

Klasterisasi Buku dan Peminjam Buku di Perpustakaan dengan Metode Analisis Jejaring Sosial dan Deteksi Komunitas

Tedy Setiadi¹, Rina Ratih Sri Sudaryanti², Ana Pujiastuti³

¹Program Studi Informatika

²Program Studi Pendidikan Bahasa Indonesia

³Pustakawan Perpustakaan

Universitas Ahmad Dahlan (UAD) Yogyakarta, Indonesia

Email: tedy.setiadi@tif.uad.ac.id¹, rinaratihud@pbsi.uad.ac.id², ana.pujiastuti@staff.uad.ac.id³

Abstrack - Book lending is the most important service in the library. So far, book borrowing data is often used as a statistical report, has not been analyzed further to find patterns/knowledge to deepen the insight of library managers. With the rapid growth of big data, social network analysis and community detection have been studied intensively by many researchers over the past few years. However, little research has been done on social network analysis and community detection of borrowing books at the library, and no one has even conducted a comparison analysis of community detection algorithms on book lending. In this paper, we propose an analysis of the library's book borrowing database using social network analysis and community detection methods. The purpose of this study is to find book clusters and borrower clusters by utilizing the best community detection method obtained. The research step begins with collecting data on borrowing books, constructing it into a bipartite graph model, projecting the bipartite graph into a book graph and a book borrowing graph. Then conduct experiments comparing several community detection algorithms for the two graphs, with evaluation metrics in the form of modularity, performance, coverage, density and entropy. The experimental results of Louvain's algorithm and Eva's algorithm have the best performance for book graphs and book borrowers. The application of community detection to the book graph obtained 16 clusters of books, while the book borrower graph obtained 21 clusters of book borrowers. The results of this clustering can be used as recommendations for library management in making library programs to increase the utility of books and increase user loyalty.

Keywords - Social Network Analysis, Community Detection, Bipartite Graph, Book Lending, Clustering

Intisari - Peminjaman buku adalah layanan di Perpustakaan yang paling penting. Sejauh ini, data peminjaman buku sering digunakan sebatas laporan statistik belum dianalisis lebih lanjut untuk menemukan pola/pengetahuan untuk memperdalam wawasan pengelola perpustakaan. Seiring pesatnya kajian big data, analisis jejaring sosial dan deteksi komunitas telah diteliti secara intensif oleh banyak peneliti selama beberapa tahun terakhir. Namun penelitian tentang analisis jejaring sosial dan deteksi komunitas terhadap peminjaman buku di Perpustakaan masih sedikit dilakukan, bahkan belum ada yang melakukan perbandingan algoritma deteksi komunitas. Dalam paper ini, kami mengusulkan analisis database peminjaman buku di Perpustakaan dengan metode analisis jaringan sosial dan deteksi komunitas. Tujuan penelitian ini menemukan kluster buku dan kluster peminjam dengan memanfaatkan metode deteksi komunitas terbaik yang diperoleh. Langkah penelitian dimulai dengan mengkoleksi data peminjaman buku, mengkonstruksi ke model graf bipartit, memproyeksikannya graf bipartite menjadi graf buku dan graf peminjam buku. Kemudian melakukan eksperimen membandingkan beberapa algoritma deteksi komunitas kedua graf tersebut, dengan metrik evaluasi berupa modularitas, performance, coverage, density dan entropy. Hasil eksperimen algoritma Louvain dan algoritma Eva memiliki kinerja terbaik untuk graf buku dan graf peminjam buku. Penerapan deteksi komunitas pada graf buku diperoleh 16 kluster buku, sedangkan pada graf peminjam buku diperoleh 21 kluster peminjam buku. Hasil Klasterisasi ini dapat dijadikan bahan rekomendasi untuk manajemen perpustakaan dalam

membuat program perpustakaan untuk meningkatkan utilitas buku dan meningkatkan loyalitas pemustaka.

Kata kunci—Analisis Jejaring Sosial, Deteksi Komunitas, graf bipartite, peminjaman buku, klasterisasi

I. PENDAHULUAN

Perpustakaan universitas berperan sebagai pusat sumber belajar dan sumber ilmu pengetahuan yang memiliki tantangan dalam melayani kebutuhan pengunjungnya [1]. Selain memiliki peran tersebut, perpustakaan juga berperan sebagai unit pembangkit data. Data di perpustakaan universitas terus meningkat seiring dengan perkembangan proses bisnis yang ada seperti peningkatan pengadaan koleksi, penambahan pengunjung, dan transaksi seperti peminjaman koleksi, pengaksesan koleksi online, peminjaman tempat. Sayangnya, data sebanyak ini belum dimanfaatkan secara optimal oleh sebagian besar perpustakaan universitas. Perpustakaan universitas pada umumnya sudah memiliki sistem transaksi database dan memiliki sistem informasi perpustakaan. Namun, data mereka belum dianalisis secara luas untuk menghasilkan berbagai pengetahuan yang mendukung kebijakan strategis.

Sejauh ini data peminjaman buku masih sebatas digunakan untuk mencari informasi dan laporan statistik, semisal informasi jumlah buku yang dipinjam per hari, rata-rata peminjam buku per semester, belum dimanfaatkan lebih lanjut untuk menemukan pola/pengetahuan seperti klaster buku dan klaster peminjaman yang ada [2]. Dengan menemukan klaster /segmen buku dan peminjam, dapat menjadi bahan rekomendasi pengelola perpustakaan agar dapat membuat berbagai kebijakan dan program mengoptimalkan utilitas buku dan meningkatkan loyalitas pemustaka.

Seiring era big data, analisis data dengan menggunakan pendekatan hubungan antar data berupa graf/jaringan berkembang pesat dalam dua dekade terakhir, salah satunya adalah metode analisis jejaring sosial (AJS). AJS merupakan metodologi untuk mengekstrak informasi dari data jejaring sosial online berdasarkan interaksi antar individu. Salah satu tugas utama AJS adalah deteksi komunitas, yaitu untuk mengidentifikasi kelompok yang relevan dari simpul dalam jaringan secara otomatis. Komunitas terbentuk dari simpul yang berbagi sesuatu, seperti afiliasi (teman, klub, kolega), minat bersama, konten bersama (buku, film, halaman web, produk). Analisis jejaring sosial dan deteksi komunitas telah banyak diteliti secara intensif dan memiliki banyak aplikasi di berbagai bidang, seperti klasterisasi (segmentasi) pasar, deteksi kriminal, sistem rekomendasi, deteksi jaringan teroris, jaringan co-authorship, analisis trending topic dan banyak lagi lainnya [4].

Namun dalam studi literatur, masih jarang penerapan analisis jejaring sosial dalam menganalisis peminjaman buku Perpustakaan, seperti untuk rekomendasi buku dan menganalisis perilaku peminjam buku. Sejauh ini, belum ada studi tentang klasterisasi buku dan peminjam serta analisis algoritma deteksi komunitas yang digunakan. Untuk itu, pada penelitian ini, kami mengusulkan penerapan analisis jejaring sosial dan deteksi komunitas untuk mengeksplorasi, memvisualisasi serta menganalisis jaringan peminjaman buku di Perpustakaan Universitas. Kontribusi penelitian ini bertujuan menjawab masalah 1) bagaimana menerapkan analisis jaringan sosial dan deteksi komunitas di perpustakaan untuk klasterisasi buku dan peminjam buku, 2) Algoritma deteksi komunitas mana yang memiliki kinerja terbaik dan 3) bagaimana klaster buku dan klaster peminjam yang dihasilkan? 4) Rekomendasi apa yang bisa dilakukan?

II. SIGNIFIKANSI STUDI

A. Studi Literatur

1. Kajian penelitian AJS dan Deteksi Komunitas

Beberapa penelitian terkait AJS di perpustakaan antara lain, Wu memanfaatkan data peminjaman buku dan teknik data mining untuk menemukan asosiasi antar buku dan sirkulasi statistik [5]. Keterbatasan penelitian ini adalah belum dilakukan validasi model terkait evaluasi kinerja. Yassine melakukan penelitian pada repositori Khan untuk mengetahui perkembangan komunitas dan kinerja jaringan pembelajaran online dengan menerapkan algoritma deteksi komunitas Parallel Louvain dan Parallel LPA [6]. Li dkk menganalisis topologi jaringan bipartit peminjaman buku di perpustakaan Universitas Shanghai, dan mereka mengusulkan sistem rekomendasi buku menggunakan data jaringan [7]. Yan dkk melakukan analisis faktor-faktor yang mempengaruhi perilaku pemustaka menggunakan analisis jaringan dan teknik data mining menggunakan data historis peminjaman buku di Peking University [8]. Han dkk. mempelajari perilaku membaca online di perpustakaan digital universitas melalui analisis jaringan. Mereka menunjukkan bahwa distribusi derajat jaringan peminjaman buku mengikuti distribusi eksponensial, dan mengikuti fenomena 'small-world' [9]. Tunali melakukan analisis jaringan peminjan buku dengan pendekatan analisis jejaring sosial dan deteksi komunitas, dengan data peminjaman buku Perpustakaan Ardahan University Turki [10]. Xin mengusulkan metode deteksi komunitas menggunakan data peminjaman buku, dengan mengubah data menjadi graf kesamaan pembaca dan menggunakannya untuk rekomendasi sistem [11]. Keterbatasan penelitian ini masih belum ada analisis dan perbandingan algoritma deteksi komunitas.

2. Algoritma Deteksi Komunitas

Masalah deteksi komunitas didasarkan pada dua aspek: graf non-atribut yaitu graf tidak memiliki atribut, hanya mempertimbangkan struktur jaringan, dan graf atribut yakni mempertimbangkan struktur dan atribut simpul [12]. Beberapa algoritma yang tergolong graf non-atribut adalah algoritma Louvain, Infomap, LPA, dan Walktrap. Algoritma Louvain diusulkan oleh Blondel [13], dengan metode heuristik berdasarkan optimasi modularitas. Algoritma ini terdiri dari dua langkah. Langkah pertama adalah proses memaksimalkan fungsi tujuan dengan memindahkan simpul ke komunitas. Langkah kedua adalah proses agregasi komunitas. Algoritma Infomap yang diusulkan oleh Rosvall [14] didasarkan pada prinsip-prinsip teori informasi yang menemukan komunitas optimal untuk menemukan deskripsi informasi minimum dari jalur acak dalam grafik. Algoritma memaksimalkan fungsi tujuan, yang disebut panjang deskripsi minimum. Algoritma LPA diusulkan oleh Raghavan [15] menggunakan proses iteratif untuk menemukan komunitas yang stabil pada grafik tanpa menggunakan fungsi tujuan. Algoritma walktrap yang dikemukakan oleh Pons [16] menemukan komunitas dalam graf dengan metode random walk. Random walk digunakan untuk menghitung jarak antar simpul.

Sedangkan beberapa algoritma yang diklasifikasikan sebagai graf atribut adalah algoritma SAC-1, Eva, dan Markov-clustering. Algoritma SAC-1 yang diusulkan oleh Dang [17] mengembangkan fungsi modularitas Newman dengan menambahkan atribut kesamaan. Algoritma menggunakan modularitas komposit sebagai bobot kombinasi antara struktur modularitas dan atribut modularitas. Algoritma Eva yang diusulkan oleh Citraro [18] memperluas algoritma Louvain dengan menambahkan metrik purity untuk mengukur kesamaan atribut simpul dalam graf. Algoritma pengelompokan Markov yang diusulkan oleh Schaeffer [19] adalah model pengelompokan deteksi komunitas berdasarkan simulasi aliran stokastik pada graf.

3. Graf Bipartit dan Proyeksi Graf

Banyak masalah dunia nyata dapat dimodelkan sebagai graf. Secara umum, suatu graf dilambangkan dengan dua tupel $G(V,E)$ dengan $V(G)$ disebut himpunan simpul dan $E(G)$ sebagai himpunan sisi. Graf bipartit adalah graf yang simpul-simpulnya terdiri dari dua himpunan bagian yang saling lepas dimana setiap sisinya tidak berasal dari himpunan bagian yang sama.

Definisi matematis graf bipartit sebagai berikut:

Definisi 1:

Sebuah graph $G(B, S, E)$ disebut graf bipartit jika $V(G) = B(G) \cup S(G)$ dan $B(G) \cap S(G) = \phi$ dan untuk setiap sisi $(uv) \in E(G)$ baik $u \in B(G), v \in S(G)$ atau $v \in B(G), u \in S(G)$. G disebut graf bipartiti komplit jika $\forall u \in B(G)$ and $\forall v \in S(G), (uv) \in E(G)$.

Graf bipartitit umumnya disajikan dengan sebuah matriks b-adjacency.

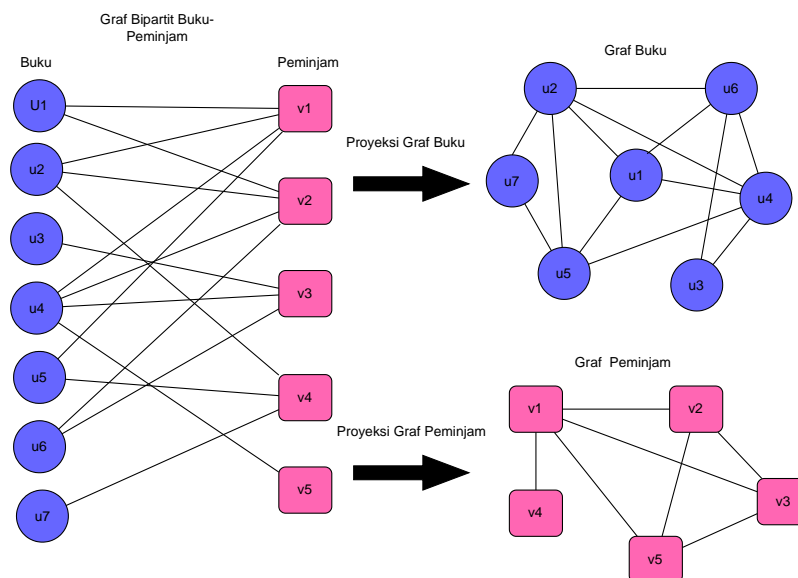
Untuk sembarang verteks $b_i \in B, s_j \in S$ dengan $|B(G)| \times |S(G)|$ dimana elemen matriks mengikuti sebagai berikut:

$$B(x) = \begin{cases} 1, & \text{jika } (b_i s_j) \in E(G) \\ 0, & \text{yang lainnya} \end{cases}$$

Karena sebagian besar algoritma dan analisis jaringan dirancang untuk graf umum, untuk graf bipartit salah satu teknik yang umum digunakan adalah memproyeksikan satu sisi simpul berdasarkan konektivitas dengan sisi lainnya. Secara formal, proyeksi dari graf bipartit ke graf unipartit dapat didefinisikan sebagai berikut:

Definisi 2: Misalkan $G(B,S,E)$ adalah graf bipartit. Proyeksi graf bipartit G untuk himpunan simpul B terhadap himpunan simpul S adalah dengan membangun sebuah jaringan unipartit atau jaringan satu mode $G'(B, E)$ dimana $V(G) = B$ dan $(b_i b_j) \in E(G')$ jika $N(b_i) \cap N(b_j) \neq \emptyset$ [20]. Dari proyeksi graf bipartit akan selalu menghasilkan sepasang graf unipartit, yaitu himpunan simpul U yang berasosiasi dengan S , dan himpunan simpul S yang berasosiasi dengan U .

Ilustrasi proyeksi graf bipartit menjadi dua grafik unipartit ditunjukkan pada gambar 1. Graf bipartit buku-peminjam diproyeksikan menjadi dua grafik unipartit: graf buku dan graf peminjam. Dua simpul pada graf proyeksi mempunyai hubungan karena mempunyai hubungan dengan simpul yang sama pada graf bipartit. Misalnya, simpul 1 dan 2 pada graf buku terhubung karena pada graf bipartit, simpul 1 dan 2 terhubung ke simpul yang sama, yaitu simpul A dan B.



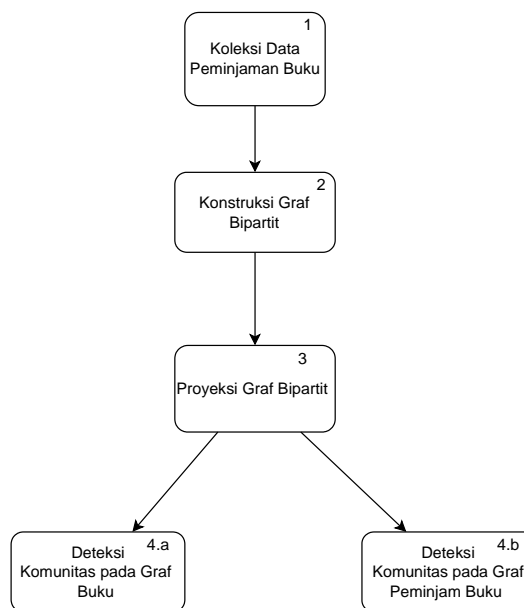
Gambar 1. Ilustrasi Proyeksi Graf Bipartit

4. *Metrik Kualitas Deteksi Komunitas*

Kualitas hasil deteksi komunitas diukur menggunakan berbagai metrik. Metriks yang dipilih untuk digunakan pada penelitian ini yaitu modularity, performance score, coverage, density, dan entropi. Modularity merupakan ukuran kekuatan struktur komunitas, di mana komunitas yang baik memiliki jumlah sisi internal yang lebih besar dan jumlah sisi antar komunitas yang lebih sedikit daripada yang diharapkan jika dibandingkan dengan graf acak. Performance Score adalah fungsi kualitas yang menghitung jumlah pasangan simpul yang "diinterpretasikan" dengan benar, yaitu dua simpul yang tergabung dalam komunitas yang sama dan dihubungkan oleh suatu sisi, atau dua simpul yang dimiliki oleh komunitas yang berbeda dan tidak dihubungkan oleh suatu sisi. Coverage adalah rasio jumlah sisi intra-komunitas dengan jumlah total sisi. Density untuk mengukur kekuatan hubungan antar simpul, yaitu rasio antara jumlah sisi yang terwakili dalam komunitas dan jumlah total sisi di seluruh graf. Entropy merupakan metrik yang diadopsi dari data mining untuk mengukur konten informasi (atribut simpul). Untuk setiap atribut, entropi dihitung untuk setiap komunitas dengan atribut terkait. Untuk metrik modularity, performance score, coverage, density nilai semakin besar mengindikasikan komunitas yang dihasilkan semakin baik, sedangkan metriks entropi nilai semakin kecil mengindikasikan nilai komunitas yang dihasilkan semakin homogen (semakin baik).

B. *Metode Penelitian*

Kerangka kerja klasterisasi buku dan peminjam buku berdasarkan data peminjaman buku dengan pendekatan analisis jejaring sosial dan deteksi komunitas di Perpustakaan Perguruan Tinggi terlihat pada gambar 2.



Gambar 2. Kerangka Kerja Klasterisasi buku dan peminjam

Langkah awal dimulai dengan mengoleksi data transaksi peminjaman buku, dilanjutkan dengan membangun graf bipartit buku dengan peminjam. Peminjam memiliki nama atribut program studi tempat mahasiswa berada. Kemudian kita membuat proyeksi graf bipartit menjadi graf unipartit yaitu graf buku dan grafik pengunjung. Graf buku adalah jenis graf non-atribut memiliki nama buku sebagai simpul, sedangkan graf pengunjung adalah jenis graf beratribut yang terdiri dari id pengunjung sebagai simpul dan program studi peminjam sebagai

atribut simpul. Setiap graf yang dihasilkan kita lakukan analisis jaringan sosial untuk menentukan properti grafik. Kemudian beberapa algoritma deteksi komunitas diterapkan untuk menghasilkan komunitas (klasterisasi yang diinginkan). Langkah akhir mengevaluasi kinerja algoritma deteksi komunitas yang digunakan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengumpulan Data Peminjaman Buku

Pengumpulan data peminjaman buku diambil dari simpus (sistem informasi perpustakaan) Perpustakaan Universitas X, berupa laporan peminjaman buku bertipe file laporan.csv sebanyak 16576 data historis tahun 2018-2021. Data peminjaman buku ini memiliki atribut kode barcode, judul buku, nomor peminjam, nama peminjam, jurusan pengunjung, tanggal peminjaman, dan tanggal kembali. Dari semua atribut ini, kami memilih atribut yang relevan untuk konstruksi graf bipartit sebagai berikut: atribut judul buku, nomor peminjam buku, dan program studi pengunjung.

B. Konstruksi Graf Bipartit dan Proyeksi Graf Unipartit

Proses analisis jejaring sosial adalah mentransformasi data transaksi ke bentuk model jaringan (graf). Algoritma untuk mengkonstruksi graf bipartit dari data peminjaman buku dan algoritma proyeksi graf bipartit disajikan dalam algoritma 1 a. dan algoritma 1.b.

Algoritma 1.a

Algorithm Konstruksi_graf bipartit
input: data peminjaman buku
output: graf bipartit
sisi \leftarrow *data[judul buku, no_peminjam]*
simpul_atributes \leftarrow *data[no_peminjam, prodi_peminjam]*
bg.buku \leftarrow *add_simpul_from_sisi[judul_buku]*
bg.peminjam \leftarrow *add_simpul_from_sisi[no_peminjam]*
for i in bg.peminjam
 add_atribut[prodi_peminjam]
return bg

Algoritma konstruksi graf bipartit membaca laporan.csv dari data historis dan ditransformasi menjadi graf bipartite. Simpul graf bipartit terdiri simpul judul buku dan simpul no peminjam, dan sisi graf bipartite dibentuk dari hubungan no peminjam meminjam buku. Prodi peminjam dijadikan atribut dari simpul no peminjam.

Algoritma 1.b

Algorithm Proyeksi Graf Bipartit
input : Matriks Bi-Adjency (B) dari graf bipartit
output: Matriks Adjency (A) dari graf unipartit
n \leftarrow *B.no_baris()*
m \leftarrow *B.no_kolom()*
for i \leftarrow *1 to n do*
 for j \leftarrow *i + 1 to m do*
 for k \leftarrow *1 to m do*
 if B[i][k] == 1 && B[j][k] == 1 then
 A[i][j] \leftarrow *1*

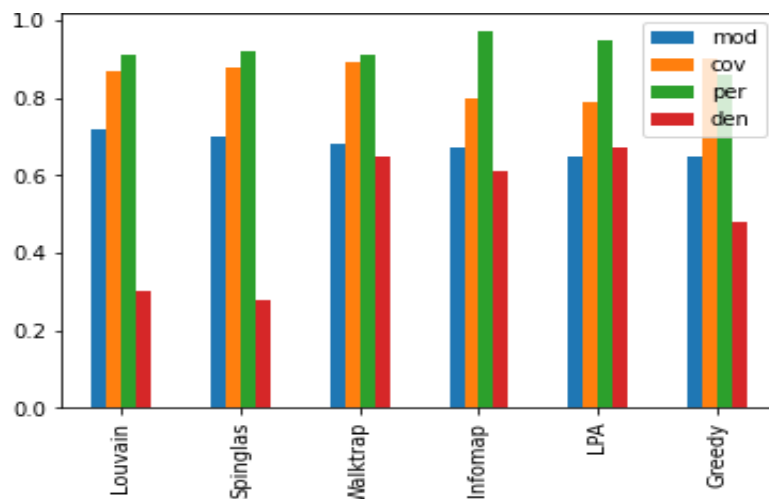
```

break
else
A[i][j] ← 0
    
```

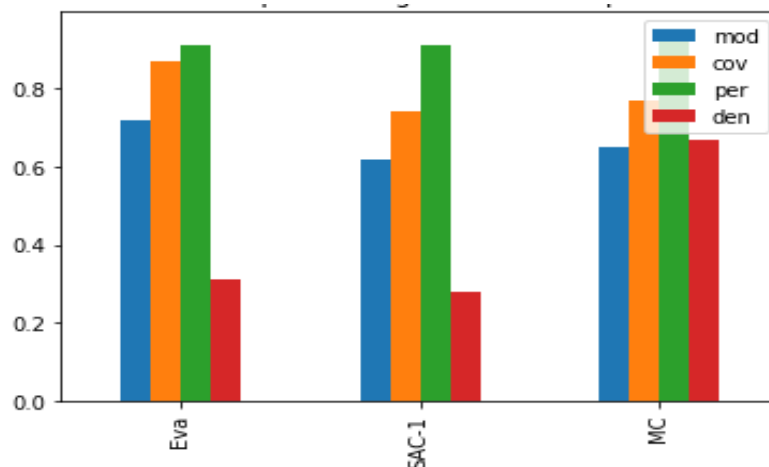
Algoritma Proyeksi Graf bipartit menjadi graf unipartit berupa graf buku dan graf peminjam buku merupakan transformasi dari matriks Bi-adjency pada graf bipartit menjadi dua buah matriks adjacency unipartit.

C. Perbandingan Algoritma Deteksi Komunitas

Pada graf non-atribut (graf buku), proses deteksi komunitas dieksekusi dengan algoritma Louvain, Spinglas, Walktrap, Infomap, LPA, dan Greedy, sedangkan pada graf beratribut (graf peminjam) dengan algoritma Eva, Markov-Clustering, dan SAC-1. Nilai modularity, coverage, performance, serta density disajikan dengan histogram pada gambar 3 dan 4 karena semua bernilai antara 0 sampai 1, sedangkan nilai entropy dan ukuran komunitas yang masing-masing algoritma disajikan pada tabel I.



Gambar 3. Algoritma Deteksi Komunitas pada graf buku



Gambar 4. Algoritma Deteksi Komunitas pada graf peminjam

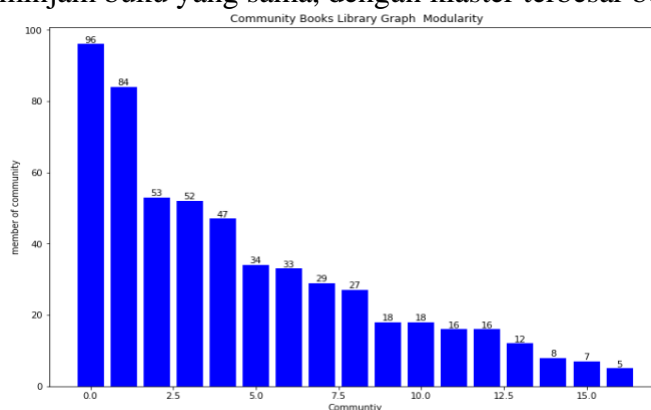
TABEL I.
NILAI ENTROPY DAN UKURAN KOMUNITAS DARI ALGORITMA DETEKSI KOMUNITAS

Graf	Algoritma	entropy	ukuran komunitas
Buku	Louvain	3.51	16
	Spinglas	3.77	19
	Walktrap	4.29	44
	Infomap	5.11	51
	LPA	4.79	52
Peminjam	Greedy	3.25	52
	Eva	3.49	21
	Sac1.0	3.62	15
	Markov	8.89	47

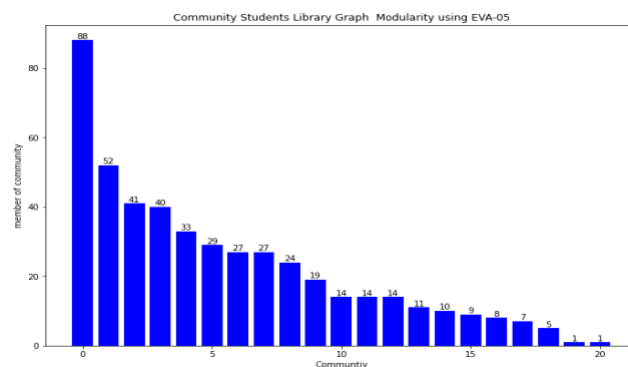
Hasil eksperimen menunjukkan bahwa untuk deteksi algoritma pada graf buku, secara umum tidak ada algoritma yang dominan untuk berbagai nilai metriks. Namun secara khusus, algoritma Louvain memiliki hasil terbaik pada nilai modularitas, ukuran komunitas, dan nilai entropy yang cukup baik. Sedangkan pada deteksi komunitas pada graf peminjam, algoritma Eva memiliki nilai dominan pada semua metriks modularity, performance score, coverage, density, entropy. Berdasarkan hasil evaluasi metriks tersebut, algoritma Louvain dan algoritma Eva selanjutnya dipilih untuk menentukan klusterisasi buku dan peminjam buku.

D. Proses penentuan kluster buku dan peminjam

Hasil persebaran komunitas dan simpul-simpul berderajat tertinggi dari masing-masing komunitas ditunjukkan pada Gambar 4.a dan 4.b. Pada gambar 5, diperoleh 16 komunitas (klaster) buku yang dipinjam bersama oleh pengunjung, dengan klaster terbesar memiliki 96 buku, sedangkan pada gambar 6 klaster peminjam buku terdapat 21 komunitas (klaster) pengunjung yang meminjam buku yang sama, dengan klaster terbesar beranggota 88 anggota.

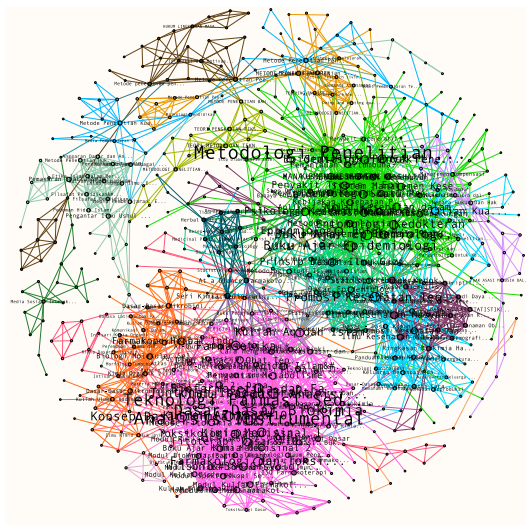


Gambar 5. Distribusi Komunitas Buku

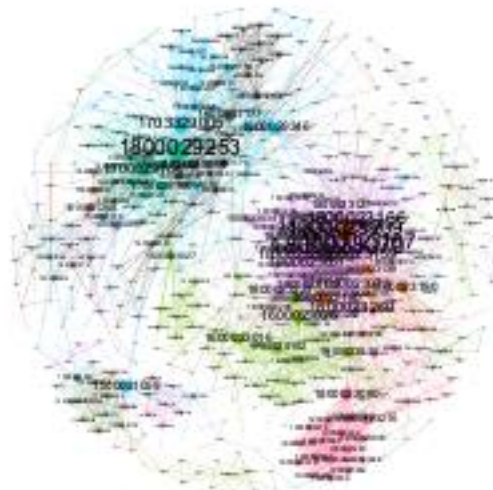


Gambar 6. Distribusi Komunitas Peminjam buk

Visualisasi graf buku, kluster buku dan graf peminjam buku dan kluster peminjam diperlihatkan dengan gambar 7 dan 8.



Gambar 7. Graf buku



Gambar 8. Graf peminjam buku

Selain itu, diperoleh buku paling populer dipinjam dan peminjam buku paling rajin digambarkan pada tabel II dan III.

TABEL II
RANKING LIMA BESAR ANGGOTA KLASTER BUKU DAN JUDUL BUKU

Banyaknya Anggota	Judul Buku
98	Metodologi Penelitian Kualitatif
84	Ilmu Kesehatan Masyarakat
55	Farmakope Herbal Indonesia
52	Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif dan Kualitatif
52	Teori dan Aplikasi Promosi Kesehatan

TABEL III
RANKING LIMA BESAR ANGGOTA KLASTER PEMINJAM DAN PROGRAM STUDINYA

Banyak anggota	No peminjam buku	Program Studi
88	1800023209	Farmasi
52	1800023260	Kesehatan Masyarakat
26	1800029253	Farmasi
40	1900023276	Informatika
33	1900023134	Pendidikan Biologi

IV. KESIMPULAN

Telah berhasil diterapkan konsep analisis jejaring sosial dan deteksi komunitas untuk menemukan klasterisasi buku dan pengunjung dengan mengoptimalkan data historis peminjaman buku yang ada perpustakaan. Pada perbandingan algoritma deteksi komunitas, pada graf non atribut algoritma Louvain dan pada graf atribut algoritma Eva keduanya memiliki kinerja paling baik. Klasterisasi dengan algoritma Louvain dan Eva buku, dihasilkan 16 klaster dan buku, dimana buku “Metodologi Penelitian Kualitatif” paling banyak diminati, sedangkan untuk peminjam memiliki 21 komunitas (klaster) dan pengunjung dari jurusan Farmasi paling banyak rajin meminjam buku. Pengetahuan tentang klaster buku dan peminjam buku ini bermanfaat bagi manajemen perpustakaan dalam kebijakan pengadaan buku yang optimal serta promosi perpustakaan kepada pemustaka yang relevan.

Hasil klasterisasi buku dan peminjam berkontribusi sebagai rekomendasi kepada pengelola perpustakaan. Pada jaringan buku, (1) klaster buku populer, perlu memastikan ketersediaan jumlah buku sehingga peminjam tidak kesulitan sewaktu akan meminjam buku, dan (2) klaster buku yang tidak populer (jumlah anggotanya kecil) perlu meningkatkan kegiatan sosialisasi dan promosi buku sehingga meningkat penggunaan bukunya. Pada jaringan peminjam buku, (3) klaster peminjam loyal perlu program untuk mempertahankan loyalitas peminjam seperti memberikan reward bagi yang loyal meminjam, sebaliknya (4) klaster peminjam tidak loyal (jarang meminjam buku teks) dapat disebabkan kecenderungan pergeseran minat peminjam dari buku cetak ke buku digital, maka perlu meningkatkan buku yang berbentuk digital.

REFERENSI

- [1] E. Elvy and H. Heriyanto, “Peran Perpustakaan Perguruan Tinggi Dalam Mendukung Implementasi Sustainable Development Goal 4,” *Baca J. Dokumentasi Dan Inf.*, vol. 42, no. 1, p. 153, 2021.
- [2] I. Chaidir, D. W. Aditya, and S. Sumarna, “Rancang Bangun Sistem Informasi Perpustakaan Berbasis Web Pada Mts Al – Husna Depok,” *J I M P - J. Inform. Merdeka Pasuruan*, vol. 5, no. 2, pp. 1–6, 2021.
- [3] C. H. Wu, T. Z. Lee, and S. C. Kao, “ Knowledge discovery applied to material acquisitions for libraries,” *Inf. Process. Manag.*, vol. 40, no. 4, pp. 709–725, 2004.
- [4] S. Counts *et al.*, “Computational social science,” vol. 323, no. February, pp. 105–108, 2014.
- [5] M. A. Javed, M. S. Younis, S. Latif, J. Qadir, and A. Baig, “Community detection in networks: A multidisciplinary review,” *J. Netw. Comput. Appl.*, vol. 108, pp. 87–111, 2018.

- [6] L. Xin, E. Haihong, and S. Junde, "Community detection based on readers' borrowing records," *Proc. - 2013 IEEE Int. Conf. Green Comput. Commun. IEEE Internet Things IEEE Cyber, Phys. Soc. Comput. GreenCom-iThings-CPSCOM 2013*, pp. 1001–1005, 2013.
- [7] S. Yassine, S. Kadry, and M. A. Sicilia, "Application of community detection algorithms on learning networks. The case of Khan Academy repository," *Comput. Appl. Eng. Educ.*, no. December 2019, 2020.
- [8] M. Erfanmanesh and E. Hosseini, "Using Social Network Analysis Method to Visualize Library & Information Science Research," *J. Adv. Inf. Technol.*, vol. 7, no. 3, pp. 177–181, 2016.
- [9] Y. H. Said, E. J. Wegman, W. K. Sharabati, and J. T. Rigsby, "Social networks of author-coauthor relationships," *Comput. Stat. Data Anal.*, vol. 52, no. 4, pp. 2177–2184, 2008.
- [10] J. Zheng, J. Gong, R. Li, K. Hu, H. Wu, and S. Yang, "Community evolution analysis based on co-author network: a case study of academic communities of the journal of 'Annals of the Association of American Geographers,'" *Scientometrics*, vol. 113, no. 2, pp. 845–865, 2017.
- [11] J. Choi, S. Yi, and K. C. Lee, "Analysis of keyword networks in MIS research and implications for predicting knowledge evolution," *Inf. Manag.*, vol. 48, no. 8, pp. 371–381, 2011.
- [12] F. Tang and W. Ding, "Community detection with structural and attribute similarities," *J. Stat. Comput. Simul.*, vol. 89, no. 4, pp. 668–685, 2019.
- [13] V. D. Blondel, J. Guillaume, and E. Lefebvre, "Fast unfolding of communities in large networks," *J. Stat. Mech. theory Exp.*, pp. 1–12, 2008.
- [14] M. Rosvall and C. T. Bergstrom, "Maps of random walks on complex networks reveal community structure," *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.*, vol. 105, no. 4, pp. 1118–1123, 2008.
- [15] U. N. Raghavan, R. Albert, and S. Kumara, "Near linear time algorithm to detect community structures in large-scale networks," *Phys. Rev. E - Stat. Nonlinear, Soft Matter Phys.*, vol. 76, no. 3, pp. 1–11, 2007.
- [16] P. Pons and M. Latapy, "Computing communities in large networks using random walks," *J. Graph Algorithms Appl.*, vol. 10, no. 2, pp. 191–218, 2006.
- [17] T. A. Dang and E. Viennet, "Community Detection based on Structural and Attribute Similarities," *Int. Conf. Digit. Soc.*, no. c, pp. 7–14, 2012.
- [18] S. Citraro and G. Rossetti, "Eva: Attribute-Aware Network Segmentation," vol. 1, no. Cd, pp. 1–8, 2019.
- [19] S. E. Schaeffer, "Graph clustering by flow simulation," *Comput. Sci. Rev.*, vol. 1, no. september 1969, pp. 27–64, 2007.
- [20] H. Gmati, A. Mouakher, and I. Hilali-Jaghdam, "BI-COMDET: Community detection in bipartite networks," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 159, pp. 313–322, 2019.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada LPPM UAD yang telah memberi dukungan financial terhadap penelitian ini.