

ANALISIS TREN LOWONGAN PEKERJAAN SOFTWARE ENGINEERING DI INDONESIA DENGAN CLUSTERING DAN SOCIAL NETWORK ANALYSIS

Tiara Amanda Jullet Harahap¹, Cahyono Budy Santoso^{2*}

^{1,2}Sistem Informasi, Fakultas Teknologi dan Desain, Universitas Pembangunan Jaya, Tangerang Selatan, Indonesia

Email: ¹tiara.amandajullet@student.upj.ac.id, ²cahyono.budy@upj.ac.id

(* : corresponding author)

Abstrak—Pertumbuhan ekonomi digital di Indonesia mendorong permintaan tinggi terhadap tenaga kerja *software engineering*. Namun, distribusi spasial dan keterkaitan antar entitas dalam ekosistem lowongan kerja digital belum dianalisis secara komprehensif. Penelitian ini bertujuan untuk menjawab permasalahan kurangnya pemetaan struktur dan tren lowongan pekerjaan *software engineering* di Indonesia. Untuk itu, digunakan dua pendekatan analitik: *K-Means Clustering* untuk segmentasi spasial dan fungsional berdasarkan atribut lokasi dan posisi, serta *Social Network Analysis* (SNA) untuk menganalisis struktur hubungan antara lokasi, perusahaan, dan posisi pekerjaan. Data dikumpulkan melalui *web scraping* dari 12 platform daring terkemuka di Indonesia, menghasilkan 5.272 entri yang disaring menjadi 2.303 entri unik. Hasil *clustering* menunjukkan bahwa posisi *Software Engineer* (85 koneksi), *Data Engineer*, dan *Frontend Developer* mendominasi di Jakarta dan Tangerang. Jakarta tercatat sebagai lokasi dengan *Degree Centrality* tertinggi (1.396), menandakan dominasinya sebagai pusat rekrutmen digital nasional. Dari sisi perusahaan, PT Telkom Indonesia (*degree* = 62) dan Shopee (*degree* = 58) merupakan aktor strategis. Posisi *Product Manager* dan *DevOps Engineer* memiliki nilai *betweenness* tertinggi, menunjukkan fungsi lintas tim yang krusial. Penelitian ini memberikan kontribusi terhadap pemahaman spasial dan struktural pasar tenaga kerja digital Indonesia. Temuan ini dapat dimanfaatkan untuk strategi rekrutmen, perencanaan pendidikan vokasional, dan pengembangan karier. Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengintegrasikan dimensi temporal dan variabel keahlian atau gaji guna memperluas cakupan analisis.

Kata Kunci: Analisis Jejaring Sosial, *Clustering*, Lowongan Pekerjaan, Pasar Kerja Digital, *Software Engineering*

Abstract—Indonesia's growing digital economy has triggered a rising demand for software engineering professionals. However, the spatial distribution and structural relationships among entities in the job vacancy ecosystem remain insufficiently studied. This research addresses the gap by applying *K-Means Clustering* and *Social Network Analysis* (SNA) to map the structure and trends of software engineering job opportunities in Indonesia. Using web scraping across 12 online platforms, 5,272 job postings were collected and filtered into 2,303 unique entries. Clustering identified *Software Engineer*, *Data Engineer*, and *Frontend Developer* as dominant roles in Jakarta and Tangerang. Jakarta emerged as the most central location (*degree* = 1,396), while PT Telkom Indonesia (62) and Shopee (58) were top recruiting companies. *Product Manager* and *DevOps Engineer* ranked highest in *betweenness centrality*, acting as critical cross-functional connectors. The findings contribute to a deeper understanding of Indonesia's digital labor market, informing recruitment strategies, vocational curriculum design, and career planning. Future research should incorporate temporal, skills-based, and salary data to enrich the analysis.

Keywords: *Clustering*, Digital Labor Market, Job Vacancies, Social Network Analysis, Software Engineering

1. PENDAHULUAN

Pertumbuhan pesat ekonomi digital di Indonesia telah menciptakan lonjakan permintaan terhadap talenta di bidang teknologi informasi, khususnya pada sektor *software engineering*. Menurut laporan [1] Indonesia diperkirakan membutuhkan lebih dari 600.000 talenta digital per tahun hingga 2030 untuk mendukung transformasi digital lintas sektor industri. Namun demikian, ketersediaan dan distribusi tenaga kerja digital belum seimbang dengan permintaan pasar. Laporan yang sama mengungkapkan bahwa hanya sekitar 30% perusahaan di Indonesia yang berhasil merekrut talenta digital sesuai dengan kebutuhan spesifik mereka.

Salah satu indikator ketimpangan tersebut tercermin dari tren peningkatan jumlah lowongan pekerjaan di berbagai platform rekrutmen daring, seperti LinkedIn, JobStreet, dan Glints [2]. Namun, kajian mendalam mengenai pola distribusi dan keterkaitan antar elemen dalam ekosistem rekrutmen, seperti posisi kerja, lokasi, dan perusahaan, masih sangat terbatas [3]. Sebagian besar studi sebelumnya hanya berfokus pada analisis deskriptif atau pemetaan posisi secara satu dimensi [4], tanpa menggali hubungan struktural antar entitas secara komprehensif.

Dalam menjawab tantangan ini, pendekatan *data mining* seperti *clustering* menawarkan solusi analitis untuk mengelompokkan lowongan pekerjaan berdasarkan atribut serupa, seperti lokasi dan jenis posisi [5]. Salah satu algoritma yang populer dan efektif untuk tujuan ini adalah *K-Means Clustering*. Pendekatan serupa juga

telah diterapkan dalam studi pengelompokan berbasis data lain, seperti musik digital oleh Hakim et al. [6] yang membuktikan efektivitas algoritma ini dalam konteks klasifikasi berbasis karakteristik data. Di sisi lain, pendekatan *Social Network Analysis* memungkinkan visualisasi dan analisis hubungan antara elemen-elemen seperti perusahaan, lokasi, dan posisi kerja dalam bentuk graf yang kompleks serta terstruktur [7].

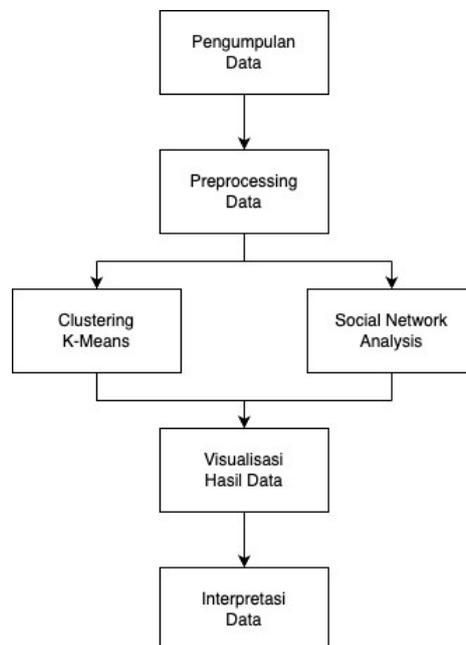
Kombinasi kedua metode ini diyakini mampu memberikan pemahaman yang lebih mendalam mengenai lanskap rekrutmen digital dibandingkan dengan pendekatan tunggal. Meskipun sudah terdapat studi yang memanfaatkan *K-Means Clustering* dalam konteks pasar tenaga kerja [7][8], penggunaannya masih terbatas pada segmentasi berbasis lokasi atau posisi secara parsial. Sementara itu, sebagian besar studi *Social Network Analysis* masih terfokus pada analisis jejaring sosial di media sosial maupun dalam bidang akademik [9][10]. Hingga saat ini, belum ditemukan studi yang menggabungkan kedua pendekatan tersebut secara simultan dalam konteks analisis lowongan pekerjaan *software engineering* di Indonesia.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengisi kesenjangan tersebut melalui dua pendekatan, yaitu: (1) mengelompokkan lowongan pekerjaan *software engineering* berdasarkan kesamaan atribut seperti lokasi dan perusahaan menggunakan metode *K-Means Clustering*, dan (2) menganalisis relasi struktural antara posisi pekerjaan, lokasi, dan perusahaan menggunakan *Social Network Analysis*. Pendekatan ini diharapkan tidak hanya memberikan segmentasi spasial dan fungsional terhadap data lowongan, tetapi juga menghasilkan representasi visual yang memetakan entitas strategis dalam jaringan rekrutmen digital di Indonesia.

Kebaruan dari penelitian ini terletak pada integrasi dua metode eksploratif berbasis data yang belum banyak diterapkan secara bersamaan dalam studi ketenagakerjaan di Indonesia, khususnya pada sektor teknologi. Dengan memahami struktur hubungan antara entitas dalam ekosistem rekrutmen digital, penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi penting bagi pemangku kebijakan, institusi pendidikan, dan pencari kerja dalam merespons kebutuhan pasar kerja berbasis teknologi secara lebih adaptif dan terarah.

Analisis tren lowongan pekerjaan di bidang *software engineering* penting dilakukan untuk memahami kebutuhan industri dan distribusi lowongan kerja, khususnya di tengah perkembangan ekonomi digital. Dalam penelitian ini digunakan dua pendekatan utama, yaitu *K-Means Clustering* dan *Social Network Analysis* [8].

2. METODE PENELITIAN



Gambar 1. Flow Chart Pengolahan Data

Gambar 1 menampilkan alur kerja proses pengolahan data yang digunakan dalam penelitian ini. Proses dimulai dari tahap pengumpulan data melalui *web scraping* dari berbagai platform lowongan pekerjaan, dilanjutkan dengan tahap *preprocessing* atau persiapan data dengan melakukan pembersihan menggunakan *Pustaka Pandas* dan *encoding* data menggunakan *tool* *LabelEncoder* dari *pustaka* *Scikit-learn* untuk mengubah data kategorikal menjadi representasi numerik. Setelah data siap, dilakukan dua pendekatan analisis, yaitu metode *K-Means* untuk klusterisasi (*clustering*) dan *Social Network Analysis* untuk eksplorasi relasi antar-entitas. *Output* dari kedua pendekatan ini kemudian divisualisasikan untuk interpretasi dan pembuatan kesimpulan akhir.

2.1. Identifikasi Masalah

Analisis tren lowongan pekerjaan di bidang *software engineering* penting dilakukan untuk memahami kebutuhan industri dan distribusi lowongan kerja, khususnya di tengah perkembangan ekonomi digital. Dalam penelitian ini digunakan dua pendekatan utama, yaitu *K-Means Clustering* dan *Social Network Analysis* [7].

Metode *K-Means Clustering* digunakan untuk mengelompokkan data lowongan pekerjaan berdasarkan atribut yang serupa, seperti lokasi dan perusahaan. Algoritma ini dipilih karena kemampuannya dalam menangani data dalam jumlah besar serta menghasilkan *cluster* atau kluster yang dapat divisualisasikan secara efektif. Penentuan jumlah kluster dan parameter lain dilakukan dengan mempertimbangkan karakteristik distribusi data dan praktik umum dalam penerapan *K-Means*.

Setelah proses klusterisasi, hasilnya dianalisis lebih lanjut menggunakan metode *Social Network Analysis*. *Social Network Analysis* digunakan untuk memetakan dan menganalisis hubungan antar entitas dalam data lowongan pekerjaan, seperti keterkaitan antar perusahaan, posisi pekerjaan, dan lokasi geografis. Dalam konstruksi jaringan, simpul (*nodes*) merepresentasikan entitas seperti perusahaan atau posisi kerja, sedangkan sisi (*edges*) menggambarkan hubungan antara entitas tersebut berdasarkan kemunculan bersamaan dalam satu lowongan. Analisis jaringan dilakukan dengan menggunakan metrik seperti *degree centrality*, *betweenness centrality*, dan *closeness centrality* untuk mengidentifikasi aktor yang paling berpengaruh dalam struktur jaringan pekerjaan.

Kombinasi metode *K-Means* dan *Social Network Analysis* dipilih karena keduanya saling melengkapi: klusterisasi memberikan wawasan mengenai pengelompokan data berdasarkan atribut numerik atau kategorikal, sedangkan *Social Network Analysis* memberikan pemahaman tentang struktur hubungan dan pengaruh antar entitas. Dengan pendekatan ini, analisis tidak hanya mampu mengidentifikasi wilayah dominan dan perusahaan strategis, tetapi juga mengungkap posisi-posisi kunci dalam ekosistem pasar kerja teknologi di Indonesia [11].

2.2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui proses *web scraping* menggunakan pustaka Selenium dengan bahasa pemrograman Python untuk mengekstrak data dari berbagai situs pencarian kerja daring di Indonesia, seperti JobStreet, LinkedIn, Glints, Indeed, dan platform sejenis lainnya [9]. Proses *scraping* dilakukan dalam rentang waktu tertentu dan ditujukan untuk memperoleh data lowongan pekerjaan yang relevan.

Data yang dikumpulkan mencakup tiga atribut utama, yaitu nama perusahaan, posisi pekerjaan (seperti *Software Engineering*), serta lokasi geografis pekerjaan. Hasil *scraping* diekspor ke dalam format CSV (*Comma-Separated Values*), yang kemudian digunakan sebagai input dalam tahap pra-pemrosesan dan analisis selanjutnya. Tahapan ini bertujuan untuk membangun kumpulan data yang terstruktur dan siap dianalisis menggunakan metode *K-Means Clustering* dan *Social Network Analysis* guna mengidentifikasi pola spasial dan relasional dalam pasar kerja teknologi di Indonesia.

2.3. Persiapan Data

Proses *label encoding* dilakukan dengan menggunakan *tool* LabelEncoder, yang umum digunakan untuk mengubah data kategorikal menjadi representasi numerik dalam algoritma seperti *K-Means* [9][12]. Metode ini dipilih karena sesuai untuk data diskrit dan efisien digunakan dalam algoritma *K-Means* yang memerlukan representasi numerik untuk perhitungan jarak Euclidean. Meskipun metode lain seperti *one-hot encoding* dapat digunakan, namun *label encoding* dianggap memadai karena fokus analisis bukan pada makna teks, melainkan pada kategorisasi entitas yang telah terstandarisasi.

2.4. Metode Analisis

Setelah data dipersiapkan, proses analisis dilakukan menggunakan dua pendekatan utama, yaitu *K-Means Clustering* dan *Social Network Analysis*. Kedua metode ini digunakan untuk saling melengkapi sehingga dapat menghasilkan pemahaman yang menyeluruh terhadap struktur data lowongan pekerjaan *software engineering* di Indonesia.

Pendekatan *Clustering* menggunakan metode *K-Means* digunakan untuk mengelompokkan data lowongan pekerjaan berdasarkan atribut yang serupa, seperti lokasi dan Perusahaan [13][14]. Algoritma ini dipilih karena kemampuannya dalam menangani data dalam jumlah besar serta menghasilkan kluster yang dapat divisualisasikan secara efektif. Penentuan jumlah kluster dan parameter lain dilakukan dengan mempertimbangkan karakteristik distribusi data dan praktik umum dalam penerapan *K-Means*. Algoritma ini mengelompokkan data ke dalam sejumlah kluster dengan mempertimbangkan jarak Euclidean antar entitas. Jarak Euclidean antara dua titik dalam ruang dua dimensi dapat dihitung dengan rumus (1).

$$d(p, q) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (p_i - q_i)^2} \tag{1}$$

Untuk menentukan dan memvalidasi jumlah kluster yang optimal, digunakan metrik *silhouette coefficient*, yang dapat menunjukkan nilai terbaik dari jumlah kluster (*k*) tertentu [12]. Hasil pengelompokan ini divisualisasikan dengan teknik *Principal Component Analysis* (PCA), yang membantu merepresentasikan data dalam ruang dua dimensi sehingga lebih mudah untuk dianalisis secara visual.

Setelah proses klusterisasi, hasilnya dianalisis lebih lanjut menggunakan metode *Social Network Analysis*. *Social Network Analysis* digunakan untuk memetakan dan menganalisis hubungan antar entitas dalam data lowongan pekerjaan, seperti keterkaitan antar perusahaan, posisi pekerjaan, dan lokasi geografis [15][8]. Dalam konstruksi jaringan, simpul (*nodes*) merepresentasikan entitas seperti perusahaan atau posisi kerja, sedangkan sisi (*edges*) menggambarkan hubungan antara entitas tersebut berdasarkan kemunculan bersamaan dalam satu lowongan.

Proses analisis dan visualisasi jaringan dilakukan menggunakan perangkat lunak Gephi 0.9.2, yang mendukung analisis topologi jaringan secara interaktif dan komprehensif. Tiga metrik sentralitas, *Degree Centrality*, *Betweenness Centrality*, dan *Closeness Centrality* [12]

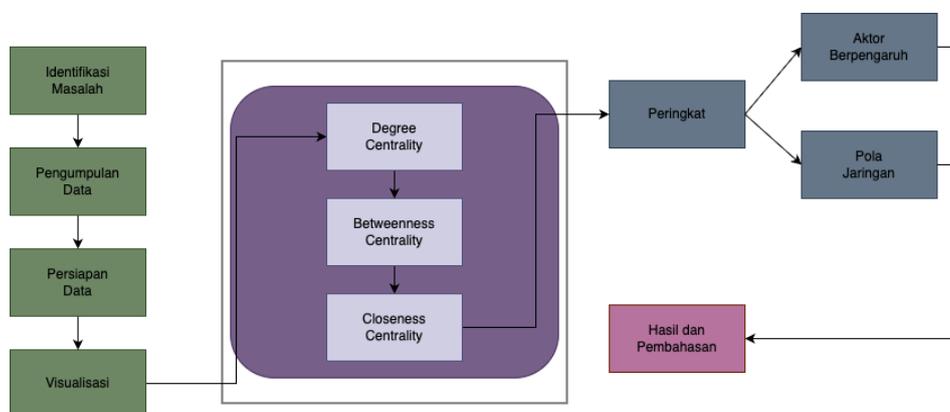
Degree Centrality digunakan dalam analisis jaringan untuk mengevaluasi peran relatif setiap *node* dalam struktur jaringan. *Betweenness Centrality* digunakan untuk mengidentifikasi *node* yang menjadi jalur penghubung strategis dalam hubungan antar *node*, yang berperan penting dalam distribusi informasi atau aliran tenaga kerja. Sementara itu, *Closeness Centrality* menilai efisiensi *node* dalam menjangkau *node* lain di jaringan, yang merefleksikan potensi *node* tersebut untuk menjadi pusat penyebaran informasi atau konektivitas pasar kerja.

Kombinasi metode *K-Means* dan *Social Network Analysis* dipilih karena keduanya saling melengkapi: klusterisasi memberikan wawasan mengenai pengelompokan data berdasarkan atribut numerik atau kategorikal, sedangkan *Social Network Analysis* memberikan pemahaman tentang struktur hubungan dan pengaruh antar entitas. Dengan pendekatan ini, analisis tidak hanya mampu mengidentifikasi wilayah dominan dan perusahaan strategis, tetapi juga mengungkap posisi-posisi kunci dalam ekosistem pasar kerja teknologi di Indonesia [7].

2.5. Visualisasi dan Peringkat

Setelah proses analisis dengan metode *K-Means Clustering* dan *Social Network Analysis* hasil pengolahan data divisualisasikan untuk memberikan pemahaman eksploratif yang lebih mendalam. Visualisasi kluster dilakukan menggunakan teknik *Principal Component Analysis* (PCA), yang menampilkan distribusi kelompok lowongan pekerjaan dalam ruang dua dimensi secara ringkas dan informatif. Visualisasi menunjukkan pembagian kluster berdasarkan kombinasi posisi, lokasi, dan perusahaan.

Untuk mendukung interpretasi hasil *Social Network Analysis* jaringan visual yang menggambarkan keterkaitan antara posisi pekerjaan, lokasi geografis, dan perusahaan disusun dalam bentuk graf bipartit menggunakan perangkat lunak Gephi 0.9.2 dengan memanfaatkan metrik sentralitas *Degree Centrality*, *Betweenness Centrality*, serta *Closeness Centrality* yang menilai efisiensi sebuah *node* dalam menjangkau *node* lainnya dalam jaringan. Visualisasi dan pemeringkatan ini dirancang untuk memberikan informasi yang relevan bagi pengambil kebijakan, perusahaan teknologi, maupun pencari kerja dalam memahami struktur peluang kerja dan hubungan antarentitas dalam ekosistem digital.

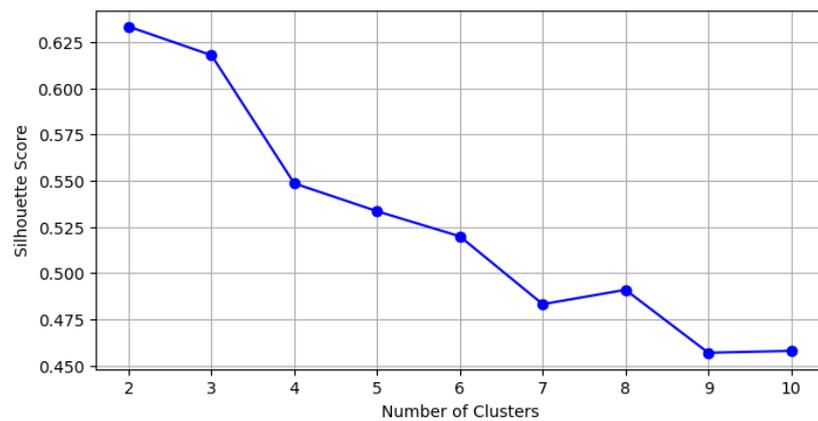


Gambar 2. Alur Penelitian dengan Pendekatan *Social Network Analysis*

Gambar 2 menggambarkan alur logis dari pendekatan *Social Network Analysis* yang digunakan dalam penelitian. Setelah data dikonversi ke dalam format graf bipartit yang terdiri dari tiga entitas utama (lokasi, perusahaan, dan posisi pekerjaan), dilakukan pemetaan jaringan menggunakan Gephi. Tahap berikutnya adalah analisis menggunakan tiga metrik sentralitas utama (*Degree*, *Betweenness*, dan *Closeness*) untuk mengidentifikasi *node* yang memiliki peran strategis dalam jaringan. Diagram ini memberikan gambaran konseptual yang jelas tentang bagaimana relasi antar entitas diolah dan dianalisis.

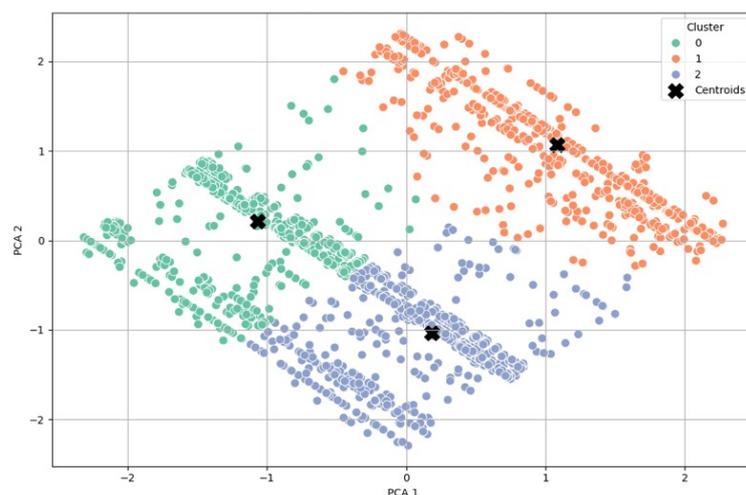
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data lowongan *software engineering* dikumpulkan melalui *web scraping* dari platform kerja JobStreet, LinkedIn, Glints, Indeed, Kalibr, Karier.com, Jobs.id, Loker.id, Urbanhire, Topkarir, Glassdoor, dan Seek di Indonesia (29 Maret–5 April 2025), menghasilkan 5.272 entri data yang disaring menjadi 2.303 *unique nodes*.



Gambar 3. Visualisasi Grafik Perbandingan *Silhouette Score* dengan *Number of Cluster*

Berdasarkan hasil *clustering*, pengelompokan lowongan pekerjaan berdasarkan kombinasi lokasi dan posisi menghasilkan tiga kluster yang merepresentasikan konsentrasi kebutuhan tenaga kerja digital di Indonesia. Pemilihan jumlah kluster optimal pada $k = 3$ didukung oleh nilai *Silhouette Score* tertinggi (0,617), mengindikasikan pemisahan yang paling jelas di antara kluster yang terbentuk, dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 4. Visualisasi *Clustering k=3*

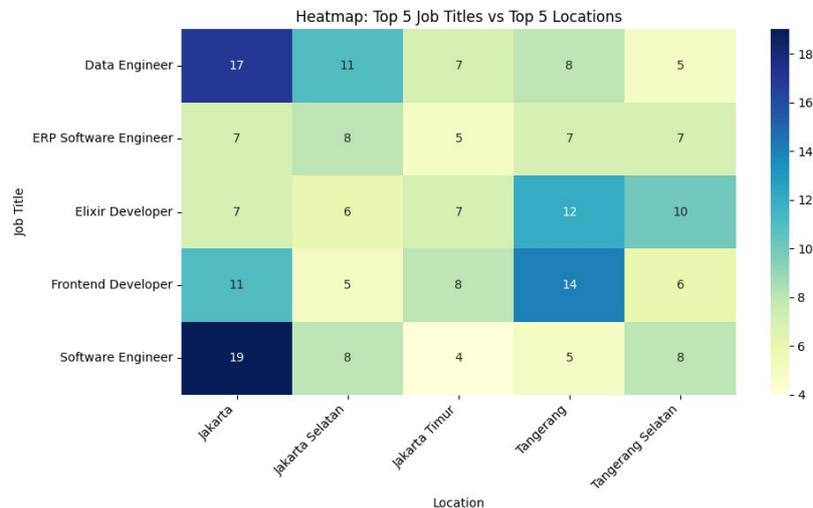
Gambar 4 menunjukkan hasil visualisasi data lowongan pekerjaan setelah dilakukan proses *clustering* menggunakan algoritma *K-Means* dengan jumlah kluster optimal ($k=3$). Setiap titik pada grafik mewakili sebuah entri lowongan pekerjaan yang telah dipetakan ke dalam ruang dua dimensi menggunakan teknik *Principal Component Analysis* (PCA). Warna berbeda menandakan kluster yang terbentuk, yang masing-masing mencerminkan kesamaan karakteristik berdasarkan kombinasi lokasi dan posisi pekerjaan. Visualisasi ini memudahkan identifikasi konsentrasi pekerjaan digital di wilayah tertentu.



Gambar 5. Visualisasi Total Jumlah Data per Cluster

Visualisasi jumlah data per klaster pada Gambar 5 menunjukkan distribusi sebagai berikut:

- Klaster 0: Memiliki data ±1.850 entri dengan posisi dominan *Software Engineer* di Jakarta. Ini mencerminkan bahwa Jakarta bukan hanya pusat pemerintahan, tetapi juga pusat industri digital nasional.
- Klaster 1: Tangerang memiliki data ±1.500 entri dengan dominasi posisi *Frontend Developer*, menandakan pergeseran permintaan industri terhadap talenta yang fokus pada *user interface* dan *user experience*.
- Klaster 2: Kembali ke Jakarta sebagai lokasi yang juga dominan untuk posisi *Data Engineer*, dengan ±1.950 entri. Ini menunjukkan tren meningkatnya kebutuhan akan talenta big data seiring adopsi teknologi *cloud* dan *data-driven decision making* di sektor industri



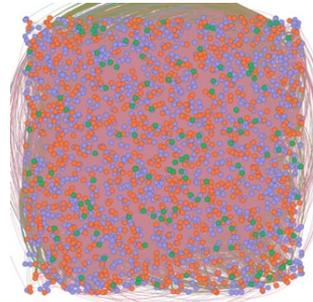
Gambar 6. Visualisasi Heatmap dengan 5 Posisi dan Lokasi Tertinggi

Hasil ini diperkuat oleh visualisasi *heatmap* pada Gambar 6 di mana lokasi Jakarta dan Tangerang secara konsisten menunjukkan frekuensi tinggi lowongan untuk posisi teknis seperti *Software Engineer*, *Data Engineer*, dan *Frontend Developer*. Hal ini menunjukkan konsentrasi spasial pasar tenaga kerja digital di kota-kota besar, sedangkan wilayah lainnya belum menunjukkan tingkat keterlibatan yang signifikan di mana kota besar menjadi pusat digitalisasi dan perekrutan teknologi, sementara kota lain belum menunjukkan keterlibatan signifikan.

Social Network Analysis dilakukan untuk memahami keterkaitan antara posisi pekerjaan, lokasi, dan perusahaan dalam lanskap lowongan kerja *software engineering* di Indonesia. Data hasil *web scraping* yang telah dibersihkan dan dikonversi ke dalam format graf bipartit kemudian dianalisis menggunakan *software* Gephi 0.9.2. Total terdapat 2.303 *unique nodes* dan 8.649 *edges* dalam jaringan yang dibentuk. Pada Gambar 7 terdapat

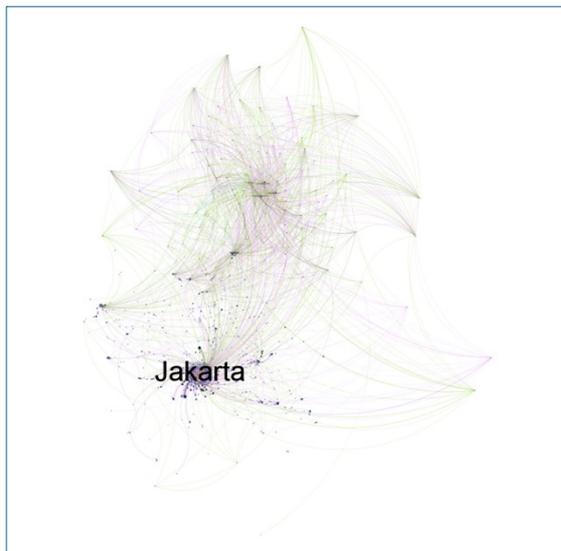
visualisasi graf pada Gephi, graf yang dianalisis bersifat tidak terarah, menghubungkan tiga jenis entitas yaitu lokasi geografis, nama perusahaan, dan posisi pekerjaan.

Visualisasi jaringan memperlihatkan distribusi keterkaitan yang tidak merata, di mana beberapa *node* muncul sebagai pusat konektivitas dalam jaringan. Evaluasi jaringan menggunakan tiga metrik sentralitas yaitu *Degree Centrality*, *Betweenness Centrality*, dan *Closeness Centrality*, dengan fokus pada lima entitas teratas.

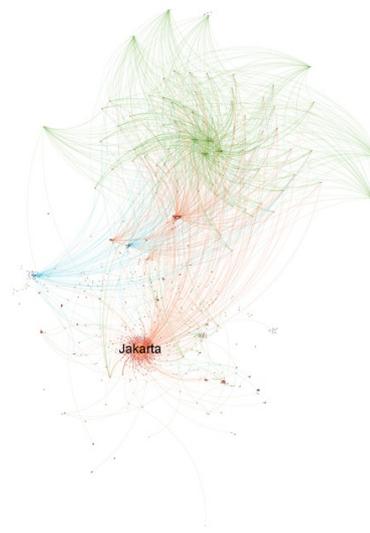


Gambar 7. Visualisasi Jaringan Gephi

- a. *Degree Centrality* menunjukkan banyaknya koneksi langsung yang dimiliki suatu *node*. Nilai ini mengindikasikan seberapa sering suatu posisi, perusahaan, atau lokasi muncul dalam hubungan jaringan. Gambar 8 merupakan visualisasi *Degree Centrality* posisi pekerjaan per lokasi dan Gambar 9 merupakan posisi perusahaan per lokasi.



Gambar 8. Visualisasi *Degree Centrality* Posisi Pekerja per Lokasi



Gambar 9. Visualisasi *Degree Centrality* Perusahaan per Lokasi

Tabel 1. Lima Posisi Pekerjaan dengan *Degree Centrality* Tertinggi

No	Posisi	Degree
1	<i>Software Engineer</i>	85
2	<i>Backend Developer</i>	72
3	<i>Frontend Developer</i>	67
4	<i>QA Engineer</i>	64
5	<i>Full Stack Developer</i>	61

Tabel 1 memperlihatkan *Software Engineer* menjadi *node* posisi paling dominan secara koneksi, menandakan kebutuhan luas di berbagai perusahaan dan wilayah. *Backend* dan *Frontend Developer* juga muncul sebagai peran penting dalam pengembangan sistem dan antarmuka, sementara *QA Engineer* dan *Full Stack Developer* menunjukkan posisi yang serbaguna dan banyak dicari.

Tabel 2. Lima Perusahaan dengan *Degree Centrality* Tertinggi

No	Perusahaan	<i>Degree</i>
1	PT Telkom Indonesia	62
2	Shopee	58
3	Gojek	55
4	Tokopedia	53
5	Traveloka	49

Pada Tabel 2 dapat dilihat bahwa PT Telkom Indonesia menjadi perusahaan dengan keterhubungan terbanyak, memperlihatkan cakupan rekrutmen yang luas. Shopee dan Gojek menandakan perusahaan digital yang agresif dalam pencarian talenta teknologi, sementara Tokopedia dan Traveloka mempertahankan visibilitas tinggi dalam pasar tenaga kerja digital.

Tabel 3. Lima Lokasi dengan *Degree Centrality* Tertinggi

No	Lokasi	<i>Degree</i>
1	Jakarta	1.396
2	Tangerang	273
3	Jakarta Selatan	173
4	Jakarta Barat	168
5	Tangerang Selatan	167

Tabel 3 memperlihatkan Jakarta memiliki koneksi tertinggi, mencerminkan dominasi mutlak sebagai pusat rekrutmen nasional. Wilayah satelit seperti Tangerang, Jakarta Selatan, dan Tangerang Selatan memperlihatkan kontribusi besar terhadap pertumbuhan pasar tenaga kerja digital di Jabodetabek

- b. *Betweenness Centrality* mengukur seberapa sering sebuah *node* menjadi penghubung dalam jalur terpendek antara dua *node* lain. *Node* dengan nilai *betweenness* tinggi berfungsi sebagai jembatan strategis dalam jaringan. Gambar 10 merupakan visualisasi *Betweenness Centrality* posisi pekerjaan per lokasi dan Gambar 11 merupakan posisi perusahaan per lokasi.



Gambar 10. Visualisasi *Betweenness Centrality* Posisi Pekerjaan per Lokasi



Gambar 11. Visualisasi *Betweenness Centrality* Perusahaan per Lokasi

Tabel 4. Lima Posisi dengan *Betweenness Centrality* Tertinggi

No	Posisi	<i>Betweenness Centrality</i>
1	<i>Product Manager</i>	61.488.000.000
2	<i>DevOps Engineer</i>	54.273.000.000
3	<i>QA Engineer</i>	49.601.000.000
4	<i>Backend Developer</i>	44.950.000.000
5	<i>Software Engineer</i>	41.380.000.000

Dapat dilihat pada Tabel 4, *Product Manager* dan *DevOps Engineer* memainkan peran penting sebagai penghubung antar fungsi teknis dan bisnis. *QA Engineer* dan *Backend Developer* juga sering menjadi perantara antara tim pengembang dan penguji sistem.

Tabel 5. Lima Perusahaan dengan *Betweenness Centrality* Tertinggi

No	Perusahaan	<i>Betweenness Centrality</i>
1	PT Telkom Indonesia	91.254.000.000
2	Gojek	76.209.000.000
3	Shopee	65.104.000.000
4	Tokopedia	61.882.000.000
5	Traveloka	58.371.000.000

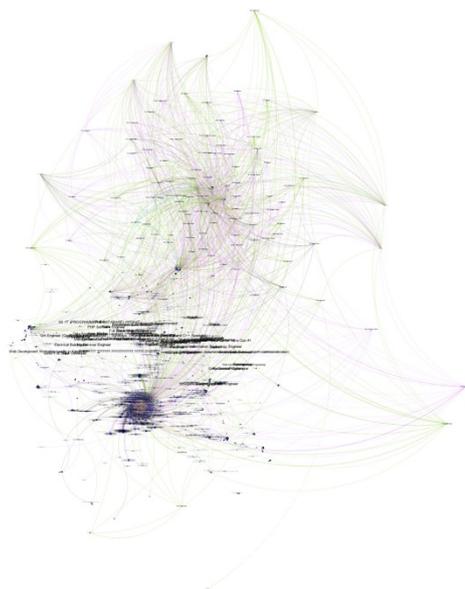
Tabel 5 terlihat bahwa kelima perusahaan ini berperan sebagai *node* strategis yang menghubungkan beragam posisi dan lokasi, memperlihatkan jaringan rekrutmen lintas wilayah yang luas dan efisien.

Tabel 6. Lima Lokasi dengan *Betweenness Centrality* Tertinggi

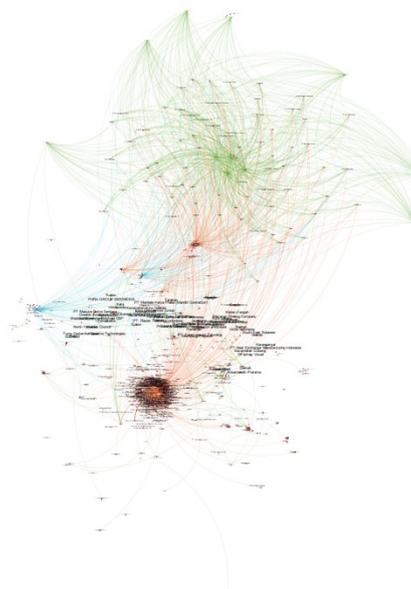
No	Lokasi	<i>Betweenness Centrality</i>
1	Jakarta	1.980.002.000.000
2	Bandung	112.518.400.000
3	Tangerang	161.007.000.000
4	Indonesia (Nasional)	108.527.000.000
5	Jakarta Metropolitan Area	102.062.200.000

Tabel 6 menunjukan Jakarta kembali menjadi pusat penghubung terbesar, sementara Bandung dan Tangerang memiliki posisi penting dalam distribusi regional. Keberadaan label seperti Indonesia dan Jakarta Metropolitan Area menegaskan peran skala nasional dalam rekrutmen.

- c. *Closeness Centrality* mengukur efisiensi *node* dalam menjangkau *node* lain dalam jaringan melalui jalur tercepat. *Node* dengan nilai *closeness* tinggi memiliki potensi besar sebagai pusat penyebaran informasi atau konektivitas pasar kerja. Gambar 12 merupakan visualisasi *Closeness Centrality* posisi pekerjaan per lokasi dan Gambar 13 merupakan visualisasi *Closeness Centrality* perusahaan per lokasi.



Gambar 12. Visualisasi *Closeness Centrality* Posisi Pekerjaan per Lokasi



Gambar 13. Visualisasi *Closeness Centrality* Perusahaan per Lokasi

Tabel 7. Lima Posisi dengan *Closeness Centrality* Tertinggi

No	Posisi	<i>Closeness Centrality</i>
1	<i>QA Engineer</i> – Surabaya	1
2	<i>Full Stack Engineer (AI Product)</i>	1
3	<i>Backend Developer</i>	0,99
4	<i>Software Engineer</i>	0,98
5	<i>DevOps Engineer</i>	0,96

Tabel 7 menunjukan posisi seperti *QA Engineer* dan *Full Stack Engineer* menunjukkan kemampuan tinggi dalam menjangkau berbagai *node* dalam jaringan, mencerminkan posisi yang adaptif dan dibutuhkan secara luas.

Tabel 8. Lima Perusahaan dengan *Closeness Centrality* Tertinggi

No	Perusahaan	<i>Closeness Centrality</i>
1	Shopee	0,98
2	Traveloka	0,96
3	PT Telkom Indonesia	0,94
4	Gojek	0,93
5	Tokopedia	0,92

Perusahaan-perusahaan pada Tabel 8 ini memiliki efisiensi tinggi dalam menjangkau berbagai lokasi dan posisi kerja, menunjukkan kapasitas mereka untuk merespon kebutuhan tenaga kerja secara cepat dan luas.

Tabel 9. Lima Lokasi dengan *Closeness Centrality* Tertinggi

No	Lokasi	<i>Closeness Centrality</i>
1	Jakarta	0,94
2	Bandung	0,91
3	Tangerang	0,90
4	Surabaya	0,88
5	Bekasi	0,87

Lokasi-lokasi yang terdapat pada Tabel 9 ini memiliki keunggulan dalam konektivitas dan akses ke berbagai perusahaan dan posisi. Jakarta, Bandung, dan Tangerang menunjukkan efisiensi dalam distribusi lowongan serta potensi sebagai pusat jaringan ketenagakerjaan digital. Dalam visualisasi jaringan, *node* dengan nilai sentralitas tinggi menunjukkan posisi yang strategis dalam struktur jaringan lowongan pekerjaan.

Metrik sentralitas menjadi penting karena mampu mengidentifikasi *node* kunci, baik itu posisi pekerjaan, perusahaan, maupun lokasi yang memiliki pengaruh signifikan terhadap keterhubungan, efisiensi informasi, dan potensi perekrutan dalam jaringan pasar kerja digital Indonesia.

Sebagai contoh, posisi *Software Engineer* memiliki *Degree Centrality* tertinggi (85), menjadikannya sebagai *node* yang paling aktif dalam jaringan. Posisi ini cenderung dibutuhkan oleh banyak perusahaan dan tersebar di berbagai wilayah. Di sisi perusahaan, PT Telkom Indonesia (*degree* 62) dan Shopee (*degree* 58) menunjukkan bahwa mereka secara aktif membuka berbagai posisi di banyak lokasi. Sementara itu, dari aspek geografis, Jakarta mencatat nilai *degree* paling tinggi (1.396), menunjukkan bahwa kota ini adalah pusat rekrutmen teknologi utama di Indonesia.

Dalam hal *Betweenness Centrality*, *node Product Manager* (61,4 miliar) dan *DevOps Engineer* (54,2 miliar) memegang peranan penting sebagai penghubung lintas fungsi, memperlihatkan keterlibatan mereka dalam jalur komunikasi dan koordinasi antardepartemen. Perusahaan seperti Gojek (76,2 miliar) dan Tokopedia (61,8 miliar) juga menjadi jembatan antara berbagai posisi dan lokasi, mengindikasikan struktur organisasi yang luas dan dinamis. Kota Bandung (112,5 miliar) dan Tangerang (161 miliar) pun memperlihatkan peran penting sebagai penghubung antara *node* regional dan nasional.

Dari sisi *Closeness Centrality*, posisi seperti *QA Engineer* dan *Full Stack Developer* mencatat nilai maksimal (1), yang menunjukkan kemampuan tinggi untuk menjangkau berbagai *node* lain secara efisien. Hal ini menggambarkan posisi serbaguna yang mudah diserap oleh berbagai sektor. Perusahaan seperti Shopee (0,98) dan Traveloka (0,96) menempati pusat distribusi peluang kerja yang dapat dengan cepat merespons kebutuhan

talenta. Dari sisi lokasi, Jakarta (0,94) dan Bandung (0,91) tampil sebagai *node* yang paling efisien dalam mengakses seluruh bagian jaringan.

Keberadaan *node* dengan nilai sentralitas tinggi ini bukan hanya merefleksikan dominasi, tetapi juga menandakan arah transformasi digital dan kebutuhan industri teknologi terhadap peran, lokasi, dan perusahaan tertentu. Posisi yang strategis dalam jaringan, seperti yang ditunjukkan oleh *Software Engineer* dan *Product Manager*, dapat dimanfaatkan sebagai indikator perkembangan keterampilan yang relevan dengan pasar kerja saat ini.

Dominasi Jakarta sebagai pusat rekrutmen teknologi diperkuat, namun peran regional Tangerang dan Bandung juga mulai terlihat. Hal ini konsisten dengan temuan Siswaja et al. [8], serta Setyawan et al. [2] mengenai dominasi metropolitan dalam pasar kerja digital.

Secara praktis, temuan ini berguna untuk:

- a. Pencari kerja, dalam memahami lokasi dan posisi strategis.
- b. Perusahaan, untuk merancang strategi rekrutmen yang menyebar.
- c. Pemerintah dan institusi pendidikan, sebagai dasar perencanaan pelatihan berbasis kebutuhan pasar.

Secara teoretis, Integrasi metode *K-Means* dan *Social Network Analysis* efektif mengungkap pola spasial serta struktur hubungan kompleks dalam data lowongan kerja.

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan. Pertama, data yang digunakan hanya merepresentasikan *snapshot* pada satu rentang waktu tertentu, sehingga belum mampu menangkap dinamika temporal atau perubahan tren lowongan pekerjaan dari waktu ke waktu. Kedua, tidak semua entri lowongan pekerjaan dalam data yang dikumpulkan memiliki informasi yang lengkap, sehingga berpotensi menimbulkan bias dalam hasil analisis, terutama pada pengukuran keterhubungan dalam jaringan. Ketiga, variabel penting seperti keahlian teknis dan rentang gaji tidak dimasukkan dalam analisis, yang dapat membatasi pemahaman terhadap nilai fungsional dan posisi strategis dalam pasar kerja digital. Keterbatasan-keterbatasan ini dapat memengaruhi generalisasi hasil, sehingga interpretasi sebaiknya difokuskan pada pola spasial dan struktur hubungan dalam ekosistem lowongan kerja yang teramati. memengaruhi generalisasi hasil. Oleh karena itu, interpretasi sebaiknya difokuskan pada aspek spasial dan struktural.

Secara umum, posisi *Software Engineer* menjadi yang paling dominan, dengan Jakarta sebagai pusat rekrutmen dan perusahaan seperti PT Telkom Indonesia dan Shopee sebagai aktor utama. Integrasi *K-Means* dan *Social Network Analysis* terbukti efektif dalam mengidentifikasi segmen dan entitas kunci dalam ekosistem lowongan kerja digital Indonesia. Temuan ini memberikan dasar yang kuat untuk strategi rekrutmen, pengembangan kurikulum, dan kebijakan pendidikan vokasional berbasis data.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengungkap tren dan struktur lowongan pekerjaan *software engineering* di Indonesia dengan pendekatan kombinatorik antara *K-Means Clustering* dan *Social Network Analysis*. Hasil klusterisasi menunjukkan adanya konsentrasi geografis dan fungsional terhadap permintaan tenaga kerja digital, di mana posisi *Software Engineer* dan *Data Engineer* mendominasi, terutama di wilayah Jakarta dan Tangerang. Klaster yang terbentuk mencerminkan segmentasi pasar kerja berdasarkan posisi dan lokasi, mengindikasikan kebutuhan yang semakin terfokus pada kompetensi teknis tertentu di pusat-pusat pertumbuhan ekonomi digital.

Melalui analisis jaringan, penelitian ini berhasil mengidentifikasi *node* strategis dalam ekosistem rekrutmen teknologi, baik dari sisi posisi pekerjaan, perusahaan, maupun lokasi. Jakarta muncul sebagai pusat keterhubungan tertinggi, sedangkan posisi seperti *Software Engineer*, *Product Manager*, dan *QA Engineer* menunjukkan tingkat pengaruh yang besar dalam jaringan berdasarkan metrik sentralitas. Perusahaan-perusahaan seperti PT Telkom Indonesia, Shopee, dan Gojek menempati posisi sentral dalam menjangkau berbagai lokasi dan posisi kerja, mencerminkan peran dominan mereka dalam lanskap ketenagakerjaan digital nasional.

Temuan ini menjawab persoalan utama yang diangkat dalam penelitian, yaitu bagaimana distribusi lowongan pekerjaan *software engineering* terbentuk serta entitas mana saja yang memiliki peran kunci dalam jaringan kerja digital. Dengan demikian, hasil penelitian dapat menjadi referensi penting bagi pemangku kebijakan, institusi pendidikan, maupun pencari kerja dalam memahami dinamika pasar kerja berbasis teknologi.

Sebagai arahan untuk penelitian selanjutnya, pendekatan yang digunakan dalam studi ini dapat diperluas dengan menambahkan dimensi temporal (*time-series*) untuk menganalisis perubahan tren lowongan kerja dari waktu ke waktu. Selain itu, integrasi data keahlian (*skills requirements*) dan gaji (*salary range*) dalam analisis jaringan dapat memperkaya pemahaman terhadap nilai posisi kerja dalam pasar. Penelitian masa depan juga dapat mengembangkan model prediksi tren lowongan pekerjaan berbasis pembelajaran mesin untuk mendukung perencanaan tenaga kerja dan kebijakan pendidikan vokasional di bidang teknologi informasi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] The World Bank, "Toward a World-Class Labor Market Information System for Indonesia," Washington, DC, 2021. doi: 10.1596/35378.
- [2] A. Setyawan, M. Caesario Septiadi, and S. R. Wicaksono, "Perancangan Sistem Informasi Lowongan Pekerjaan dengan Pemetaan Dataset Jobstreet Indonesia," *Jurnal Teknosains Kodepena*, vol. 03, pp. 12–19, 2023, doi: 10.54423/teknosains.v3i2.65.
- [3] H. Mubarak and D. Rahman Prehanto, "Sistem Analisa Lowongan Kerja di Indonesia pada Media Sosial Facebook Dengan Metode TF-IDF dan Decision Tree," *Journal of Informatics and Computer Science*, vol. 03, pp. 200–206, 2021, doi: 10.26740/jinacs.v3n02.p200-206.
- [4] J. Ade Nursiyono, D. Makutaning Dewi Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur Badan Pusat Statistik Kabupaten Seruyan, and P. Kalimantan Tengah, "Hubungan Permintaan dan Penawaran Tenaga Kerja Melalui Penggunaan Big Data (Studi Kasus: loker.id dan Google Trends)," *Jurnal Ekonomi Indonesia*, vol. 11, pp. 95–108, 2022, doi: 10.52813/jei.v11i1.168.
- [5] Eka Majida Agustyani and Ibnu Santoso, "ANALISIS LOWONGAN PEKERJAAN Studi Kasus: Portal Lowongan Kerja Jobstreet," *Seminar Nasional Official Statistics*, vol. 2020 No.1, pp. 226–235, 2021, doi: 10.34123/semnasoffstat.v2020i1.362.
- [6] B. Hakim, F. Joanda Kaunang, C. Susanto, J. Salim, and R. Indradjaja, "IMPLEMENTASI MACHINE LEARNING DALAM PENGELOMPOKAN MUSIK MENGGUNAKAN ALGORITMA K-MEANS CLUSTERING," *Idealis: Indonesia Journal Information System*, vol. 8, no. 1, pp. 74–83, Jan. 2025, doi: 10.36080/idealis.v8i1.3357.
- [7] F. Sofiani and D. Retno Utari, "ANALISIS DATA LOWONGAN KERJA SEKRETARIS PADA MASA PANDEMI COVID-19 DENGAN METODE DATA MINING KLASTERISASI," *Jurnal Sekretari & Administrasi (Serasi)*, vol. 20, no. 2, pp. 15–26, 2022, doi: 10.36080/js.v20i2.2148.
- [8] H. D. Siswaja and R. T. Prasetio, "ANALISIS LOWONGAN PEKERJAAN DI BIDANG TEKNOLOGI INFORMASI BERDASARKAN LOKASI MENGGUNAKAN TEKNIK KLASTERING K-MEANS," *Jurnal Responsif: Riset Sains & Responsif*, vol. 7, p. 2025, 2025, doi: 10.51977/jti.v7i1.2020.
- [9] F. Maharani and W. Astuti, "Analisis Jaringan Twitter pada Interaksi Penggemar K-pop Menggunakan Pendekatan Social Network Analytic," *Jurnal Communio: Jurnal Ilmu Komunikasi*, vol. 13, no. 1, pp. 132–145, 2024, doi: 10.35508/jikom.v13i1.9234.
- [10] S. R. Hani, "CLUSTERING DATA PENCARI KERJA MENURUT TINGKAT PENDIDIKAN MENGGUNAKAN ALGORITMA K-MEANS," *Jurnal Minfo Polgan*, vol. 12, no. 1, pp. 1–14, Mar. 2023, doi: 10.33395/jmp.v12i1.12217.
- [11] G. Alfredo Delano Lonan, "Hubungan lokasi tempat kerja dengan tingkat stres pada satuan pengamanan," *Tarumanagara Medical Journal*, vol. 4, no. 2, pp. 252–256, 2022, doi: 10.24912/tmj.v4i2.20810.
- [12] Y. A. Singgalen, "Analyzing Social Networks and Topic Clustering in Backpacker Tourism Content Reviews using K-means, Fast HDBScan, and Gaussian Mixture with Communaltyic," *Journal of Information System Research (JOSH)*, vol. 6, no. 1, pp. 34–48, Oct. 2024, doi: 10.47065/josh.v6i1.5969.
- [13] D. N. Ariza, R. Ningsih, S. Muryani, H. Ferliyanti, and A. J. Wahidin, "COMPARATIVE ANALYSIS OF K-MEANS, X-MEANS AND K-MEDOIDS IN CLASSIFYING MARRIAGE CHOICED ADMIST QUARTER-LIFE CRISIS," *JURTEKSI (Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi)*, vol. 11, no. 1, pp. 69–76, Dec. 2024, doi: 10.33330/jurteksi.v11i1.3554.
- [14] Laylatunna'imah, Martanto, Arif Rinaldi Dikananda, and Ahmad Rifa'i, "The Application of the K-Means Algorithm in Enhancing the Clustering Model for Job Seekers in Cirebon City," *Journal of Artificial Intelligence and Engineering Applications*, vol. 4, no. 2, pp. 2808–4519, 2025, doi: 10.59934/jaiea.v4i2.785.
- [15] A. A. Arrosyad, A. I. Purnamasari, and I. Ali, "IMPLEMENTASI ALGORITMA K-MEANS CLUSTERING UNTUK ANALISIS PERSEBARAN UMKM DI JAWA BARAT," *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*, vol. 8, no. 3, pp. 3062–3070, 2024, doi: 10.36040/jati.v8i3.8450.