



**PENANGANAN PROSES GAWAT DARURAT DI DAERAH PERKOTAAN  
MENGUNAKAN METODE MODIFIKASI *DIJKSTRA***

**Prima Wiratama  
05111750010008**

**DOSEN PEMBIMBING  
Ary Mazharuddin Shiddiqi, S. Kom, M. Comp.Sc, Ph.D.  
19810620 200501 1 003**

**PROGRAM MAGISTER  
BIDANG KEAHLIAN KOMPUTER BERBASIS JARINGAN  
DEPARTEMEN TEKNIK INFORMATIKA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2020**

## LEMBAR PENGESAHAN TESIS

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Magister Komputer (M.Kom)

di

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

PRIMA WIRATAMA

NRP.05111750010008

Dengan Judul :

Penanganan Proses Gawat Darurat Di Daerah Perkotaan Dengan Metode Modifikasi *Dijkstra*

Tanggal Ujian: 16 Juli 2020

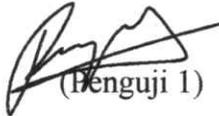
Periode Wisuda: Maret 2021

Disetujui oleh:

Ary Mazharuddin Shiddiqi, S. Kom, M. Comp.Sc, Ph.D.  
NIP. 19810620 200501 1 003

  
(Pembimbing 1)

Royyana Muslim Ijtihadie, S.Kom, M.Kom, Ph.D.  
NIP. 19770824 200604 1 001

  
(Penguji 1)

Dr. Radityo Anggoro, S.Kom, M.Sc.  
NIP. 19841016 200812 1 0002

  
(Penguji 2)

Tohari Ahmad, S.Kom, M.IT.,Ph.D.  
NIP. 19750525 200312 1 002

  
(Penguji 3)



Kepala Departemen Teknik Informatika

  
Dr. Eng. Chastine Fatichah, S.Kom., M.Kom  
NIP. 197512202001122002

## **PENANGANAN PROSES GAWAT DARURAT DI DAERAH PERKOTAAN MENGUNAKAN METODE MODIFIKASI *DIJKSTRA***

Nama : Prima Wiratama  
NRP : 05111750010008  
Pembimbing : Ary Mazharuddin Shiddiqi, S. Kom, M. Comp.Sc, Ph.D.

### **ABSTRAK**

Pertolongan gawat darurat mempunyai peran yang sangat vital terhadap penyelamatan nyawa pasien. Proses gawat darurat melibatkan dua tahap yaitu pra rumah sakit dan tahap rumah sakit. Keseluruhan proses gawat darurat memiliki waktu tanggap maksimal 10 menit. Waktu tersebut merupakan akumulasi waktu dari saat pasien di tempat kejadian sampai dengan dia mendapatkan respon dari petugas UGD. Bagian awal dari penanganan gawat darurat pra rumah sakit adalah menentukan rute terpendek dan tercepat ke rumah sakit. Selain itu, ketersediaan rumah sakit yang dituju juga harus dipertimbangkan. Berdasarkan fakta tersebut, Algoritma *Dijkstra* dapat dimodifikasi untuk menghasilkan rute terpendek dengan waktu tercepat dan ketersediaan rumah sakit yang dituju serta menunjang penanganan proses gawat darurat.

Kata kunci: Gawat Darurat, perkotaan, Modifikasi *Dijkstra*, Waktu tercepat.

# **MANAGEMENT OF EMERGENCY PROCESS IN URBAN AREA USING *DIJKSTRA* MODIFICATION METHOD**

Name : Prima Wiratama

NRP : 05111750010008

Supervisor : Ary Mazharuddin Shiddiqi, S. Kom, M. Comp.Sc, Ph.D.

## **Abstract**

Emergency relief has a very vital role in saving the lives of patients. The emergency department process involves two stages: prehospital and hospital stage. The entire emergency department has a maximum response time of 10 minutes. This time is the accumulation of time from the time the patient is at the scene until he gets a response from the ER staff. The initial part of handling pre-hospital emergency department is determining the shortest and fastest route to the hospital. In addition, the availability of the intended hospital must also be considered. Based on this fact, the *Dijkstra* algorithm can be modified to produce a route that is dependent on the fastest time and availability of the intended hospital and supports the handling of the emergency department.

Keywords: Emergency, urban, *Dijkstra* Modification, Fastest time.

## Daftar Isi

LEMBAR PENGESAHAN TESIS .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
ABSTRAK .....	i
Abstract.....	ii
Daftar Isi.....	iii
Daftar Tabel.....	v
Daftar Gambar .....	vi
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah .....	2
1.3. Tujuan .....	2
1.4. Manfaat .....	2
1.5. Kontribusi Penelitian .....	3
1.6. Batasan Masalah .....	3
BAB 2 KAJIAN PUSTAKA .....	4
2.1 Definisi Gawat Darurat.....	4
2.2 Unit Gawat Darurat.....	5
2.3 Algoritma <i>Dijkstra</i> .....	5
2.4 Peneltian Terdahulu .....	6
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN .....	8
3.1 Studi Literatur .....	8
3.2 Perancangan Algoritma.....	9
3.2.1 Preprocessing.....	9
3.2.2 Modifikasi <i>Dijkstra</i> .....	11

3.2.3	Contoh Kasus.....	12
3.3	Implementasi.....	17
3.4	Uji Coba dan Evaluasi .....	17
3.4.1	Perbedaan dengan <i>Dijkstra</i> .....	18
3.5	Penyusunan Laporan.....	18
BAB 4 HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....		19
4.1	Spesifikasi Sistem .....	19
4.2	Data Ujicoba .....	19
4.3	Skenario Ujicoba.....	19
4.3.1	Ujicoba Kebenaran.....	19
4.3.1.1	Skenario 1 .....	20
4.3.1.2	Skenario 2 .....	20
4.3.2	Pengujian Algoritma <i>Dijkstra</i> .....	20
4.3.3	Pengujian Algoritma <i>Fuzzy-Dijkstra</i> .....	20
4.4	Pembahasan Dan Evaluasi .....	23
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....		25
5.1	Kesimpulan .....	25
5.2	Saran .....	26
Daftar Pustaka.....		27
Lampiran.....		29

## **Daftar Tabel**

Tabel 3.1 Tabel Informasi <i>Node</i> pada Graf Ilustrasi .....	13
Tabel 3.2 Tabel Informasi Ruas Jalan pada Graf Ilustrasi .....	14
Tabel 3.3 Tabel Jadwal Penelitian .....	18

## Daftar Gambar

Gambar 3.1 Alur Metodologi Penelitian .....	8
Gambar 3.2 Alur Usulan Metode Modifikasi <i>Dijkstra</i> .....	9
Gambar 3.3 Alur Proses <i>Preprocessing</i> Modifikasi <i>Dijkstra</i> .....	10
Gambar 3.4 Data Peta Kota Surabaya .....	12
Gambar 3.5 Graf Ilustrasi Peta Radius Hasil dari Proses <i>Preprocessing</i> .....	13
Gambar 3.6 Graf Ilustrasi Titik Awal Contoh Kasus. ....	14
Gambar 3.7 Graf Ilustrasi Titik Tujuan yang dipilih.....	15
Gambar 3.8 Graf Ilustrasi dengan Nilai Ruas Jalan .....	16
Gambar 3.9 Graf Ilustrasi Pencarian Jalur dengan Metode Modifikasi <i>Dijkstra</i> . ....	16
Gambar 3.10 Diagram Alir Pencarian Jalur dengan Metode Modifikasi <i>Dijkstra</i> .....	17
Gambar 4.1 Membership fuzzy panjang jalan.....	21
Gambar 4.2 Membership fuzzy volume kemacetan jalan. ....	22
Gambar 4.3 <i>Rule Fuzzy</i> .....	23

# BAB 1

## PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan hal-hal dasar dalam pembuatan penelitian yang meliputi latar belakang, perumusan masalah, tujuan, manfaat, kontribusi penelitian, dan batasan masalah.

### 1.1. Latar Belakang

Kejadian gawat darurat adalah suatu keadaan dimana seseorang memerlukan pertolongan segera. Apabila pertolongan tersebut terlambat, jiwanya akan terancam atau menyebabkan cacat permanen. Keadaan gawat darurat yang sering terjadi di masyarakat perkotaan adalah keadaan gawat darurat yang disebabkan oleh kecelakaan. Pertolongan gawat darurat melibatkan dua tahap, yaitu tahap pra rumah sakit dan tahap rumah sakit.

Pertolongan gawat darurat memiliki waktu tanggap maksimal 10 menit (Sukoco., 2010). Waktu tanggap gawat darurat maksimal merupakan akumulasi waktu dari tahap pra rumah sakit dan tahap rumah sakit (Nunuk Haryatun, 2008). Penanganan pra rumah sakit berupa kemampuan memobilisasi pasien menuju lokasi rumah sakit yang tepat juga berperan penting untuk menyelamatkan pasien (Nunuk Haryatun, 2008). Tahap rumah sakit adalah penanganan ketika sampai di rumah sakit dan menurut (Permenkes, 2009) tahap rumah sakit memiliki waktu tanggap 5 menit.

Bagian awal dari penanganan gawat darurat pra rumah sakit adalah menentukan rute terpendek dan tercepat ke rumah sakit dan rute tersebut diharapkan dapat memperkecil resiko kegagalan proses penanganan pasien gawat darurat. Keterlambatan ke UGD dapat juga disebabkan oleh kemacetan yang umum terjadi di perkotaan. Selain itu, faktor ketersediaan rumah sakit juga perlu dipertimbangkan.

Fakta di atas merupakan alasan perlunya pencarian rute terpendek dan tercepat agar pasien dapat diselamatkan. Tujuan tersebut dapat dicapai dengan algoritma *Dijkstra*. Namun algoritma *Dijkstra native* hanya melihat satu aspek dalam penentuan rute yaitu jarak. Jarak dipertkotaan bukan merupakan solusi yang optimal karena kemacetan sering

terjadi. Oleh karena itu, algoritma *Dijkstra* perlu dimodifikasi agar dapat mendeteksi aspek waktu dan ketersediaan rumah sakit.

Berdasarkan latar belakang yang disebutkan, penulis mengusulkan solusi masalah di atas dengan memodifikasi algoritma *Dijkstra* untuk menangani proses gawat darurat pra rumah sakit.

## **1.2. Perumusan Masalah**

Dari latar belakang diatas didapatkan permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana memodifikasi algoritma *Dijkstra* untuk mencari rute terpendek dan tercepat ke Unit Gawat Darurat (UGD) dan menentukan UGD yg tepat ?
2. Bagaimana nilai evaluasi dari hasil metode modifikasi *Dijkstra* untuk pencarian rute terpendek dan tercepat ke Unit Gawat Darurat ?

## **1.3. Tujuan**

Tujuan Penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memodifikasi algoritma *Dijkstra* untuk mencari rute terpendek dan tercepat untuk menunjang percepatan proses penanganan gawat darurat dan menentukan UGD yang tepat.
2. Mengetahui nilai evaluasi dari hasil metode modifikasi *Dijkstra* untuk pencarian rute terpendek dan tercepat.

## **1.4. Manfaat**

Penelitian ini diharapkan bermanfaat bagi peneliti, keilmuan, dan pembaca. Manfaat tersebut diharapkan sebagai berikut:

1. Bagi peneliti, hasil penelitian diharapkan dapat memperdalam pemahaman konsep/teori tentang faktor-faktor yang diperlukan dalam memodifikasi algoritma *Dijkstra* untuk mencari rute terpendek dan tercepat sehingga menunjang proses penanganan gawat darurat.
2. Di bidang keilmuan, hasil penelitian diharapkan dapat menghasilkan metode modifikasi *Dijkstra* untuk mencari rute terpendek dan tercepat.
3. Bagi pembaca, metode yang dihasilkan dari penelitian ini dapat dijadikan sebagai metode untuk mencari rute terpendek dan tercepat untuk penanganan darurat.

### 1.5. Kontribusi Penelitian

Kontribusi pertama dari penelitian ini adalah modifikasi algoritma *Dijkstra* dengan penggunaan lebih dari satu parameter dalam penemuan rute terpendek. Parameter yang digunakan adalah jarak, waktu, kondisi kemacetan jalan, dan ketersediaan rumah sakit. Kondisi kemacetan dapat memperlambat perjalanan sehingga menghambat proses penanganan. Faktor lainnya adalah ketersediaan rumah sakit. Solusi yang dihasilkan tidak akan berguna apabila rumah sakit yang dituju tidak tersedia atau tutup.

Kontribusi kedua adalah pemberian batasan radius jarak pencarian rumah sakit. Dengan menggunakan kecepatan maksimal, rute yang dihasilkan dapat membantu pembawa pasien dari titik awal kejadian sampai ke rumah sakit dalam waktu 5 menit. Waktu penanganan pra rumah sakit (5 menit) tersebut didapatkan dari waktu maksimal gawat darurat (10 menit) (Sukoco, 2010) dikurangi dengan waktu maksimal penanganan setelah sampai di rumah sakit (5 menit) (Permenkes, 2009).

Kontribusi ketiga adalah *recalculation route* di tiap *node* untuk mencari jalur secara *realtime* sehingga dapat mendeteksi perubahan status kemacetan jalan yang akan dilalui. Diharapkan metode *Dijkstra* hasil modifikasi dapat mendukung proses penanganan gawat darurat dengan memperhitungkan faktor-faktor penghalang.

### 1.6. Batasan Masalah

Permasalahan yang dibahas dalam penelitian ini memiliki beberapa batasan sebagai berikut:

1. Parameter yang diperhitungkan adalah jarak, kondisi lalu lintas jalan yang dilalui, waktu, ketersediaan rumah sakit, dan radius jarak pencarian.
2. Data yang dipakai adalah data *node* dan jarak tempuh diperoleh dari peta *Google maps*.
3. Area cakupan terbatas di dalam kota Surabaya.
4. Kecepatan maksimum adalah 40km/jam.
5. Data kemacetan tiap ruas jalan diperoleh secara *dummy*.

## **BAB 2**

### **KAJIAN PUSTAKA**

Bab ini merupakan pembahasan dari referensi terkait yang telah dilakukan dalam menyelesaikan permasalahan sesuai dengan penelitian yang dikaji. Bab ini diawali dengan menjabarkan metode yang terkait dengan penelitian ini serta teori yang mendukung penelitian ini.

#### **2.1 Definisi Gawat Darurat**

Gawat darurat adalah suatu keadaan dimana pasien membutuhkan tindakan yang cepat dan tepat. Perawatan gawat darurat merupakan gabungan dari diagnosa dan tindakan terhadap semua pasien yang memerlukan perawatan yang tidak direncanakan dan mendadak. Perawatan gawat darurat dilakukan untuk menekan angka kecacatan dan kematian pasien. Pelayanan pra rumah sakit dan di rumah sakit merupakan tindakan pelayanan gawat darurat.

Kesinambungan perawatan dan pelayanan pra-rumah sakit atau di luar rumah sakit harus diperhatikan karena dapat menentukan hasil pelayanan gawat darurat. Pelayanan pra-rumah sakit terdiri dari dukungan, instruksi, layanan, dan tindakan sejak pasien masuk rumah sakit hingga pasien dikirim ke pusat pelayanan yang lain. Pelayanan di luar rumah sakit meliputi seluruh pelayanan antara lain pemindahan pasien, respon, dan tindakan untuk melakukan tindakan medis terpadu.

Prinsip penanganan penderita gawat darurat mempertimbangkan tingkat kegawat daruratan yang mengakibatkan kematian yang disebabkan oleh:

1. Sumbatan jalan nafas.
2. Ketidakmampuan bernafas.
3. Kehilangan darah.
4. Pendarahan intrakranial.

Pelayanan gawat darurat yang memenuhi syarat harus meliputi tindakan-tindakan sebagai berikut:

1. Pencegahan hentinya detak jantung dan henti nafas.
2. Penanganan perdarahan.
3. Pemasangan balutan dan transportasi

## 2.2 Unit Gawat Darurat

Unit penanganan pasien yang terancam kelangsungan hidupnya disebut Unit Gawat Darurat (UGD). Unit ini memberikan layanan oleh para dokter spesialis dan perawat selama 24 jam nonstop.

Beberapa UGD menyediakan ambulans yang beroperasi 24 jam untuk memindahkan pasien dengan didampingi oleh tim *medical evacuation*. UGD dilengkapi dengan fasilitas dan alat medis antara lain *defibrilator*, monitor tekanan darah, *pulse* oksimeter, dan sebagainya. Menurut (Sukoco, 2010), penanganan pra rumah sakit adalah 8 menit.

## 2.3 Algoritma Dijkstra

Algoritma *Dijkstra* merupakan algoritma yang populer untuk mencari rute terpendek. Pengoperasiannya adalah dengan menggunakan simpul-simpul sederhana pada jaringan jalan yang tidak rumit. Nama algoritma ini sendiri berasal dari penemunya Edsger *Dijkstra* (Dijkstra, 1959).

Dalam mencari solusi rute terpendek, algoritma *Dijkstra* menggunakan prinsip *greedy*, yaitu mencari solusi optimal pada setiap langkah yang dilalui, dengan tujuan untuk mendapatkan solusi optimal pada langkah selanjutnya yang akan mengarah pada solusi terbaik. Hal ini menyebabkan kompleksitas waktu algoritma *Dijkstra* menjadi cukup besar, yaitu sebesar  $O(V * \text{Log}(v + e))$ , dimana  $v$  dan  $e$  adalah simpul dan sisi graf yang digunakan. Input dari algoritma *Dijkstra* berupa sebuah graf yang mempunyai bobot  $G(e, v)$ , sedangkan outputnya berupa rute terpendek dari simpul awal ke masing masing simpul yang ada pada graf.

Algoritma ini juga mencari panjang lintasan terpendek dari sumber ke tujuan dalam sebuah *graph* berbobot tersambung. Langkah-langkah dalam menentukan lintasan terpendek pada algoritma *Dijkstra* adalah sebagai berikut:

1. Tentukan *Node source* (awal), *node* tujuan dan matriks bobot *Dijkstra* tiap *node*.  
Set *distance node* awal =0.
2. Cari *node* terkecil yang terhubung dengan *node source*.

3. Apabila ditemukan *node* yang mempunyai nilai terkecil, tandai *node* itu dan jumlahkan nilai *distance node* tersebut ke nilai *distance* dari *source* sebelumnya dan *set source* ke *node* tersebut.
4. Ulangi langkah ke 2 sampai ke 3 sampai *node* tujuan tercapai atau semua *node* telah ditandai.

## 2.4 Penelitian Terdahulu

Penelitian oleh (Moch. Hannats Hanafi Ichsan, 2012) mengusulkan metode hibrida *Fuzzy-Dijkstra* yang dapat melakukan pengambilan keputusan dengan melihat aspek jarak dan tingkat kemacetan. *Fuzzy-Dijkstra* akan menghitung aspek jarak dan tingkat kemacetan tiap *edge* dengan menggunakan *fuzzy*. Setelah nilai hasil *defuzzifikasi* didapatkan, metode *Dijkstra* dijalankan untuk mencari jalur dengan bobot *edge* terkecil. Algoritma hibrida tersebut di atas mampu mencari ruas jalan yang pendek dan bebas kemacetan. Metode hibrida tidak dirancang untuk proses gawat darurat. Oleh karena itu, metode tersebut tidak memperhitungkan radius jarak pencarian dan ketersediaan rumah sakit yang sangat penting untuk penanganan proses gawat darurat.

Di tahun 2015, (Khyrina Airin Fariza Abu Samah, 2015) mengusulkan metode modifikasi *Dijkstra* untuk untuk mensimulasi masalah evakuasi darurat gedung yang terbakar. Modifikasi yang dilakukan adalah dengan cara menambahkan blokade pada beberapa *node*. *Egde* yang menuju *node* terblokir akan diberi nilai maksimal untuk menjaga agar *node* terblokir tersebut tidak dilewati. Metode yang diusulkan hanya memperhitungkan jarak dan dapat menghindari *node* yang terblokir, tetapi tidak memperhitungkan aspek lain yang mempengaruhi pencarian rute terpendek seperti tingkat kemacetan dan ketersediaan rumah sakit.

Penelitian oleh (Prima Wiratama, 2016) mengusulkan metode *Dijkstra* dengan radius pencarian untuk menyelesaikan proses gawat darurat dikota Malang. Penelitian ini dapat menghasilkan *path* dengan jarak terpendek dari lokasi kejadian ke rumah sakit tujuan. Metode yang diusulkan hanya memperhitungkan jarak dan radius, namun tidak memperhitungkan aspek lain seperti tingkat kemacetan dan ketersediaan rumah sakit.

Metode *Dijkstra* dengan menggunakan kombinasi *node* diusulkan oleh (Bilqis Amaliah, 2016) untuk menyelesaikan permasalahan rute terpendek antar kota di pulau Jawa. Kelebihan metode yang diusulkan oleh (Bilqis Amaliah, 2016) terhadap metode

*Dijkstra* murni adalah adanya penghapusan *node* yang sudah dilewati sehingga *graph* yang dihasilkan hanya memiliki dua *node* yaitu adalah *node* tujuan dan *node* awal. Sebaliknya, kelemahan metode tersebut (Bilqis Amaliah, 2016) adalah hanya memperhitungkan jarak, dan tidak memperhitungkan aspek lain yang sangat diperlukan dalam penanganan gawat darurat.

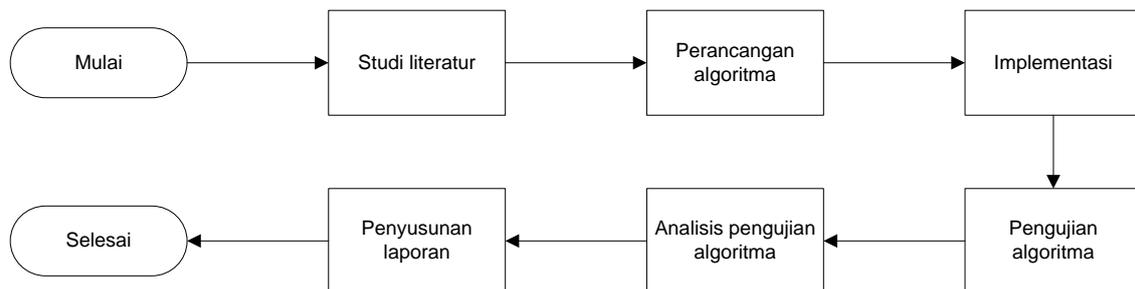
Penelitian pada (Risald, 2017) mengusulkan penyelesaian permasalahan kondisi gawat darurat dengan menggunakan metode kolaborasi *Dijkstra* dan Floyd Warshall untuk menentukan waktu dan jarak tempuh dari titik awal ke rumah sakit tujuan. Hasil yang diprioritaskan adalah rumah sakit yang mempunyai waktu tersingkat tetapi metode yang diusulkan tidak memperhitungkan faktor ketersediaan rumah sakit.

Pada penelitian modifikasi *Dijkstra* ini, peneliti melakukan perbaikan dalam algoritma *Dijkstra* untuk mendeteksi lebih dari satu parameter. Parameter-parameter tersebut adalah jarak, waktu, kondisi kemacetan jalan, ketersediaan rumah sakit, radius pencarian rumah sakit, dan *recalculation route* di tiap *node* untuk mencari jalur secara *realtime*. *Recalculation route* juga berfungsi untuk mengatasi kejadian insidental.

## BAB 3

### METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini membahas tahapan penelitian, pengumpulan data, algoritma yang didesain, rencana implementasi, metode pengujian, dan analisis pengujian. Ilustrasi alur metodologi penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Alur Metodologi Penelitian

#### 3.1 Studi Literatur

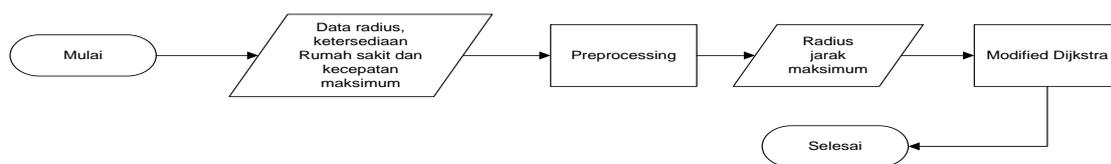
Referensi yang digunakan pada penelitian ini diperoleh dari jurnal, buku, dan artikel yang memiliki hubungan dengan algoritma *Dijkstra* dan penanganan keadaan gawat darurat. Informasi yang didapat digunakan untuk pemecahan masalah dalam mendesain algoritma untuk mendukung percepatan proses penanganan gawat darurat di daerah perkotaan. Studi literatur yang telah dilakukan menghasilkan informasi yang berhubungan dengan penelitian sebagai berikut:

1. *Google maps* sebagai sumber untuk data peta kota dan posisi dari UGD didalam kota tersebut.
2. Data keadaan lalu lintas jalan yang meliputi dari jarak, kepadatan lalu lintas dan kecepatan maksimum yang diperbolehkan berdasarkan peraturan yang berlaku.
3. Data waktu kejadian.
4. Data ketersediaan rumah sakit yang didapatkan dari *Google*
5. Metode yang mampu mengoptimalkan algoritma *Dijkstra* agar algoritma ini mempunyai kemampuan untuk memperhitungkan lebih dari satu kriteria. Sehingga mampu menghasilkan jalur yang tercepat untuk menunjang proses penanganan gawat darurat.

### 3.2 Perancangan Algoritma

Sub bab ini menjelaskan proses utama dari usulan penelitian yang diajukan. Ada dua bagian penting yang menjadi metode usulan dalam proses pencarian jalur, yaitu proses *preprocessing* dan proses pencarian. Tahap *preprocessing* dilakukan untuk membatasi radius jarak maksimum peta kota dari titik awal yang diasumsikan sebagai titik kejadian awal gawat darurat ke UGD disekitarnya. Penentuan radius jarak maksimum ini dilakukan dengan melihat kecepatan maksimum kendaraan yang diperbolehkan oleh hukum yang berlaku didaerah perkotaan dan limit waktu maksimal yang diperbolehkan dalam penanganan proses gawat darurat. Setelah melakukan proses *preprocessing*, proses pencarian akan dilakukan dengan menggunakan data hasil *preprocessing*.

Setelah data peta radius hasil *preprocessing* didapatkan, rumah sakit tujuan akan ditentukan dengan *Euclidian distance* dan waktu kejadian. Waktu kejadian sangat penting untuk melakukan perkiraan apakah rumah sakit tujuan sedang buka atau tutup. Rumah sakit yang dituju adalah rumah sakit yang memiliki nilai *Euclidian distance* terkecil dan sedang buka. Setelah rumah sakit tujuan didapatkan, pencarian jalur ke rumah sakit yang dituju akan dilakukan dengan algoritma *Dijkstra* yang bobot tiap *edge* jalannya didapatkan dari hasil kalkulasi jarak dan banyaknya volume lalu lintas di tiap ruas jalan dengan menghindari ruas jalan yang macet.

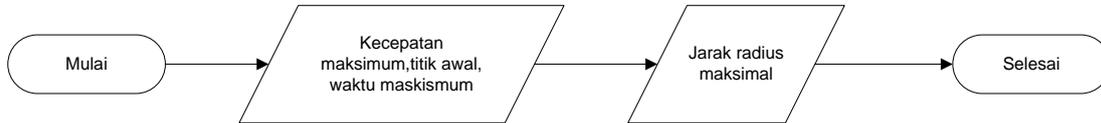


Gambar 3.2 Alur Usulan Metode Modifikasi *Dijkstra*

#### 3.2.1 Preprocessing

Tahap *preprocessing* dilakukan untuk membatasi radius jarak maksimum peta kota dari titik awal yang diasumsikan sebagai titik kejadian awal gawat darurat ke UGD disekitarnya. Penentuan radius jarak maksimum ini dilakukan dengan melihat kecepatan

maksimum kendaraan yang diperbolehkan oleh hukum yang berlaku didaerah perkotaan dan batasan waktu maksimal yang diperbolehkan dalam proses penanganan gawat darurat. Diagram alir dari proses *preprocessing* dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Alur Proses *Preprocessing* Modifikasi *Dijkstra*

Pencarian radius maksimum adalah suatu proses dalam rangka memperkecil cakupan jarak yang dapat memenuhi syarat dalam penanganan proses gawat darurat. Peneliti menentukan 5 menit atau 300 detik (Persamaan 2) untuk penanganan dari titik kejadian sampai ke rumah sakit. Perhitungan tersebut didasarkan pada waktu penanganan (10 menit) untuk seluruh proses gawat darurat menurut (Nunuk Haryatun, 2008) dikurangi dengan waktu penanganan ( 5 menit) di rumah sakit menurut (Permenkes, 2009). Radius jarak maksimal ( $R_{max}$ ) didapatkan dari data waktu maksimum penanganan gawat darurat ( $T_{max}$ ) dikalikan dengan kecepatan maksimum ( $V_{max}$ ) (persamaan 3) yang satuannya dijadikan dalam meter per detik.

$$V_{max} = 40\text{km/jam} = 40000\text{m}/3600 \text{ detik} = 11\text{m/s} \dots\dots\dots(1)$$

$$T_{max} = 5 \text{ menit} = 300 \text{ detik} \dots\dots\dots(2)$$

$$R_{max} = V_{max} * T_{max} \dots\dots\dots(3)$$

$$R_{max} = D_{max} \dots\dots\dots(4)$$

$R_{max}$  adalah jarak jarak maksimal yang berpusat dari titik awal terjadinya gawat darurat. Selain berfungsi sebagai radius pencarian,  $R_{max}$  juga berfungsi sebagai ambang batas jarak yang diperbolehkan dalam operasi tanggap darurat  $D_{max}$ .

### 3.2.2 Modifikasi Dijkstra

Setelah radius jarak maksimum hasil *preprocessing* didapatkan, rumah sakit tujuan akan ditentukan berdasarkan waktu kejadian. Waktu kejadian sangat penting untuk melakukan perkiraan apakah rumah sakit tujuan sedang buka atau tutup. Perkiraan waktu buka didasarkan pada data status yang terdapat pada *Google*. Rumah sakit pertama yang dicari adalah rumah sakit yang sedang buka dengan menghindari ruas jalan yang macet (Persamaan 4), dan rumah sakit yang terdapat didalam jangkauan jarak maksimum.

Setelah rumah sakit tujuan didapatkan, pencarian jalur ke rumah sakit yang dituju akan dilakukan dengan algoritma *Dijkstra* yang bobot tiap *edge* jalannya didapatkan dari hasil variabel ( $D_e$ ) dan hasil variabel ( $V_e$ ) lalu lintas setiap ruas jalan. Jarak dan volume lalu lintas (Sumadji, 1993) dipertimbangkan karena dapat menentukan cepat atau tidaknya kendaraan pengantar pasien ketika melewati ruas jalan tersebut.

Besaran  $D_e$  adalah besaran yang membandingkan antara jarak ruas jalan dibandingkan dengan jarak maksimum yang memenuhi syarat untuk penanganan gawat darurat. Nilai  $D$  harus lebih kecil dari jarak maksimum. Apabila nilai  $D$  lebih besar dari jarak maksimum maka ruas jalan tersebut tidak akan dilewati (Persamaan 5).

$$D_e = \frac{D}{D_{max}}, D_e < 1 \dots\dots\dots (5)$$

dimana  $D$  adalah jarak ruas jalan (meter)

dan  $D_{max}$  sama dengan  $R_{max}$  (Persamaan 3).

Besaran  $V_e$  adalah besaran yang membandingkan antara volume kendaraan ruas jalan dibandingkan dengan volume ruas jalan maksimum. Nilai  $max(V)$  atau volume ruas jalan maksimum bergantung dari jumlah lajur dan jumlah jalur ruas jalan. Menurut penelitian pada (Sukoco, 2010) nilai  $Max(V)$  terbesar adalah 2900 smp/jam, tetapi dalam prakteknya jalan di kota sering dipakai oleh pedagang kaki lima dan warung, sehingga kapasitasnya berkurang. Jadi nilai  $Max(V)$  ditentukan secara *dummy* sebesar 1800 smp/jam, apabila volume kendaraan ( $V$ ) diatas 1800 smp/jam maka ruas jalan mengalami kemacetan dan tidak dapat dilewati (Persamaan 6).

$$V_e = \frac{V}{Max(V)}, V_e < 1 \dots\dots\dots (6)$$

dimana  $V$  adalah volume kendaraan ruas jalan dalam satuan motor penumpang per jam(smp/jam).

Kesuksesan proses penanganan gawat darurat adalah aspek jarak dan volume kendaraan tiap ruas jalan yang dilalui, kedua aspek itu harus diperhitungkan. Oleh karena itu rumus yang dipakai untuk penghitungan nilai ruas jalan adalah:

$$N = (\frac{1}{2} * D_e) + (\frac{1}{2} * V_e), D_e, V_e < 1 \dots \dots \dots (7)$$

dimana  $N$  adalah nilai ruas jalan,

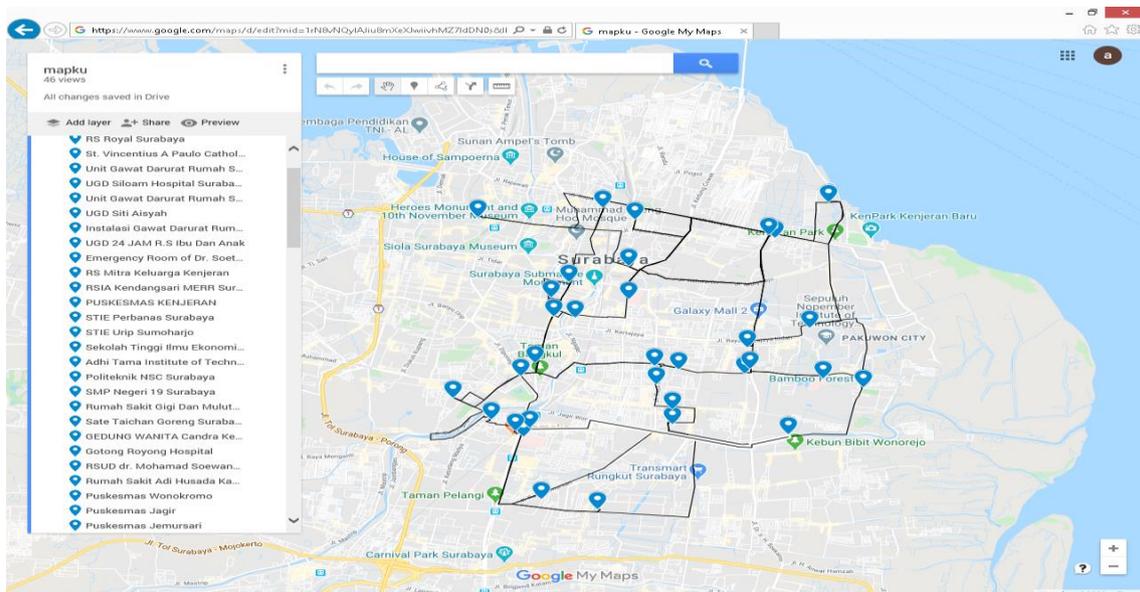
$D_e$  adalah hasil kalkulasi aspek jarak per ruas jalan (persamaan 5),

dan  $V_e$  adalah hasil kalkulasi aspek volume kendaraan per ruas jalan (persamaan 6).

Proses penghitungan  $V_e$ ,  $D_e$  dan  $N$  dilakukan setiap sepuluh menit untuk melakukan rekalkulasi rute yang dimaksudkan untuk mendeteksi perubahan pada angka kemacetan.

### 3.2.3 Contoh Kasus

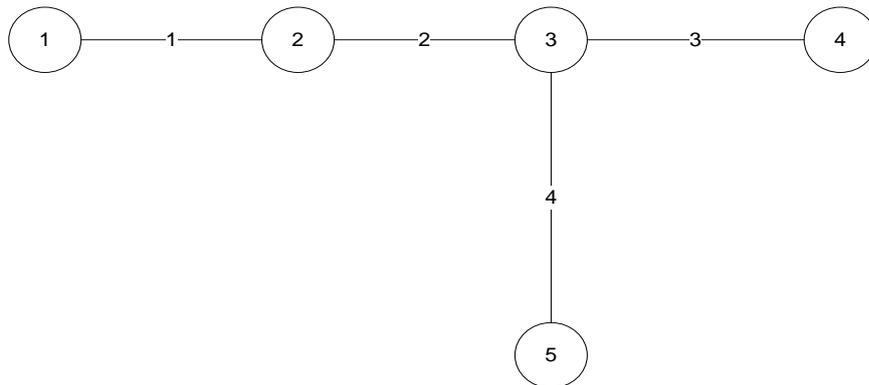
Keseluruhan data didapatkan dari *Google maps* kota Surabaya dengan jumlah rumah sakit sebanyak 33 titik. Gambar 3.4 adalah data peta *Google maps* yang dijadikan data acuan.



Gambar 3.4 Data Peta Kota Surabaya

Berikut ini adalah contoh kasus proses gawat darurat yang akan di selesaikan dengan metode modifikasi *Dijkstra*:

1. Terjadi kecelakaan di titik awal SMPN 19 atau *node* nomor 3 pada jam 08:10 pagi kendaraan penolong berada di titik awal tersebut. Algoritma akan melakukan proses *preprocessing* dengan cara membatasi radius jarak maksimum. Penentuan radius jarak maksimum ini dilakukan dengan melihat kecepatan maksimum kendaraan yang diperbolehkan oleh hukum yang berlaku didaerah perkotaan dan batasan waktu maksimal yang diperbolehkan dalam proses penanganan gawat darurat. Batasan waktu maksimal dalam hal ini adalah  $T_{max}=5$  menit=300 detik dan kecepatan maksimal adalah  $V_{max}= 40\text{km/jam} = 11\text{m/detik}$ . Jadi radius maksimum yang dihasilkan dihitung dengan Persaman 3.
2. Radius peta yang dihasilkan akan memiliki jarak sebesar 3300 Meter
3. Setelah radius didapatkan, algoritma modifikasi *Dijkstra* dilakukan. Gambar 3.5 adalah graf ilustrasi dari peta radius hasil tahap *preprocessing*.



Gambar 3.5 Graf Ilustrasi Peta Radius Hasil dari Proses *Preprocessing*

Tabel 3.1 Tabel Informasi *Node* pada Graf Ilustrasi

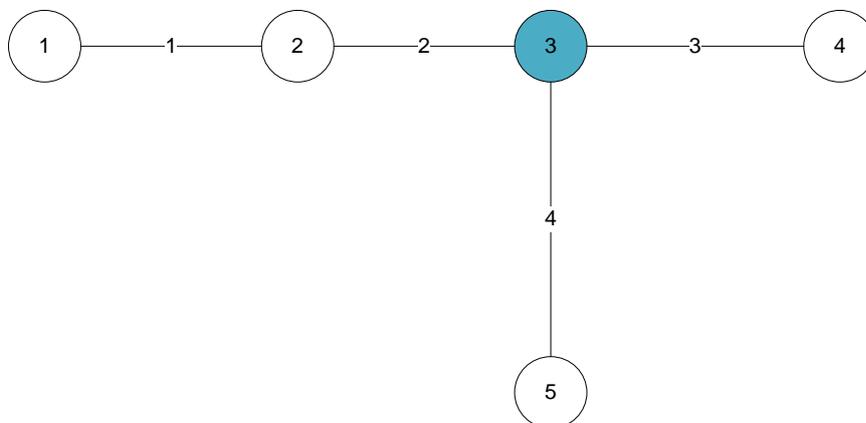
No.	Nama tempat	Latitude	Longitude	Jam buka RS
1	STIE Indonesia	-7.28895	112.76647	-
2	ITATS	-7.29004	112.77907	-

3	SMPN19	-7.28877	112.78019	-
4	RS Gigi Mulut Hang Tuah	-7.29141	112.79425	8:00AM-8PM
5	Gotong Royong Hospital	-7.30752	112.7876	24 Jam

Tabel 3.2 Tabel Informasi Ruas Jalan pada Graf Ilustrasi

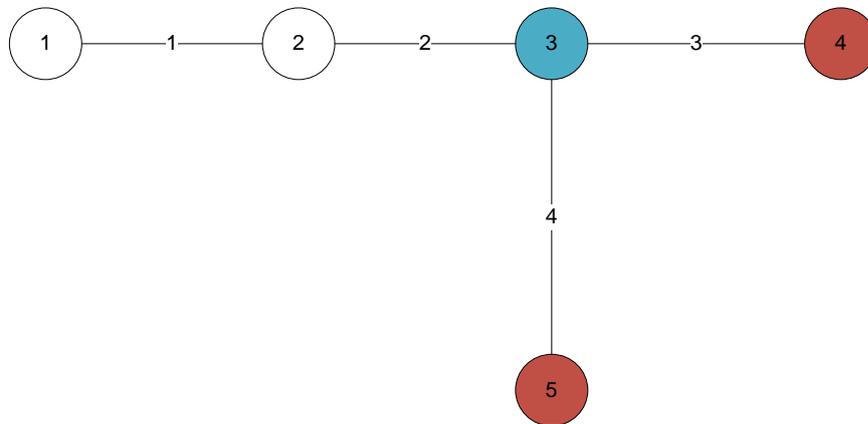
No.	Nama Ruas	Jarak	Volume Kemacetan (waktu)	
			08:00-10:00	10:00-12:00
1	STIE Indonesia-ITATS	1420 Meter	650	400
2	ITATS-SMPN19	281 Meter	1000	550
3	SMPN19-RS Gigi Mulut	1610 Meter	1900	500
4	SMPN19-RS gotong royong	3280 Meter	500	550

Proses dimulai dengan pemilihan rumah sakit tujuan dalam area peta radius. Pemilihan rumah sakit tujuan dimulai dari titik awal SMPN 19 *node* no 4. Gambar 3.6 adalah graf ilustrasi titik awal.



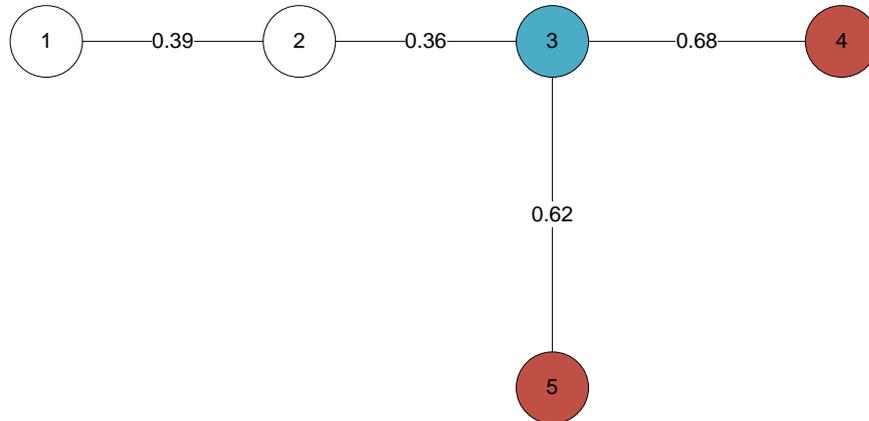
Gambar 3.6 Graf Ilustrasi Titik Awal Contoh Kasus.

4. Proses selanjutnya adalah mencari rumah sakit tujuan. Pencarian rumah sakit tujuan dilakukan dengan cara melihat status dari RS pada saat kejadian (pukul 08:10 AM) apakah buka. Terdapat 2 *node* rumah sakit yaitu *node* RS Gigi Mulut Hang Tuah (*node* 4), dan Gotong Royong Hospital (*node* 5).
5. *Node* 4 RS Gigi Mulut Hang Tuah buka jam 08:00 AM- 08:00 PM kejadian gawat darurat jam 08:10 AM Status: Buka.
6. *Node* 5 Gotong Royong Hospital buka 24 jam kejadian gawat darurat jam 08:10 AM Status: Buka. Gambar 3.7 adalah graf ilustrasi *node* rumah sakit yang dipilih.



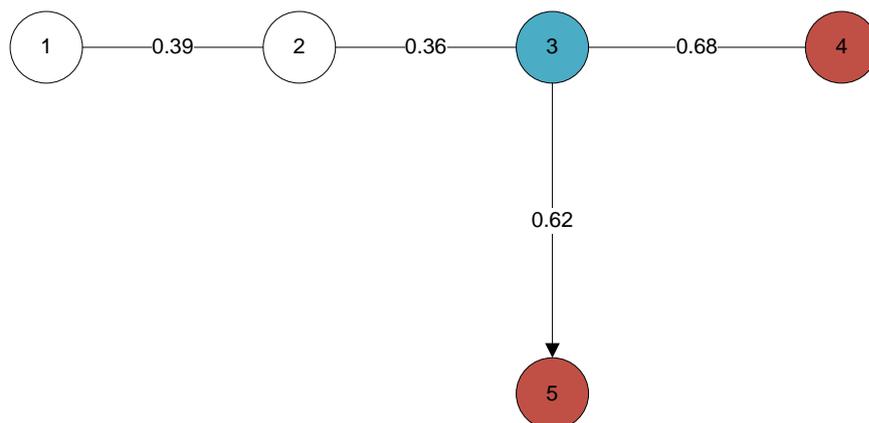
Gambar 3.7 Graf Ilustrasi Titik Tujuan yang dipilih.

7. *Node* 3 SMPN 19 adalah awal setelah *node* awal didapatkan, dilakukan penghitungan nilai tiap ruas jalan dilakukan dengan mengacu pada persamaan 8:  
 Nilai *edge* ruas jalan 3 =  $(1/2 * 1190/3300) + (1/2 * 1900/1800)$ .  
 Nilai *edge* ruas jalan 3 =  $(1/2 * 0.36) + (1/2 * 1) = 0.68$ (macet).  
 Nilai *edge* ruas jalan 2 =  $(1/2 * 281/3300) + (1/2 * 1000/1800)$ .  
 Nilai *edge* ruas jalan 2 =  $(1/2 * 0.09) + (1/2 * 0.55) = 0.36$ .  
 Nilai *edge* ruas jalan 1 =  $(1/2 * 1420/3300) + (1/2 * 650/1800)$ .  
 Nilai *edge* ruas jalan 1 =  $(1/2 * 0.43) + (1/2 * 0.36) = 0.39$ .  
 Nilai *edge* ruas jalan 4 =  $(1/2 * 3280/3300) + (1/2 * 500/1800)$ .  
 Nilai *edge* ruas jalan 4 =  $(1/2 * 0.99) + (1/2 * 0.23) = 0.62$ . Dari penghitungan ruas jalan diatas untuk ruas jalan 3 memiliki nilai  $De > 1$  atau mengalami kemacetan. Jadi ruas jalan 4 tidak akan dilewati. Gambar 3.8 menunjukkan graf ilustrasi dengan nilai-nilai ruas jalan yang sudah didapatkan diatas.



Gambar 3.8 Graf Ilustrasi dengan Nilai Ruas Jalan

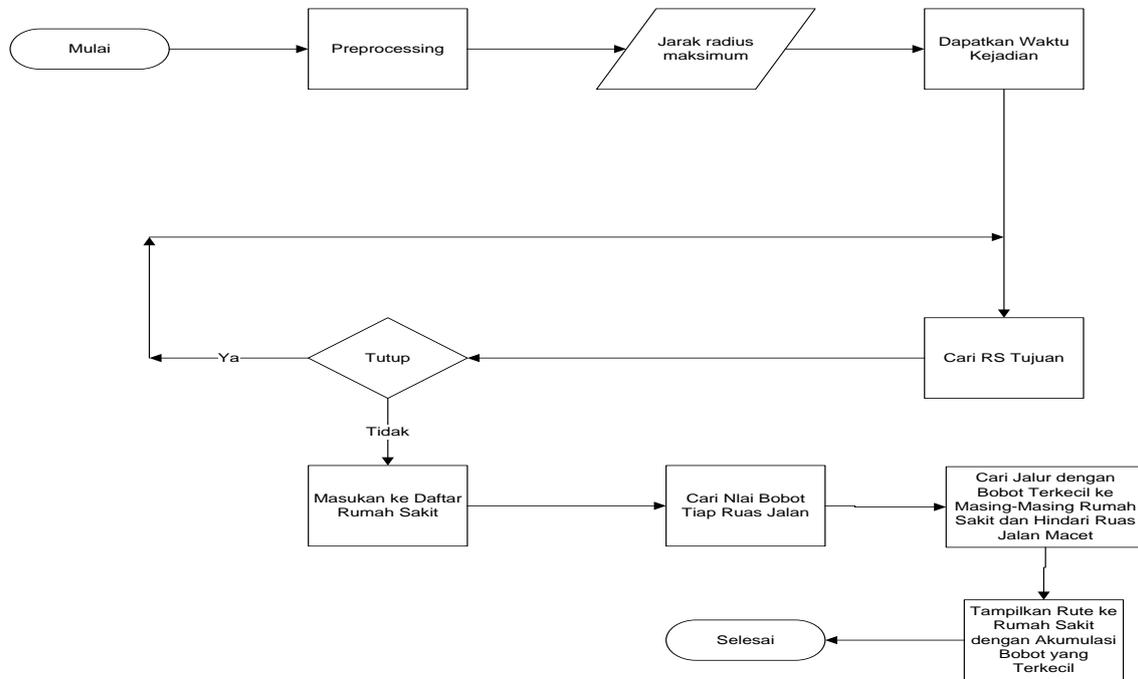
8. Setelah semua nilai ruas jalan didapatkan, pencarian jalur akan dilakukan dengan menggunakan nilai dari ruas jalan ke semua rumah sakit cadangan dan rumah sakit tujuan pertama. Hasil pencarian jalur algoritma modifikasi *Dijkstra* node 3 ke node 4 adalah  $3-4 = 0.68$ . Hasil pencarian jalur algoritma modifikasi *Dijkstra* node 3 ke node 5 adalah  $3-5 = 0.62$ . Jadi yang dipilih adalah node tujuan ke 5 karena memiliki bobot paling rendah. Gambar 3.9 adalah graf ilustrasi pencarian jalur modifikasi *Dijkstra* dari titik awal 3 ke titik tujuan 5



Gambar 3.9 Graf Ilustrasi Pencarian Jalur dengan Metode Modifikasi *Dijkstra*.

Secara garis besar, diagram alir dari algoritma modifikasi *Dijkstra* ditunjukkan pada Gambar 3.10. Algoritma modifikasi *Dijkstra* bekerja dengan melakukan preprocessing untuk menghasilkan peta radius. Kemudian dilakukan pengecekan ketersediaan rumah

sakit dan pembobotan tiap ruas jalan. Setelah bobot tiap ruas jalan didapatkan, langkah selanjutnya adalah melakukan proses pencarian jalur dengan bobot terkecil ke rumah sakit.



Gambar 3.10 Diagram Alir Pencarian Jalur dengan Metode Modifikasi *Dijkstra*.

### 3.3 Implementasi

Tahapan ini digunakan untuk mengimplementasikan metode yang usulkan ke dalam perangkat lunak modifikasi *Dijkstra*. Permodelan metode ini menggunakan bahasa pemrograman Java dengan data peta yang diperoleh dari *Google maps* dan data *dummy* volume kemacetan per ruas jalan.

### 3.4 Uji Coba dan Evaluasi

Uji coba dan evaluasi dilakukan untuk menguji efektivitas metode modifikasi *Dijkstra* dengan metode *Dijkstra* murni. Data yang digunakan diperoleh dari *Google maps* yang berupa peta dan jarak tempuh tiap ruas jalan, sedangkan volume kemacetan per ruas jalan didapatkan dengan secara *dummy* tiap dua jam.

### 3.4.1 Perbedaan dengan *Dijkstra*

Algoritma *Dijkstra* murni hanya dapat melihat satu aspek saja, yaitu jarak menentukan jalur terpendek dari titik awal ke tujuan. Apabila graf pada Gambar 3.6 diselesaikan dengan menggunakan algoritma *Dijkstra*, *path* yang akan dihasilkan adalah 3-4 yang hanya berjarak 1610 meter. Algoritma ini hanya akan melewati ruas jalan 3 yang sedang macet. Dengan demikian, jarak terdekat saja tidak dapat dijadikan solusi optimal.

### 3.5 Penyusunan Laporan

Penyusunan laporan dilakukan untuk mendokumentasikan hasil laporan yang selanjutnya dikaji dan dikembangkan. Laporan akan ditulis secara sistematis mulai dari perancangan sampai dengan penarikan kesimpulan. Jadwal penelitian ditunjukkan Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Tabel Jadwal Penelitian

No.	Kegiatan	Bulan																			
		1 Maret				1 April				1 Mei				1 Juni				1 Juli			
1	Studi literatur	X	x	x	x																
2	Perancangan algoritma					x	x	X	x												
3	Implementasi									x	x	x	x								
4	Pengujian											x	x	x	x						
5	Analisis pengujian													x	x	x	x				
6	Penulisan laporan															x	x	x	x		

## BAB 4

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjabarkan hasil penelitian dan pembahasan dari pengoperasian algoritma yang didesain.

#### 4.1 Spesifikasi Sistem

Simulasi dijalankan dengan menggunakan komputer yang memiliki spesifikasi *processor* Intel ® Dual Core N3558U @ 1.70 GHz, *memory* 8GB. Sistem operasi yang digunakan adalah Windows 8.1 Profesional 64bit dan bahasa pemrograman Java dengan *library JGraphT* untuk pengimplementasian *Dijkstra* murni.

#### 4.2 Data Ujicoba

Data ujicoba yang digunakan terdiri dari dua macam. Pertama adalah peta *Google maps* yang didapatkan dari situs *Google*. Peta yang digunakan adalah peta kota Surabaya. Di dalam peta tersebut terdapat 33 *node* dan 68 *edge* atau ruas jalan beserta jaraknya. Jumlah tempat terdiri dari 23 *node* rumah sakit dan 10 tempat umum.

Data kedua berisi tentang informasi banyaknya *volume* kendaraan yang melintasi 68 ruas jalan setiap 10 menit. Data ini diambil secara *dummy*. Cakupan data adalah selama 24 jam dan terdapat 9792 data. Pengambilan data selama 10 menit dimaksudkan untuk mensimulasikan keadaan secara *realtime*.

#### 4.3 Skenario Ujicoba

Ujicoba dibagi menjadi dua bagian yaitu ujicoba kebenaran dan performa. Uji kebenaran dilakukan untuk menguji kebenaran hasil implementasi, sedangkan performa dilakukan untuk membandingkan *output* dari metode modifikasi *Dijkstra* dengan algoritma yang lain. Algoritma yang digunakan dalam pengujian performa ini adalah algoritma *Dijkstra* yang murni dan hibrida *Fuzzy-Dijkstra*.

##### 4.3.1 Ujicoba Kebenaran

Ujicoba kebenaran dilakukan untuk menguji apakah algoritma yang dirancang sudah sesuai dengan apa yang diharapkan. Pengujian dilakukan dengan memasukan

seluruh node yang ada didalam graf dan melakukan penghitungan jalur terpendek dengan dua macam skenario.

#### **4.3.1.1 Skenario 1**

Ujicoba kebenaran skenario 1 dilakukan dengan memasukan data ruas jalan pada saat pukul 00:00-00:10. Scenario ini dilakukan karena algoritma modifikasi *Dijkstra* memperhitungkan waktu untuk mendeteksi apakah rumah sakit tujuan buka atau tutup. Data masukan skenario 1 adalah seperti tabel lampiran1. Dan hasil dari pencarian jalur metode modifikasi *Dijkstra* ditampilkan dalam tabel lampiran 2.

#### **4.3.1.2 Skenario 2**

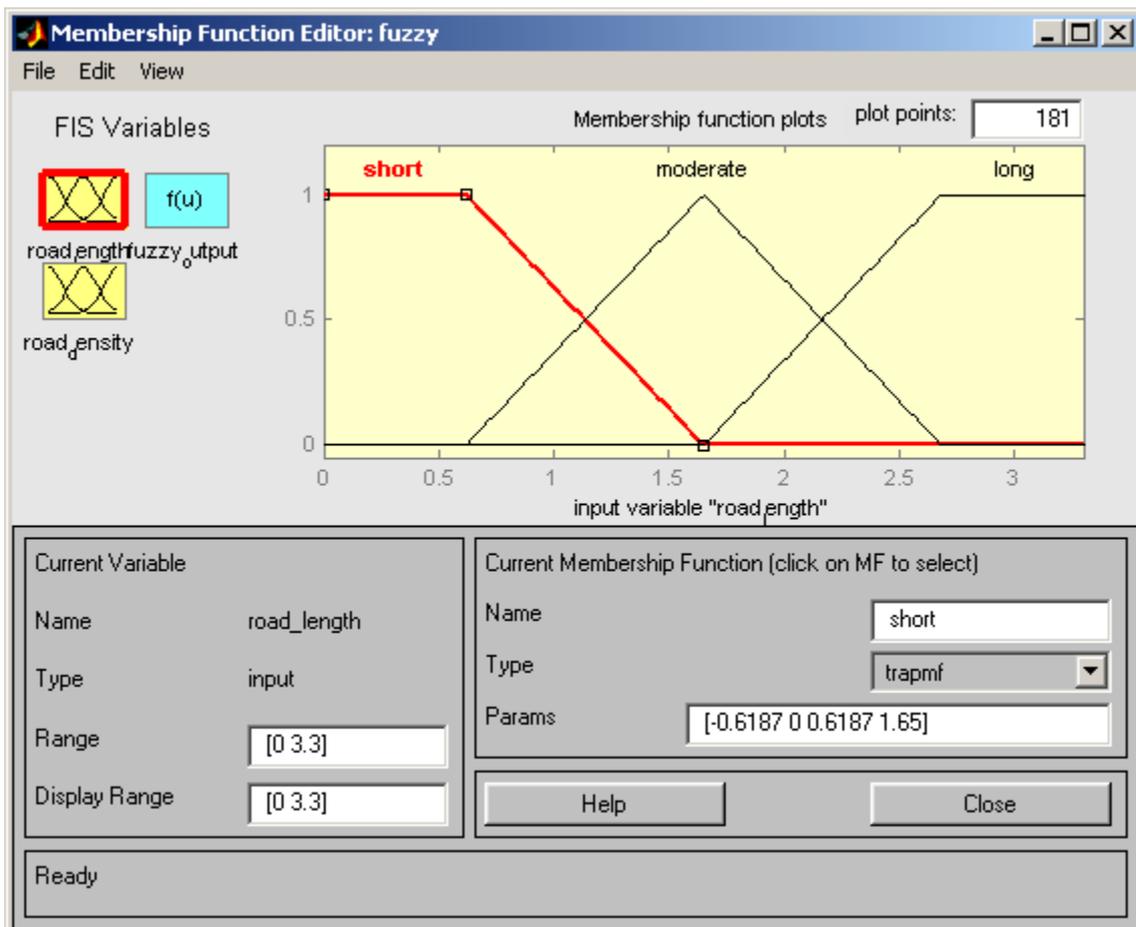
Ujicoba kebenaran skenario 2 dilakukan dengan memasukan data ruas jalan pada saat pukul 09:00-09:10. Scenario ini dilakukan karena algoritma modifikasi *Dijkstra* memperhitungkan waktu untuk mendeteksi apakah rumah sakit tujuan buka atau tutup. Data masukan skenario 2 adalah seperti tabel lampiran 1. Hasil dari pencarian jalur metode modifikasi *Dijkstra* ditampilkan dalam tabel lampiran 2.

#### **4.3.2 Pengujian Algoritma *Dijkstra***

Pengujian dengan metode *Dijkstra* dilakukan untuk melihat perbedaan output dari algoritma modifikasi *Dijkstra* yang dirancang oleh penulis. Panjang jalan maksimal adalah 3300 meter. Data masukan adalah jarak. Input dari pencarian jalur metode modifikasi *Dijkstra* ditampilkan dalam Tabel lampiran 1 dan 2. Sedangkan, hasil dari pencarian jalur metode modifikasi *Dijkstra* ditampilkan dalam grafik lampiran 3 dan 4.

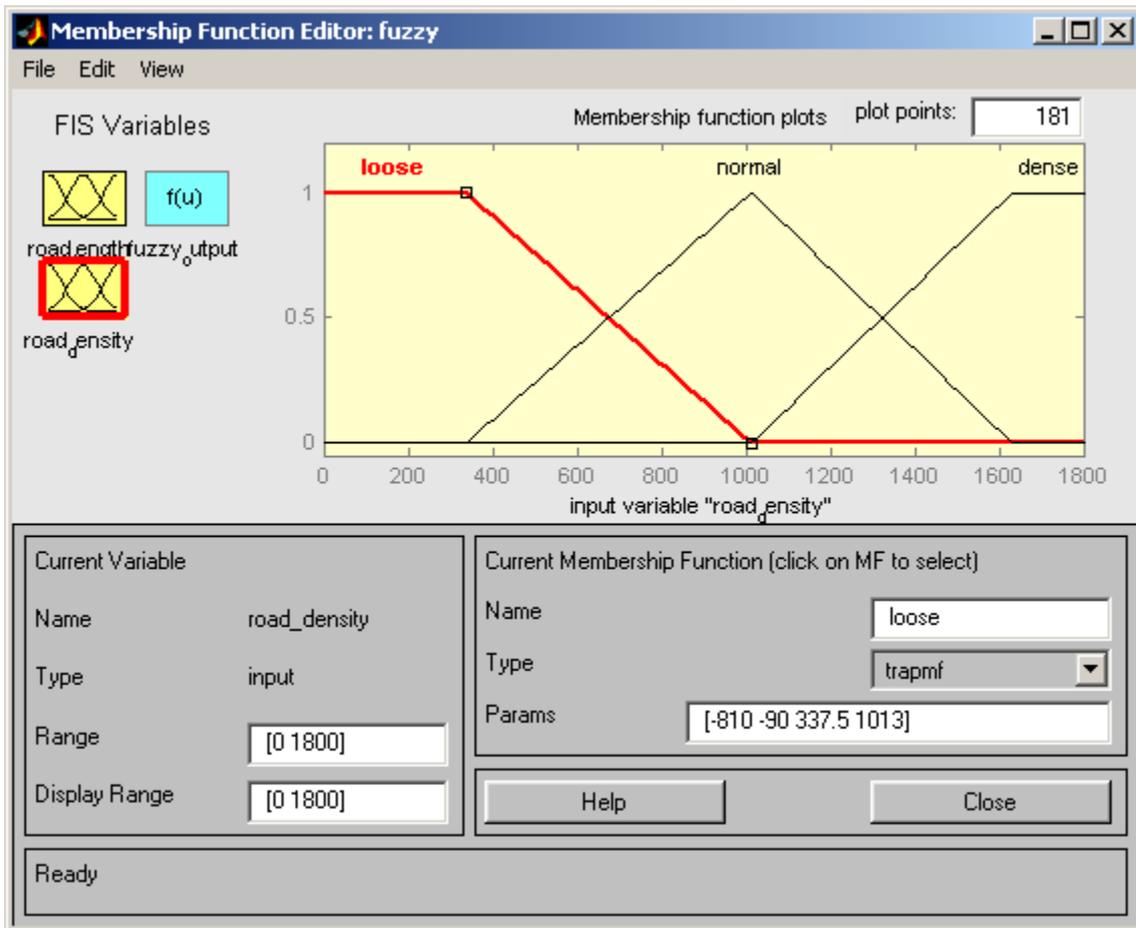
#### **4.3.3 Pengujian Algoritma *Fuzzy-Dijkstra***

Pengujian dengan metode *Fuzzy Dijkstra* dilakukan untuk melihat perbedaan output dari algoritma modifikasi *Dijkstra* yang dirancang oleh penulis. Input yang diperlukan oleh algoritma hibrida adalah adalah Panjang jalan dan angka kepadatan jalan. Data masukan *membership fuzzy road leght* atau panjang jalan adalah seperti Gambar 4.1.



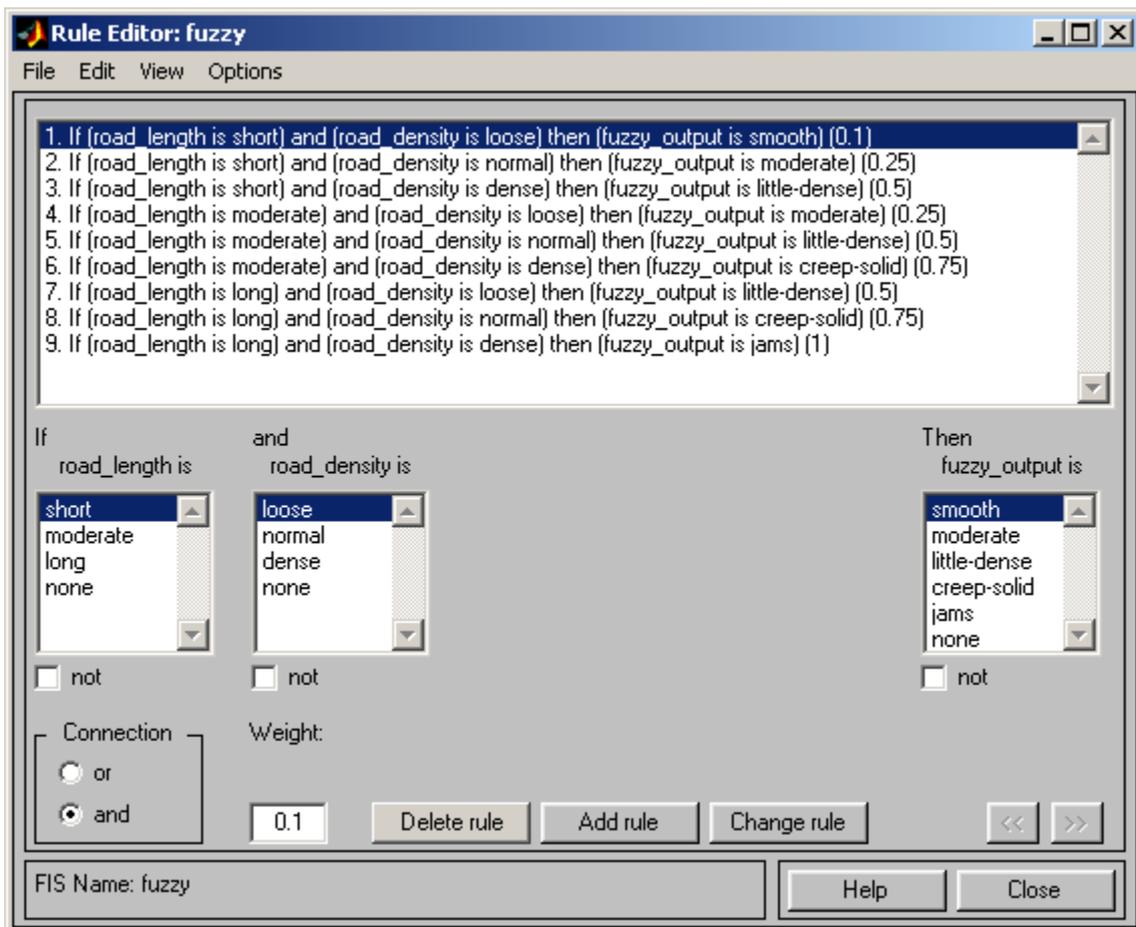
Gambar 4.1 Membership fuzzy panjang jalan.

fungsi kedua adalah *road density* atau kemacetan jalan kemacetan jalan maksimal adalah 1800. Data masukan *membership fuzzy volume* kemacetan algoritma *Fuzzy-Dijkstra* adalah seperti Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Membership fuzzy volume kemacetan jalan.

Setelah seluruh *membership fuzzy* dibuat, *rule fuzzy* dapat dibuat. Penampilan *rule fuzzy* ditunjukkan seperti gambar 4.3.



Gambar 4.3 Rule Fuzzy.

Input dari pencarian jalur metode modifikasi *Dijkstra*, *Fuzzy-Dijkstra* dan *Dijkstra* murni ditampilkan dalam Tabel lampiran 1 dan 2. Sedangkan, hasil dari pencarian jalur metode modifikasi *Dijkstra*, Algoritma hibrida dan *Dijkstra* murni ditampilkan dalam grafik lampiran 3 dan 4.

#### 4.4 Pembahasan Dan Evaluasi

Pada subbab ini dibahas mengenai analisis hasil uji coba yang dijelaskan pada Bab 4.3.1 dan 4.3.2. Dari Bab 4.3.1 dapat dilihat bahwa algoritma modifikasi *Dijkstra* dapat mencari rumah sakit tercepat dengan memperhatikan waktu, kemacetan dan jarak. Pada pengujian. Metode modifikasi dijsktra sering menghasilkan keluaran “infinity”, hal ini dikarenakan bobot edge tidak memenuhi untuk dijadikan solusi penanganan gawat darurat.

Nilai *edge* algoritma diatas sangat dipengaruhi oleh jarak, volume kemacetan dan status ketersediaan rumah sakit tujuan berdasarkan waktu terjadinya keadaan gawat darurat. Apabila nilai jarak terlalu jauh, angka kemacetan terlalu tinggi, dan rumah sakit tujuan sedang tutup, node yang sedang tutup dan *edge* yang tidak memenuhi syarat akan diberi nilai “infinity” sehingga tidak akan dilewati.

Pengujian dengan metode *Dijkstra* hanya menggunakan satu parameter yaitu jarak. Algoritma *Dijkstra* dapat memberikan *path* terpendek dan cepat tetapi tidak dapat memperhatikan faktor kemacetan dan ketersediaan rumah sakit. Dan tidak dapat menandai untuk menutup *edge* yang tidak memenuhi syarat. Metode *Dijkstra* sering memberikan output yang tidak memenuhi syarat untuk digunakan sebagai solusi penanganan gawat darurat.

Pengujian dengan metode *Fuzzy-Dijkstra* menggunakan dua parameter *input* yaitu jarak dan angka kemacetan ruas jalan. Algoritma hibrida dapat memberikan *path* yang pendek dan tidak macet tetapi *path* yang dihasilkan sebagian besar mempunyai jarak tempuh yang tidak dapat ditempuh dalam waktu 5 menit menggunakan kecepatan normal dan tidak memperhitungkan ketersediaan rumah sakit.

## **BAB 5**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini menjabarkan kesimpulan dan saran untuk penelitian ini.

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan aplikasi dan uji coba yang dilakukan pada penelitian ini dapat ditarik beberapa kesimpulan.

1. Tujuan dari penelitian ini adalah merancang metode modifikasi yang memungkinkan algoritma *Dijkstra* dapat memperhitungkan lebih dari satu parameter, sehingga dapat digunakan untuk penanganan proses gawat darurat.
2. Desain algoritma modifikasi *Dijkstra* ini telah diimplementasikan dengan *java*. dan menggunakan data peta dari *google maps*.
3. Pengujian kebenaran dilakukan secara manual dengan 2 skenario. Hasil dari pengujian kebenaran menunjukkan bahwa algoritma modifikasi *Dijkstra* menghasilkan keluaran yang benar.
4. Dari parameter ketersediaan rumah sakit, metode modifikasi *Dijkstra* dapat mencari rumah sakit yang masih buka. Dan melakukan blokade terhadap *edge* yang tidak memenuhi syarat.
5. Sampel data yang digunakan dalam penelitian ini adalah 23 *node* rumah sakit, 10 titik tempat non-rumah sakit, 68 *edge* dan data volume setiap ruas jalan pukul 00:00-00:10 dan 09:00-09:10.
6. Hasil dari metode modifikasi *Dijkstra* dapat mencari *path* dari titik awal ke rumah sakit tujuan yang dapat ditempuh dalam waktu maksimal lima menit dengan kecepatan 40 Km/Jam.

## 5.2 Saran

Untuk pengembangan algoritma modifikasi *Dijkstra* ini, ada saran yang perlu ditambahkan. Saran tersebut berkaitan beberapa parameter yang dapat memperlambat proses penanganan gawat darurat. Parameter-parameter yang perlu ditambahkan adalah lampu lalu lintas, persimpangan kereta api, dan jenis penyakit yg diderita pasien dengan alasan sebagai berikut:

1. Lampu lalu lintas dapat memperlambat penanganan karena pengguna jalan diharuskan untuk berhenti terlebih dahulu dan menunggu sampai hijau.
2. Persimpangan kereta api dapat memperlambat penanganan karena pengguna jalan juga diharuskan untuk berhenti menunggu sampai kereta api melintas.
3. Jenis penyakit yang diderita oleh pasien gawat darurat untuk menentukan jenis rumah sakit tujuan yang tepat.

## Daftar Pustaka

- Bilqis Amaliah, C. F. (2016). FINDING THE SHORTEST PATHS AMONG CITIES IN JAVA ISLAND USING NODE COMBINATION BASED ON *DIJKSTRA* ALGORITHM. *International Journal on Smart Sensing and Intelligent System*, 2219-2236.
- Dijkstra*, E. W. (1959). A Note on Two Problems in Connexion with Graphs. *Numerische Mathematik*, 269-271.
- Khyrina Airin Fariza Abu Samah, B. H. (2015). Modification of *Dijkstra*'s Algorithm for Safest and Shortest Path during Emergency Evacuation. *Applied Mathematical Sciences*, 1531-1541.
- Moch. Hannats Hanafi Ichsan, E. Y. (2012). Solusi Optimal Pencarian Jalur Tercepat dengan Algoritma Hybrid Fuzzy-*Dijkstra*. *Jurnal EECCIS Vol. 6, No. 2*.
- Nunuk Haryatun, A. S. (2008). PERBEDAAN WAKTU TANGGAP TINDAKAN KEPERAWATAN PASIEN CEDERA KEPALA KATEGORI 1 – V DI INSTALASI GAWAT DARURAT RSUD DR. MOEWARDI. *Berita Ilmu Keperawatan*.
- Permenkes. (2009). *KEPUTUSAN MENTERI KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA NOMOR 856/Menkes/SK/IX/2009*. Jakarta: Kementrian Kesehatan RI.
- Prima Wiratama, I. C. (2016). PENCARIAN RUTE TERPENDEK PADA UNIT GAWAT DARURAT DI KOTA MALANG DENGAN MENGGUNAKAN METODE *DIJKSTRA*. *Doro Jurnal*.
- Risald, A. E. (2017). BEST ROUTE SELECTION USING *DIJKSTRA* AND FLOYD-WARSHALL ALGORITHM. *International Conference on Information & Communication Technology and System*, 155-158.
- Sukoco, B. (2010). *PENENTUAN RUTE OPTIMAL MENUJU LOKASI PELAYANAN GAWAT DARURAT BERDASARKAN WAKTU TEMPUH TERCEPAT (Studi Kasus Kota Surakarta)*. Surakarta: JURUSAN TEKNIK INDUSTRI FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SEBELAS MARET SURAKARTA.

Sumadji, S. (1993). *INDONESIAN HIGHWAY CAPACITY MANUAL*. Jakarta:  
DIRECTORATE GENERAL OF HIGHWAYS MINISTRY OF PUBLIC  
WORKS.

## **Lampiran**

Tabel lampiran 1 Data Masukan Proses *Dijkstra*, algoritma *hibrida* dan modifikasi *Dijkstra* pukul 09:00-09:10

No	Awal	Tujuan	Jarak(m)	09:00-09:10	Mdijkstra	kondisi	Fuzzy
1	Rumah Sakit Adi Husada Kapasari	RSUD dr. Mohamad Soewandhie	1300	1200	0.530303	pass	0.546
2	Rumah Sakit Adi Husada Kapasari	RS kendangsari merr surabaya	3890	1000	0.867172	infinity	0.747
3	Rumah Sakit Adi Husada Kapasari	RS Mitra Keluarga	3910	900	0.842424	infinity	0.72
4	RSUD dr. Mohamad Soewandhie	RS kendangsari merr surabaya via Makam W.R Supratman	3330	1256	0.853434	infinity	0.866
5	RSUD dr. Mohamad Soewandhie	RS Mitra Keluarga Via Makam W.R Supratman	3350	1500	0.924242	infinity	0.958
6	RSUD dr. Mohamad Soewandhie	RS kendangsari merr surabaya via SPBU	3910	1800	1.092424	infinity	1

7	RSUD dr. Mohamad Soewandhie	RS Mitra Keluarga Via SPBU	3930	1800	1.095455	infinity	1
8	Rumah Sakit Adi Husada Kapasari	UGD siti asiyah via ngagglik	2650	1450	0.804293	pass	0.935
9	RS kendangsari merr surabaya	UGD siti asiyah via tambangboy o	4260	1350	1.020455	infinity	0.904
10	RS kendangsari merr surabaya	UGD siti asiyah via smkn5	4560	1567	1.126187	infinity	0.98
11	RS Mitra Keluarga	UGD siti asiyah via tambangboy o	4270	1498	1.063081	infinity	0.957
12	RS Mitra Keluarga	UGD siti asiyah via smkn5	4740	1750	1.204293	infinity	1
13	UGD siti asiyah	Emergency room UGD dr Sutomo	1320	1500	0.616667	pass	0.656
14	RS kendangsari merr surabaya	Emergency room UGD dr Sutomo via smkn5	5240	1700	1.266162	infinity	1
15	Rs Mitra keluarga	Emergency room UGD dr Sutomo via smkn5	5420	1617	1.270379	infinity	0.996

16	RS kendangsari merr surabaya	Emergency room UGD dr Sutomo via tambangboy o	4940	1680	1.215152	infinity	1
17	RS Mitra Keluarga	Emergency room UGD dr Sutomo via tambangboy o	4960	1540	1.179293	infinity	0.971
18	UGD Siloam	STIE Urip Sumoharjo	621	1450	0.496869	pass	0.458
19	Balai Pemuda Surabaya	STIE Urip Sumoharjo	1110	1800	0.668182	infinity	0.644
20	Balai Pemuda Surabaya	UGD siloam	1390	1000	0.488384	pass	0.462
21	UGD siloam	Emergency room UGD dr Sutomo via JL jawa	1750	1800	0.765152	infinity	0.781
22	STIE Urip Sumoharjo	RKZ	2180	1690	0.799747	pass	0.896
23	STIE Urip Sumoharjo	UGD darmo surabaya	1580	1025	0.524116	pass	0.498
24	RKZ	UGD darmo surabaya	746	1800	0.61303	infinity	0.544
25	RS Mitra Keluarga	RS kendangsari merr surabaya	195	1540	0.457323	pass	0.48

26	puskesmas kenjeran	RS mitra keluarga via JL wiratno	2310	1750	0.836111	pass	0.926
27	puskesmas Kenjeran	RS mitra keluarga	2880	1000	0.714141	pass	0.747
28	RKZ	Rumah Sakit Islam Surabaya via wonokromo	2240	1367	0.719116	pass	0.825
29	Rumah Sakit Islam Surabaya	Puskesmas Jagir	656	1720	0.577172	pass	0.513
30	IGD rsal	Puskesmas Jagir	334	1650	0.508939	pass	0.5
31	Rumah Sakit Islam Surabaya	IGD rsal	749	1150	0.432929	pass	0.389
32	Adhi Tama Institute of Technology	SMP Negeri 19 Surabaya	281	1000	0.320354	pass	0.249
33	SMP Negeri 19 Surabaya	UGD RSU haji surabaya	851	1600	0.573384	pass	0.569
34	GEDUNG WANITA Candra Kencana	Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi Indonesia	569	1567	0.52149	pass	0.486

35	Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi Indonesia	Adhi Tama Institute of Technology	1420	650	0.395707	pass	0.384
36	UGD RSU haji surabaya	RS mitra keluarga	3870	1780	1.080808	infinity	1
37	UGD RSU haji surabaya	RS kendangsari merr surabaya	3810	600	0.743939	infinity	0.622
38	UGD darmo surabaya	GEDUNG WANITA Candra Kencana via lotte mart	3230	1750	0.975505	pass	1
39	RKZ	GEDUNG WANITA Candra Kencana	3170	1325	0.848359	pass	0.894
40	Adhi Tama Institute of Technology	Rumah Sakit Gigi Dan Mulut Universitas Hang Tuah	1720	1542	0.688939	pass	0.747
41	Rumah Sakit Gigi Dan Mulut Universitas Hang Tuah	SMP Negeri 19 Surabaya	1610	1900	0.771717	infinity	0.743

42	Rumah Sakit Gigi Dan Mulut Universitas Hang Tuah	Puskesmas Keputih	1190	1700	0.652525	pass	0.663
43	Graha Sepuluh Nopember ITS Surabaya	UGD RSU haji surabaya	1780	1750	0.755808	pass	0.79
44	Puskesmas Keputih	Graha Sepuluh Nopember ITS Surabaya	3330	1500	0.921212	infinity	0.958
45	Sate Taichan Goreng Surabaya	GEDUNG WANITA Candra Kencana	783	1400	0.507525	pass	0.498
46	Sate Taichan Goreng Surabaya	Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi Indonesia	976	450	0.272879	pass	0.245
47	Sate Taichan Goreng Surabaya	STIE Perbanas Surabaya	1050	1800	0.659091	infinity	0.63
48	STIE Perbanas Surabaya	Rumah sakit primiere surabaya	1400	1200	0.545455	pass	0.563
49	Rumah sakit primiere surabaya	Gotong Royong Hospital	2980	500	0.590404	pass	0.581
50	puskesmas jagir	Gotong Royong Hospital	6000	1190	1.239646	infinity	0.837

51	Puskesmas keputih	Gotong Royong Hospital	2780	600	0.587879	pass	0.622
52	Puskesmas Wonokromo	Rumah Sakit Islam Surabaya	1190	1675	0.645581	pass	0.663
53	Rumah Sakit Adi Husada Kapasari	UGD 24jam RSIA	3280	50	0.510859	pass	0.5
54	Rumah sakit primiere surabaya	Puskesmas Jemursari	4730	1800	1.216667	infinity	1
55	RS Royal sby	Puskesmas Jemursari	2630	1700	0.870707	pass	0.991
56	IGD rsal	Puskesmas Jemursari	3210	1432	0.884141	pass	0.934
57	IGD rsal	RS Royal sby	4430	1260	1.021212	infinity	0.868
58	Rumah sakit primiere surabaya	RS Royal sby via rungkut	5520	1270	1.189141	infinity	0.872
59	RKZ	Brawijaya Hospital	1960	1800	0.79697	infinity	0.841
60	Puskesmas Wonokromo	Brawijaya Hospital	4070	1290	0.975	infinity	0.88
61	RKZ	Brawijaya Hospital via JL kesatrian samping	2040	1467	0.716591	pass	0.813

62	UGD siloam	Politeknik NSC Surabaya	572	1500	0.503333	pass	0.47
63	Balai Pemuda Surabaya	Politeknik NSC Surabaya Via Bambu runcing	823	1800	0.624697	infinity	0.568
64	Balai Pemuda Surabaya	Politeknik NSC Surabaya Via Taman Apsari	1190	1468	0.588081	pass	0.621
65	Rumah Sakit Adi Husada Kapasari	UGD 24jam RSIA Via pasar atom	4520	1340	1.057071	infinity	0.9
66	Rumah Sakit Adi Husada Kapasari	Balai Pemuda Surabaya Via THR	2950	1670	0.910859	pass	1
67	puskesmas kenjeran	Graha Sepuluh Nopember ITS Surabaya	4860	1800	1.236364	infinity	1
68	SMP Negeri 19 Surabaya	Gotong Royong Hospital	3280	50	0.510859	pass	0.5

Tabel lampiran 2 Data Masukan Proses *Dijkstra*, algoritma *hibrida* dan modifikasi *Dijkstra* pukul 00:00-00:10

No	Awal	Tujuan	Jarak(m )	00:00-00:10	Mdijkstra	kondisi	fuzzy
1	Rumah Sakit Adi Husada Kapasari	RSUD dr. Mohamad Soewandhie	1300	50	0.210859	Pass	0.224
2	Rumah Sakit Adi Husada Kapasari	RS kendangsari merr surabaya	3890	70	0.608838	infinity	0.5
3	Rumah Sakit Adi Husada Kapasari	RS Mitra Keluarga	3910	90	0.617424	infinity	0.5
4	RSUD dr. Mohamad Soewandhie	RS kendangsari merr surabaya via Makam W.R Supratman	3330	30	0.512879	infinity	0.5
5	RSUD dr. Mohamad Soewandhie	RS Mitra Keluarga Via Makam W.R Supratman	3350	15	0.511742	infinity	0.5
6	RSUD dr. Mohamad Soewandhie	RS kendangsari merr surabaya via SPBU	3910	15	0.596591	infinity	0.5

7	RSUD dr. Mohamad Soewandhie	RS Mitra Keluarga Via SPBU	3930	14	0.59934 3	infinity	0.5
8	Rumah Sakit Adi Husada Kapasari	UGD siti asiyah via ngagglik	2650	12	0.40484 8	Pass	0.5
9	RS kendangsari merr surabaya	UGD siti asiyah via tambangboy o	4260	10	0.64823 2	infinity	0.5
10	RS kendangsari merr surabaya	UGD siti asiyah via smkn5	4560	5	0.69229 8	infinity	0.5
11	RS Mitra Keluarga	UGD siti asiyah via tambangboy o	4270	80	0.66919 2	infinity	0.5
12	RS Mitra Keluarga	UGD siti asiyah via smkn5	4740	12	0.72151 5	infinity	0.5
13	UGD siti asiyah	Emergency room UGD dr Sutomo	1320	24	0.20666 7	Pass	0.226
14	RS kendangsari merr surabaya	Emergency room UGD dr Sutomo via smkn5	5240	33	0.80310 6	infinity	0.5
15	Rs Mitra keluarga	Emergency room UGD dr Sutomo via smkn5	5420	17	0.82593 4	infinity	0.5

16	RS kendangsari merr surabaya	Emergency room UGD dr Sutomo via tambangboy o	4940	18	0.753485	infinity	0.5
17	RS Mitra Keluarga	Emergency room UGD dr Sutomo via tambangboy o	4960	20	0.757071	infinity	0.5
18	UGD Siloam	STIE Urip Sumoharjo	621	29	0.102146	Pass	0.101
19	Balai Pemuda Surabaya	STIE Urip Sumoharjo	1110	27	0.175682	Pass	0.204
20	Balai Pemuda Surabaya	UGD siloam	1390	88	0.235051	Pass	0.232
21	UGD siloam	Emergency room UGD dr Sutomo via JL jawa	1750	11	0.268207	Pass	0.294
22	STIE Urip Sumoharjo	RKZ	2180	9	0.332803	Pass	0.42
23	STIE Urip Sumoharjo	UGD darmo surabaya	1580	7	0.241338	Pass	0.246
24	RKZ	UGD darmo surabaya	746	3	0.113864	Pass	0.139
25	RS Mitra Keluarga	RS kendangsari merr surabaya	195	2	0.030101	Pass	0.1

26	puskesmas kenjeran	RS mitra keluarga via JL wiratno	2310	1	0.350278	Pass	0.445
27	puskesmas Kenjeran	RS mitra keluarga	2880	5	0.437753	Pass	0.5
28	RKZ	Rumah Sakit Islam Surabaya via wonokromo	2240	10	0.342172	Pass	0.432
29	Rumah Sakit Islam Surabaya	Puskesmas Jagir	656	6	0.101061	Pass	0.113
30	IGD rsal	Puskesmas Jagir	334	4	0.051717	Pass	0.1
31	Rumah Sakit Islam Surabaya	IGD rsal	749	2	0.11404	Pass	0.14
32	Adhi Tama Institute of Technology	SMP Negeri 19 Surabaya	281	6	0.044242	Pass	0.1
33	SMP Negeri 19 Surabaya	UGD RSU haji surabaya	851	21	0.134773	Pass	0.163
34	GEDUNG WANITA Candra Kencana	Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi Indonesia	569	22	0.092323	Pass	0.1

35	Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi Indonesia	Adhi Tama Institute of Technology	1420	24	0.22181 8	Pass	0.235
36	UGD RSU haji surabaya	RS mitra keluarga	3870	26	0.59358 6	infinity	0.5
37	UGD RSU haji surabaya	RS kendangsari merr surabaya	3810	28	0.58505 1	infinity	0.5
38	UGD darmo surabaya	GEDUNG WANITA Candra Kencana via lotte mart	3230	1	0.48967 2	Pass	0.5
39	RKZ	GEDUNG WANITA Candra Kencana	3170	22	0.48641 4	Pass	0.5
40	Adhi Tama Institute of Technology	Rumah Sakit Gigi Dan Mulut Universitas Hang Tuah	1720	29	0.26866 2	Pass	0.282
41	Rumah Sakit Gigi Dan Mulut Universitas Hang Tuah	SMP Negeri 19 Surabaya	1610	31	0.25255 1	Pass	0.248

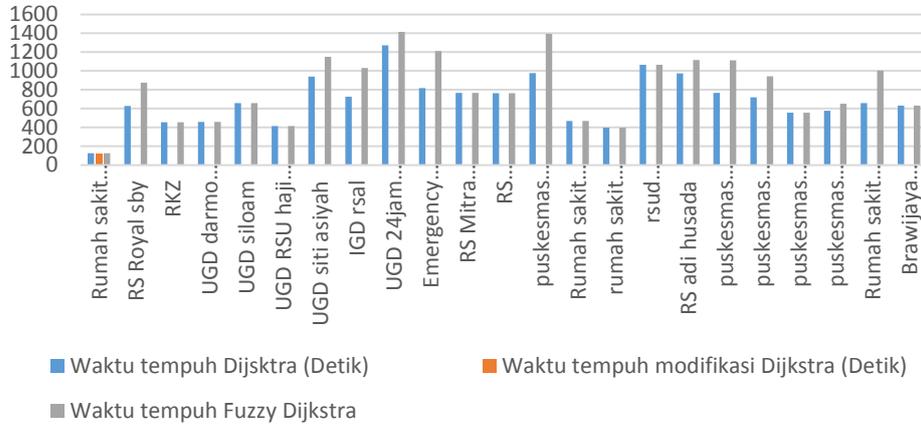
42	Rumah Sakit Gigi Dan Mulut Universitas Hang Tuah	Puskesmas Keputih	1190	23	0.18669 2	Pass	0.213
43	Graha Sepuluh Nopember ITS Surabaya	UGD RSU haji surabaya	1780	32	0.27858 6	Pass	0.306
44	Puskesmas Keputih	Graha Sepuluh Nopember ITS Surabaya	3330	34	0.51399	infinity	0.5
45	Sate Taichan Goreng Surabaya	GEDUNG WANITA Candra Kencana	783	36	0.12863 6	Pass	0.148
46	Sate Taichan Goreng Surabaya	Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi Indonesia	976	38	0.15843 4	Pass	0.185
47	Sate Taichan Goreng Surabaya	STIE Perbanas Surabaya	1050	40	0.17020 2	Pass	0.196
48	STIE Perbanas Surabaya	Rumah sakit primiere surabaya	1400	35	0.22184 3	Pass	0.233
49	Rumah sakit primiere surabaya	Gotong Royong Hospital	2980	47	0.46457 1	Pass	0.5
50	puskesmas jagir	Gotong Royong Hospital	6000	49	0.92270 2	infinity	0.5

51	Puskesmas keputih	Gotong Royong Hospital	2780	50	0.43510 1	Pass	0.5
52	Puskesmas Wonokromo	Rumah Sakit Islam Surabaya	1190	31	0.18891 4	Pass	0.213
53	Rumah Sakit Adi Husada Kapasari	UGD 24jam RSIA	3280	30	0.50530 3	Pass	0.5
54	Rumah sakit primiere surabaya	Puskesmas Jemursari	4730	16	0.72111 1	infinity	0.5
55	RS Royal sby	Puskesmas Jemursari	2630	17	0.40320 7	Pass	0.494
56	IGD rsal	Puskesmas Jemursari	3210	19	0.49164 1	Pass	0.5
57	IGD rsal	RS Royal sby	4430	7	0.67315 7	infinity	0.5
58	Rumah sakit primiere surabaya	RS Royal sby via rungkut	5520	89	0.86108 6	infinity	0.5
59	RKZ	Brawijaya Hospital	1960	1	0.29724 7	Pass	0.366
60	Puskesmas Wonokromo	Brawijaya Hospital	4070	23	0.62305 6	infinity	0.5
61	RKZ	Brawijaya Hospital via JL kesatrian samping	2040	45	0.32159 1	Pass	0.387

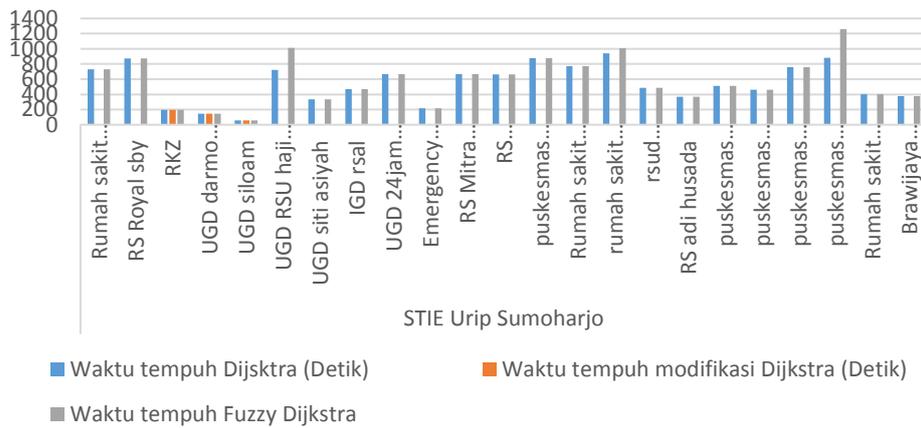
62	UGD siloam	Politeknik NSC Surabaya	572	100	0.11444 4	Pass	0.1
63	Balai Pemuda Surabaya	Politeknik NSC Surabaya Via Bambu runcing	823	34	0.13414 1	Pass	0.157
64	Balai Pemuda Surabaya	Politeknik NSC Surabaya Via Taman Apsari	1190	100	0.20808 1	Pass	0.213
65	Rumah Sakit Adi Husada Kapasari	UGD 24jam RSIA Via pasar atom	4520	1	0.68512 6	infinity	0.5
66	Rumah Sakit Adi Husada Kapasari	Balai Pemuda Surabaya Via THR	2950	4	0.44808 1	Pass	0.5
67	puskesmas kenjeran	Graha Sepuluh Nopember ITS Surabaya	4860	45	0.74886 4	infinity	0.5
68	SMP Negeri 19 Surabaya	Gotong Royong Hospital	3280	1	0.49724 7	Pass	0.5

Lampiran 3 Grafik hasil waktu tempuh Proses *Dijkstra* dan modifikasi *Dijkstra* pukul 09:00-09:10

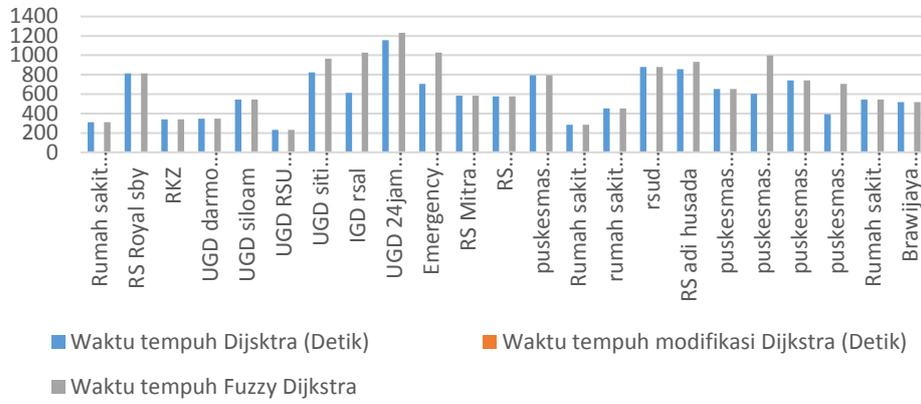
perbandingan waktu tempuh ke UGD dari Stie  
Perbanas



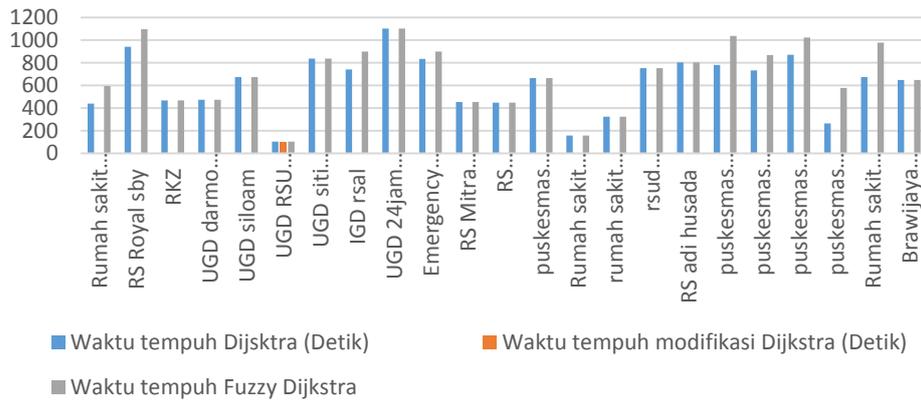
Perbandingan waktu Tempuh ke UGD dari Stie  
Urip sumoharjo



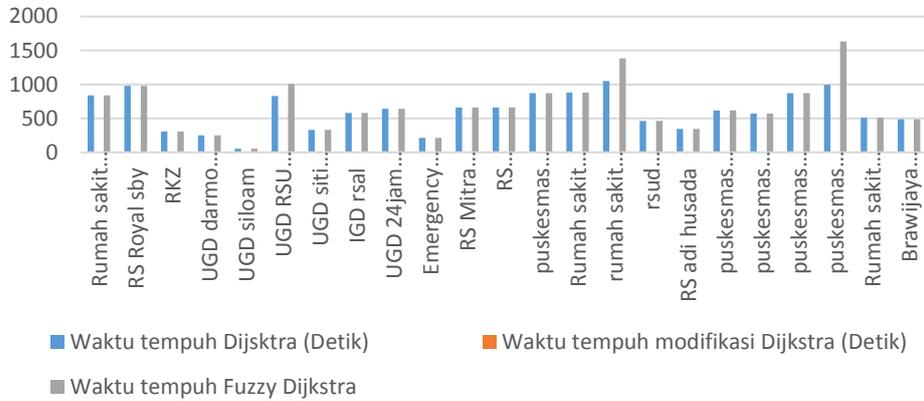
### perbandingan waktu tempuh ke UGD dari Stie Indonesia



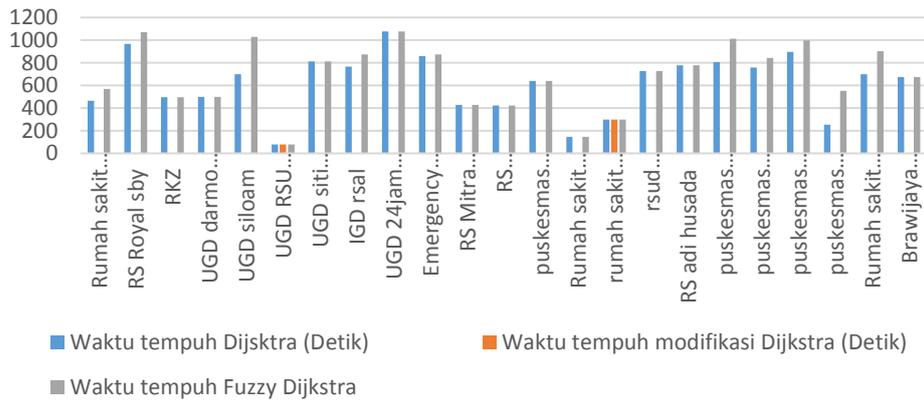
### perbandingan waktu tempuh ke UGD dari ITATS



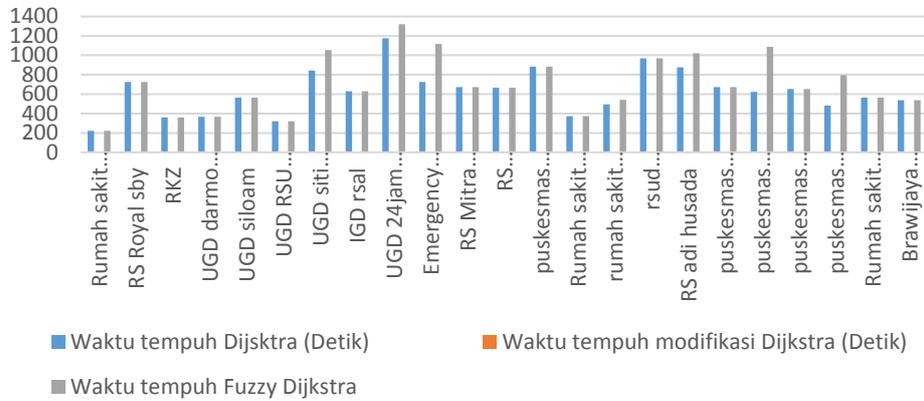
### perbandingan waktu tempuh ke UGD dari Poltek NSC



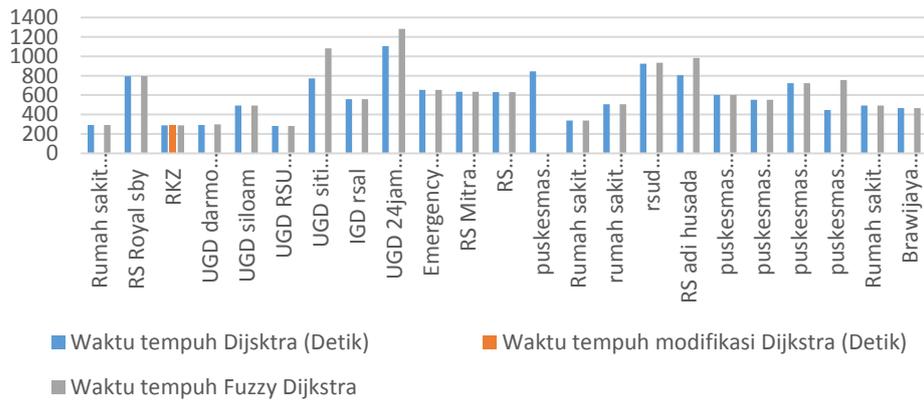
### perbandingan waktu tempuh ke UGD dari SMPN 19

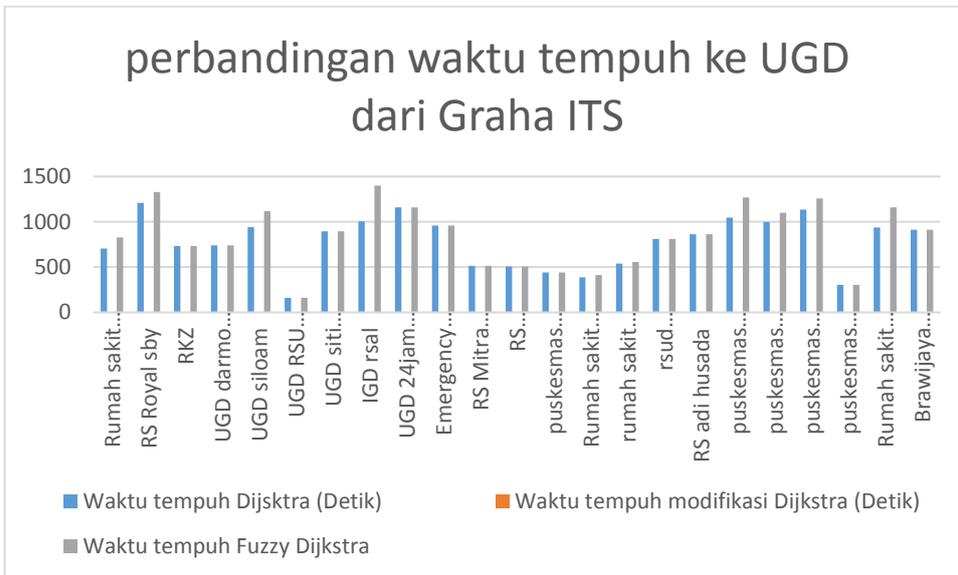
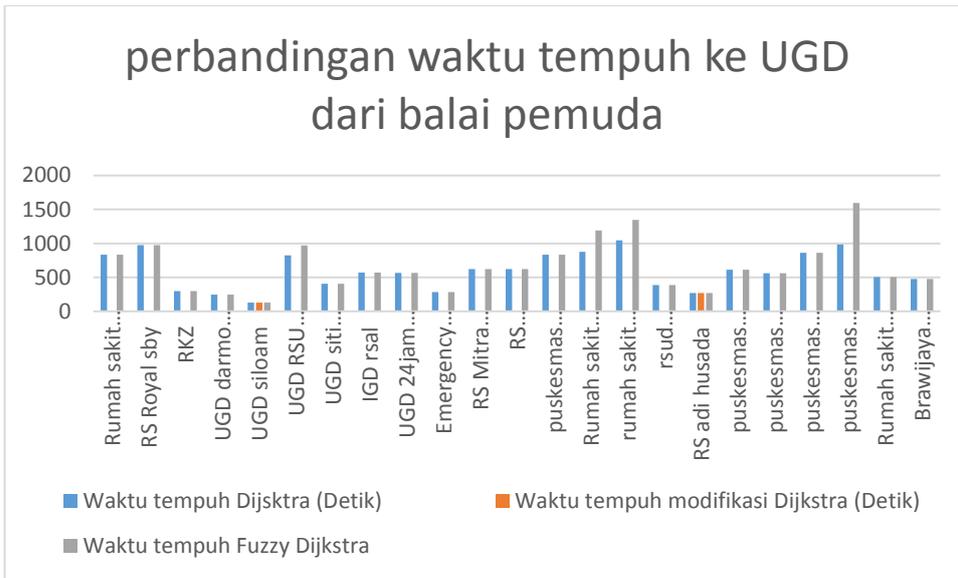


### perbandingan waktu tempuh ke UGD dari sate taichan



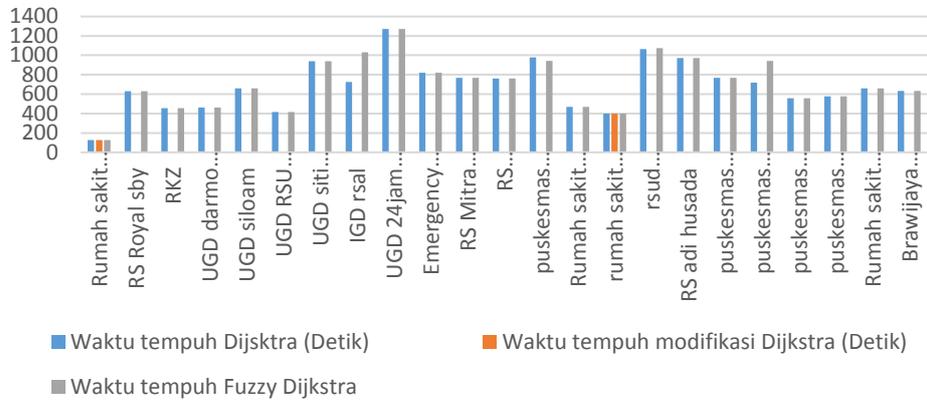
### perbandingan waktu tempuh ke UGD dari gedung wanita



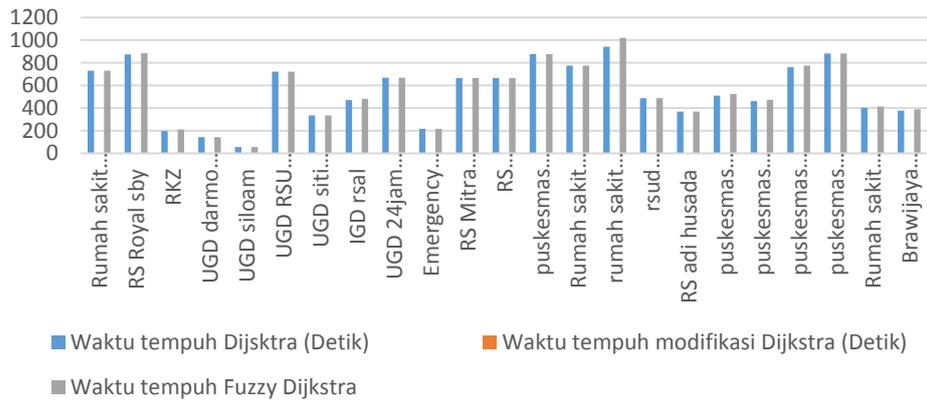


Lampiran 4 Grafik hasil waktu tempuh Proses *Dijkstra* dan modifikasi *Dijkstra* pukul 00:00-00:10

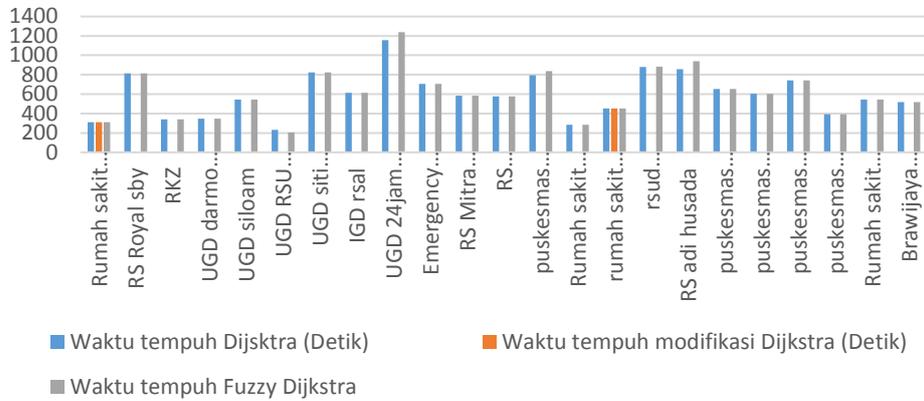
### perbandingan waktu tempuh ke UGD dari Stie Perbanas



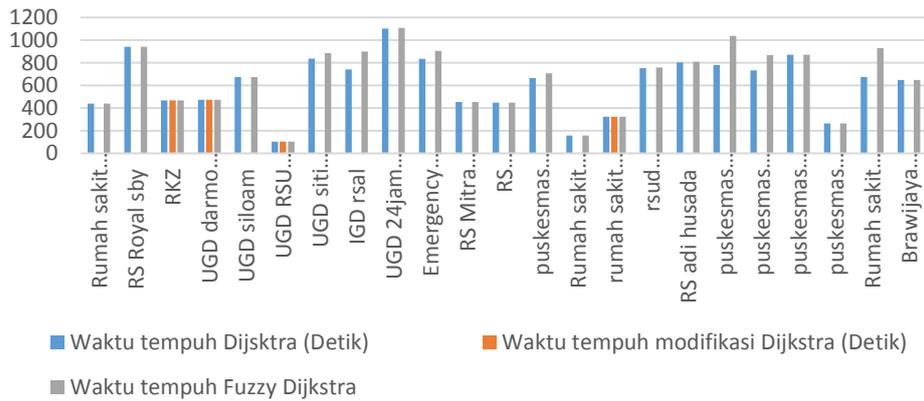
### Perbandingan waktu Tempuh ke UGD dari Stie Urip sumoharjo



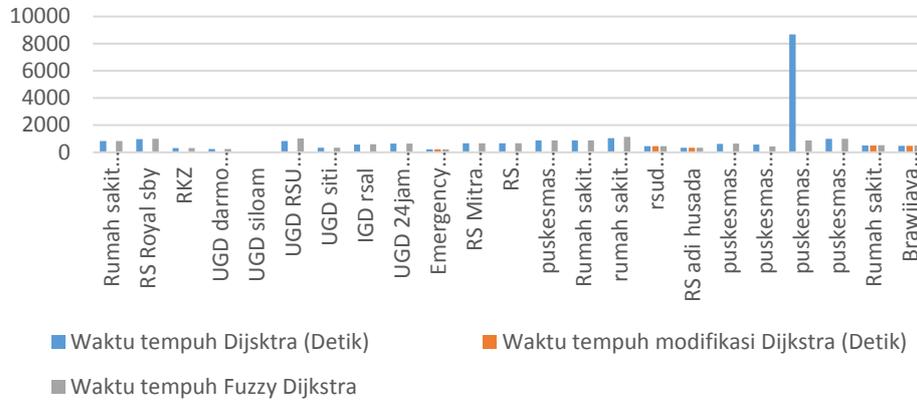
## perbandingan waktu tempuh ke UGD dari Stie Indonesia



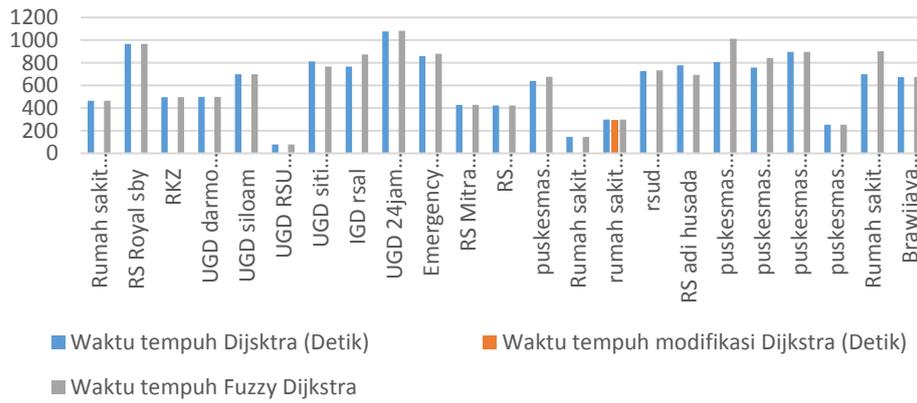
## perbandingan waktu tempuh ke UGD dari ITATS



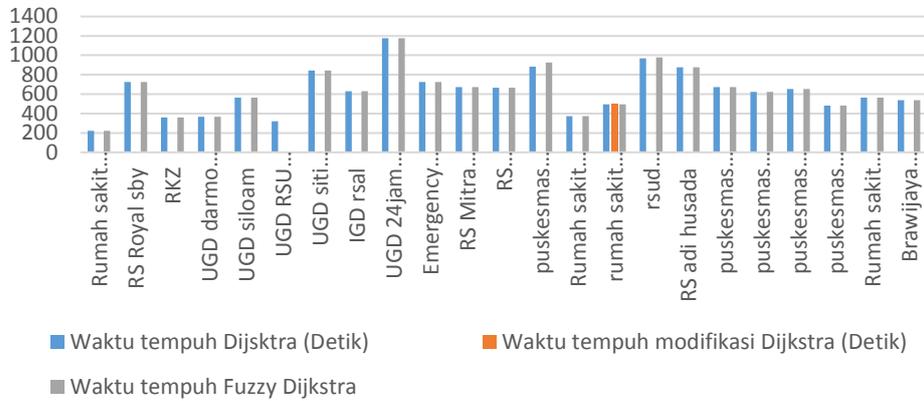
### perbandingan waktu tempuh ke UGD dari Poltek NSC



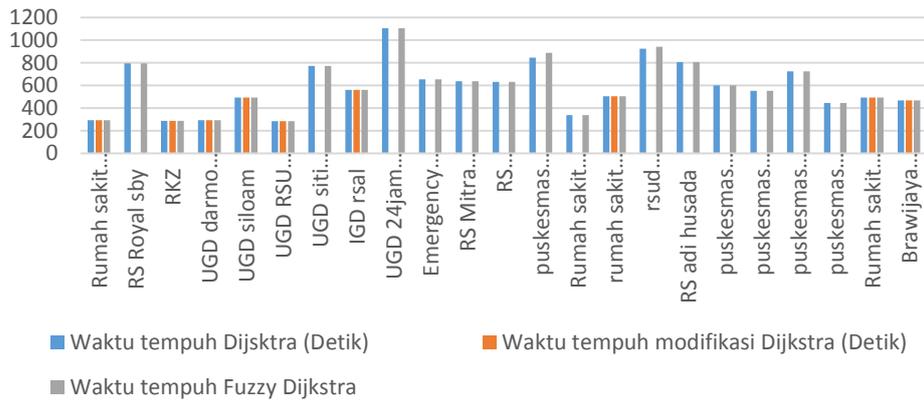
### perbandingan waktu tempuh ke UGD dari SMPN 19



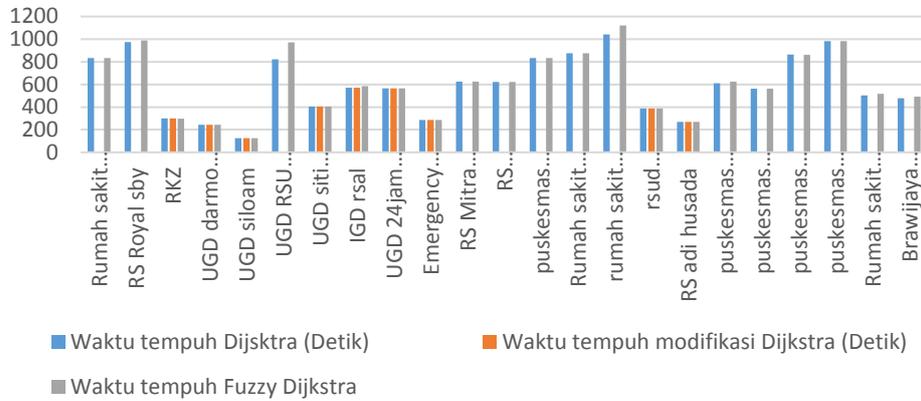
### perbandingan waktu tempuh ke UGD dari sate taichan



### perbandingan waktu tempuh ke UGD dari gedung wanita



### perbandingan waktu tempuh ke UGD dari balai pemuda



### perbandingan waktu tempuh ke UGD dari Graha ITS

