



SEMINAR NASIONAL  
METODE KUANTITATIF II  
2018

# PROSIDING

**SEMINAR  
NASIONAL**

**METODE KUANTITATIF II**

**2018**

**PENGUNAAN MATEMATIKA, STATISTIKA  
DAN KOMPUTER DALAM BERBAGAI DISIPILIN ILMU  
UNTUK MEWUJUDKAN DAYA SAING BANGSA**

**PROSIDING  
SEMINAR NASIONAL  
METODE KUANTITATIF II 2018  
(SNMK II 2018)**

**“Penggunaan matematika, statistika, dan komputer dalam berbagai disiplin ilmu untuk meningkatkan daya saing bangsa dalam bidang sains dan teknologi”**

**Bandar Lampung, 19-20 November 2018**

**Penerbit  
Jurusan Matematika  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Lampung**

**PROSIDING**  
**SEMINAR NASIONAL METODE KUANTITATIF II 2018**  
**(SNMK II 2018)**

**“Penggunaan matematika, statistika, dan komputer dalam berbagai disiplin ilmu untuk meningkatkan daya saing bangsa dalam bidang sains dan teknologi”**

**ISBN No. 978-623-90150-0-8**

**Panitia Pelaksana**

**Ketua Pelaksana** : Dr. Aang Nuryaman, S.Si., M.Si.  
**Sekretaris** : Dr. La Zakaria, M.Sc  
**Bendahara** : Amanto, S.Si., M.Sc  
**Kesekretariatan** : Subian Saidi, S.Si., M.Si  
Dorrah Aziz, M.Si  
Syamsul Huda, S.I.P, M.M  
Azwar Rizaldy  
Gesang Subarkah  
Evrilia Rahmawati

**Seksi-seksi :**

**Acara** : Dr. Asmiati, M.Si  
Dr. Notiragayu, M.Si  
Drs. Rudi Ruswandi, M.Si  
Drs. Eri Setiawan, M.Si  
Aisyah Hirma Hindarti, S.A.N.

**Konsumsi** : Widiarti S.Si., M.Si  
Dr. Khoirin Nisa, M.Si  
Srimiati, S.Pd.

**Transportasi** : Drs. Nusyirwan, M.Si  
Agus Sutrisno, S.Si., M.Si  
Sugianto

**Perlengkapan** : Drs. Tiryono R., M.Sc., Ph.D  
Anita  
Edi Saputra  
Obit Ahmad Al Fallah  
Sovia Octaviana  
Dede Rizki Amanda  
Rizki Rizdiana Pratiana

**Kuangan** : Erni Rahmawati, S.Pd.  
Risma Nurmei Winda, S.P.  
Rizki Amalia Tanum, S.E.

**Dokumentasi** : Ali Suhendra  
Ardi Bayu Purnomo  
Thalibul Ckhair, S.I.P.  
Abi Ilham Yurinja, S.I.Komp.

## Steering Committee

Prof. Dr. Hasriadi Mat Akin, M.P, *Universitas Lampung* (Rektor Unila)  
Prof. Dr. Bujang Rahman, *Universitas Lampung*  
Prof. Dr. Ir. Kamal, M.Sc, *Universitas Lampung*  
Ir. Warsono, M.Sc., Ph.D, *Universitas Lampung*  
Dr. Hartoyo, M.Si, *Universitas Lampung*  
Prof. Warsito, S.Si., DEA, Ph.D, *Universitas Lampung* (Dekan FMIPA Unila)  
Prof. Dr. Sutopo Hadi, S.Si., M.Sc, *Universitas Lampung*  
Dian Kurniasari S.Si., M.Sc, *Universitas Lampung*  
Drs. Suratman Umar, M.Sc., *Universitas Lampung*  
Prof. Dra. Wamiliana, M.A., Ph.D, *Universitas Lampung*

## Reviewer

Prof. Drs. Mustofa , M.A., Ph.D  
Drs. Suharsono, M.Sc., Ph.D  
Dr. Muslim Ansori, S.Si., M.Si  
Dr. Ir. Netti Herawati, M.Sc

## Editor

Dr. Aang Nuryaman, S.Si., M.Si.  
Prof. Dra. Wamiliana, M.A., Ph.D  
Dr. Muslim Ansori, S.Si., M.Si  
Dr. Ir. Netti Herawati, M.Sc

## Managing Editor

Dr. Aang Nuryaman, S.Si., M.Si.  
Azwar Rizaldy  
Gesang Subarkah  
Evrilia Rahmawati

## Penerbit :

Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Lampung

## Redaksi

Jurusan Matematika FMIPA Unila  
Jl. Prof. Soemantri Brojonegoro No 1  
Bandar Lampung 35145  
Telp/Faks. 0721-704625  
Email : [snmk.matematika@gmail.com](mailto:snmk.matematika@gmail.com)

Cetakan pertama, Februari 2019

Hak cipta dilindungi undang-undang

Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan dengan cara apapun tanpa izin tertulis dari penerbit.

## KATA PENGANTAR

*Bismillahirrohmaanirrohiim*

*Assalaamu 'alaykum warohmatulloohi wabarokaatuh*

Puji syukur alhamdulillah kami haturkan kepada Allah s.w.t., karena berkat kuasa dan pertolongan-Nya acara Seminar Nasional Metode Kuantitatif (SNMK) II Tahun 2018 ini dapat berjalan dengan lancar dan sukses. SNMK II 2018 ini terselenggara atas kerja sama Jurusan Matematika FMIPA Universitas Lampung, Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Lampung dan Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Lampung. Penyelenggaraan SNMK II 2018 merupakan tindak lanjut dari kesuksesan SNMK pertama pada tahun 2017 lalu. Adapun tema yang diusung adalah “Penggunaan Matematika, Statistika dan Komputer dalam berbagai disiplin ilmu untuk mewujudkan daya saing bangsa”.

SNMK II 2018 diikuti oleh peserta dari berbagai institusi di Indonesia diantaranya Badan Pusat Statistik, Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya, Universitas Lambung Mangkurat, Badan Meteorologi dan Geofisika, Universitas Teknokrat Indonesia, Universitas Sang Bumi Ruwa Jurai, Universitas Lampung dan lain-lain. Dengan berkumpulnya para peneliti, baik itu dosen maupun mahasiswa, dari berbagai institusi dan disiplin ilmu yang berbeda untuk berbagi pengalaman dan hasil penelitian pada kegiatan SNMK II ini diharapkan semakin memperluas wawasan keilmuan dan jaringan kerja sama di antara sesama peserta atau institusi. Lebih jauh lagi tentunya memberikan dampak positif pada peningkatan kualitas iklim akademik khususnya di Unila.

Selanjutnya kami haturkan terima kasih dan selamat kepada para penulis yang telah berkontribusi pada terbitnya prosiding SNMK II 2018. Mudah-mudahan artikel yang diterbitkan pada prosiding ini dapat memberikan inspirasi dan gagasan pada para pembaca untuk mengembangkan penelitiannya sehingga dapat menghasilkan publikasi yang lebih berkualitas.

Atas nama panitia, kami mengucapkan banyak terima kasih kepada Rektor Unila, Ketua LPPM Unila dan Dekan FMIPA Unila serta Ketua Jurusan Matematika FMIPA Unila yang telah mendukung penuh sehingga penyelenggaraan SNMK II 2018 hingga terbitnya prosiding ini dapat berjalan dengan lancar dan sukses. Khususnya kepada seluruh panitia, terima kasih tak terhingga atas segala usaha dan kerja kerasnya demi kesuksesan acara dan terbitnya prosiding ini. Semoga Allah s.w.t. membalasnya dengan kebaikan yang berlipat ganda. Tak lupa, mohon maaf apabila ada layanan, tingkah laku atau tutur kata dari kami yang kurang berkenan.

Bandar Lampung, 19 November 2018

Dr. Aang Nuryaman, S.Si., M.Si.  
Ketua

## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>i</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>ii</b>
Aliran MHD Fluida Nano Melewati Bola Bermagnet Dengan Pengaruh Konveksi Campuran oleh <i>Basuki Widodo</i> .....	1
Inferensi Regresi Semiparametrik Untuk Data Hilang Menggunakan Metode <i>Likelihood</i> Empiris Dan Simulasinya Menggunakan R oleh <i>Yuana Sukmawaty</i> , dan <i>Nur Salam</i> .....	9
Penentuan Struktur Dan Kadar Flavonoid Ekstrak Polar Daun Gamal ( <i>Gliricidia Maculata</i> ) Kultivar Lampung Barat Sebagai Insektisida Nabati Pada Kutu Putih Tanaman Kopi ( <i>Planococcus Citri</i> , Hemiptera: Pseudococcidae) oleh <i>Hona Anjelina Putri</i> , dan <i>Nismah Nukmal</i> .....	17
Solusi Analitik Persamaan Laplace Pada Suatu Cakram oleh <i>Yulia Novita</i> , <i>Suharsono S.</i> , <i>Agus Sutrisno</i> , dan <i>Dorrah Azis</i> .....	25
Kajian <i>Best-Fit</i> Distribusi Probabilitas Untuk Curah Hujan Harian Dan Aplikasinya Dalam Mitigasi Hujan Ekstrem Di Pulau Sumatera oleh <i>Achmad Raflie Pahlevi</i> , dan <i>Warsono</i> .....	28
Kuantifikasi Dan Penentuan Struktur Senyawa Flavonoid Ekstrak Polar Daun Gamal ( <i>Gliricidia Maculata</i> ) Kultivar Pringsewu Dan Uji Toksisitas Terhadap Kutu Putih Sirsak ( <i>Pseudococcus Cryptus</i> , Hemiptera: Pseudococcidae) oleh <i>Yayang Anas Persada</i> , dan <i>Nismah Nukma</i> .....	39
Barisan Bilangan Fibonacci <i>N</i> -Bebas oleh <i>Irmawati</i> , <i>Amanto</i> , <i>Agus Sutrisno</i> , dan <i>Muslim Ansori</i> .....	49
Metode Estimasi <i>Diagonal Weighted Least Square</i> (DWLS) Untuk Berbagai Ukuran Sampel (Studi Kasus Kualitas Pelayanan Perpustakaan Unila) oleh <i>Eri Setiawan</i> , <i>Nurkholifa Sholihat</i> , dan <i>Netti Herawati</i> .....	53
<i>Singah Pai</i> : Aplikasi Android Untuk Melestarikan Budaya Lampung oleh <i>Putri Sukma Dewi</i> , <i>Refiesta Ratu Anderha</i> , <i>Lily Parnabhakti</i> , dan <i>Yolanda Dwi Prastika</i> .....	62
Metode Estimasi <i>Weighted Least Square</i> (WLS) Untuk Berbagai Ukuran Sampel (Studi Kasus Kualitas Pelayanan Perpustakaan Unila) oleh <i>Eri Setiawan</i> , <i>Wardhani Utami Dewi</i> , dan <i>Rudi Ruswandi</i> .....	68
Perbandingan Metode Solusi Awal Layak Pada Data Biaya Pengiriman Beras Perum Bulog Divre Lampung oleh <i>Dwi Wahyu Lestari</i> , dan <i>Dian Kurniasari</i> .....	77

Segmentasi Kabupaten/ Kota Berdasarkan Karakteristik Penduduk Lanjut Usia Provinsi Jawa Tengah Tahun 2017 oleh <i>Agustina Riyanti, dan Tri Rena Maya Sari</i> .....	86
Penerapan Metode <i>Autoregressive Distributed Lag</i> (Ardl) Dalam Memodelkan Persentase Penduduk Miskin Terhadap Tingkat Pengangguran Terbuka Di Provinsi Lampung Periode 2011-2017 oleh <i>Moni Dwi Fenski, Nusyirwan, dan Agus Sutrisno</i> .....	95
Simulasi Pemodelan Klaim Agregasi Dengan Jumlah Klaim Berdistribusi Poisson Dan Besar Klaim Berdistribusi Rayleigh oleh <i>Rudi Ruswandi, Ira Syavitri, dan Subian Saidi</i> .....	105
Karakteristik Fungsi Phi ( $\emptyset$ ) Euler oleh <i>Rini Karina Agustini, Suharsono S., Wamiliana, dan Notiragayu</i> .....	110
Pemodelan Matematika Dan Analisis Kestabilan Pada Penyebaran Penyakit Campak Dengan Pengaruh Vaksinasi oleh <i>Farida, Agus Sutrisno, Dorrah Aziz, dan Tiryono Ruby</i> .....	114
Evaluasi Nilai UN Sma/Ma IPA Provinsi Lampung Dengan Graf <i>Maximum Spanning Tree</i> oleh <i>Sugama Maskar, Refiesta Ratu Anderha, dan Andriyanto</i> .....	123
Penentuan Rute Terpendek Pada Optimalisasi Jalur Tol Trans Jawa Dengan Menerapkan Algoritma <i>Floyd-Warshall</i> oleh <i>Maharani Damayanti, Notiragayu, dan La Zakaria</i> .....	131
Banyaknya Graf Terhubung Berlabel Titik Berorde Lima Dengan Garis Paralel Atau <i>Loop</i> Maksimal Dua Serta Garis Non Paralel Maksimal Enam oleh <i>Dracjat Indrawan, Wamiliana, Asmiati, dan Amanto</i> .....	139
Solusi Eksak Klasik Persamaan Tricomi oleh <i>Aura Purwaningrum, Suharsono S., Tiryono Ruby, dan Agus Sutrisno</i> .....	144
Penentuan Banyaknya Graf Terhubung Berlabel Titik Berorde Empat oleh <i>Lucia Dessie Natasha, Wamiliana, Aang Nuryaman, dan Amanto</i> .....	148
Beberapa Penggunaan Rantai Markov Pada Saat Kondisi Stabil (Steady State) oleh <i>Dimas Rahmat Saputra, Dian Kurnia Sari, dan Wamiliana</i> .....	157
Ruang Barisan Selisih $L_{3/2}(\Delta_2)$ oleh <i>Aulia Rahman, Muslim Anshori, dan Dorrah Aziz</i> .....	163
Solusi Analitik Untuk Sistem KDV Homogen Dengan Metode Analisis Homotopi (HAM) oleh <i>Anita Rahmasari, Suharsono S., dan Asmiati</i> .....	171
Alokasi Dana Dari Premi Asuransi Jiwa Syariah Menggunakan Metode Dwiguna oleh <i>Rudi Ruswandi, Arum Mardhiyah Nurvitasari, dan La Zakaria</i> .....	178

Analisis Biplot dalam pengelompokan Persepsi antaretnik di Bakauheni Lampung Selatan oleh <i>Karomani dan Nusyirwan</i> .....	184
Perbandingan <i>MVE-BOOTSTRAP</i> dan <i>MCD-BOOTSTRAP</i> dalam Analisis Regresi Linear Berganda pada Data Berukuran Kecil yang Mengandung Pencilan oleh <i>Ario Pandu, dan Khoirin Nisa</i> .....	192
Analisis Uji Keandalan Dua Populasi Dengan Data Tersensor oleh <i>A.S Awalluddin</i> .....	202
Iteraksi Inflasi dan Jumlah Uang Beredar di Indonesia dengan Model Bivariate Vector Autoregressive oleh <i>K. Nurika Damayanti</i> .....	211
Pengelompokan Kabupaten/ Kota Berdasarkan Indikator Pembangunan Daerah Provinsi Lampung Tahun 2017 oleh <i>Abdul Kadir</i> .....	222
Penggunaan Teori Antrian <i>Multi-Server</i> Dengan Distribusi Erlang oleh <i>Muhammad Taufik Rizal , Widiarti, Wamiliana, dan Rudi Ruswandi</i> .....	228
Aplikasi <i>Multiple Classification Analysis</i> (MCA) Dalam Analisis Pengaruh Variabel Sosial Ekonomi dan Demograf Terhadap Lama Sekolah Provinsi Lampung Tahun 2017 oleh <i>Desliyani Tri Wandita</i> .....	237
Keanekaragaman Arthropoda Tanah Pada Dua Tipe Pengelolaan Lahan Kopi ( <i>Coffea</i> spp.) di Kecamatan Gedung Surian Kabupaten Lampung Barat oleh <i>Siti Ardianti, Suratman Umar, Nismah Nukmal, dan M. Kanedi</i> .....	244
Perbandingan <i>Mean Squared Error</i> (MSE) Metode <i>Jackknife</i> dan <i>Bootstrap</i> Pada Pendugaan Area Kecil Model Logit-Binomial oleh <i>Shindy Dwiyanti, Widiarti, dan Khoirin Nisa</i> .....	252
Aplikasi Distribusi Statistik dalam Memonitor Kualitas Udara di Bukit Kotatabang oleh <i>Raeni Chindi Defi Ocvilia, Achmad Raflie Pahlevi, Warsono, dan Mareta Asnia</i> .....	256
Klastering Kabupaten/Kota di Provinsi Lampung Berdasarkan Indikator Kesejahteraan Rakyat Tahun 2017 oleh <i>Tri Rena Mayasari</i> .....	263
Konstruksi Model Aljabar Max-Plus Interval Atas Struktur Hirarkis Jalur Kereta Api Semi-Double Track oleh <i>Tri Utomo ,dan Eristia Arfi</i> .....	271



# PENENTUAN RUTE TERPENDEK PADA OPTIMALISASI JALUR TOL TRANS JAWA DENGAN MENERAPKAN ALGORITMA *FLOYD-WARSHALL*

Maharani Damayanti<sup>1</sup>, Notiragayu<sup>1</sup>, La Zakaria<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Matematika Universitas Lampung, Bandar Lampung  
Jl. Prof. Sumantri Brojonegoro No.1 Bandar Lampung 35145  
Penulis Korespondensi : [maharanidamayanti56@gmail.com](mailto:maharanidamayanti56@gmail.com)<sup>1</sup>

## Abstrak

*Di Pulau Jawa, Tol Trans Jawa merupakan salah satu bagian prioritas program nasional yang diharapkan mampu menghubungkan antara Jawa bagian barat hingga timur sehingga dapat dibangun infrastruktur yang terkoneksi. Oleh karena itu, untuk efisiensi penggunaan Tol Trans Jawa maka dalam makalah ini akan diteliti jarak dan rute terpendek antar daerah dengan menggunakan algoritma Floyd-Warshall. Dengan algoritma ini dihasilkan bobot terkecil dari semua jalur yang menghubungkan sebuah daerah dengan daerah lainnya (disebut sebagai pasangan titik). Selain itu juga ditentukan untuk semua pasangan titik demi titik hingga mencapai titik tujuan dengan jumlah bobot yang paling minimum. Simulasi dalam mencapai tujuan makalah ini menggunakan software MATLAB.*

**Kata kunci:** Jalur Tol Trans Jawa, Graf, Rute Terpendek, Floyd-Warshall

## 1. Pendahuluan

Di pulau Jawa, Tol Trans Jawa merupakan salah satu bagian prioritas program nasional yang diharapkan mampu menghubungkan antara Jawa bagian barat hingga bagian timur sehingga lahirnya infrastruktur yang terkoneksi. Pencarian rute terpendek telah diterapkan diberbagai bidang untuk mengoptimasi kinerja suatu sistem baik untuk meminimalkan biaya ataupun mempercepat jalurnya suatu proses. Salah satu aplikasi pencarian rute terpendek yang paling menarik untuk dibahas adalah masalah transportasi. Sebagai studi kasus pada makalah ini adalah jalur Tol Trans Jawa untuk penentuan rute terpendek dan jarak untuk semua pasangan titik (jalur yang menghubungkan sebuah daerah dengan daerah lainnya) sangat diperlukan untuk memberi efisiensi pada jarak yang akan ditempuh.

Berdasarkan teori graf, permasalahan rute terpendek dapat didefinisikan sebagai sebuah permasalahan dalam menemukan lintasan antara dua buah titik pada graf berbobot yang memiliki gabungan nilai dari jumlah bobot pada sisi graf yang dilewati dengan jumlah yang paling minimum (Salaki, 2011). Ada beberapa metode untuk pencarian rute terpendek yaitu algoritma *Dijkstra*, algoritma *Bellman-Ford*, algoritma *Floyd-Warshall* dan sebagainya. Dalam menemukan rute terpendek algoritma *Dijkstra* lebih cepat namun algoritma *Dijkstra* yang menerapkan prinsip *greedy* tidak selalu berhasil memberikan solusi optimum untuk kasus penentuan lintasan terpendek (*single pair shortest path*) karena algoritma *Dijkstra* hanya memikirkan solusi terbaik yang akan diambil pada setiap langkah tanpa memikirkan konsekuensi ke depan serta algoritma *Dijkstra* tidak dapat menangani sisi graf berbobot negative. Sedangkan pada algoritma *Bellman-Ford* dapat menangani masalah lintasan terpendek pada sisi graf berbobot negatif, namun membutuhkan waktu yang lebih lama (Kamayudi, 2006). Pada algoritma *Floyd-Warshall* yang menggunakan program dinamis lebih menjamin keberhasilan dalam penentuan solusi minimum karena algoritma ini dapat membandingkan semua kemungkinan lintasan pada graf untuk setiap sisi dari semua titik yang dilewati (Novandi, 2007).

Oleh sebab itu, pada makalah ini solusi yang digunakan untuk menyelesaikan kasus penentuan rute terpendek adalah dengan menerapkan algoritma *Floyd-Warshall* untuk memperoleh jarak dan rute terpendek untuk setiap pasangan titik dengan menggunakan *software* MATLAB.

Graf  $G(V, E)$  merupakan suatu himpunan dari titik dan garis. Graf berarah  $G$  terdiri dari serangkaian titik  $V = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$ , serangkaian garis  $E = \{e_1, e_2, \dots, e_n\}$ , dan pemetaan yang memetakan setiap sisi ke beberapa pasangan titik  $(v_i, v_j)$  (Deo, 1989). Graf berbobot adalah graf yang setiap sisinya diberi sebuah bobot maka  $W(e)$  disebut bobot dari *edge* (Munir, 2001).

Algoritma *Floyd-Warshall* adalah salah satu pemrograman dinamis, yaitu suatu metode yang melakukan pemecahan masalah dengan memandang solusi yang akan diperoleh sebagai suatu keputusan

yang saling terkait. Artinya solusi-solusi tersebut dibentuk dari solusi yang berasal dari tahap sebelumnya dan ada kemungkinan solusi lebih dari satu (Ramadhan, 2011).

Menurut (Jayanti, 2014) mekanisme algoritma *Floyd-Warshall* dalam menentukan lintasan terpendek terdiri dari beberapa langkah yang harus dilaksanakan antara lain :

1. Merepresentasikan suatu graf sebagai suatu matriks berbobot. Dimana bobot untuk setiap *edge* adalah

$$W_{ij} = \begin{cases} 0, & \text{jika } i = j \\ W(i, j), & \text{jika } i \neq j \text{ dan } (i, j) \in E \\ \infty, & \text{jika } i \neq j \text{ dan } (i, j) \notin E \end{cases} \quad (1)$$

Format *output* berupa matriks  $n \times n$  berjarak  $D = [d_{ij}]$  dimana  $d_{ij}$  adalah jarak dari *vertex*  $i$  ke  $j$ .

2. Melakukan dekomposisi algoritma *Floyd-Warshall* sebagai berikut.

- $d_{ij}^{(k)}$  merupakan panjang dari *shortest path* dari  $i$  ke  $j$ , sehingga semua *vertex intermediate* yang terdapat pada path (jika ada) terkumpul pada  $\{1, 2, \dots, k\}$ .
  - $d_{ij}^{(0)}$  dikumpulkan pada  $W_{ij}$  yaitu tidak ada *vertex intermediate*
  - $d^{(k)}$  menjadi matriks  $n \times n$  [ $d_{ij}^{(k)}$ ]
  - Tentukan  $d_{ij}^{(n)}$  sebagai jarak dari  $i$  ke  $j$  kemudian hitung  $d^{(n)}$
  - Hitung  $d^{(k)}$  untuk  $k = 0, 1, \dots, n$
3. Menentukan susunan *shortest path*, yaitu dengan dilakukan dua pengamatan terlebih dahulu sebelum langkah lebih jauh
- Sebuah *shortest path* tidak berisi *vertex* yang sama sebanyak dua kali
  - Untuk sebuah *shortest path* dari  $i$  ke  $j$  dengan beberapa *vertex intermediate* pada path dipilih dari kumpulan  $\{1, 2, \dots, k\}$  dengan dua kemungkinan, yaitu
    1.  $k$  bukan merupakan *vertex* pada path (path terpendek memiliki panjang  $d_{ik}^{(k-1)}$ ).
    2.  $k$  merupakan *vertex* pada path (path terpendek memiliki panjang  $d_{ik}^{(k-1)} + d_{kj}^{(k-1)}$ ).
  - Setelah melakukan pengamatan di atas, kemudian dilakukan penentuan *shortest path* dari  $i$  ke  $j$  yang memuat *vertex*  $k$ .
  - *Shortest path* tersebut memuat sebuah *subpath* dari  $i$  ke  $k$  dan sebuah *subpath* dari  $k$  ke  $j$ .
  - Setiap *subpath* hanya bisa memuat *vertex intermediate* pada  $\{1, \dots, k-1\}$  dan memiliki nilai terkecil, kemudian sebut sebagai  $d_{ik}^{(k-1)}$  dan  $d_{kj}^{(k-1)}$  sehingga path memiliki panjang  $d_{ik}^{(k-1)} + d_{kj}^{(k-1)}$ .
4. Melakukan iterasi yang dimulai dari iterasi ke 0 sampai dengan  $n$ . Perhitungan yang dilakukan yaitu :
- Menentukan  $D(0)$  atau iterasi ke 0  $= [W_{ij}]$  merupakan matriks berbobot
  - Menentukan  $D(k)$  dapat dicari dengan menggunakan rumus
 
$$d_{ij}^{(k)} = \min\{d_{ij}^{(k-1)}, d_{ik}^{(k-1)} + d_{kj}^{(k-1)}\} \quad (2), \text{ untuk } k = 1, \dots, n \text{ dimana } n \text{ adalah jumlah vertex.}$$

## 2. Metodologi Penelitian

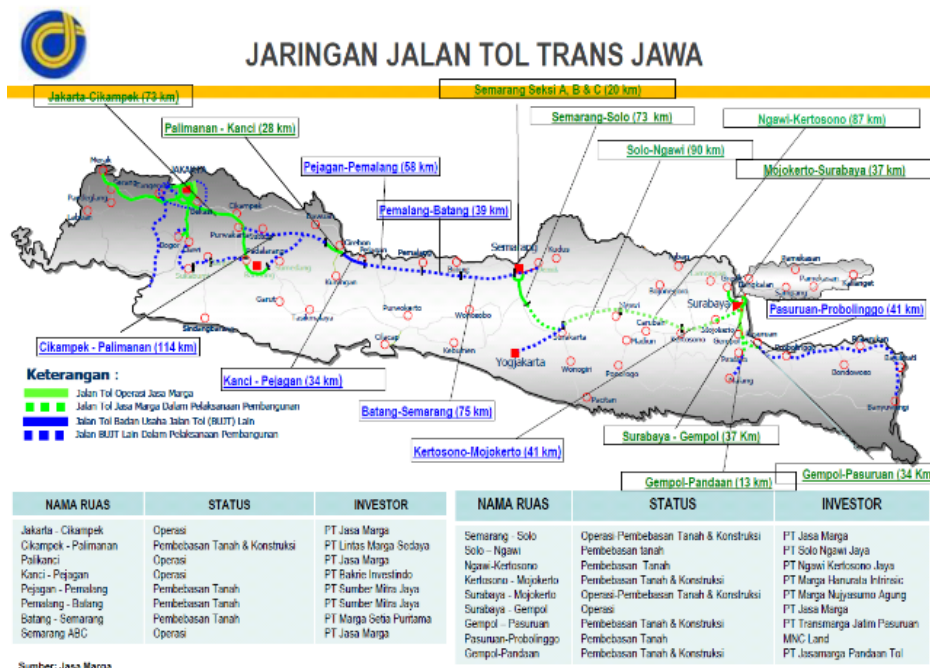
Adapun langkah-langkah dari penelitian ini adalah

1. Mendefinisikan Masalah  
Mendefinisikan masalah ialah tahapan dalam menetapkan permasalahan yang berhubungan dengan penentuan rute terpendek
2. Studi Literatur  
Studi literatur ialah tahapan dalam mengumpulkan materi referensi mengenai algoritma yang dapat menyelesaikan masalah rute terpendek dari buku-buku, jurnal ilmiah, artikel populer, dan lain-lain.
3. Pengumpulan Data  
Pengumpulan data merupakan tahapan dalam mengumpulkan data jaringan jalur Tol Trans Jawa, untuk memperoleh jarak antar sebuah jalur dengan jalur lainnya berdasarkan data Jasa Marga dan sumber-sumber yang akurat.
4. Pemodelan Graf dari Data  
Pada tahap ini data dari antar sebuah jalur dengan jalur lainnya pada jalur Tol Trans Jawa dibentuk menjadi sebuah graf berbobot yang memiliki arah.
5. Penerapan Algoritma Floyd-Warshall  
Pada tahap ini graf yang telah dibentuk dihitung dengan menggunakan algoritma Floyd-Warshall dengan langkah-langkah sebagai berikut :  
Dimisalkan  $W$  adalah matriks awal graf berbobot.  $W^*$  adalah matriks berbobot terpendek dengan  $W_{ij}$  sama dengan *shortest path* dari titik  $v_i$  ke  $v_j$ .
  - i.  $W = D(0)$

- ii. untuk  $k = 1$  hingga  $n$   
 untuk  $i = 1$  hingga  $n$   
 untuk  $j = 1$  hingga  $n$
  - iii.  $d_{ij}^{(k)} = \min\{d_{ij}^{(k-1)}, d_{ik}^{(k-1)} + d_{kj}^{(k-1)}\}$
  - iv.  $W^* = D(k)$
6. Hasil Rute  
 Hasil akhir yang didapatkan dari algoritma Floyd-Warshall yaitu matriks untuk iterasi ke- $n$ . Dari matriks ke- $n$  dapat diketahui nilai *shortest path* untuk setiap titik pada suatu graf.

### 3. Hasil Dan Pembahasan

Permasalahan yang berhubungan dengan penentuan rute terpendek yang akan di bahas pada makalah ini adalah penentuan rute terpendek pada jalur Tol Trans Jawa, masalah dalam kehidupan sehari-hari yang dapat diselesaikan dengan menerapkan teori optimasi untuk penentuan rute terpendek. Jalur Tol Trans Jawa adalah penghubung dari Jakarta sampai dengan Surabaya yang menghubungkan 21 titik daerah yaitu dimulai dari Merak - Jakarta, Jakarta - Cikampek, Cikampek - Palimanan, Palimanan - Kanci, Kanci - Penjagaan, Penjagaan - Pemalang, Pemalang - Batang, Batang - Semarang, Semarang seksi A,B,C, Semarang - Solo, Solo - Ngawi, Ngawi - Kertosono, Kertosono - Mojokerto, Surabaya – Mojokerto, Surabaya - Gempol, Gempol – Pasuruan, Pasuruan – Purbolinggo, Gempol – Pandaan. Dengan adanya beberapa pilihan jalur ini maka penulis akan menentukan rute terpendek dari setiap pasang titik daerah untuk memudahkan para pengguna jalur Tol Trans Jawa.



Gambar 1. Jaringan Jalur Tol Trans Jawa

Tabel 1. Jalur Jaringan Jalur Tol Trans Jawa dan Jarak Untuk Setiap Jalur Jaringan Jalur Tol Trans Jawa

No	Jalur	Jarak
1.	Merak – Jakarta	98 km
2.	Jakarta – Cikampek	73 km
3.	Cikampek – Palimanan	114 km
4.	Palimanan – Kanci	28 km
5.	Kanci – Panjagaan	34 km
6.	Panjagaan – Pemalang	58 km
7.	Pemalang – Batang	39 km
8.	Batang – Semarang	75 km
9.	Semarang Seksi A, B, C	20 km
10.	Semarang – Solo	73 km

11.	Solo – Ngawi	90 km
12.	Ngawi – Kertosono	87 km
13.	Kertosono – Mojokerto	41 km
14.	Surabaya – Mojokerto	37 km
15.	Surabaya – Gempol	37 km
16.	Gempol – Pasuruan	34 km
17.	Pasuruan – Purbolinggo	41 km
18.	Gempol – Pandaan	13 km

**Tabel 2.** *Vertex* Dari Jaringan Jalur Tol Trans Jawa

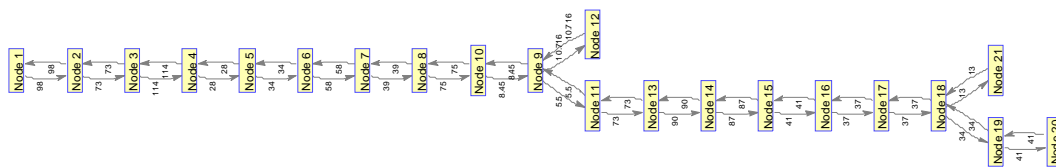
<i>Vertex</i>	Nama Tol
$v_1$	Merak
$v_2$	Jakarta
$v_3$	Cikampek
$v_4$	Palimanan
$v_5$	Kanci
$v_6$	Panjagaan
$v_7$	Pemalang
$v_8$	Batang
$v_9$	Jatingaleh (Semarang)
$v_{10}$	Krapyak (Semarang Seksi A)
$v_{11}$	Srondol (Semarang Seksi B)
$v_{12}$	Kaligawe (Semarang Seksi C)
$v_{13}$	Solo
$v_{14}$	Ngawi
$v_{15}$	Kertosono
$v_{16}$	Mojokerto
$v_{17}$	Surabaya
$v_{18}$	Gempol
$v_{19}$	Pasuruan
$v_{20}$	Purbolinggo
$v_{21}$	Pandaan

Dari Gambar 1, Tabel.1 dan Tabel.2, didapatkan jaringan jalur Tol Trans Jawa berdasarkan sumber Jasa Marga maka berikut adalah jalur dari jalur Tol Trans Jawa dan jarak untuk setiap pasangan daerah yang dihubungkan oleh Tol Trans Jawa.

**Tabel 3.** *Edge* Dari Jaringan Tol Trans Jawa

<i>Edge</i>	Pasangan <i>Vertex</i>	Nama Jalur	Bobot (Km)
$e_1$	$v_1 - v_2$	Merak - Jakarta	98
$e_2$	$v_2 - v_3$	Jakarta - Cikampek	73
$e_3$	$v_3 - v_4$	Cikampek – Palimanan	114
$e_4$	$v_4 - v_5$	Palimanan – Kanci	28
$e_5$	$v_5 - v_6$	Kanci – Panjagaan	34
$e_6$	$v_6 - v_7$	Panjagaan – Pemalang	58
$e_7$	$v_7 - v_8$	Pemalang – Batang	39
$e_8$	$v_8 - v_{10}$	Batang – Semarang (Seksi A)	75
$e_9$	$v_9 - v_{10}$	Jatingaleh – Krapyak (Semarag seksi A)	8,45
$e_{10}$	$v_9 - v_{11}$	Jatingaleh – Srondol (Semarang Seksi B)	5,5

$e_{11}$	$v_9 - v_{12}$	Jatingaleh – Kaligawe (Semarang Seksi C)	10,716
$e_{12}$	$v_{11} - v_{13}$	Semarang (Seksi B) – Solo	73
$e_{13}$	$v_{13} - v_{14}$	Solo – Ngawi	90
$e_{14}$	$v_{14} - v_{15}$	Ngawi - Kertosono	87
$e_{15}$	$v_{15} - v_{16}$	Kertosono – Mojokerto	41
$e_{16}$	$v_{17} - v_{16}$	Surabaya – Mojokerto	37
$e_{17}$	$v_{17} - v_{18}$	Surabaya – Gempol	37
$e_{18}$	$v_{18} - v_{19}$	Gempol – Pasuruan	34
$e_{19}$	$v_{19} - v_{20}$	Pasuruan – Purbolinggo	41
$e_{20}$	$v_{18} - v_{21}$	Gempol – Pandaan	13



**Gambar 2.** Graf dari Jalur Tol Trans Jawa

Dari Gambar 2 dapat di bentuk sebuah representasi matriks sebagai berikut.

$$W = D(0) = \begin{pmatrix} 0 & 98 & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf \\ 98 & 0 & 73 & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf \\ inf & 73 & 0 & 114 & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf \\ inf & inf & 114 & 0 & 28 & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf \\ inf & inf & inf & 28 & 0 & 34 & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf \\ inf & inf & inf & inf & 34 & 0 & 58 & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf \\ inf & inf & inf & inf & inf & 58 & 0 & 39 & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf \\ inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & 39 & 0 & 75 & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf \\ inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & 75 & 0 & 8,45 & 5,5 & 10,176 & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf \\ inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & 8,45 & 0 & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf \\ inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & 5,5 & inf & 0 & inf & 73 & inf & inf & inf & inf & inf & inf \\ inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & 10,176 & inf & inf & 0 & inf & inf & inf & inf & inf & inf \\ inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & 73 & inf & 0 & inf & inf & inf & inf & inf & inf \\ inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & 90 & 0 & 90 & inf & inf & inf & inf & inf \\ inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & 90 & 0 & 87 & inf & inf & inf & inf \\ inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & 87 & 0 & 41 & inf & inf & inf \\ inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & 41 & 0 & 37 & inf & inf \\ inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & 37 & 0 & 37 & inf \\ inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & 37 & 0 & 34 \\ inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & 34 & 0 & 41 \\ inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & 41 & 0 \\ inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & inf & 13 & inf \\ inf & 0 \end{pmatrix}$$

Berdasarkan matriks awal dari representasi graf, kemudian dilakukan proses perhitungan dengan algoritma Floyd-Warshall untuk mencari bobot terkecil antara semua titik, dimana semakin kecil bobot maka semakin optimal rute tersebut. Berikut adalah hasil iterasi algoritma Floyd-Warshall yang ke-21.

$$W = D(21) = \begin{pmatrix} 0 & 98 & 171 & 285 & 313 & 347 & 405 & 444 & 519 & 527.45 & 524.5 & 529.176 & 597.5 & 687.5 & 774.5 & 815.5 & 852.5 & 889.5 & 923.5 & 964.5 & 902.5 \\ 98 & 0 & 73 & 187 & 215 & 249 & 307 & 346 & 421 & 429.45 & 426.5 & 431.176 & 499.5 & 589.5 & 676.5 & 717.5 & 754.5 & 791.5 & 825.5 & 866.5 & 804.5 \\ 171 & 73 & 0 & 114 & 142 & 176 & 234 & 273 & 348 & 356.45 & 353.5 & 358.176 & 426.5 & 516.5 & 603.5 & 644.5 & 681.5 & 718.5 & 752.5 & 793.5 & 731.5 \\ 285 & 187 & 114 & 0 & 28 & 62 & 120 & 159 & 234 & 242.45 & 239.5 & 244.176 & 312.5 & 402.5 & 489.5 & 530.5 & 567.5 & 604.5 & 638.5 & 679.5 & 617.5 \\ 313 & 215 & 142 & 28 & 0 & 34 & 92 & 131 & 206 & 214.45 & 211.5 & 216.176 & 284.5 & 374.5 & 461.5 & 502.5 & 539.5 & 576.5 & 610.5 & 651.5 & 589.5 \\ 347 & 249 & 176 & 62 & 34 & 0 & 58 & 97 & 172 & 180.45 & 177.5 & 182.176 & 250.5 & 340.5 & 427.5 & 468.5 & 505.5 & 542.5 & 576.5 & 617.5 & 555.5 \\ 405 & 307 & 234 & 120 & 92 & 58 & 0 & 39 & 114 & 122.45 & 119.5 & 124.176 & 192.5 & 282.5 & 369.5 & 410.5 & 447.5 & 484.5 & 518.5 & 559.5 & 497.5 \\ 444 & 346 & 273 & 159 & 131 & 97 & 39 & 0 & 75 & 83.45 & 80.5 & 85.176 & 153.5 & 243.5 & 330.5 & 371.5 & 408.5 & 445.5 & 485.5 & 520.5 & 458.5 \\ 519 & 421 & 348 & 234 & 206 & 172 & 114 & 75 & 0 & 8.45 & 5.5 & 10.176 & 78.5 & 168.5 & 255.5 & 296.5 & 333.5 & 370.5 & 404.5 & 445.5 & 383.5 \\ 527.45 & 429.45 & 356.45 & 242.45 & 214.45 & 180.45 & 122.45 & 83.45 & 8.45 & 0 & 13.95 & 18.626 & 86.95 & 176.95 & 263.95 & 304.95 & 341.95 & 378.95 & 412.95 & 453.95 & 391.95 \\ 524.5 & 426.5 & 353.45 & 239.5 & 211.5 & 177.5 & 119.5 & 80.5 & 5.5 & 13.95 & 0 & 15.676 & 73 & 163 & 250 & 291 & 328 & 365 & 399 & 440 & 378 \\ 529.176 & 431.176 & 358.176 & 244.176 & 216.176 & 182.176 & 124.176 & 85.176 & 10.176 & 19.166 & 16.216 & 0 & 89.216 & 179.216 & 266.216 & 307.216 & 344.216 & 381.216 & 415.216 & 456.216 & 394.216 \\ 597.5 & 499.5 & 426.5 & 312.5 & 284.5 & 250.5 & 192.5 & 153.5 & 78.5 & 86.95 & 73 & 88.676 & 0 & 90 & 177 & 218 & 255 & 292 & 326 & 367 & 305 \\ 687.5 & 589.5 & 516.5 & 402.5 & 374.5 & 340.5 & 282.5 & 243.5 & 168.5 & 176.95 & 163 & 178.676 & 90 & 0 & 87 & 128 & 165 & 202 & 236 & 277 & 215 \\ 774.5 & 676.5 & 603.5 & 489.5 & 461.5 & 427.5 & 369.5 & 330.5 & 255.5 & 263.95 & 250 & 265.676 & 177 & 87 & 0 & 41 & 78 & 115 & 149 & 190 & 128 \\ 815.5 & 717.5 & 644.5 & 530.5 & 502.5 & 468.5 & 410.5 & 371.5 & 296.5 & 304.95 & 291 & 306.676 & 218 & 128 & 41 & 0 & 37 & 74 & 108 & 149 & 87 \\ 852.5 & 754.5 & 681.5 & 567.5 & 539.5 & 505.5 & 447.5 & 408.5 & 333.5 & 341.95 & 328 & 343.676 & 285 & 165 & 78 & 37 & 0 & 37 & 71 & 112 & 50 \\ 889.5 & 791.5 & 718.5 & 604.5 & 576.5 & 542.5 & 484.5 & 445.5 & 370.5 & 378.95 & 365 & 380.676 & 292 & 202 & 115 & 74 & 37 & 0 & 34 & 75 & 13 \\ 923.5 & 825.5 & 752.5 & 638.5 & 610.5 & 576.5 & 518.5 & 479.5 & 404.5 & 412.95 & 399 & 414.676 & 326 & 236 & 149 & 108 & 71 & 34 & 0 & 41 & 47 \\ 964.5 & 866.5 & 793.5 & 679.5 & 651.5 & 617.5 & 559.5 & 520.5 & 445.5 & 453.95 & 440 & 455.676 & 367 & 277 & 190 & 149 & 112 & 75 & 41 & 0 & 88 \\ 902.5 & 804.5 & 731.5 & 617.5 & 589.5 & 555.5 & 497.5 & 458.5 & 383.5 & 391.95 & 378 & 393.676 & 305 & 215 & 128 & 87 & 50 & 13 & 47 & 88 & 0 \end{pmatrix}$$

Hasil akhir yang didapatkan dari algoritma Floyd-Warshall yaitu matriks untuk iterasi ke-n dan pada kasus jalur Tol Trasn Jawa telah didapatkan matriks untuk iterasi ke-21. Dari matriks ke-21 dapat diketahui nilai *shortest path* untuk setiap *vertex* pada graf jalur Tol Trans Jawa. Terdapat 420 rute terpendek untuk jalur Tol Trans Jawa, berikut adalah beberapa hasil rute untuk beberapa *vertex* pada jalur Tol Trans Jawa.

- Rute terpendek dari **Merak** ke **Jakarta** dan sebaliknya adalah 98 km
- Rute terpendek dari **Merak** ke **Pandaan** dan sebaliknya, melewati Jakarta, Cikampek, Palimanan, Kanci, Panjagaan, Pemalang, Batang, Jatingaleh, Srandol (Semarang Seksi B), Solo, Ngawi, Kertosono, Mojokerto, Surabaya, Gempol dan Pasuruan adalah 902.5 km
- Rute terpendek dari **Jakarta** ke **Cikampek** dan sebaliknya adalah 73 km
- Rute terpendek dari **Jakarta** ke **Pandaan** dan sebaliknya, melewati Jakarta, Cikampek, Palimanan, Kanci, Panjagaan, Pemalang, Batang, Jatingaleh, Srandol (Semarang Seksi A), Solo, Ngawi, Kertosono, Mojokerto, Surabaya, Gempol dan Pasuruan adalah 804.5 km
- Rute terpendek dari **Cikampek** ke **Palimanan** dan sebaliknya adalah 114 km
- Rute terpendek dari **Cikampek** ke **Pandaan** dan sebaliknya, melewati Palimanan, Kanci, Panjagaan, Pemalang, Batang, Jatingaleh, Srandol (Semarang Seksi A), Solo, Ngawi, Kertosono, Mojokerto, Surabaya, Gempol dan Pasuruan adalah 731.5 km
- Rute terpendek dari **Palimanan** ke **Kanci** dan sebaliknya adalah 28 km
- Rute terpendek dari **Palimanan** ke **Pandaan** dan sebaliknya, melewati Kanci, Panjagaan, Pemalang, Batang, Jatingaleh, Srandol (Semarang Seksi A), Solo, Ngawi, Kertosono, Mojokerto, Surabaya, Gempol dan Pasuruan adalah 617.5 km
- Rute terpendek dari **Kanci** ke **Panjagaan** dan sebaliknya adalah 34 km
- Rute terpendek dari **Kanci** ke **Pandaan** dan sebaliknya, melewati Kanci, Panjagaan, Pemalang, Batang, Jatingaleh, Srandol (Semarang Seksi A), Solo, Ngawi, Kertosono, Mojokerto, Surabaya, Gempol dan Pasuruan adalah 589.5 km
- Rute terpendek dari **Panjagaan** ke **Pemalang** dan sebaliknya adalah 58 km
- Rute terpendek dari **Panjagaan** ke **Pandaan** dan sebaliknya, melewati Pemalang, Batang, Jatingaleh, Srandol (Semarang Seksi A), Solo, Ngawi, Kertosono, Mojokerto, Surabaya, Gempol dan Pasuruan adalah 555.5 km
- Rute terpendek dari **Pemalang** ke **Batang** dan sebaliknya adalah 39 km
- Rute terpendek dari **Pemalang** ke **Pandaan** dan sebaliknya, melewati Batang, Jatingaleh, Srandol (Semarang Seksi A), Solo, Ngawi, Kertosono, Mojokerto, Surabaya, Gempol dan Pasuruan adalah 497.5 km

- Rute terpendek dari **Batang** ke **Jatingaleh (Semarang)** dan sebaliknya adalah 75 km
- Rute terpendek dari **Batang** ke **Pandaan** dan sebaliknya, melewati Jatingaleh, Srandol (Semarang Seksi A), Solo, Ngawi, Kertosono, Mojokerto, Surabaya, Gempol dan Pasuruan adalah 458.5 km
- Rute terpendek dari **Jatingaleh** ke **Krapyak (Semarang Seksi A)** dan sebaliknya adalah 8.45 km
- Rute terpendek dari **Jatingaleh** ke **Pandaan** dan sebaliknya, melewati Srandol (Semarang Seksi A), Solo, Ngawi, Kertosono, Mojokerto, Surabaya, Gempol dan Pasuruan adalah 383.5 km
- Rute terpendek dari **Krapyak (Semarang Seksi A)** ke **Srandol (Semarang Seksi B)** dan sebaliknya adalah 13.95 km
- Rute terpendek dari **Krapyak (Semarang Seksi A)** ke **Pandaan** dan sebaliknya, melewati Srandol (Semarang Seksi A), Solo, Ngawi, Kertosono, Mojokerto, Surabaya, Gempol dan Pasuruan adalah 391.95km
- Rute terpendek dari **Srandol (Semarang Seksi B)** ke **Kaligawe (Semarang Seksi C)** dan sebaliknya, melewati Jatingaleh adalah 15.676 km
- Rute terpendek dari **Srandol (Semarang Seksi B)** ke **Pandaan** dan sebaliknya, melewati Solo, Ngawi, Kertosono, Mojokerto, Surabaya, Gempol dan Pasuruan adalah 378 km
- Rute terpendek dari **Kaligawe (Semarang Seksi C)** ke **Solo** dan sebaliknya, melewati Jatingaleh dan Srandol (Semarang Seksi B) adalah 89.216 km
- Rute terpendek dari **Kaligawe (Semarang Seksi C)** ke **Pandaan** dan sebaliknya, melewati Jatingaleh, Srandol (Semarang Seksi B), Solo, Ngawi, Kertosono, Mojokerto, Surabaya, Gempol dan Pasuruan adalah 394.216 km
- Rute terpendek dari **Solo** ke **Ngawi** dan sebaliknya adalah 90 km
- Rute terpendek dari **Solo** ke **Pandaan** dan sebaliknya, melewati Ngawi, Kertosono, Mojokerto, Surabaya, Gempol dan Pasuruan adalah 305 km
- Rute terpendek dari **Ngawi** ke **Kertosono** dan sebaliknya adalah 87 km
- Rute terpendek dari **Ngawi** ke **Pandaan** dan sebaliknya, melewati Kertosono, Mojokerto, Surabaya, Gempol dan Pasuruan adalah 215 km
- Rute terpendek dari **Kertosono** ke **Mojokerto** dan sebaliknya adalah 41 km
- Rute terpendek dari **Kertosono** ke **Pandaan** dan sebaliknya, melewati Mojokerto, Surabaya, Gempol dan Pasuruan adalah 128 km
- Rute terpendek dari **Mojokerto** ke **Surabaya** dan sebaliknya adalah 37 km
- Rute terpendek dari **Mojokerto** ke **Pandaan** dan sebaliknya, melewati Surabaya, Gempol dan Pasuruan adalah 87 km
- Rute terpendek dari **Surabaya** ke **Gempol** dan sebaliknya adalah 37 km
- Rute terpendek dari **Surabaya** ke **Pandaan** dan sebaliknya, melewati Gempol dan Pasuruan adalah 50 km
- Rute terpendek dari **Gempol** ke **Pasuruan** dan sebaliknya adalah 34 km
- Rute terpendek dari **Gempol** ke **Pandaan** dan sebaliknya adalah 13 km
- Rute terpendek dari **Pasuruan** ke **Purbolinggo** dan sebaliknya adalah 41 km
- Rute terpendek dari **Pasuruan** ke **Pandaan** dan sebaliknya, melewati Gempol adalah 47 km
- Rute terpendek dari **Purbolinggo** ke **Pandaan** dan sebaliknya, melewati Pasuruan dan Gempol adalah 88 km

#### 4. Kesimpulan

Adapun kesimpulan pada makalah ini adalah.

1. Telah berhasil dibentuk rute terpendek pada jalur Tol Trans Jawa untuk setiap pasangan titik.
2. Algoritma Floyd-Warshall dapat menyelesaikan permasalahan rute terpendek pada jalur Tol Trans Jawa dengan menghitung jarak seluruh jalur atau lintasan yang ada antar daerah.

#### 5. Daftar Pustaka

- Diaz, Novandi, & Aprian. 2007. *Perbandingan Algoritma Dijkstra dan Algoritma Floyd-Warshall dalam Penentuan Lintasan terpendek (Single Pair Shortest Path)*, Makalah IF2251 Strategi Algoritmik Tahun 2007, 1-5.
- Deo, Narsingh. 1989. *Graph Theory with Applications to Engineering and Computer Science*. Prentice Hall of India, New Delhi.
- Jayanti, Ni Ketut Dewi. 2014. *Penggunaan Algoritma Floyd-Warshall dalam Masalah Jalur Terpendek pada Penentuan Tata Letak Parkir*. STMIK STIKOM, Bali, 76-77.

- Kamayudi, A. 2006. *Studi dan Implementasi Algoritma Dijkstra, Bellman-Ford dan Floyd-Warshall dalam Menangani Masalah Lintasan Terpendek dalam Graf*. Program Studi Teknik Informatika, Institut Teknologi Bandung, 1.
- Munir, Rinaldi. 2001. *Matematika Diskrit*. Ed. Ke-3. Informatika, Bandung.
- Ramadhan, Fahmi. 2011. *Algoritma Bellman-Ford dan Floyd-Warshall*. ITT Telkom, Bandung.
- Salaki, D. T. 2011. *Penentuan Lintasan Terpendek dari FMIPA ke Rektorat dan Fakultas lain di UNSRAT Manado Menggunakan Algoritma Dijkstra*. *Ilmiah Sains*, 11(Dijkstra), 73-76.