

PENANGANAN PROSES GAWAT DARURAT DI DAERAH PERKOTAAN MENGGUNAKAN METODE MODIFIKASI DIJKSTRA

Prima Wiratama¹⁾, Ary Mazharuddin Shiddiqi²⁾

Departemen Teknik Informatika, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Jl. Raya ITS, Keputih, Sukolilo, Surabaya 60111, Jawa Timur, Indonesia

e-mail: amirptama@gmail.com¹⁾, ary.shiddiqi@if.its.ac.id²⁾

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 diupayakan memiliki waktu tanggap tercepat. 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 dipikirkan. Kami memodifikasi Algoritma Dijkstra untuk menghasilkan rute terpendek dan waktu tercepat dengan mempertimbangkan ketersediaan rumah sakit yang dituju serta menunjang penanganan proses gawat darurat. Modifikasi yang dilakukan pada algoritma Dijkstra adalah dengan mengganti bobot jarak Dijkstra dengan sebuah besaran yang merepresentasikan angka kemacetan dan jarak. Selain itu, waktu kejadian harus diperhitungkan untuk mengetahui status dari rumah sakit yang dituju. Hasilnya metode modifikasi Dijkstra dapat menghasilkan jalur yang lebih efisien dan lebih cepat.

Kata Kunci: Gawat darurat, perkotaan, modifikasi Dijkstra, waktu tercepat.

EMERGENCY PROCESSES HANDLING IN URBAN AREA USING MODIFIED DIJKSTRA METHOD

Prima Wiratama¹⁾, Ary Mazharuddin Shiddiqi²⁾

Department of Informatics, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Jl. Raya ITS, Keputih, Sukolilo, Surabaya 60111, East Java, Indonesia

e-mail: amirptama@gmail.com¹⁾, ary.shiddiqi@if.its.ac.id²⁾

ABSTRACT

Emergency Aid has a very vital role in saving the patient's life. The emergency process involves two stages, namely the pre-hospital and the hospital stage. Striving for the entire emergency process is to have the fastest response time. The initial part of emergency treatment (pre-hospital) is determining the shortest and fastest route to the hospital. In addition, the availability of the targeted hospital must also be considered. We modified Dijkstra's Algorithm to produce the shortest route and the fastest time by considering the availability of the targeted hospital to support the handling of the emergency process. The modification made to the Dijkstra algorithm replaces the weight of Dijkstra's distance with a quantity representing the congestion rate and distance. Besides, the event time is estimated to determine the status of the intended hospital. As a result, Dijkstra's modification method can produce a more efficient and faster route.

Keywords: Modified Dijkstra, emergency, fastest route selection, incident mitigation.

I. PENDAHULUAN

Kejadian gawat darurat adalah suatu keadaan dimana seseorang memerlukan pertolongan segera. Pertolongan yang terlambat dapat menyebabkan kematian atau kecacatan 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. Tahap pra rumah sakit adalah pertolongan dari tempat kejadian ke rumah sakit. Sedangkan tahap rumah sakit adalah pertolongan setelah tiba di UGD sampai dengan ditangani oleh dokter.

Pertolongan gawat darurat memiliki waktu tanggap maksimal yang merupakan akumulasi waktu dari tahap pra rumah sakit dan tahap rumah sakit [1]. Penanganan pra-rumah sakit berupa kemampuan memobilisasi pasien menuju lokasi rumah sakit yang tepat juga berperan penting untuk menyelamatkan pasien [1]. Tahap rumah sakit adalah penanganan ketika sampai di rumah sakit sampai dengan ditangani oleh dokter. Waktu tanggap yang direkomendasikan adalah ± 5 menit [2].

Bagian pra-rumah sakit adalah menentukan rute terpendek dan tercepat ke rumah sakit. Selain itu, rute tersebut diharapkan dapat memperkecil resiko kegagalan proses penanganan pasien gawat darurat. Keterlambatan ke UGD

dapat disebabkan oleh kemacetan yang umum terjadi di perkotaan. Faktor ketersediaan rumah sakit juga perlu dipertimbangkan.

Fakta tersebut merupakan alasan perlunya pencarian rute terpendek dan tercepat agar pasien dapat diselamatkan. Salah satu cara untuk mencari rute terpendek adalah dengan algoritma Dijkstra. Namun, algoritma Dijkstra *native* hanya melihat satu aspek dalam penentuan rute yaitu jarak. Jarak di perkotaan 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.

II. STUDI LITERATUR

Studi literatur diperlukan untuk mendapatkan informasi tentang masalah dalam pemecahan masalah dalam mendesain algoritma yang mendukung percepatan proses penanganan gawat darurat di daerah perkotaan. Penelitian [3] mengusulkan metode hibrida *Fuzzy-Dijkstra* untuk pengambilan keputusan dengan melihat aspek jarak dan tingkat kemacetan. Algoritma tersebut menghitung aspek jarak dan tingkat kemacetan tiap *edge* dengan menggunakan output dari *fuzzy*. Setelah nilai hasil *defuzzifikasi* didapatkan, metode *Dijkstra* dijalankan untuk mencari jalur dengan bobot *edge* terkecil. Algoritma hibrida tersebut mampu mencari ruas jalan yang pendek dan bebas kemacetan. Namun, metode hibrida tersebut tidak dirancang untuk proses gawat darurat. Oleh karena itu, metode tersebut tidak memperhitungkan radius jarak dan ketersediaan rumah sakit yang dituju.

Penelitian tentang menghindari node terblokir oleh [4] mengusulkan metode modifikasi *Dijkstra* untuk menyimulasi masalah evakuasi darurat gedung yang terbakar. Modifikasi yang dilakukan adalah dengan cara menambahkan blokade pada beberapa *node*. *Edge* yang menuju *node* terblokir diberi nilai maksimal agar *node* tersebut tidak dilewati. Akan tetapi, metode yang diusulkan hanya mencermati jarak dan menghindari *node* terblokir pada ruangan tertutup.

Penelitian oleh [5] mengusulkan metode *Dijkstra* dengan radius jarak untuk menyelesaikan proses gawat darurat di kota Malang. Penelitian tersebut menghasilkan *path* dengan jarak terpendek dari lokasi kejadian menuju ke rumah sakit tujuan. Metode tersebut hanya mendeteksi radius jarak dan tidak mengevaluasi aspek lain seperti tingkat kemacetan dan ketersediaan rumah sakit.

Metode *Dijkstra* dengan menggunakan kombinasi *node* oleh [6] menyelesaikan masalah rute terpendek antar kota di pulau Jawa. Dibandingkan dengan *Dijkstra* murni, kelebihan metode oleh [6] adalah adanya penghapusan *node* yang sudah dilewati sehingga *graph* yang dihasilkan hanya memiliki dua *node* yaitu *node* tujuan dan *node* awal. Sebaliknya, kelemahan metode tersebut [6] adalah hanya mempertimbangkan jarak, dan tidak memperdulikan aspek lain yang sangat diperlukan dalam penanganan gawat darurat.

Penelitian oleh [7] mengusulkan penyelesaian masalah kondisi gawat darurat dengan menggunakan metode kolaborasi antara *Dijkstra* dan Floyd Warshall. Metode kolaborasi tersebut digunakan untuk menentukan waktu dan jarak tempuh dari titik awal (titik kejadian) menuju ke rumah sakit tujuan. Hasil yang diprioritaskan adalah rumah sakit yang mempunyai waktu tersingkat. Kekurangan dari metode tersebut 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 jarak rumah sakit, dan *recalculation route* di tiap *node*. Dengan demikian, metode pada penelitian ini dapat mencari jalur secara *realtime* untuk mengatasi kejadian insidental.

A. Dijkstra

Algoritma Dijkstra [8] merupakan algoritma yang populer untuk mencari rute terpendek. Pengoperasian metode ini adalah dengan menggunakan simpul-simpul sederhana pada jaringan jalan yang tidak rumit. Untuk mencari solusi rute terpendek, algoritma Dijkstra menggunakan prinsip *greedy*, yang mencari solusi optimal pada setiap langkah yang dilalui. Tujuannya adalah mendapatkan solusi optimal pada langkah selanjutnya yang akan mengarah pada solusi terbaik. Hal ini menyebabkan kompleksitas waktu algoritma Dijkstra menjadi cukup besar (Persamaan 1).

$$O(V * \log(v + e)), \quad (1)$$

Di mana v dan e adalah *node* dan *edge* yang digunakan. Input dari algoritma Dijkstra berupa sebuah graf $G(e, v)$, 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.

III. MODIFIKASI DIJKSTRA

Modifikasi Dijkstra dibuat untuk mendeteksi lebih dari satu parameter. Hal ini dilakukan dengan mengganti bobot input Dijkstra dengan sebuah besaran yang dapat merepresentasikan parameter-parameter yang dibutuhkan untuk mempercepat penanganan proses gawat darurat. Proses modifikasi Dijkstra dilakukan dengan dua tahap,

yaitu tahap *pre-processing* dan modifikasi Dijkstra (Gambar 1).

A. Pre-processing

Tahap *pre-processing* dilakukan untuk membatasi radius jarak maksimum pada peta kota dari titik awal yang diasumsikan sebagai titik kejadian awal gawat darurat ke UGD di sekitarnya. Penentuan radius jarak maksimum ini dilakukan dengan melihat kecepatan maksimum kendaraan yang diperbolehkan oleh hukum yang berlaku di daerah perkotaan dan batasan waktu maksimal yang diperbolehkan (Gambar 2). Pre-processing merupakan tahap sebelum memodifikasi Dijkstra.

B. Modifikasi Dijkstra

Setelah radius jarak maksimum hasil *preprocessing* didapatkan, selanjutnya dilakukan pemilihan rumah sakit yang dituju. Ketersediaan rumah sakit merupakan factor yang menentukan pemilihan tersebut. Pencarian jalur ke rumah sakit yang dituju dikerjakan dengan algoritma Dijkstra yang bobot tiap *edgenya* diperoleh dari hasil 2 variabel yaitu jarak dan volume. Hasil variabel jarak merupakan perbandingan antara jarak ruas jalan dengan jarak maksimum yang memenuhi syarat untuk penanganan gawat darurat (D_e). Hasil variabel volume adalah perbandingan antara volume kendaraan pada ruas jalan dengan volume ruas jalan maksimum (V_e). Apabila nilai D lebih besar dari jarak maksimum, maka ruas jalan tersebut tidak akan dilewati (Persamaan 2).

$$D_e = \frac{D}{D_{max}}, D_e < 1 \tag{2}$$

di mana D adalah jarak ruas jalan (meter) dan D_{max} sama dengan radius jarak maksimum (Persamaan 3).

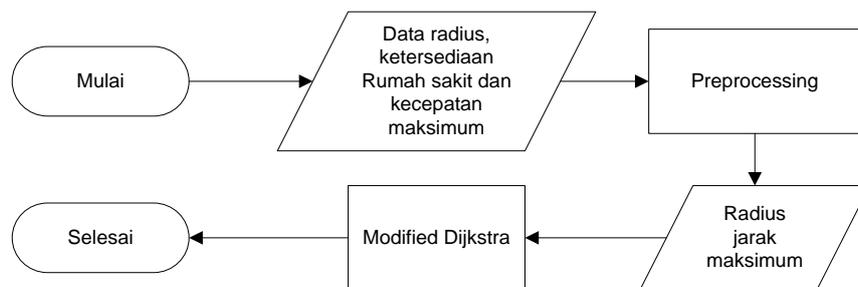
$$D_{max} = V_{max} * T_{max} \tag{3}$$

dimana V_{max} adalah kecepatan maksimum (meter/detik) dan T_{max} sama dengan waktu maksimum yang dibutuhkan.

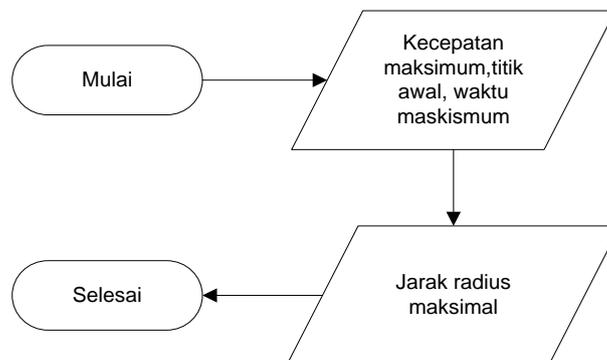
Nilai $Max(V)$ atau volume ruas jalan maksimum bergantung dari jumlah lajur dan jumlah jalur ruas jalan. Menurut penelitian pada [9] nilai $Max(V)$ terbesar adalah 2900 smp/jam. Tetapi pada prakteknya, jalan di kota sering dipakai oleh pedagang kaki lima dan warung sehingga kapasitasnya berkurang. Jadi, 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 4).

$$V_e = \frac{V}{Max(V)}, V_e < 1 \tag{4}$$

dimana V adalah volume kendaraan ruas jalan dalam satuan motor penumpang per jam(smp/jam). Bobot penghitungan nilai ruas jalan dinyatakan pada Persamaan 5:



Gambar 1. Digram alir metode modifikasi Dijkstra.



Gambar 2. Alur Proses Preprocessing Modifikasi Dijkstra.

$$N = (\frac{1}{2} * D_e) + (\frac{1}{2} * V_e), D_e, V_e < 1 \tag{5}$$

dimana N adalah nilai ruas jalan, D_e adalah hasil kalkulasi aspek jarak per ruas jalan (Persamaan 2), dan V_e adalah hasil kalkulasi aspek volume kendaraan per ruas jalan. Proses penghitungan V_e , D_e dan N dilakukan tiap sepuluh menit. Kalkulasi ulang rute tersebut untuk mendeteksi perubahan pada angka kemacetan.

IV. UJI COBA

A. Skenario ujicoba

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. Data ujicoba yang digunakan terdiri dari dua macam:

- Peta *Google maps* yang didapatkan dari situs *Google* dan informasi banyaknya *volume* kendaraan yang melintasi. 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.
- Informasi banyaknya *volume* kendaraan yang melintasi di 68 ruas jalan setiap 10 menit. Data ini diambil secara *random*. Cakupan data adalah selama 24 jam dan terdapat 9792 data. Pengambilan data selama 10 menit dimaksudkan untuk menyimulasikan keadaan secara *realtime*.

Ujicoba dibagi menjadi dua bagian yaitu ujicoba fungsionalitas dan performa. Ujicoba fungsionalitas dilakukan untuk menguji sistem yang dibangun. Ujicoba performa dikerjakan untuk membandingkan *output* dari metode modifikasi Dijkstra terhadap algoritma Dijkstra *native* dan hibrida Fuzzy-Dijkstra dengan nilai V_{max} sebesar 40km/jam atau 11 meter/detik dan T_{max} sebesar 5 menit.

B. Ujicoba fungsionalitas

Ujicoba fungsionalitas dilakukan dengan data-data kemacetan yang berbeda. Ujicoba pertama menggunakan data kemacetan jalan pada pukul 09:00-09:10 WIB karena pada jam tersebut diperkirakan memiliki angka kemacetan tinggi. Ujicoba kedua, dilaksanakan berdasarkan data kemacetan di tengah malam antara pukul 00:00-00:10 dengan asumsi bahwa angka kemacetan jalan rendah pada saat itu.

Ujicoba fungsionalitas pertama menunjukkan bahwa algoritma Dijkstra dan metode hibrida fuzzy-Dijkstra menghasilkan waktu tempuh yang sama ke sebagian besar rumah sakit kecuali pada rumah sakit primiere Surabaya, RS Royal Surabaya, UGD Siloam, IRD RSAL, Emergency room UGD dokter sutomo, puskesmas wonokromo, puskesmas jagir, puskesmas jemursari, puskesmas keputih dan rumah sakit islam. Hasil algoritma hibrida pada rumah sakit tersebut menghasilkan waktu tempuh yang lebih tinggi dibandingkan algoritma Dijkstra. Hal ini disebabkan oleh perbedaan rute yang dihasilkan oleh metode Dijkstra dan fuzzy Dijkstra. Perbedaan rute terjadi karena algoritma fuzzy Dijkstra memperhitungkan jarak dan angka kemacetan.

Algoritma modifikasi Dijkstra memiliki hasil yang berbeda dari algoritma Dijkstra dan fuzzy Dijkstra. Keluaran metode modifikasi Dijkstra hanya menghasilkan rute dari titik awal ke RSUD Haji Surabaya dan rumah sakit Gotong Royong. Keluaran tersebut berbeda karena algoritma memperhitungkan faktor ketersediaan rumah sakit dan kemacetan. Kedua rumah sakit yang disebutkan di atas buka sepanjang hari dan jalur menuju ke RSUD Haji Surabaya dan rumah sakit Gotong Royong tidak macet. Selain itu, jarak tempuh ke kedua rumah sakit diatas tidak lebih dari 3300 Meter atau 5 menit perjalanan dengan kecepatan maksimum 40km/jam. Penanganan gawat darurat yang cepat merupakan alasan untuk pemilihan waktu 5 menit perjalanan. Waktu perjalanan yang pendek diharapkan dapat menyelamatkan nyawa pasien.

Hasil dari ujicoba fungsionalitas pertama dapat dilihat pada gambar 3. Keunggulan algoritma modifikasi Dijkstra belum dapat dilihat pada gambar tersebut. Hal ini disebabkan pada jam 09:00-09:10 rumah sakit belum ada yang tutup. Kelebihan algoritma modifikasi Dijkstra dapat dilihat pada hasil ujicoba fungsionalitas kedua yang akan dilakukan pada pukul 00:00-00:10.

Hasil ujicoba fungsionalitas kedua dipresentasikan pada gambar 4 yang menunjukkan bahwa hasil waktu tempuh algoritma Dijkstra sama dengan waktu tempuh pada gambar 3. Hal yang berbeda terjadi pada keluaran algoritma hibrida fuzzy-Dijkstra. Output dari algoritma hibrida yang dinamis disebabkan oleh perbedaan angka kemacetan yang terjadi pada jam 00:00-00:10 dan 09:00-09:10. Dibandingkan dengan metode hibrida fuzzy Dijkstra, algoritma Dijkstra murni menghasilkan waktu tempuh yang sama atau lebih pendek ke sebagian besar rumah sakit, kecuali pada rumah sakit Siti Asiyah dan rumah sakit Adi Husada. Waktu tempuh metode fuzzy Dijkstra pada rumah sakit Siti Asiyah dan rumah sakit Adi Husada disebabkan oleh dampak dari angka kemacetan yang lebih kecil pada ruas-ruas jalan yang menuju ke rumah sakit tersebut.

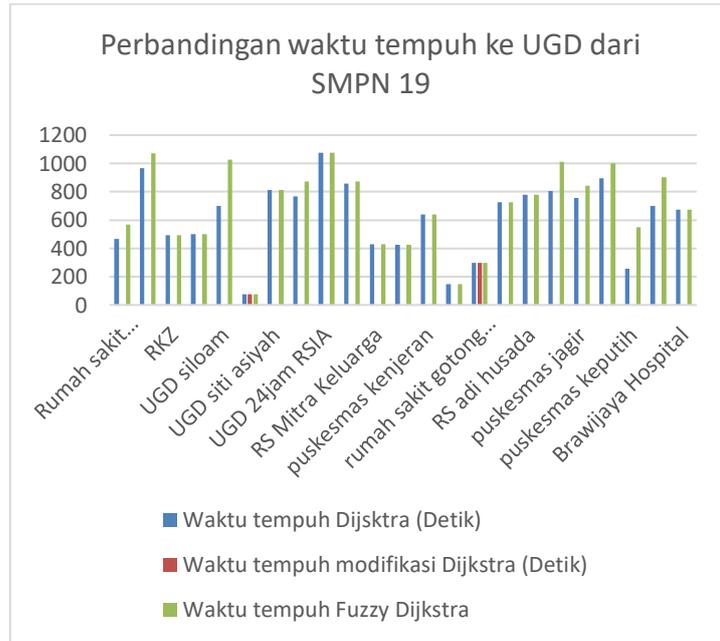
Output metode modifikasi Dijkstra pada gambar 4 hanya menghasilkan rute dari titik awal ke rumah sakit Primiere Surabaya, RKZ, rumah sakit Darmo, RSUD Haji Surabaya dan rumah sakit Gotong Royong. Algoritma modifikasi Dijkstra menunjukkan beberapa kesalahan. Kesalahan tersebut ditunjukkan oleh adanya output ke rumah sakit

Primere Surabaya, RKZ dan rumah sakit Darmo Surabaya. Karena nilai edge(N) pada persamaan 5 terlalu kecil, maka nilai akumulasi rute menghasilkan jarak yang lebih besar dari 3300Meter.

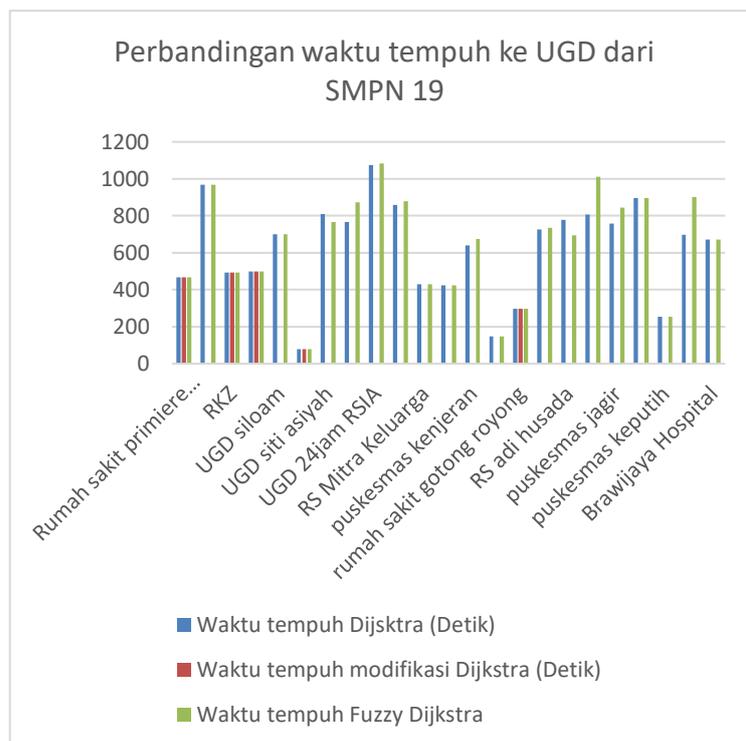
Walaupun algoritma modifikasi Dijkstra memiliki kesalahan dalam outputnya, algoritma ini berhasil mencari rute ke rumah sakit yang buka 24jam dengan waktu tempuh yang pendek. Hal itu ditunjukkan dengan adanya output rute ke RSUD Haji dan rumah sakit Gotong Royong. Algoritma ini tidak menampilkan rute ke rumah sakit yang tutup atau tidak tersedia. Hal ini merupakan kelebihan algoritma modifikasi Dijkstra dibandingkan dengan algoritma Dijkstra murni dan fuzzy Dijkstra yang menampilkan output rute ke rumah sakit yang tutup

C. Ujicoba Performa

Ujicoba performa dilakukan dengan data-data kemacetan jalan pukul 09:00-09:10 WIB dan yang kedua dilakukan dengan data kemacetan pada tengah malam. Dari hasil ketiga algoritma, Dijkstra native menghasilkan besaran tiap edge yang konstan sepanjang waktu. Hal ini terjadi karena algoritma tersebut hanya melihat aspek jarak saja (Tabel 1).



Gambar 3. Grafik perbandingan waktu tempuh ke UGD dari SMPN 19 dari ketiga algoritma pukul 09:00-09:10 WIB.



Gambar 4. Grafik perbandingan waktu tempuh ke UGD dari SMPN 19 dari ketiga algoritma pukul 00:00-00:10 WIB.

Tabel 1. *Output* Algoritma Dijkstra *native*.

Awal	Tujuan	Jarak Dijkstra (m)	Rute terpilih
SMPN 19	Rumah sakit primiere Surabaya	5127	[(Adhi Tama Institute of Technology: SMP Negeri 19 Surabaya), (Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi Indonesia: Adhi Tama Institute of Technology), (Sate Taichan Goreng Surabaya: Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi Indonesia), (Sate Taichan Goreng Surabaya: STIE Perbanas Surabaya), (STIE Perbanas Surabaya: Rumah sakit primiere surabaya)]
SMPN 19	RS Royal sby	10647	[(Adhi Tama Institute of Technology: SMP Negeri 19 Surabaya), (Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi Indonesia: Adhi Tama Institute of Technology), (Sate Taichan Goreng Surabaya: Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi Indonesia), (Sate Taichan Goreng Surabaya: STIE Perbanas Surabaya), (STIE Perbanas Surabaya: Rumah sakit primiere surabaya), (Rumah sakit primiere surabaya : RS Royal sby)via rungkut]
SMPN 19	RKZ	5440	[(Adhi Tama Institute of Technology: SMP Negeri 19 Surabaya), (Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi Indonesia: Adhi Tama Institute of Technology), (GEDUNG WANITA Candra Kencana: Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi Indonesia), (RKZ: GEDUNG WANITA Candra Kencana)]
SMPN 19	UGD darmo Surabaya	5500	[(Adhi Tama Institute of Technology: SMP Negeri 19 Surabaya), (Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi Indonesia: Adhi Tama Institute of Technology), (GEDUNG WANITA Candra Kencana: Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi Indonesia), (UGD Darmo Surabaya: GEDUNG WANITA Candra Kencana)via lotte mart]
SMPN 19	UGD Siloam	7701	[(Adhi Tama Institute of Technology: SMP Negeri 19 Surabaya), (Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi Indonesia: Adhi Tama Institute of Technology), (GEDUNG WANITA Candra Kencana : Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi Indonesia), (UGD darmo surabaya : GEDUNG WANITA Candra Kencana)via lotte mart), (STIE Urip Sumoharjo : UGD darmo surabaya), (UGD siloam : STIE Urip Sumoharjo)]
SMPN 19	UGD RSU haji Surabaya	851	[(SMP Negeri 19 Surabaya: UGD RSU haji surabaya)]
SMPN 19	UGD siti asiyah	8921	[(SMP Negeri 19 Surabaya: UGD RSU haji surabaya), (UGD RSU haji surabaya : RS kendangsari merr surabaya), (RS kendangsari merr surabaya : UGD siti asiyah)via tambangboyo]
SMPN 19	IGD rsal	8429	[(Adhi Tama Institute of Technology: SMP Negeri 19 Surabaya), (Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi Indonesia: Adhi Tama Institute of Technology), (GEDUNG WANITA Candra Kencana: Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi Indonesia), (RKZ: GEDUNG WANITA Candra Kencana), (RKZ: Rumah Sakit Islam Surabaya), (Rumah Sakit Islam Surabaya: IGD RSAL)]
SMPN 19	UGD 24jam RSIA	11831	[(SMP Negeri 19 Surabaya: UGD RSU haji surabaya), (UGD RSU haji surabaya : RS kendangsari merr surabaya), (Rumah Sakit Adi Husada Kapasari : RS kendangsari merr surabaya), (Rumah Sakit Adi Husada Kapasari : UGD 24jam RSIA)]
SMPN 19	Emergency room UGD dr Sutomo	9451	[(Adhi Tama Institute of Technology: SMP Negeri 19 Surabaya), (Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi Indonesia: Adhi Tama Institute of Technology), (GEDUNG WANITA Candra Kencana: Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi Indonesia), (UGD Darmo Surabaya: GEDUNG WANITA Candra Kencana), (STIE Urip Sumoharjo : UGD darmo surabaya), (UGD siloam : STIE Urip Sumoharjo), (UGD siloam : Emergency room UGD dr Sutomo) via Jalan Jawa]

SMPN 19	RS Mitra Keluarga	4721	[(SMP Negeri 19 Surabaya: UGD RSU haji surabaya), (UGD RSU Haji Surabaya: RS Mitra Keluarga)]
SMPN 19	RS kendangsari merr Surabaya	4661	[(SMP Negeri 19 Surabaya: UGD RSU haji surabaya), (UGD RSU Haji Surabaya: RS Kendangsari Merr Surabaya)]
SMPN 19	puskesmas kenjeran	7031	[(SMP Negeri 19 Surabaya: UGD RSU haji surabaya), (UGD RSU Haji Surabaya: RS Mitra Keluarga), (Puskesmas Kenjeran: RS Mitra Keluarga) via Jalan Wiratno]
SMPN 19	Rumah Sakit Gigi Dan Mulut Universitas Hang Tuah	1610	[(Rumah Sakit Gigi Dan Mulut Universitas Hang Tuah : SMP Negeri 19 Surabaya)]
SMPN 19	Gotong Royong Hospital	3280	[(SMP Negeri 19 Surabaya: Gotong Royong Hospital)]
SMPN 19	RSUD dr. Mo-hamad Soewandhie	7991	[(SMP Negeri 19 Surabaya: UGD RSU haji surabaya), (UGD RSU haji surabaya : RS kendangsari merr surabaya), (RSUD dr. Mohamad Soewandhie : RS kendangsari merr surabaya)via makam wr supratman]
SMPN 19	Rumah Sakit Adi Husada Kapasari	8551	[(SMP Negeri 19 Surabaya: UGD RSU haji surabaya), (UGD RSU haji surabaya : RS kendangsari merr surabaya), (Rumah Sakit Adi Husada Kapasari : RS kendangsari merr surabaya)]
SMPN 19	Puskesmas Wonokromo	8870	[(Adhi Tama Institute of Technology: SMP Negeri 19 Surabaya), (Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi Indonesia: Adhi Tama Institute of Technology), (GEDUNG WANITA Candra Kencana: Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi Indonesia), (RKZ: GEDUNG WANITA Candra Kencana), (RKZ: Rumah Sakit Islam Surabaya), (Puskesmas Wonokromo : Rumah Sakit Islam Surabaya)]
SMPN 19	Puskesmas Jagir	8336	[(Adhi Tama Institute of Technology: SMP Negeri 19 Surabaya), (Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi Indonesia: Adhi Tama Institute of Technology), (GEDUNG WANITA Candra Kencana: Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi Indonesia), (RKZ: GEDUNG WANITA Candra Kencana), (RKZ : Rumah Sakit Islam Surabaya), (Rumah Sakit Islam Surabaya : Puskesmas Jagir)]
SMPN 19	Puskesmas Jemursari	9857	[(Adhi Tama Institute of Technology: SMP Negeri 19 Surabaya), (Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi Indonesia: Adhi Tama Institute of Technology), (Sate Taichan Goreng Surabaya: Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi Indonesia), (Sate Taichan Goreng Surabaya : STIE Perbanas Surabaya), (STIE Perbanas Surabaya : Rumah sakit premiere surabaya), (Rumah sakit premiere surabaya : Puskesmas Jemursari)]
SMPN 19	Puskesmas Keputih	2800	[(Rumah Sakit Gigi Dan Mulut Universitas Hang Tuah : SMP Negeri 19 Surabaya), (Rumah Sakit Gigi Dan Mulut Universitas Hang Tuah : Puskesmas Keputih)]
SMPN 19	Rumah Sakit Islam Surabaya	7680	[(Adhi Tama Institute of Technology: SMP Negeri 19 Surabaya), (Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi Indonesia: Adhi Tama Institute of Technology), (GEDUNG WANITA Candra Kencana : Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi Indonesia), (RKZ : GEDUNG WANITA Candra Kencana), (RKZ : Rumah Sakit Islam Surabaya)]
SMPN 19	Brawijaya Hospital	7400	[(Adhi Tama Institute of Technology: SMP Negeri 19 Surabaya), (Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi Indonesia: Adhi Tama Institute of Technology), (GEDUNG WANITA Candra Kencana : Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi Indonesia), (RKZ : GEDUNG WANITA Candra Kencana), (RKZ : Brawijaya Hospital)]

Tabel 1 menunjukkan hasil dari pengujian dari SMPN 19 ke semua rumah sakit dengan menggunakan Dijkstra native. Pengujian tersebut menghasilkan besaran atau bobot Dijkstra yang berupa jarak tempuh dalam satuan meter dari tempat awal ke tempat tujuan. Algoritma ini hanya melihat aspek jarak. Hasil dari algoritma Dijkstra bersifat tidak dinamis dan tidak mendeteksi ketersediaan rumah sakit.

Pengujian dengan metode fuzzy Dijkstra menghasilkan besaran tiap edge yang dinamis tergantung waktu (Tabel 2 dan 3). Hal ini disebabkan oleh data angka kemacetan yang berubah-ubah tiap 10 menit. Algoritma ini dapat mendeteksi kemacetan ruas jalan tanpa memperhitungkan status ketersediaan rumah sakit.

Tabel 2. Fuzzy Dijkstra pukul 00:00-00:10.

Awal	Tujuan	Besaran Fuzzy Dijkstra	Rute terpilih
SMPN 19	Rumah sakit primiere Surabaya	0.949	[(Adhi Tama Institute of Technology: SMP Negeri 19 Surabaya), (Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi Indonesia: Adhi Tama Institute of Technology), (Sate Taichan Goreng Surabaya: Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi Indonesia), (Sate Taichan Goreng Surabaya: STIE Perbanas Surabaya), (STIE Perbanas Surabaya: Rumah Sakit Primiere Surabaya)]
SMPN 19	RS Royal sby	1.448	[(Adhi Tama Institute of Technology: SMP Negeri 19 Surabaya), (Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi Indonesia: Adhi Tama Institute of Technology), (Sate Taichan Goreng Surabaya: Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi Indonesia), (Sate Taichan Goreng Surabaya: STIE Perbanas Surabaya), (STIE Perbanas Surabaya: Rumah sakit primiere surabaya), (Rumah Sakit Primiere Surabaya : RS Royal sby)via Rungkut]
SMPN 19	RKZ	0.934	[(Adhi Tama Institute of Technology: SMP Negeri 19 Surabaya), (Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi Indonesia: Adhi Tama Institute of Technology), (GEDUNG WANITA Candra Kencana : Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi Indonesia), (RKZ : GEDUNG WANITA Candra Kencana)]
SMPN 19	UGD darmo Surabaya	0.934	[(Adhi Tama Institute of Technology: SMP Negeri 19 Surabaya), (Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi Indonesia: Adhi Tama Institute of Technology), (GEDUNG WANITA Candra Kencana: Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi Indonesia), (UGD Darmo Surabaya : GEDUNG WANITA Candra Kencana) via lotte mart]
SMPN 19	UGD Siloam	1.282	[(Adhi Tama Institute of Technology: SMP Negeri 19 Surabaya), (Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi Indonesia: Adhi Tama Institute of Technology), (GEDUNG WANITA Candra Kencana : Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi Indonesia), (UGD darmo surabaya : GEDUNG WANITA Candra Kencana), (STIE Urip Sumoharjo : UGD darmo surabaya), (UGD siloam : STIE Urip Sumoharjo)]
SMPN 19	UGD RSU haji Surabaya	0.163	[(SMP Negeri 19 Surabaya: UGD RSU haji surabaya)]
SMPN 19	UGD siti asiyah	1.163	[(SMP Negeri 19 Surabaya: UGD RSU haji surabaya), (UGD RSU haji surabaya : RS Mitra Keluarga), (RS Mitra Keluarga : UGD Siti Asiyah) via Tambangboyo]
SMPN 19	IGD rsal	1.1	[(SMP Negeri 19 Surabaya: Gotong Royong Hospital), (Puskesmas Jagir: Gotong Royong Hospital), (IGD RSAL: Puskesmas Jagir)]
SMPN 19	UGD 24jam RSIA	1.663	[(SMP Negeri 19 Surabaya: UGD RSU haji surabaya), (UGD RSU Haji Surabaya: RS Mitra Keluarga), (Rumah Sakit Adi Husada Kapasari : RS Mitra Keluarga), (Rumah Sakit Adi Husada Kapasari : UGD 24jam RSIA)]

SMPN 19	Emergency room UGD dr Sutomo	1.163	[(SMP Negeri 19 Surabaya: UGD RSU haji surabaya), (UGD RSU haji surabaya : RS Mitra Keluarga), (RS Mitra Keluarga : Emergency room UGD dr Sutomo)via smkn5]
SMPN 19	RS Mitra Keluarga	0.663	[(SMP Negeri 19 Surabaya: UGD RSU haji surabaya), (UGD RSU haji surabaya : RS Mitra Keluarga)]
SMPN 19	RS kendangsari merr Surabaya	0.663	[(SMP Negeri 19 Surabaya: UGD RSU haji surabaya), (UGD RSU haji surabaya : RS kendangsari merr surabaya)]
SMPN 19	puskesmas kenjeran	0.969	[(SMP Negeri 19 Surabaya: UGD RSU Haji Surabaya), (Graha Sepuluh Nopember ITS Surabaya: UGD RSU Haji Surabaya), (Puskesmas Kenjeran: Graha Sepuluh Nopember ITS Surabaya)]
SMPN 19	Rumah Sakit Gigi Dan Mulut Universitas Hang Tuah	0.248	[(Rumah Sakit Gigi Dan Mulut Universitas Hang Tuah : SMP Negeri 19 Surabaya)]
SMPN 19	Gotong Royong Hospital	0.5	[(SMP Negeri 19 Surabaya: Gotong Royong Hospital)]
SMPN 19	RSUD dr. Mo-hamad Soewandhie	1.163	[(SMP Negeri 19 Surabaya: UGD RSU haji surabaya), (UGD RSU haji surabaya : RS Mitra Keluarga), (RSUD dr. Mohamad Soewandhie : RS Mitra Keluarga)via makam W.R Supratman]
SMPN 19	Rumah Sakit Adi Husada Kapasari	1.163	[(SMP Negeri 19 Surabaya: UGD RSU haji surabaya), (UGD RSU haji surabaya : RS Mitra Keluarga), (Rumah Sakit Adi Husada Kapasari : RS Mitra Keluarga)]
SMPN 19	Puskesmas Wonokromo	1.326	[(SMP Negeri 19 Surabaya: Gotong Royong Hospital), (Puskesmas Jagir: Gotong Royong Hospital), (Rumah Sakit Islam Surabaya: Puskesmas Jagir), (Puskesmas Wonokromo: Rumah Sakit Islam Surabaya)]
SMPN 19	Puskesmas Jagir	1	[(SMP Negeri 19 Surabaya: Gotong Royong Hospital), (Puskesmas Jagir: Gotong Royong Hospital)]
SMPN 19	Puskesmas Jemursari	1.448	[(Adhi Tama Institute of Technology: SMP Negeri 19 Surabaya), (Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi Indonesia: Adhi Tama Institute of Technology), (Sate Taichan Goreng Surabaya: Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi Indonesia), (Sate Taichan Goreng Surabaya: STIE Perbanas Surabaya), (STIE Perbanas Surabaya: Rumah sakit premiere surabaya), (Rumah sakit premiere surabaya: Puskesmas Jemursari)]
SMPN 19	Puskesmas Keputih	0.46	[(Rumah Sakit Gigi Dan Mulut Universitas Hang Tuah : SMP Negeri 19 Surabaya), (Rumah Sakit Gigi Dan Mulut Universitas Hang Tuah : Puskesmas Keputih)]
SMPN 19	Rumah Sakit Islam Surabaya	1.113	[(SMP Negeri 19 Surabaya: Gotong Royong Hospital), (Puskesmas Jagir: Gotong Royong Hospital), (Rumah Sakit Islam Surabaya: Puskesmas Jagir)]
SMPN 19	Brawijaya Hospital	1.301	[(Adhi Tama Institute of Technology: SMP Negeri 19 Surabaya), (Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi Indonesia: Adhi Tama Institute of Technology), (GEDUNG WANITA Candra Kencana: Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi Indonesia), (RKZ: GEDUNG WANITA Candra Kencana), (RKZ : Brawijaya Hospital)]

Tabel 2 memperlihatkan hasil dari pengujian dari SMPN 19 ke semua rumah sakit dengan menggunakan algoritma hibrida Fuzzy-Dijkstra pada pukul 00:00-00:10. Pemilihan waktu dikarenakan pada waktu tersebut merupakan angka kemacetan yang rendah. Hasil pengujian menunjukkan besaran atau bobot Fuzzy-Dijkstra yang

berupa jarak tempuh dan angka kemacetan tiap ruas jalan dari tempat awal ke tempat tujuan. Hasil dari algoritma Fuzzy-Dijkstra bersifat dinamis yang disebabkan oleh angka kemacetan tiap satuan waktu yang berbeda beda. Tabel di atas juga menunjukkan bahwa metode hibrida Fuzzy-Dijkstra menghasilkan output ke puskesmas yang sedang tidak tersedia atau tutup.

Tabel 3. Fuzzy Dijkstra pukul 09:00-09:10.

Awal	Tujuan	Besaran Fuzzy Dijkstra	Rute terpilih
SMPN 19	Rumah sakit primiere Surabaya	1.081	[(SMP Negeri 19 Surabaya: Gotong Royong Hospital), (Rumah Sakit Primiere Surabaya: Gotong Royong Hospital)]
SMPN 19	RS Royal sby	1.952	[(SMP Negeri 19 Surabaya: Gotong Royong Hospital), (Rumah sakit primiere surabaya : Gotong Royong Hospital), (Rumah Sakit Primiere Surabaya: RS Royal Sby) via rungkut]
SMPN 19	RKZ	2.013	[(Adhi Tama Institute of Technology: SMP Negeri 19 Surabaya), (Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi Indonesia: Adhi Tama Institute of Technology), (GEDUNG WANITA Candra Kencana: Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi Indonesia), (RKZ: GEDUNG WANITA Candra Kencana)]
SMPN 19	UGD darmo Surabaya	2.118	[(Adhi Tama Institute of Technology: SMP Negeri 19 Surabaya), (Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi Indonesia: Adhi Tama Institute of Technology), (GEDUNG WANITA Candra Kencana: Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi Indonesia), (UGD Darmo Surabaya: GEDUNG WANITA Candra Kencana) via Lotte Mart]
SMPN 19	UGD Siloam	2.972	[(SMP Negeri 19 Surabaya: UGD RSU haji surabaya), (UGD RSU haji surabaya : RS kendangsari merr surabaya), (RS kendangsari merr surabaya : Emergency room UGD dr Sutomo)via tambangboyo, (UGD Siloam : Emergency room UGD dr Sutomo) via Jalan Jawa]
SMPN 19	UGD RSU haji Surabaya	0.569	[(SMP Negeri 19 Surabaya: UGD RSU Haji Surabaya)]
SMPN 19	UGD siti asiyah	2.094	[(SMP Negeri 19 Surabaya: UGD RSU Haji Surabaya), (UGD RSU Haji Surabaya: RS kendangsari merr Surabaya), (RS Kendangsari Merr Surabaya: UGD siti asiyah) via tambangboyo]
SMPN 19	IGD rsal	1.837	[(SMP Negeri 19 Surabaya: Gotong Royong Hospital), (Puskesmas Jagir: Gotong Royong Hospital), (IGD RSAL: Puskesmas Jagir)]
SMPN 19	UGD 24jam RSIA	2.437	[(SMP Negeri 19 Surabaya: UGD RSU haji surabaya), (UGD RSU Haji Surabaya: RS kendangsari merr surabaya), (Rumah Sakit Adi Husada Kapasari : RS Kendangsari Merr Surabaya), (Rumah Sakit Adi Husada Kapasari : UGD 24jam RSIA)]
SMPN 19	Emergency room UGD dr Sutomo	2.191	[(SMP Negeri 19 Surabaya: UGD RSU Haji Surabaya), (UGD RSU Haji Surabaya: RS kendangsari merr surabaya), (RS Kendangsari Merr Surabaya: Emergency room UGD dr Sutomo) via SMKN 5]
SMPN 19	RS Mitra Keluarga	1.569	[(SMP Negeri 19 Surabaya: UGD RSU Haji Surabaya), (UGD RSU Haji Surabaya: RS Mitra Keluarga)]
SMPN 19	RS kendangsari merr Surabaya	1.19	[(SMP Negeri 19 Surabaya: UGD RSU Haji Surabaya), (UGD RSU haji surabaya : RS kendangsari merr surabaya)]
SMPN 19	puskesmas kenjeran	2.316	[(SMP Negeri 19 Surabaya: UGD RSU Haji Surabaya), (UGD RSU Haji Surabaya: RS Mitra Keluarga), (Puskesmas Kenjeran: RS Mitra Keluarga)]

SMPN 19	Rumah Sakit Gigi Dan Mulut Universitas Hang Tuah	0.743	[(Rumah Sakit Gigi Dan Mulut Universitas Hang Tuah: SMP Negeri 19 Surabaya)]
SMPN 19	Gotong Royong Hospital	0.5	[(SMP Negeri 19 Surabaya: Gotong Royong Hospital)]
SMPN 19	RSUD dr. Mo-hamad Soewandhie	2.057	[(SMP Negeri 19 Surabaya: UGD RSU haji surabaya), (UGD RSU Haji Surabaya: RS Kendangsari Merr Surabaya), (RSUD dr. Mo-hamad Soewandhie: RS Kendangsari Merr Surabaya) via makam W.R Supratman]
SMPN 19	Rumah Sakit Adi Husada Kapasari	1.937	[(SMP Negeri 19 Surabaya: UGD RSU haji surabaya), (UGD RSU haji surabaya : RS kendangsari merr surabaya), (Rumah Sakit Adi Husada Kapasari : RS kendangsari merr surabaya)]
SMPN 19	Puskesmas Wonokromo	2.513	[(SMP Negeri 19 Surabaya: Gotong Royong Hospital), (Puskesmas Jagir: Gotong Royong Hospital), (Rumah Sakit Islam Surabaya: Puskesmas Jagir), (Puskesmas Wonokromo: Rumah Sakit Islam Surabaya)]
SMPN 19	Puskesmas Jagir	1.337	[(SMP Negeri 19 Surabaya: Gotong Royong Hospital), (Puskesmas Jagir: Gotong Royong Hospital)]
SMPN 19	Puskesmas Jemursari	2.081	[(SMP Negeri 19 Surabaya: Gotong Royong Hospital), (Rumah Sakit Premiere Surabaya: Gotong Royong Hospital), (Rumah Sakit Premiere Surabaya: Puskesmas Jemursari)]
SMPN 19	Puskesmas Keputih	1.121	[(SMP Negeri 19 Surabaya: Gotong Royong Hospital), (Puskesmas Keputih: Gotong Royong Hospital)]
SMPN 19	Rumah Sakit Islam Surabaya	1.85	[(SMP Negeri 19 Surabaya: Gotong Royong Hospital), (Puskesmas Jagir: Gotong Royong Hospital), (Rumah Sakit Islam Surabaya: Puskesmas Jagir)]
SMPN 19	Brawijaya Hospital	2.825	[(Adhi Tama Institute of Technology: SMP Negeri 19 Surabaya), (Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi Indonesia: Adhi Tama Institute of Technology), (GEDUNG WANITA Candra Kencana: Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi Indonesia), (RKZ: GEDUNG WANITA Candra Kencana), (RKZ: Brawijaya Hospital) via Jalan Kesatrian Samping]

Tabel 3 merepresentasikan hasil dari pengujian dari SMPN 19 ke semua rumah sakit dengan menggunakan algoritma hibrida Fuzzy-Dijkstra pada pukul 09:00-09:15. Alasan pemilihan waktu tersebut adalah pada jam-jam itu terjadi kemacetan yang sangat tinggi. Pengujian tersebut menghasilkan besaran atau bobot Fuzzy-Dijkstra yang berupa jarak tempuh dan angka kemacetan tiap ruas jalan dari tempat awal ke tempat tujuan. Hasil dari algoritma Fuzzy-Dijkstra bersifat dinamis karena angka kemacetan yang berbeda pada tiap satuan waktu.

Metode modifikasi Dijkstra menunjukkan hasil besaran tiap edge yang dinamis tergantung waktu (Tabel 4 dan 5). Hal ini terjadi karena data angka kemacetan yang berubah-ubah tiap 10 menit. Dengan mempertimbangkan jarak, angka kemacetan, dan status ketersediaan rumah sakit tujuan, algoritma ini sangat selektif dalam memilih jalur ke rumah sakit. Hal ini ditunjukkan dengan *output* algoritma modifikasi Dijkstra yang tidak menampilkan rute ke rumah sakit yang tutup.

Tabel 4. Modifikasi Dijkstra pukul 00:00-00:10.

Awal	Tujuan	Besaran mod dijkstra	Rute terpilih
SMPN 19	Rumah sakit primiere Surabaya	0.814	[(Adhi Tama Institute of Technology: SMP Negeri 19 Surabaya), (Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi Indonesia: Adhi Tama Institute of

			Technology), (Sate Taichan Goreng Surabaya: Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi Indonesia), (Sate Taichan Goreng Surabaya: STIE Perbanas Surabaya), (STIE Perbanas Surabaya: Rumah Sakit Primiere Surabaya)]
SMPN 19	RKZ	0.843	[(Adhi Tama Institute of Technology: SMP Negeri 19 Surabaya), (Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi Indonesia: Adhi Tama Institute of Technology), (GEDUNG WANITA Candra Kencana: Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi Indonesia), (RKZ: GEDUNG WANITA Candra Kencana)]
SMPN 19	UGD darmo Surabaya	0.846	[(Adhi Tama Institute of Technology: SMP Negeri 19 Surabaya), (Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi Indonesia: Adhi Tama Institute of Technology), (GEDUNG WANITA Candra Kencana: Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi Indonesia), (UGD Darmo Surabaya: GEDUNG WANITA Candra Kencana)]
SMPN 19	UGD RSU haji Surabaya	0.134	[(SMP Negeri 19 Surabaya: UGD RSU Haji Surabaya)]
SMPN 19	Gotong Royong Hospital	0.497	[(SMP Negeri 19 Surabaya: Gotong Royong Hospital)]

Tabel 5. Modifikasi Dijkstra pukul 09:00-09:10.

Awal	Tujuan	Besaran mod Dijkstra	Rute terpilih
SMPN 19	UGD RSU haji Surabaya	0.537	[(SMP Negeri 19 Surabaya: UGD RSU Haji Surabaya)]
SMPN 19	Gotong Royong Hospital	0.51	[(SMP Negeri 19 Surabaya: Gotong Royong Hospital)]

Tabel 4 menampilkan hasil dari pengujian dari SMPN 19 ke semua rumah sakit dengan menggunakan algoritma Modifikasi Dijkstra pada pukul 00:00-00:10. Pemilihan waktu dikarenakan pada waktu ini merupakan angka kemacetan sangat rendah dan beberapa rumah sakit sedang tutup. Pengujian menghasilkan besaran atau bobot modifikasi Dijkstra yang berupa jarak tempuh, angka kemacetan tiap ruas jalan dari tempat awal ke tempat tujuan. Algoritma modifikasi Dijkstra ini juga mempertimbangkan aspek ketersediaan rumah sakit. Hasil dari algoritma modifikasi Dijkstra bersifat dinamis. Hal ini terjadi karena angka kemacetan yang berbeda pada tiap satuan waktu. Hasil dari tabel diatas menunjukkan bahwa algoritma ini sangat selektif dan tidak terdapat output ke puskesmas yang tutup. Inilah yang membedakan algoritma modifikasi Dijkstra dengan Fuzzy-Dijkstra dan Dijkstra murni.

Tabel 5 mempresentasikan hasil dari pengujian dari SMPN 19 ke semua rumah sakit dengan menggunakan algoritma Modifikasi Dijkstra pada pukul 09:00-09:10. Waktu ini dipilih karena angka kemacetan sangat tinggi dan semua rumah sakit sudah buka. Hasil pengujian metode ini adalah besaran atau bobot modifikasi Dijkstra yang berupa jarak tempuh, angka kemacetan tiap ruas jalan dari tempat awal ke tempat tujuan dan rute. Algoritma ini juga bersifat dinamis karena angka kemacetan dan faktor ketersediaan rumah sakit pada setiap waktu.

V. KESIMPULAN

Demi penyelamatan nyawa pasien, keseluruhan proses gawat darurat yang meliputi penentuan rute terpendek dan tercepat ke rumah sakit diupayakan memiliki waktu tanggap tercepat. Modifikasi algoritma Dijkstra bertujuan menghasilkan rute terpendek dan waktu tercepat untuk penanganan gawat darurat dengan mempertimbangkan ketersediaan rumah sakit yang dituju. Kami melakukan modifikasi algoritma Dijkstra ini dengan mengganti bobot jarak Dijkstra dengan sebuah besaran yang merepresentasikan angka kemacetan dan jarak. Dengan memperhatikan waktu kejadian, metode ini dapat menghasilkan jalur yang lebih pendek dan lebih cepat, serta dapat mendeteksi status ketersediaan rumah sakit yang dituju. Hasil tersebut ditunjukkan dengan output algoritma yang selektif dan tidak menampilkan rute yang tidak memenuhi syarat. Algoritma ini tidak menampilkan rute ke rumah sakit yang tutup atau tidak tersedia. Hal ini merupakan kelebihan algoritma modifikasi Dijkstra dibandingkan dengan algoritma Dijkstra murni dan fuzzy Dijkstra yang menampilkan output rute ke rumah sakit yang tutup. Akan tetapi,

modifikasi algoritma Dijkstra ini dapat mencapai hasil tersebut diatas hanya jika ketersediaan rumah sakit yang dituju terpenuhi dan radius rumah sakit tersebut kurang dari 3300 meter dari tempat kejadian. Oleh karena itu, penelitian lebih lanjut perlu dilakukan untuk mengembangkan dan mengatasi keterbatasan metode ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. S. Nunuk Haryatun, "Perbedaan Waktu Tanggap Tindakan Keperawatan Pasien Cedera Kepala Kategori 1 – V Di Instalasi Gawat Darurat Rsud Dr. Moewardi," *Berita Ilmu Keperawatan*, 2008.
- [2] Permenkes, Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 856/Menkes/SK/IX/2009, Jakarta: Kementrian Kesehatan RI, 2009.
- [3] M. H. H. Ichsan, E. Yudaningtyas, M. A. Muslim, "Solusi Optimal Pencarian Jalur Tercepat dengan Algoritma Hybrid Fuzzy-Dijkstra," *Jurnal EECCIS Vol. 6, No. 2*, 2012.
- [4] K. A. F. A. Samah, B. Hussin, A. S. H. Basari, "Modification of Dijkstra's Algorithm for Safest and Shortest Path during Emergency Evacuation," *Applied Mathematical Sciences*, pp. 1531-1541, 2015.
- [5] I. C. W. F. M. Prima Wiratama, "Pencarian Rute Terpendek pada Unit Gawat Darurat di Kota Malang dengan Menggunakan Metode Dijkstra," *Doro Jurnal*, 2016.
- [6] B. Amaliah, C. Fatchah, O. Riptianingdyah, "Finding the Shortest Paths among Cities in Java Island using Node Combination based on Dijkstra Algorithm," *International Journal on Smart Sensing and Intelligent System*, pp. 2219-2236, 2016.
- [7] Risald, A. E. Mirino, Suyoto, "Best Route Selection Using Dijkstra And Floyd-Warshall Algorithm," *International Conference on Information & Communication Technology and System*, pp. 155-158, 2017.
- [8] E. W. Dijkstra, "A Note on Two Problems in Connexion with Graphs," *Numerische Mathematik*, pp. 269-271, 1959.
- [9] B. Sukoco, 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, 2010.