya menyebabkan mereka lebih dikenal dan meningkatkan reputasinya.

Kolaborasi penelitian dan co-authorship merupakan sarana dalam menyalurkan minat dan bakat, ilmu, pengetahuan, ide, dan pemikiran secara bersama-sama. Pada umumnya kolaborasi penelitian menyambungkan pada area penelitian bersama dalam hal untuk menemukan solusi dari permasalahan yang ada ataupun menghasilkan produk baru sesuai rumusan masalah yang menjadi target penelitian tersebut. Berdasarkan studi terdapat pertumbuhan yang eksponensial dari publikasi penelitian bersama (co-authorship) di setiap bidang ilmu pengetahuannya. Hal ini menumbuhkan minat yang cukup besar untuk menganalisis jaringan co-authorship yang ada. Oleh sebab itu bidang penelitian analisis jaringan co-authorship menarik para peneliti untuk menganalisisnya dan menjadi tantangan baru sebagai isu yang ‘menantang’ mengingat pertumbuhan publikasi ilmiah co-authorship yang bersifat eksponensial.

Jaringan co-authorship menunjukkan hubungan antar aktor peneliti yang saling terhubung lewat satu atau beberapa judul jurnal penelitian yang dipublikasikannya secara bersama-sama. Pada umumnya jurnal tersebut berisi tentang masalah-masalah yang muncul dalam kehidupan kita sehari-hari, pemetaan informasi maupun masalah, saran metodologi alternatif pemecahan masalah dan lain sebagainya. Informasi jaringan itu dapat digunakan dalam hal pemetaan riset, menemukan kelemahan atau kekurangan di organisasi riset tersebut dan juga bisa berfungsi untuk mengidentifikasi kebijakan pengembangan dan anggaran penelitian dimasa yang akan datang.

2. Metode Penelitian

Analisis jaringan sosial co-authorship merupakan riset yang aktif dan efektif dimana peneliti mencoba memvisualisasikan, menganalisa, dan memahami berbagai masalah yang ada di jaringan sosial seperti bagaimana proses terbentuknya komunitas grup maupun sub-grup dari beberapa orang atau grup masyarakat (peneliti). Oleh karena itu dalam penelitian ini diambil konsep analisis jaringan sosial, khususnya dibidang jaringan co-authorship publikasi jurnal yang berasal dari masyarakat peneliti Indonesia yang mempublikasikan jurnalnya di halaman IEEE Xplore. Dalam jaringan co-authorship ini node (titik) merepresentasikan pengarang dan jalur/rusuk (edge) merepresentasikan hubungan kerjasama antar dua pengarang jika mereka berkolaborasi menghasilkan jurnal bersama dan mempublikasikannya di halaman perpustakaan digital IEEE Xplore.

Dalam melakukan penelitian ini digunakan tools maupun aplikasi dari pihak ketiga yaitu aplikasi gephi dan tools Table to net. Kumpulan data diperoleh dengan mengunduh data di halaman web IEEE Xplore kemudian data tabel tersebut digunakan dalam membuat graph di alat bantu *table to net* kemudian graph tersebut diolah dan dianalisa menggunakan aplikasi gephi. Kontribusi dari penelitian yang disajikan dalam tesis ini pada dasarnya terinspirasi oleh beberapa upaya baru untuk menerapkan analisis jaringan sosial ke komunitas peneliti atau penulis dalam publikasi jurnal internasional.

3. Hasil dan Analisa

Penelitian ini merupakan penelitian scientometrics yang menggunakan metode analisis jaringan co-authorship serta pengukuran parameter-parameter analisa jaringan sosial yang terkait. Populasi penelitian terdiri dari 681 artikel yang diterbitkan di IEEE Explore pada tahun 2017. Pengumpulan data dilakukan dengan mengacu pada database Web IEEE Explore dan mencari penulis yang berasal dari Indonesia; 681 judul jurnal diambil dan dimuat sebagai format csv, Microsoft excel. Langkah pertama untuk membuat jaringan penulis bersama dengan menggunakan alat bantu aplikasi dari medialab, yaitu table2net. Dengan alat bantu ini kita bisa memperoleh jaringan penulis bersama dengan format gexf dari tabel csv yang telah kita unduh di dalam web IEEE Explore. Untuk memvisualisasikan dan menganalisis jaringan yang terbentuk digunakan aplikasi gephi.

3.1. Gambaran Data Jaringan *Co-authorship*

Data yang diperoleh mengandung informasi tentang judul penelitian, pengarang, afiliasi pengarang, judul publikasi, tanggal publikasi, tahun terbit, volume, halaman mulai, halaman akhir, abstrak, ISSN, ISBN, DOI, Informasi sumber dana, tautan pdf, kata kunci pengarang, terminologi IEEE, penerbit, dan lain-lain. Data disederhanakan hanya dua informasi penting yang diambil yaitu judul dan pengarang penelitian. Tiap pengarang direpresentasikan dengan titik dan rusuk penghubung antar titik merepresentasikan hubungan anatara dua pengarang yang berkolaborasi dalam satu judul penelitian.

Data terdiri dari 4339 titik (pengarang) dan 8610 rusuk penghubung (*co-authorship*) dan membangun suatu jaringan yang kompleks. Jaringan yang terbentuk merupakan jaringan yang tak berarah, karena tiap titik bekerjasama dalam proses peneltian dan penulisannya. Data ini yang akan digambarkan dan dianalisa menggunakan bantuan aplikasi gephi. Jaringan *co-authorship* yang terbentuk merupakan refleksi kerjasama antar pengarang. Gambaran tentang data yang diperoleh dapat dijelaskan dalam tabel dibawah ini.

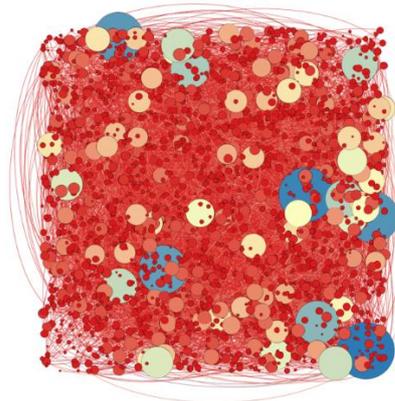
Kategori	Jaringan <i>Co-authorship</i>
Sumber	https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp
Titik / Node	Pengarang
Tipe rusuk	<i>Co-authorship</i>
Tipe Jaringan	Tidak Berarah
Bobot rusuk	Tidak Berbobot
Ukuran jaringan	4.339 titik (pengarang)
Volume jaringan	8610 rusuk (<i>co-authorship</i>)
Rata-rata derajat	3,968 rusuk/titik
Kepadatan	9.146×10^{-4} rusuk/titik ²

3.2. Analisis Makro Jaringan *Co-Authorship*

Sosiogram jaringan *co-authorship* adalah gambar yang menampilkan titik (node) yang mewakili penulis jurnal dan rusuk yang menghubungkan antar titik penulis jurnal jika ia melakukan penulisan secara bersama. Gambar 1 menggambarkan kondisi jaringan *co-authorship* berdasarkan data yang diperoleh. Dalam gambar sosiogram tersebut node memiliki warna dan ukuran berbeda-beda yang menunjukkan derajat sentralitas yang berbeda-beda. Semakin besar ukuran node menunjukkan derajat sentralitas node yang semakin tinggi dan node-node yang memiliki derajat sentralitas sama memiliki warna yang sama. Derajat sentralitas atau besar kecilnya node ditentukan dari jumlah aktor peneliti/penulis yang terhubung dengan node tersebut atau dengan kata lain jumlah jurnal yang dibuat oleh penulis tersebut. Semakin tinggi derajat sentralitas node menunjukkan semakin banyak juga jumlah judul jurnal yang dibuat dan begitu pula sebaliknya.

Dari Sosiogram yang dianalisis diperoleh penulis r.sarno memiliki derajat sentralitas tertinggi artinya penulis r.sarno mempublikasikan jurnal dengan jumlah paling banyak dari semua data penulis yang ada pada tahun 2017. Sedangkan penulis dengan memiliki derajat sentralitas paling rendah atau penulis tersebut hanya memiliki satu judul jurnal yang dipublikasikan diperoleh banyak sekali node. Dari visualisasi kumpulan data kepenulisan ini, kita dapat menganalisis catatan publikasi masa lalu dari semua penulis dibandingkan dengan penulis lain.

Sosiogram tersebut menunjukkan kolaborasi penulis dalam mempublikasikan jurnal penelitiannya. Penulis-penulis yang mempublikasikan karya mereka bersama dengan penulis-penulis tertentu membentuk komponen jaringan yang “paling terhubung” yang dikenal sebagai “*giant component*” dari seluruh jaringan. *Giant component* dapat didefinisikan sebagai jaringan yang berisi sebagian besar komponen (node) yang terhubung dari jaringan. Sosiogram *giant component* menghasilkan hanya 48,81% (2118) penulis dari jumlah penulis keseluruhan dan 59,7% (5140) rusuk dari total rusuk koneksi.



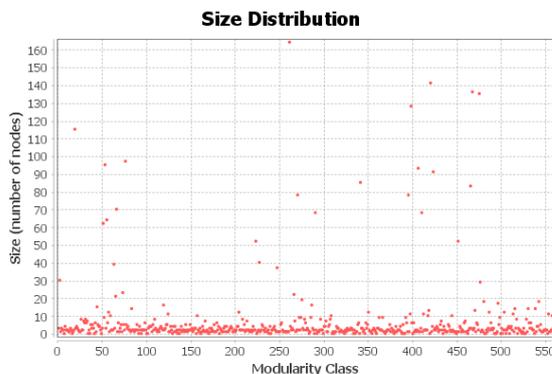
Gambar 1. Sosiogram Jaringan *Co-Authorship*

3.3 Deteksi Komunitas

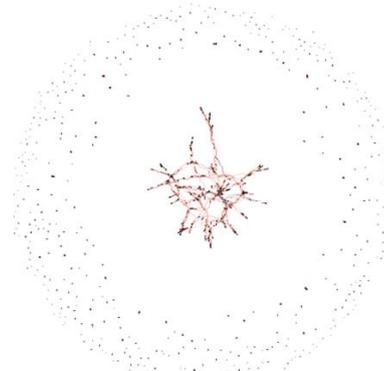
Komunitas adalah sekelompok orang dimana anggota kelompok tersebut berhubungan interaksi atau berkomunikasi dengan sangat sering dibandingkan dengan orang lain dalam jaringan yang kita amati. Deteksi komunitas adalah kegiatan untuk mengetahui sekelompok orang yang sering berinteraksi dalam jaringan yang diamati. Gephi menyediakan layout *Force Atlas2* yang merupakan algoritma tata letak grafik kontinu dan menunjukkan subgrup yang terhubung dengan lebih banyak sesuai dengan derajat kepadatan aktor.

Dalam kumpulan data yang diambil, ada 4.339 node (penulis unik) yang membentuk 8.610 rusuk. Rusuk tunggal mewakili penulis yang telah berkolaborasi setidaknya sekali dengan penulis lain. Untuk jaringan pengarang bersama ini terdeteksi jumlah total sub-grafik / komunitas yang dihasilkan dengan menggunakan *force atlas2* adalah 560 komunitas.

Setelah menganalisis komunitas, ditemukan bahwa komunitas terbesar adalah komunitas nomor 260 yang berisi 3,8% dari total jaringan yaitu 164 judul yang terkait yang ditunjukkan pada Gambar 2. Perlu juga mendapat perhatian tiga komunitas teratas yang membentuk kelompok terbesar, yaitu komunitas nomor 419 (3,27% dari total jaringan), komunitas nomor 466 (3,16% dari total jaringan) dan komunitas nomor 474 (3,13% dari total jaringan) dan banyak lagi yang membentuk komunitas dengan lebih dari 1% dari total node. Dari hasil yang didapatkan terdapat begitu banyak komunitas kecil yang hanya beranggotakan 0,02%, 0,05%, 0,07% dari total jaringan yang ada. Dari data yang diperoleh dapat ditarik kesimpulan bahwa kebanyakan penulis jurnal di Indonesia lebih condong untuk membentuk komunitas-komunitas kecil dibandingkan untuk membentuk komunitas yang ‘besar’. Sebagian besar penulis berkolaborasi dengan rekan penulis yang telah dikenalnya dan pernah bekerja sama di masa lalu. Oleh karena itu, jumlah komunitas terkecil lebih tinggi daripada jumlah komunitas terbesar. Gambaran analisis deteksi komunitas seperti ditunjukkan pada gambar 2 dibawah ini.



Sebaran Komunitas



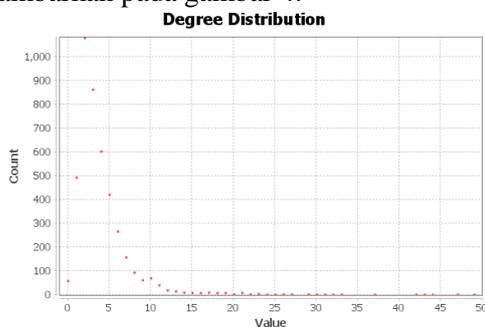
Komunitas menggunakan ForceAtlas2

Gambar.2 Deteksi Komunitas

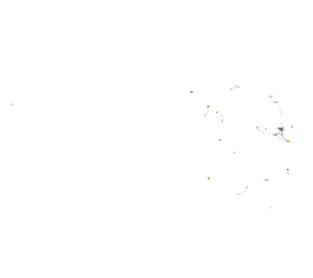
3.4 Distribusi Derajat

Distribusi derajat didefinisikan sebagai probabilitas distribusi dari derajat-derajat tiap node atau dengan kata lain jumlah koneksi simpul dengan simpul lain dibanding dengan jaringan lengkap seluruhnya. Statistik matematika ini berperan sangat penting dalam memahami setiap jaringan yang kompleks. Parameter ini menggambarkan jumlah koneksi dari sebuah node. Di jaringan co-authorship ini, distribusi derajat menunjukkan jumlah koneksi seorang penulis individu dengan rekan penulis lainnya. Sebagaimana telah dianalisis di bagian sebelumnya, jaringan yang terbentuk sangat banyak terfragmentasi, ada banyak simpul node dengan tingkat derajat yang sangat kecil.

Dalam jaringan co-authorship ini, sangat sedikit penulis yang memiliki tingkat derajat tinggi. Dari Gambar 3 terlihat bahwa sebagian besar penulis dalam data hanya bekerja sama dengan paling banyak 10 atau kurang penulis lainnya. Dengan menggunakan analisis statistik diperoleh data 4 175 (96,22%) penulis memiliki rentang derajat 1-10 bahkan 553 penulis memiliki derajat 1 atau kurang. Kemudian sebanyak 131 penulis memiliki rentang derajat dari 11-20 dan 33 penulis merupakan penulis yang terhubung dengan penulis lainnya yang memiliki rentang derajat 21 hingga 49. Grafik komponen terbesar dari kumpulan data yang memiliki derajat tertinggi digambarkan pada gambar 4.



Gambar 3. Distribusi Derajat



Gambar 4. Penulis Dengan Derajat Tertinggi

Dari gambar 4 diatas, diperoleh bahwa penulis D.I Sensuse memiliki derajat yang tertinggi dengan nilai 49 yang berarti D.I. Sensuse telah berkolaborasi penelitian dengan jumlah terbanyak dengan penulis lainnya. Dengan demikian bisa dikatakan bahwa D.I Sensuse adalah penulis paling populer di antara semua penulis yang ada dalam jaringan co-authorship. Dari gambar 4 juga diperoleh bahwa penulis H.S Warnars juga memiliki ukuran simpul lebih besar dari simpul lainnya, ia juga memiliki derajat tertinggi yaitu 47. Dari gambar 4 juga diperoleh banyak simpul yang memiliki derajat terendah.

3.5 Koefisien Klaster

Koefisien klaster adalah pengukuran tingkat derajat simpul dalam jaringan cenderung membentuk klaster. Koefisien klaster nilainya bervariasi di kisaran dari 0 hingga 1. Jika sebuah simpul memiliki koefisien klaster nol berarti simpul itu adalah simpul solo (tidak ada simpul lain yang terhubung ke simpul ini). Jika suatu simpul memiliki koefisien klaster satu, itu berarti bahwa simpul tersebut terhubung sepenuhnya ke simpul tetangganya (mengikuti aturan transitivitas: jika A adalah terhubung ke B dan B terhubung ke C maka C terhubung ke A).

Dalam jaringan co-authorship, koefisien klaster menggambarkan berapa banyak penulis-penulis yang tertarik untuk bekerja sama. Gambar 5 menggambarkan hasil pengukuran koefisien klaster dari jaringan co-authorship yang ada.

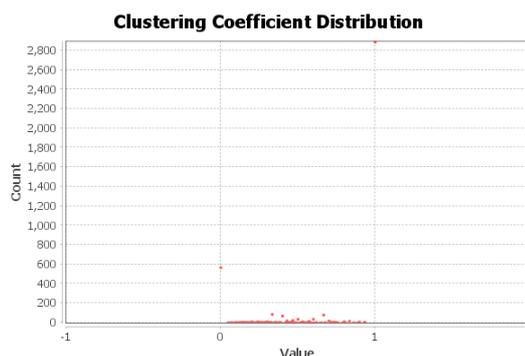
Setelah menganalisa data yang ada, ditemukan bahwa 571 penulis tidak pernah melakukan kolaborasi dalam penelitian. Oleh karena itu dalam kumpulan data yang ada, banyak penulis memiliki tulisan solo dan Koefisien klaster mereka adalah nol. Sebanyak 3705 penulis telah bekerja sama dengan sebanyak 3 penulis lain dalam kolaborasi dan koefisien klaster mereka bervariasi dari 0,16 sampai 1. Diperoleh juga bahwa 2890 penulis adalah penulis yang paling terhubung yang bekerja sama dengan masing-masing dan setiap penulis hadir di klaster mereka

dan membentuk 8597 segitiga dengan koefisien kluster 1. Jumlah total penulis dengan Koefisien kluster satu adalah 2890, beberapa diantaranya membentuk kluster yang sangat kecil (hanya satu segitiga) beberapa membentuk kluster yang sangat besar. Ringkasan analisis koefisien kluster adalah sebagai berikut:

Rata-rata Koefisien Kluster: 0,870

Total segitiga: 8597

Rata-rata Koefisien kluster adalah nilai rata-rata koefisien kluster tiap individu. Seperti yang bisa kita lihat bahwa koefisien kluster yang ada tinggi yaitu sebesar 0,87 (cenderung 1), Kita dapat katakan bahwa sebagian besar penulis cenderung bersedia untuk bekerjasama atau berkolaborasi.



Gambar 5. Distribusi Koefisien Kluster

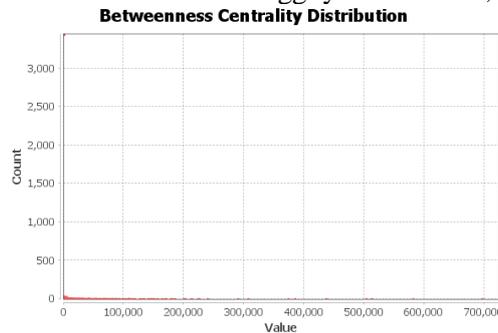
3.6 Pengukuran Sentralitas Keantaraan (*Betweenness Centrality*)

Betweenness centrality adalah pengukuran pada titik-titik yang mana terdapat titik yang hadir ketika kita berjalan melintasi dari satu titik ke titik lainnya. Titik yang memiliki *betweenness centrality* yang tinggi, dianggap sebagai titik yang paling berpengaruh ‘kuat’ dalam jaringan. Jika titik-titik dengan *betweenness centrality* tinggi ini dihapus dari jaringan, akan mengganggu semua komunikasi antara titik lain karena mereka berada pada jalur dengan jumlah maksimum yang dilewati.

Dalam jaringan *co-authorship* ini penulis dengan tingkat *betweenness centrality* tinggi memiliki peran yang sangat penting karena mereka mengendalikan aliran arus kolaborasi. Oleh karena itu, penulis yang berada di jalur terpendek antara sebagian besar dari pasangan penulis dapat dianggap sebagai orang-orang fundamental dalam komunitas. Pengukuran sentralitas ini tidak bermaksud untuk menggabungkan komunitas-komunitas tersebut menjadi satu, melainkan mempertahankan komunitas yang sudah ada. Artinya pengukuran ini menggambarkan bagaimana kolaborasi tersebut bekerja sebagai jembatan penghubung antar komunitas yang ada sehingga sebagian besar orang bisa mengetahui satu sama lain. Terkait dalam hal jaringan *co-authorship* ini, pertimbangan sebagian besar penulis yang terlibat dapat ditentukan dari reputasinya, posisinya, popularitasnya dan gengsinya. *Betweenness centrality* adalah salah satu pengukuran yang sangat penting di suatu jaringan. Kendati derajat simpul menentukan simpul yang paling berpengaruh di jaringan, *betweenness centrality* memberikan petunjuk simpul mana yang paling berkuasa sebagai penghubung dalam jaringan.

Analisa *betweenness centrality* terkait jaringan *co-authorship* ini digambarkan dalam Gambar 6. Ditemukan sebanyak 3444 penulis memiliki nilai *betweenness centrality* nol, artinya mereka tidak memiliki pengaruh efek apa pun pada jaringan. Sebanyak 96 penulis memiliki nilai *betweenness centrality* kecil (antara nol dan sama dengan 1), berarti penulis ini juga memiliki dampak yang sangat rendah dalam menghubungkan berbagai komunitas. Sebanyak 799 penulis memiliki *betweenness centrality* bervariasi dari rendah ke agak tinggi, mereka memiliki sedikit atau lebih banyak dampak pada jaringan yang dipertimbangkan. 44 penulis memiliki rata-rata *betweenness centrality* bervariasi dari 100.000 hingga 800.000, mereka punya dampak yang berpengaruh pada jaringan. Ketiadaan penulis ini yang mewakili nilai rata-rata *betweenness centrality* akan berpengaruh pada kolaborasi jaringan. 8 penulis dengan nilai *betweenness*

centrality tertinggi merupakan penulis penghubung terutama dalam jaringan. Ketiadaan dari penulis ini akan menjadi kerugian besar bagi publikasi komunitas. Seperti yang diamati pada Gambar 6, penulis A. Nugroho adalah penulis yang paling berpengaruh dari kumpulan data yang ada karena memiliki sentralitas betweenness tertinggi yaitu 723.441,32.

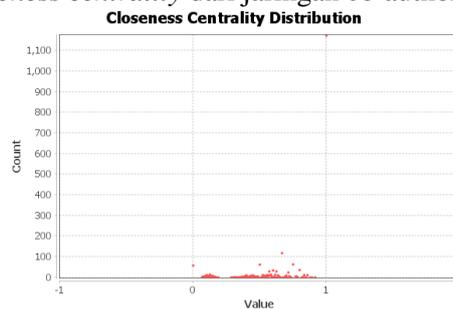


Gambar 6. Pengukuran *Betweenness Centrality*

3.7 Pengukuran *Closeness Centrality*

Closeness Centrality adalah pengukuran rata-rata jarak jalur terpendek dari satu node ke seluruh node lain yang ada dalam jaringan. Dari ukuran ini, kita dapat mengamati kedekatan dari node satu sama lain. Dalam jaringan co-authorship, penulis dianggap memiliki “kedudukan penting” jika penulis tersebut dapat menambah semua jenis informasi baru dari penulis lain dengan mudah dan cepat, disamping itu juga ia dapat menyebarkan dengan sangat cepat ke pihak lain. Oleh karena itu, jika ada informasi, konferensi atau jurnal penelitian yang ingin disebarluaskan ke semua penulis lain maka kita harus mulai dengan penulis yang memiliki tingkat nilai *closeness centrality* yang tertinggi karena semua penulis lain dapat dihubungkannya melalui perantara yang ‘relatif’ lebih sedikit.

Analisis *closeness centrality* dari jaringan *co-authorship* dari data yang diamati, dapat disimpulkan sebagai berikut : Terdapat 60 penulis memiliki tingkat *closeness centrality* yang sangat rendah, dengan skor nilai 0; mereka sama sekali tidak memiliki hubungan dengan penulis lain. Diperoleh data juga bahwa sebanyak 3105 node penulis memiliki nilai tingkat *closeness centrality* bervariasi (lebih besar dari 0 kurang dari 1), mereka membentuk kluster kecil dan terhubung dengan penulis lain yang hadir di jaringan. Ditemukan pula bahwa 1174 penulis memiliki *closeness centrality* tinggi, yang bernilai 1; mereka penyebar informasi yang paling penting dalam jaringan dan sangat dekat dengan hampir semua penulis di jaringan. Gambar 7 menunjukkan distribusi *closeness centrality* dari jaringan co-authorship yang diamati.



Gambar 7. Pengukuran *Closeness Centrality*

4. Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan jumlah dan tingkat hubungan, tingkat kedekatan dan tingkat keantaraan yang menunjukkan kekuatan untuk melakukan kolaborasi riset. Lebih lanjut penelitian ini juga menunjukkan pengukuran tingkat produktivitas penelitian dengan bantuan perhitungan statistika seperti yang umumnya dilakukan pengukuran pada penelitian dibidang lainnya baik pengukuran di tingkat global maupun pengukuran di tingkat lokal.

Ucapan Terima Kasih

Kepada Istri tercinta, Indah Susanti yang telah mendukung penulisan ini.

Daftar Pustaka

- [1] Huang, Tze-Haw, and Mao Lin Huang. "Analysis and visualization of co-authorship networks for understanding academic collaboration and knowledge domain of individual researchers." International Conference on Computer Graphics, Imaging and Visualisation (CGIV'06). IEEE, 2006.
- [2] Kumar, Sameer. "Co-authorship networks: a review of the literature." *Aslib Journal of Information Management* 67.1 (2015): 55-73.
- [3] Ley, Michael. "The DBLP computer science bibliography: Evolution, research issues, perspectives." International Symposium on String Processing and Information Retrieval. Springer Berlin Heidelberg, 2002.
- [4] Meng, Jiana, and Jun Guo. "Analysis of Researcher Coauthorship Network." Advanced Information Networking and Applications Workshops (WAINA), 2015 IEEE 29th International Conference on. IEEE, 2015.
- [5] Newman, Mark EJ. "The structure of scientific collaboration networks". Proceedings of the National Academy of Sciences 98.2 (2001): 404-409.
- [6] Newman, M. E. J. Who is the best connected scientist? A study of scientific co-authorship networks. *Phys. Rev. E* 64, 2001, 016131.
- [7] Nisa Sharafina, W. Maharani dan Adi Wijaya. Probabilistic Partnership Index (PPI) in social network analysis using Kretschmer approach.
- [8] Tim Dwyer, Bongshin Lee, Danyel Fisher. A Comparison of User-Generated and Automatic Graph Layouts, *IEEE Txn. Visualization and Computer Graphics*, vol. 15 no. 6, pp. 961- 68, 2009.
- [9] Uddin, S. Hossain, L. Abbasi, A. dan Rasmussen K. 2012. Trend and efficiency analysis of co-authorship network. *Scientometrics*. 90:687–699.
- [10] Wasserman, S. dan Faust K. 1994. *Social Network Analysis: Methods and Applications*. Cambridge University Press, Cambridge, New York.