

Analisis Data Kereta Api dan Stasiun pada Daerah Operasi VIII Surabaya Menggunakan SPARQL dengan Algoritma Betweenness Centrality

Train and Station Data Analysis in Surabaya VIII Operations Area Using SPARQL with Algorithm Betweenness Centrality

Brilliant Hartono¹, Muhammad Ainul Khakim², Nur Aini Rakhmawati³

^{1,2,3}Institut Teknologi Sepuluh Nopember; Jl. Teknik Kimia, Keputih, Kec. Sukolilo, Kota Surabaya, (031) 5994251

^{1,2,3}Departemen Sistem Informasi, Fakultas Teknologi Elektro dan Informatika Cerdas, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya

e-mail: ¹bibrilliant@gmail.com, ²ainul.m.khakim@gmail.com, ³nur.aini@is.its.ac.id:

Abstrak

Kereta api merupakan salah satu moda transportasi massal di Indonesia dan mempunyai karakteristik serta keunggulan khusus, terutama dalam kemampuannya mengangkut baik penumpang maupun barang secara massal. Ada beberapa daerah pengoperasian kereta api, diantaranya yaitu Daerah Operasi VIII yang berbasis di Jawa Timur dengan stasiun utama dan terbesar yaitu Surabaya Gubeng. Namun, dalam pelaksanaan operasional di Daerah Operasi VIII tersebut, terdapat beberapa permasalahan, diantaranya yaitu keterlambatan jadwal dan keluhan terhadap kapasitas penumpang sehingga kepercayaan masyarakat pengguna fasilitas tersebut menjadi berkurang. Hal ini disebabkan karena tingkat pelayanan dan operasional kereta api kurang memuaskan. Padahal moda transportasi kereta api sangat diharapkan masyarakat dalam membantu untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas kegiatan mereka. Untuk mengatasi masalah tersebut diperlukan suatu upaya untuk mengetahui bagian mana dari kereta atau stasiun yang mempunyai peran penting sehingga perlu dijaga efisiensi dan efektivitasnya dengan menggunakan algoritma Betweenness Centrality. Dari hasil penelitian didapatkan visualisasi persebaran dari kereta pada masing-masing stasiun di Daerah Operasi VIII. Selain itu didapatkan juga 3 kereta dan stasiun yang mempunyai pengaruh paling tinggi serta 3 kereta dan stasiun yang mempunyai pengaruh paling rendah. Diharapkan hasil tersebut dapat membantu pemangku kepentingan dalam membuat kebijakan untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas kegiatan operasional kereta api di Daerah Operasi VIII.

Kata kunci—Betweenness Centrality, Teori Graph, Kereta Api, Stasiun, Visualisasi

Abstract

The train is one of the mass transportations in Indonesia and has unique characteristics and advantages, especially the ability to transport passengers and goods in bulk. Several regions issue trains, namely the Regional Operations VIII based in East Java with the central and largest station, namely Surabaya Gubeng. However, in the operational implementation in the Regional Operations VIII, there were delays in schedules and complaints against passenger capacity, so the public confidence of users is reduced. This is because the level of service and operation of the train is not satisfactory. While railroad modes are highly expected to help improve efficiency and manage their activities. To overcome the problems, it is necessary to know which parts of the train or station that have an essential role need to be maintained efficiency and utilization using

the Betweenness Centrality algorithms. From the results of this research obtained visualization of the distribution of each station in the Regional Operations VIII. Also, there were each three trains and stations which had the strongest influence and the lowest influence. It is expected that these results can help stakeholders in making policies to improve the efficiency and effectiveness of railroad operations in the Regional Operations VIII.

Keywords—Betweenness Centrality, Graph Theory, Train, Station, Visualization

1. PENDAHULUAN

Kereta api merupakan salah satu jenis transportasi massal di Indonesia. Keberadaan kereta api ini mempunyai karakteristik dan keunggulan khusus, terutama dalam kemampuannya untuk mengangkut baik penumpang maupun barang secara massal. Selain itu, kelebihan lain dari kereta api dibanding jenis transportasi massal lainnya yaitu hemat energi, hemat dalam penggunaan ruang, mempunyai faktor keamanan dan keselamatan yang tinggi, tingkat pencemaran yang rendah, serta lebih efisien dibandingkan dengan jenis transportasi jalan raya [1]. Kereta api di Indonesia sudah mulai dibangun sejak akhir abad ke-19. Keberadaannya terus mendapatkan perhatian dari pemerintah, di antaranya dengan adanya program pembangunan jalur kereta api Trans Sumatera, Trans Sulawesi, Trans Kalimantan dan Trans Papua. Hal tersebut sesuai dengan Rencana Induk Perkeretaapian Nasional atau RIPNAS tahun 2030. Di Pulau Jawa, pembagian daerah pengoperasian kereta api dibagi menjadi 9, yang kemudian dikenal dengan DAOP KAI atau Daerah Operasi Kereta Api Indonesia [2]. Salah satu DAOP KAI di Pulau Jawa adalah Daerah Operasi VIII Surabaya.

Daerah Operasi VIII merupakan salah satu daerah operasi perkeretaapian Indonesia di bawah naungan PT. Kereta Api Indonesia yang berada di wilayah Jawa Timur. Stasiun utama dan terbesar di Daerah Operasi VIII ini yaitu Surabaya Gubeng. Dalam pelaksanaan operasional di Daerah Operasi VIII tersebut, terdapat beberapa permasalahan. Beberapa masalah yang ada di antaranya yaitu keterlambatan jadwal dan keluhan terhadap kapasitas penumpang sehingga kepercayaan masyarakat pengguna fasilitas tersebut menjadi berkurang. Hal ini disebabkan karena tingkat pelayanan dan operasional kereta api kurang memuaskan [3]. Padahal jenis transportasi kereta api ini sangat diharapkan masyarakat dalam membantu untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas kegiatan mereka. Maka perlu kiranya untuk mencari solusi dalam upaya membantu pemangku kepentingan dalam meningkatkan efisiensi dan efektivitas jaringan perkeretaapian di Daerah Operasi VIII tersebut dengan melihat stasiun mana atau kereta mana yang paling berperan dalam daerah operasi tersebut.

Pada Penelitian terdahulu, telah dilakukan implementasi dari algoritma *betweenness centrality* ini. Penelitian yang dilakukan oleh Shivaram Narayanan sebagai *thesis* beliau pada tahun 2005, menunjukkan penerapan algoritma *betweenness centrality* dalam jaringan biologi, dimana untuk menunjukkan titik tengah atau pusat dari graf yang tercipta dari penelitian jaringan biologi. Penelitian ini memperoleh bahwa mencatat bahwa vertex *betweenness* dan vertex degree sangat berkorelasi [4]. Penelitian yang dilakukan Loet Leydesdorff pada tahun 2007 bahwa algoritma *betweenness centrality* juga dapat digunakan untuk keterkaitan interdisipliner jurnal ilmiah. Penelitian ini memperoleh hasil visualisasi yang menunjukkan keterkaitan antar jurnal ilmiah yang telah diterbitkan [5]. Pada tahun 2009, Professor Carey Curtis dan Dr Jan Scheurer melakukan penelitian untuk mengembangkan alat pengambil keputusan yang interaktif untuk infrastruktur transportasi di Perth dengan bantuan berbagai algoritma, salah satunya adalah algoritma *betweenness centrality*. Penelitian ini memperoleh hasil berupa jalur-jalur yang mengalami peningkatan aksesibilitas, yaitu Jalur Inner City: South Perth, East Victoria Park, North Perth-Fitzgerald Street, Northbridge, Mount Lawley-ECU and Mount Lawley-Beaufort Street, Subiaco, Jalur South: Spearwood, Canning Vale, WA Tech Park, South Lake dan yang terakhir jalur East: Domestic Airport [6]. Penelitian selanjutnya adalah penelitian yang dilakukan oleh Nicolas Kourtellis beserta dengan kawan-kawannya pada tahun 2012. Penelitian ini

membahas cara alternatif untuk mengidentifikasi node dengan *centrality* yang tinggi, tentunya dengan algoritma *betweenness centrality*. Penelitian ini memperoleh hasil menunjukkan peningkatan akurasi dalam mendeteksi *node* dengan *betweenness centrality* tinggi dan secara signifikan mengurangi waktu eksekusi bila dibandingkan dengan algoritma acak yang sudah ada [7]. Dan penelitian pada tahun 2014 oleh Ben Derudder beserta kawan-kawannya mencoba untuk menunjukkan konektivitas antar kota-kota asia selatan dalam jaringan infrastruktur. Di mana penelitian ini menghasilkan peta visualisasi yang merangkum informasi tentang konektivitas 67 kota penting di Asia Selatan dalam jaringan infrastruktur [8].

Pada penelitian ini penulis menggunakan algoritma *Betweenness Centrality* dalam melakukan analisa dari kereta api dan stasiun yang beroperasi di Daerah Operasi VIII. Tujuannya yaitu untuk mencari tingkat seberapa pentingnya masing-masing stasiun dan masing-masing kereta api yang beroperasi di Daerah Operasi VIII. Misalnya dengan mengetahui pola persebaran kereta api dan stasiun beserta seberapa tinggi pengaruh dari masing-masing kereta api atau stasiun pada Daerah Operasi VIII. Sehingga dapat menjadi bahan pertimbangan pemangku kepentingan dalam membuat keputusan untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas jaringan kereta api dengan lebih mudah sesuai dengan kebutuhan masyarakat, baik dengan menambah jalur rute kereta api atau menambah kereta api yang beroperasi di daerah operasi tersebut.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Dasar Teori

2.1.1 SPARQL

SPARQL (*SPARQL Protocol and RDF Query Language*) merupakan kumpulan spesifikasi yang menyediakan bahasa dan protocol untuk melakukan query dan memanipulasi data yang tersimpan dalam format RDF yang tersedia di dalam website atau di toko RDF [9]. SPARQL memungkinkan untuk dijalankan pada semua format RDF, seperti RDF/XML, Turtle, N-triples, dan lain-lain [10]. SPARQL memiliki struktur sebagai seperti Gambar 1 berikut:

```
PREFIX ...  
FROM ...  
SELECT/ASK/CONSTRUCT/DESCRIBE ...  
variabel konstanta  
ORDER BY ...
```

Gambar 1 Struktur SPARQL

PREFIX digunakan untuk mendeklarasikan awalan untuk mempersingkat penulisan alamat sehingga mempermudah penulisan query. *FROM* digunakan untuk menentukan sumber data. *SELECT/ ASK/ CONSTRUCT/ DESCRIBE* merupakan perintah untuk menjalankan SPARQL. Sedangkan *ORDER BY* untuk menentukan ingin diurutkan berdasarkan apa, apakah *ascending* (dari terkecil ke terbesar) atau *descending* (sebaliknya). Perlu diperhatikan bahwa di akhir dari setiap baris pada query perlu ditambahkan tanda titik [11].

2.1.2 Node2Vec

Node2vec adalah algoritma dimana akan menghasilkan representasi vektor dari node pada sebuah grafik. Node2vec juga merupakan kerangka kerja algoritmik untuk mempelajari secara berkelanjutan mengenai fitur representasi node dalam jaringan. Framework node2vec mempelajari representasi low-dimensional untuk node dalam grafik melalui penggunaan jalur acak melalui grafik mulai dari node target. Algoritma ini sangat berguna untuk berbagai aplikasi machine learning [12].

2.1.3 Betweenness Centrality

Betweenness centrality adalah cara mendeteksi jumlah pengaruh yang dimiliki node terhadap aliran informasi dalam grafik, dimana sering digunakan untuk menemukan node yang berfungsi sebagai jembatan pada sebuah grafik [13]. *Betweenness centrality* dirancang sebagai ukuran umum sentralitas itu berlaku untuk berbagai masalah dalam teori jaringan, termasuk masalah yang berkaitan dengan jaringan sosial, biologi, transportasi dan kerjasama ilmiah.

Konsep *betweenness centrality* pertama kali diperkenalkan oleh Bavelas pada tahun 1948. Pentingnya konsep *betweenness centrality* adalah potensi vertex untuk mengendalikan aliran informasi dalam jaringan. Posisi dipandang secara struktural pusat sejauh mana mereka berdiri di antara orang lain dan karena itu dapat memfasilitasi, menghambat, atau bias transmisi pesan [14].

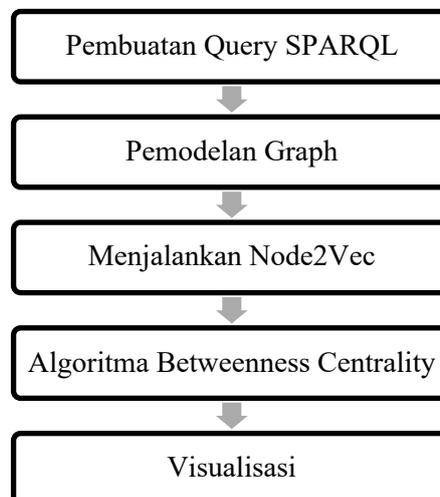
Betweenness centrality adalah salah satu cara untuk menghitung centrality dalam suatu jaringan sosial. Semakin tinggi nilai *betweenness centrality* pada suatu *nodes*, memiliki arti bahwa *nodes* tersebut semakin banyak dilewati pasangan *nodes* lainnya dalam graf berdasarkan jalur terpendeknya (*shortest path*). Fundamental formula untuk *betweenness centrality* adalah rumus (1) dan rumus tersebut di standarisasi dengan dibagi $\frac{(n-1)(n-2)}{2}$, menjadi rumus (2). Dimana $\sum_{j < k} \frac{G_{jk}(Ni)}{G_{jk}}$ pada rumus ini mewakili jumlah node N yang terletak di antara pasangan nodes pada graf [15].

$$Cb(Ni) = \sum_{j < k} \frac{G_{jk}(Ni)}{G_{jk}} \quad (1)$$

$$C'b(Ni) = \frac{2 \sum_{j < k} \frac{G_{jk}(Ni)}{G_{jk}}}{(n-1)(n-2)} \quad (2)$$

2.2 Tahapan Penelitian

Pada penelitian ini, metodologi yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2 Metodologi penelitian

2.2.1 Pembuatan Query SPARQL

Query yang dibuat digunakan untuk melihat hubungan antara stasiun dan kereta api. Query tersebut dibuat menggunakan property Operator dibantu dengan FILTER untuk menyaring data stasiun saja dan OPTIONAL untuk menampilkan kota atau kabupatennya. Subjek yang digunakan adalah *?stasiun*, predikat yang digunakan *dbpprop-id:operator*, dan objek yang digunakan adalah *dbpedia-id:Daerah_Operasi_VIII_Surabaya*. Untuk kode yang penulis gunakan terdapat pada Gambar 3. Dan contoh hasil Query yang didapatkan dapat dilihat pada Tabel 1.

```

select * where {
  ?stasiun dbpprop-id:operator dbpedia-
id:Daerah_Operasi_VIII_Surabaya.
  {
    ?stasiun rdfs:label ?label .
    FILTER regex(?label, "stasiun", "i")
  }
  ?stasiun rdfs:label ?Nama_Stasiun.
  OPTIONAL {?stasiun dbpprop-id:kota
?Kota}.
  OPTIONAL {?stasiun dbpprop-
id:kabupaten ?Kabupaten}
  stasiun dbpprop-id:line ?Kereta.
}

```

Gambar 3 Query hubungan Stasiun dan Kereta

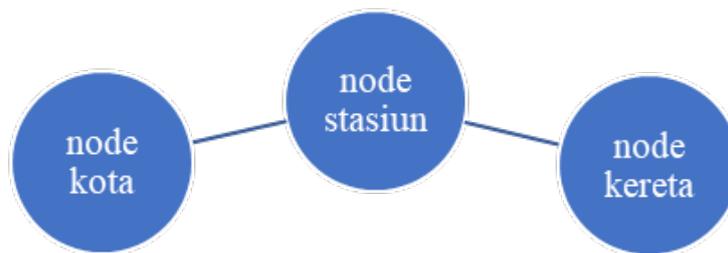
Tabel 1 10 (sepuluh) data hasil query SPARQL

Nama stasiun	Kota kabupaten	Nama kereta
Stasiun Blitar	Blitar	Kereta api Gajayana
Stasiun Blitar	Blitar	Kereta api Rapih Dhoho
Stasiun Blitar	Blitar	Kereta api Penataran
Stasiun Blitar	Blitar	Kereta api Matarmaja
Stasiun Blitar	Blitar	Kereta api Malabar
Stasiun Blitar	Blitar	Kereta api Majapahit
Stasiun Blitar	Blitar	Kereta api Malioboro Ekspres
Stasiun Surabaya Gubeng	Surabaya	Kereta api Argo Wilis
Stasiun Surabaya Gubeng	Surabaya	Kereta api Bima
Stasiun Surabaya Gubeng	Surabaya	Kereta api Mutiara Timur

Dari data tersebut, penulis mendapatkan data sebanyak 85 stasiun dan 24 kereta dari 7 Kota/Kabupaten, yaitu Blitar, Surabaya, Pasuruan, Lamongan, Sidoarjo, Gresik, Bojonegoro. Data dapat diakses pada link Zenodo penulis [16].

2.2.2 Pemodelan Graf

Untuk pemodelan graf node-node yang digunakan adalah node kota – node stasiun – node kereta. Dimana node Stasiun menghubungkan node Kereta dan node Kota. Node Stasiun berisi stasiun-stasiun yang beroperasi pada Daerah Operasi VIII, node Kereta berisi nama-nama kereta yang beroperasi pada Daerah Operasi VIII, dan node Kota berisi nama Kota tempat stasiun berada. Untuk gambaran node tersebut dapat dilihat pada Gambar 4 berikut.



Gambar 4 Node dan relasi graf

2.2.3 Menjalankan Node2Vec

Node2Vec digunakan untuk menghasilkan representasi vector dari node yang ada pada grafik. Algoritma Node2vec dijalankan pada Jupyter untuk menghasilkan visualisasi dari graf menggunakan parameter sebagai berikut:

- a. `g` = Graph yang dibuat dari data csv dengan `source='nama_kereta'` dan `target='nama_stasiun'`
- b. `Dimension` = 85
- c. `Walk_length` = 16
- d. `Num walks` = 100
- e. `Workers` = 2

2.2.4 Menjalankan Algoritma Graph Betweenness Centrality

Dalam analisa ini digunakan Algoritma *Graph Betweenness Centrality*. Parameter yang digunakan nama kota, nama stasiun, dan nama kereta, dimana akan diambil kesimpulan 3 stasiun dan kereta yang memiliki pengaruh tertinggi dan terendah.

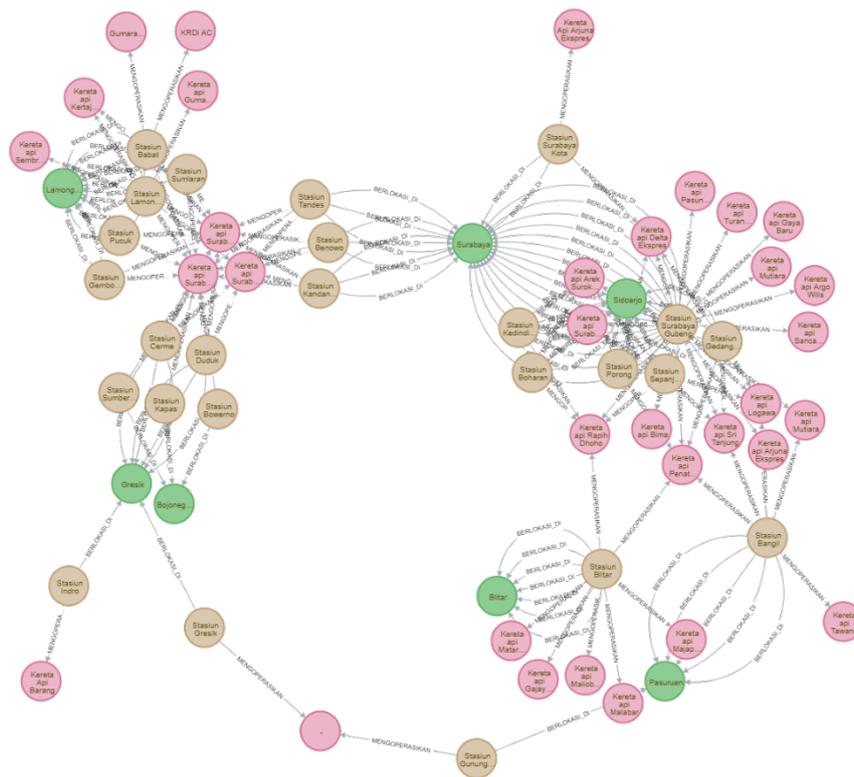
2.2.5 Visualisasi

Visualisasi digunakan untuk melihat hasil eksekusi algoritma *Betweenness Centrality* terhadap data yang diambil. Tools yang kami gunakan penggunaan TSNE[17] dan Matplotlib sebagai tools visualisasi. Kedua tools/library tersebut akan dieksekusi menggunakan Python yang akan menghasilkan visualisasi dari data yang dianalisa.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Visualisasi Graph

Pada visualisasi dibawah, penulis menggunakan tools Neo4J, menggunakan data yang sudah didapatkan dari SPARQL. Visualisasi dibawah ini menggambarkan keterkaitan antar stasiun dan kereta pada Daerah Operasi VIII Surabaya beserta dengan kota atau kabupaten letak stasiun tersebut. Keterkaitan pada visualisasi tersebut diwakilkan dengan “MENGOPERASIKAN” untuk mewakili hubungan antar stasiun dan kereta, serta “BERLOKASI DI” untuk menggambarkan keterkaitan antara stasiun dengan lokasi kota atau kabupatennya. Hasil visualisasi dapat dilihat pada Gambar 5 berikut.



Gambar 5 Visualisasi stasiun dan kereta pada Daerah Operasi VIII Surabaya dengan Neo4J

Dari Gambar 5 tersebut dapat dilihat ada 3 jenis warna node. Node kota berwarna hijau, node kereta api berwarna merah muda, dan node stasiun berwarna coklat. Dari hasil visualisasi tersebut dapat menunjukkan semua hubungan kereta api dan stasiun di Daerah Operasi VIII. Secara sekilas, dapat dilihat kota Surabaya menjadi kota dengan lalu lintas kereta paling padat karena terdapat banyak stasiun, sedangkan untuk stasiun yang paling padat adalah stasiun Surabaya Gubeng. Pada sub bab selanjutnya akan dilakukan analisa lanjutan terkait stasiun dan kereta api yang beroperasi di Daerah Operasi VIII.

3. 2 Pembuatan Model Node2Vec

Algoritma Node2vec dijalankan pada Jupyter untuk menghasilkan visualisasi dari graf menggunakan parameter sebagai berikut:

- a. `g` = Graph yang dibuat dari data csv dengan `source='nama_kereta'` dan `target='nama_stasiun'`
- b. `Dimension` = 85
- c. `Walk_length` = 16
- d. `Num walks` = 100
- e. `Workers` = 2

Dalam hal ini kami mencoba mencari Node yang mirip dari Node yang tersedia. Yang akan dicoba adalah mencari stasiun yang hampir sama. Hasil Contoh mencari Node Stasiun yang hampir sama (Contoh: yang hampir sama dengan Stasiun Blitar). Berikut adalah hasilnya:

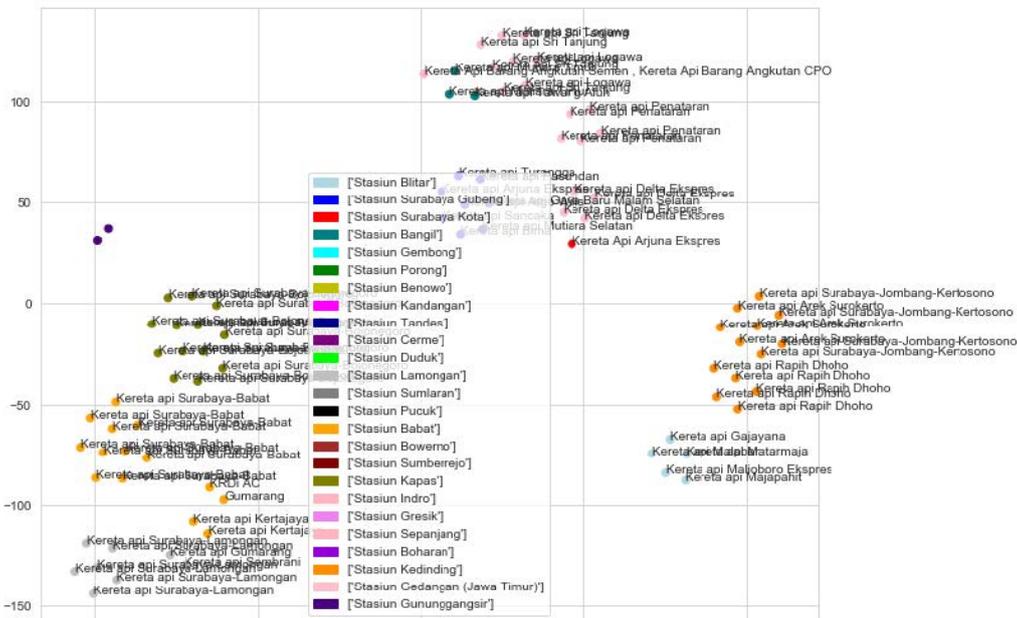
- a. Kereta api Majapahit
- b. Kereta api Malioboro Ekspres
- c. Kereta api Malabar
- d. Kereta api Matarmaja
- e. Kereta api Gajayana

- f. Kereta api Rapih Dhoho
- g. Kereta api Penataran
- h. Stasiun Boharan
- i. Stasiun Kedinding
- j. Stasiun Porong

Kereta yang muncul adalah kereta yang beroperasi di Stasiun Blitar tersebut, sedangkan Stasiun yang muncul adalah stasiun yang juga mengoperasikan kereta yang sama dengan stasiun Blitar. Model Node2Vec ini akan digunakan dalam sub bab berikutnya, yaitu pembuatan visualisasi TSNE.

3.3 Visualisasi TSNE

TSNE merupakan cara memvisualisasikan data dimensi tinggi dengan memberikan setiap titik data lokasi dalam peta dua atau tiga dimensi. Teknik ini merupakan variasi dari Stochastic Neighbor Embedding. Pada visualisasi TSNE dibawah, penulis menggunakan nama unik untuk membedakan setiap nama stasiun agar tidak muncul berulang kali dan memberikan warna bagi masing-masing stasiun. Hasil dari visualisasi TSNE dapat dilihat pada Gambar 6 berikut.



Gambar 6 Visualisasi TSNE

Dari Gambar 6 tersebut dapat dilihat persebaran dari kereta pada masing-masing stasiun. Kereta pada stasiun yang sama berkumpul pada suatu area dan seperti membentuk kelompok, dengan warna label yang sesuai dengan warna stasiun yang tertera pada legend. Dari grafik/gambar tersebut telah berhasil memvisualisasikan data sebelumnya yang mempunyai dimensi tinggi. Pada nama kereta dibuat suatu konversi kesamaan antara titik data untuk probabilitas bersama dan mencoba untuk meminimalkan perbedaan Kullback-Leibler antara probabilitas gabungan dari embedding dimensi rendah dan data dimensi tinggi. Sehingga bisa membentuk visualisasi tersebut. Contoh pada stasiun Blitar terdapat 7 kereta, yaitu Kereta api Gajayana, Kereta api Rapih Doho, Kereta api Penataran, Kereta api Matarmaja, Kereta api Malabar, Kereta api Majapahit, dan Kereta api Malioboro Ekspres. 7 Kereta tersebut berkumpul pada area tertentu (area grafik sebelah kanan) dengan warna titik mengikuti warna legend dari stasiun Blitar (warna “lightblue”).

menampilkan gambaran hubungan antar stasiun dan kereta api yang menghubungkannya di Daerah Operasi VIII.

3. 5 Menghitung Density Graph

Density dari G (*Graph*) adalah rasio jumlah *edge* (hubungan atau *link*) pada G terhadap jumlah maksimum *edge* yang mungkin (*complete graph*)[18]. Hasil *Density Graph* dari graph tersebut bernilai 0.0514216575922565. Syntax untuk menghitung *density graph* dapat dilihat pada Gambar 9.

```
#Density
density = nx.density(g)
print("Network density:", density)
```

Gambar 9 Syntax menghitung density graph pada Jupyter

3. 6 Menentukan Node yang Mempunyai Pengaruh Tertinggi dan yang Mempunyai Pengaruh Terendah

Dari hasil perhitungan dengan algoritma *betweenness centrality*, dapat disimpulkan bahwa 3 stasiun yang memiliki pengaruh tertinggi di Daerah Operasi VIII Surabaya, antara lain Stasiun Surabaya Gubeng, Stasiun Blitar, dan Stasiun Lamongan. Sedangkan 3 kereta yang memiliki pengaruh tertinggi di Daerah Operasi VIII Surabaya, antara lain Kereta api Penataran, Kereta api Surabaya-Bojonegoro, dan Kereta api Rapih Dhoho. Penentuan rank dilihat dari nilai *Betweenness Centrality* dari masing-masing node. Untuk nilai *Betweenness Centrality* dari node-node tersebut dapat dilihat pada Tabel 2 dan 3.

Tabel 2 3 (tiga) stasiun yang mempunyai pengaruh tertinggi di Daerah Operasi VIII Surabaya

Rank	Nama Stasiun	Nilai <i>Betweenness Centrality</i>
1	Stasiun Surabaya Gubeng	0.18586143598713717
2	Stasiun Blitar	0.08929964414205203
3	Stasiun Lamongan	0.02971531392584024

Tabel 3 3 (tiga) kereta Api yang mempunyai pengaruh tertinggi di Daerah Operasi VIII Surabaya

Rank	Nama Kereta Api	Nilai <i>Betweenness Centrality</i>
1	Kereta api Penataran	0.06481021771589521
2	Kereta api Surabaya-Bojonegoro	0.06091350170297538
3	Kereta api Rapih Dhoho	0.05245336361691488

Dari hasil perhitungan dengan algoritma *betweenness centrality*, dapat disimpulkan bahwa 3 stasiun yang memiliki pengaruh terendah di Daerah Operasi VIII Surabaya, antara lain Stasiun Bowerno, Stasiun Sumberrejo, dan Stasiun Kapas. Sedangkan 3 kereta yang memiliki pengaruh terendah di Daerah Operasi VIII Surabaya, antara lain Kereta api Gajayana, Kereta api Matarmaja, dan Kereta api Malabar. Penentuan rank dilihat dari nilai *Betweenness Centrality* dari masing-masing node. Untuk nilai *Betweenness Centrality* dari node-node tersebut dapat dilihat pada Tabel 4 dan 5.

Tabel 4 3 (tiga) stasiun yang mempunyai pengaruh terendah di Daerah Operasi VIII Surabaya

Rank	Nama Stasiun	Nilai <i>Betweenness Centrality</i>
1	Stasiun Bowerno	0
2	Stasiun Sumberrejo	0
3	Stasiun Kapas	0

Tabel 5 3 (tiga) kereta Api yang mempunyai pengaruh rendah di Daerah Operasi VIII Surabaya:

Rank	Nama Kereta Api	Nilai <i>Betweenness Centrality</i>
1	Kereta api Gajayana	0
2	Kereta api Matarmaja	0
3	Kereta api Malabar	0

4. KESIMPULAN

Setelah melakukan analisa pada penelitian ini, maka ada beberapa kesimpulan yang dapat diambil antara lain:

1. Dengan menggunakan TSNE mampu memvisualisasikan data dimensi tinggi pada data Kereta Api dan Stasiun di Daerah Operasi VIII dengan memberikan setiap titik data lokasi dalam peta dua dimensi. Total dimensi yang digunakan adalah 85 dimensi. Hasilnya didapatkan bentuk visualisasi TSNE yang mampu menampilkan persebaran dari kereta pada masing-masing stasiun di Daerah Operasi VIII.
2. Hasil analisa Kereta Api dan Stasiun pada Daerah Operasi VIII menggunakan algoritma *Betweenness Centrality* berhasil menemukan 3 Stasiun yang mempunyai pengaruh tertinggi dan terendah serta 3 Kereta Api yang mempunyai pengaruh tertinggi dan terendah. Terkait Stasiun, didapatkan ada 3 stasiun yang mempunyai pengaruh tertinggi, yaitu Stasiun Surabaya Gubeng, Stasiun Blitar, dan Stasiun Lamongan. Sedangkan 3 stasiun yang mempunyai pengaruh terendah yaitu Stasiun Bowerno, Stasiun Sumberrejo, dan Stasiun Kapas. Kemudian terkait Kereta Api, didapatkan juga ada 3 Kereta Api yang mempunyai pengaruh tertinggi, yaitu Kereta api Penataran, Kereta api Surabaya-Bojonegoro, dan Kereta api Rapih Dhoho. Sedangkan 3 Kereta Api yang mempunyai pengaruh terendah yaitu Kereta api Gajayana, Kereta api Matarmaja, dan Kereta api Malabar. Dengan adanya hasil analisis tersebut dapat menjadi masukan untuk pemangku kepentingan dalam memilih jaringan kereta api mana yang akan dilakukan peningkatan efisiensi dan efektivitas jaringan kereta api secara tepat sasaran dan lebih cepat.

5. SARAN

Berdasarkan kesimpulan di atas, terdapat beberapa saran yang telah dirangkum untuk dapat dikembangkan pada penelitian berikutnya meliputi : pertama, sebaiknya dilakukan analisa kembali menggunakan algoritma lain selain algoritma *Betweenness Centrality* yang digunakan pada penelitian ini untuk menemukan algoritma yang lebih efektif dan akurat dalam menganalisa Kereta Api dan Stasiun pada daerah Operasi VIII. Kedua, sebaiknya digunakan data kereta api dan stasiun ditambah dengan rute kereta api agar analisa yang didapatkan bisa lebih luas dan lengkap.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dosen kami yaitu Ibu Nur Aini Rakhmawati yang telah memberi dukungan kepada kami dan membantu terhadap penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Dwiatmoko, "Peran Infrastruktur Perkeretaapian bagi Pertumbuhan Ekonomi Wilayah," *J. Manaj. Aset Infrastruktur Fasilitas*, vol. 3, no. 2, Sep. 2019.
- [2] Direktorat Jenderal Perkeretaapian Kementerian Perhubungan Republik Indonesia, *BUKU INFORMASI PERKERETAAPIAN TAHUN 2014*. 2014.
- [3] M. R. Lathiif, "ANALISA KINERJA OPERASIONAL KERETA API PENATARAN JURUSAN SURABAYA GUBENG – MALANG – BLITAR," Surabaya, 2017.
- [4] S. Narayanan and A. Vullikanti, "The Betweenness Centrality Of Biological Networks," 2005.
- [5] L. Leydesdorff, "Betweenness centrality as an indicator of the interdisciplinary of scientific journals," *J. Am. Soc. Inf. Sci. Technol.*, vol. 58, no. 9, pp. 1303–1319, Jul. 2007.
- [6] C. Curtis and J. Scheurer, "Network City Activity Centres Developing an analysis, conception and communication tool for integrated land use and transport planning in the Perth metropolitan area," 2009.
- [7] N. Kourtellis, T. Alahakoon, R. Simha, A. Iamnitchi, and R. Tripathi, "Identifying high betweenness centrality nodes in large social networks," *Soc. Netw. Anal. Min.*, vol. 3, no. 4, pp. 899–914, Jan. 2013.
- [8] B. Derudder, X. Liu, C. Kunaka, and M. Roberts, "The connectivity of South Asian cities in infrastructure networks," *J. Maps*, vol. 10, no. 1, pp. 47–52, Jan. 2014.
- [9] World Wide Web Consortium, "SPARQL 1.1 Overview," *World Wide Web Consortium*, 2013. [Online]. Available: <https://www.w3.org/TR/2013/REC-sparql11-overview-20130321/>. [Accessed: 06-May-2020].
- [10] M. Mammo and S. K. Bansal, "Distributed SPARQL over Big RDF Data: A Comparative Analysis Using Presto and MapReduce," in *Proceedings - 2015 IEEE International Congress on Big Data, BigData Congress 2015*, 2015, pp. 33–40.
- [11] L. N. Fadzilah, "Identifikasi Karakteristik Dataset untuk Federated SPARQL Query," *Inst. Teknol. Sepuluh Nop.*, Jul. 2017.
- [12] A. Grover and J. Leskovec, "Node2vec: Scalable feature learning for networks," in *Proceedings of the ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining*, 2016, vol. 13-17-Aug, pp. 855–864.
- [13] Neo4J, "The Betweenness Centrality algorithm," *Neo4J*. [Online]. Available: <https://neo4j.com/docs/graph-algorithms/current/labs-algorithms/betweenness-centrality/>. [Accessed: 21-May-2020].
- [14] A. Bavelas, "A MATHEMATICAL MODEL FOR GROUP STRUCTURES," *Appl. Anthropol.*, vol. 7, no. 3, pp. 16–30, 1948.
- [15] J. Zhang and Y. Luo, "Degree Centrality, Betweenness Centrality, and Closeness

Centrality in Social Network,” 2017, pp. 300–303.

- [16] B. Hartono, K. M. Ainul, and N. A. Rakhmawati, “Analisis Data Kereta Api dan Stasiun pada Daerah Operasi VIII Surabaya,” 2020. [Online]. Available: <https://zenodo.org/record/3839089#.XsdOm2gzbiU>.
- [17] A. Perwiradewa, A. N. Rofiif, and N. A. Rakhmawati, “Visualisasi Pemain Sepak Bola Indonesia pada DBPedia dengan menggunakan Node2Vec dan Closeness Centrality,” *J. Buana Inform.*, vol. 11, no. 2, p. 103, Oct. 2020.
- [18] K. Mufidah, N. Syahputra, and N. A. Rakhmawati, “ANALISIS AKTOR POPULAR DAN SUTRADARA BERPENGARUH BERDASARKAN DATA DBPEDIA MENGGUNAKAN ALGORITMA CLOSENESS CENTRALITY DAN NODE2VEC,” *Maj. Ilm. UNIKOM*, vol. 18, no. 1, pp. 37–48, Jul. 2020.