

APLIKASI PENENTUAN RUTE ALTERNATIF BERDASARKAN KONDISI KEPADATAN JALAN PADA PENJADWALAN PENGANGKUTAN SAMPAH DI SURABAYA

¹⁾Arna Fariza, ²⁾Entin Martiana Kusumaningtyas, ³⁾A'at Khasanah
^{1,2,3)}Departemen Informatika dan Komputer, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya
¹⁾arna@eepis-its.edu, ²⁾entin@eepis-its.edu

Abstrak. *Sebanyak 3.024.321 jiwa warga kota Surabaya menyumbang sampah setiap harinya. Pengangkutan sampah dengan berbagai macam kombinasi harus dilaksanakan teratur dan tepat waktu agar sampah tidak menumpuk di Lokasi Pembuangan Sampah. Pengangkutan sampah dengan tuntutan jadwal angkut yang ada harus dihadapkan dengan kemacetan di kota Surabaya karena tingginya tingkat mobilitas 3 juta jiwa dalam 32.4 hektar wilayah Surabaya tersebut. Oleh karena itu, dikembangkan sebuah sistem penentuan rute alternatif yang ditentukan berdasarkan tingkat kepadatan jalan serta jarak terpendek. Penelitian ini mengajukan pendekatan baru dengan menggunakan logika fuzzy untuk menghitung bobot suatu jalan dan algoritma djikstra sebagai pencari rute terbaik. Dengan proses logika fuzzy, kedua variabel yaitu jarak terdekat dan tingkat kepadatan jalan akan menghasilkan suatu nilai yang akan dijadikan bobot dalam algoritma djikstra untuk menentukan rute alternatif. Bobot yang dihasilkan dari proses fuzzy mengindikasikan tingkat kepadatan dan jarak terpendek. Semakin kecil nilai bobotnya, maka semakin rendah pula tingkat kepadatan dan jarak yang ditempuh. Untuk mempermudah pengguna melihat rute alternatif yang dihasilkan, maka rute akan disimulasikan dengan teknologi Google Maps API. Hasil dari sistem penentuan rute alternatif ini menunjukkan bahwa penggunaan dua variabel penentu yaitu tingkat kepadatan dan jarak terpendek mampu memberikan alternatif rute yang tidak hanya berdasarkan jarak terdekat saja, sehingga dapat mempercepat laju kendaraan pengangkut sampah dan menyingkat waktu tempuh truk pengangkut sampah.*

Kata Kunci: *Dijkstra, Logika Fuzzy, Pengangkutan Sampah, Google Maps API*

Surabaya sebagai kota metropolitan kedua setelah Jakarta juga sebagai ibukota provinsi Jawa Timur merupakan kota berpenduduk sangat padat. Ibu Kota menjadi tujuan para penduduk desa yang akan mengadu nasib di kota besar seperti Surabaya. Tidak heran jika kepadatan penduduk di kota Surabaya semakin meningkat. Semakin banyak jumlah penduduk yang ada, maka semakin banyak pula sampah yang dihasilkan setiap hari.

Menurut Tim Studi Japan International Cooperation Agency (JICA) sebagaimana dilaporkan Departemen Pekerja Umum (1993) antara tahun 1992-2010 bahwa sampah rumah tangga Kota Surabaya mengalami pertumbuhan 5% setiap tahunnya yang disebabkan kenaikan jumlah penduduk sekitar 1,6% per tahun, peningkatan timbulan sampah per kapita 3,4% per tahun [1]. Kepadatan penduduk di area seluas 32.4 hektar dengan jumlah penduduk 3.024.321 jiwa ini selanjutnya diikuti dengan tingkat kepadatan lalu lintas yang tinggi pula.

Jumlah sampah yang dihasilkan semakin besar, maka proses pengangkutan sampah harus dilaksanakan teratur agar tidak terjadi penumpukan sampah pada masing-masing LPS.

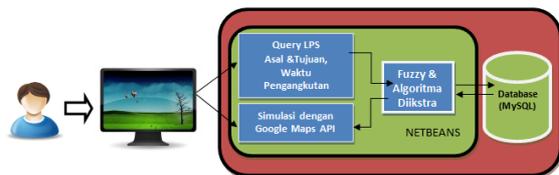
Namun pengangkutan sampah di 164 titik LPS yang tersebar diseluruh wilayah Surabaya masih harus berhadapan dengan padatnya lalu lintas kota Surabaya. Tuntutan pengangkutan tepat waktu serta kepadatan lalu lintas yang harus dihadapi memerlukan suatu sistem untuk membantu penentuan rute alternatif agar tidak terjebak kemacetan serta penumpukan sampah tidak terjadi.

Sistem optimasi penjadwalan pengangkutan sampah di Surabaya secara adaptif menggunakan metode algoritma genetika telah dikembangkan oleh Arna Fariza dkk[2]. Penjadwalan penjadwalan pengangkutan sampah masih menyebabkan penumpukan sampah pada Lahan Pembuangan di wilayah Kecamatan dan Kelurahan (KK) serta di Lahan Pembuangan Sementara (LPS). Lamanya armada pengangkutan untuk sampai tujuan juga mempengaruhi biaya yang dikeluarkan oleh pemerintah kota. Penelitian tersebut bertujuan untuk mengoptimalkan pengangkutan sampah berdasarkan volume yang ada sehingga pola rute pengangkutan menjadi efisien. Informasi yang diberikan pada penelitian ini adalah informasi mengenai lokasi pembuangan

sampah, armada yang digunakan, intensitas pengambilan harian berdasarkan kuantitas sampah dan rute jalan yang terdekat yang ditempuh dalam proses pengiriman sampah ke LPA dari LPS yang ada di Kota Surabaya [2]. Berdasarkan pernyataan diatas mengenai kerugian akibat kemacetan dan perlunya memperbaiki rute pengangkutan sehingga tidak hanya berdasarkan jarak terdekat saja, kami membuat sistem yang dapat melakukan penentuan rute alternatif berdasarkan kondisi kepadatan jalan. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan rute alternatif untuk menghindari kemacetan pada jam-jam tertentu. Sistem penentuan rute alternatif pengangkutan sampah dari suatu LPS ke LPS lain ini berdasar pada dua variabel dasar, yaitu tingkat kemacetan dan jarak terpendek. Dengan menggunakan logika fuzzy metode Sugeno akan didapatkan suatu nilai dari kedua variabel tersebut. Nilai yang dihasilkan digunakan sebagai bobot dalam algoritma djikstra untuk mendapatkan rute terbaik. Kemudian rute yang dihasilkan kemudian akan disimulasikan dengan menggunakan Google Maps.

I. Metodologi Sistem Penentuan Rute Alternatif dengan Logika Fuzzy dan Algoritma Dijkstra

Cara kerja sistem ini akan dibagi ke dalam beberapa tahapan proses supaya dapat dilihat dengan jelas. Tahapan proses dari sistem ini secara umum dapat dilihat pada Gambar 1 berikut :

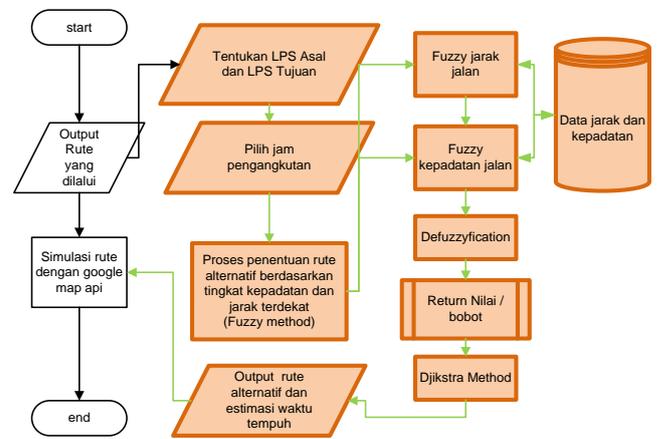


Gambar 1. Cara Kerja Sistem

Sistem ini terbagi menjadi dua bagian pokok, yaitu pembuatan sistem penentuan rute alternatif menggunakan perhitungan dengan logika fuzzy dan algoritma djikstra, dengan simulasi rute yang menggunakan teknologi peta dari Google Maps. Proses logika fuzzy dilakukan untuk menangani penentuan bobot suatu jalan yang merupakan kombinasi dari jarak terdekat dan kepadatan jalan. Sedangkan algoritma djikstra dilakukan untuk mendapatkan rute terbaik

berdasarkan bobot yang didapatkan dari proses logika fuzzy.

Flowchart umum perancangan sistem penentuan rute alternatif yang kami buat bisa dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Alur Umum Sistem Optimasi

Keterangan Fungsionalitas Sistem:

1. Sistem ini menentukan rute alternatif antar LPS.
2. Rute alternatif ditentukan dengan algoritma djikstra dengan bobot yang berasal dari proses logika fuzzy.
3. Proses logika fuzzy menghitung dua variabel yaitu jarak dan tingkat kepadatan.
4. Input dari sistem penentuan rute alternatif ini adalah lokasi waktu pengangkutan yang meliputi jam dan hari, serta LPS asal dan LPS tujuan. Setelah menerima input tersebut, sistem akan memberikan rute alternatif dan estimasi waktu tempuh.
5. Sistem ini dituntut untuk dapat membaca tingkat kepadatan pada suatu jalan yang berbeda setiap jam dan hari. Sedangkan untuk jadwal pengangkutan, ditentukan secara manual oleh admin sistem ini.

Skema Basis Data

Tabel yang digunakan dalam basis data ditunjukkan pada Gambar 3 berikut ini :

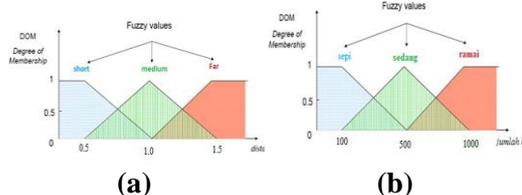
Tabel Titik	Tabel Panjang	Tabel Padat	Tabel Graph jalur
Id_t	Id_j	Id_k	Id_j
Lat	Nama_jalan	Jam1	Asal
Lng	asal	Jam2	Tujuan
	Tujuan	Jam3	Nilai
	Panjang	Jam4	
		Jam5	
		Jam6	

Gambar 3. Gambar Desain Tabel yang Digunakan

Tabel Titik adalah tabel yang menyimpan semua titik penghubung yang membentuk ruas jalan. Tabel Panjang menyimpan atribut suatu jalan yaitu titik asal, titik tujuan, nama jalan serta panjang jalan tersebut. Setiap jalan memiliki kepadatan tertentu pada setiap jam, dan akan disimpan pada Tabel Padat.

Proses Fuzzy

Variabel yang akan diproses dengan logika fuzzy adalah variabel jarak dan variabel kepadatan. Berikut adalah variabel serta himpunan yang menyusun variabel tersebut ditunjukkan pada Gambar 4 [3].



Gambar 4. (a) Himpunan Fuzzy Jarak dan (b) Himpunan Fuzzy Kepadatan

Variabel jarak memiliki 3 himpunan fuzzy yaitu dekat sedang jauh. Dan variabel jarak juga memiliki himpunan fuzzy yaitu sepi, sedang dan ramai. Kemudian rule yang digunakan untuk memproses dua variabel tersebut ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rule Fuzzy

No.	Jarak/Panjang Jalan	Kepadatan	Nilai Bobot
1	Dekat	Sepi	Sangat Layak
2	Sedang	Sedang	Layak
3	Jauh	Ramai	Tidak Layak

Misalkan didapatkan untuk titik A-B memiliki jarak 6 km dan tingkat kepadatannya 52 kendaraan per jam, maka akan dihitung nilai keanggotaannya seperti berikut :

- $\mu_{JARAKdekat} [6] = (10-6)/(10-5) = 0.8$
- $\mu_{JARAKsedang} [6] = (6-5)/(10-5) = 0.2$
- $\mu_{JARAKjauh} [6] = 0$
- $\mu_{KEPADATANSEPI} [52] = (100-52)/(100-50) = 0.96$
- $\mu_{KEPADATANSEDANG} [52] = (52-50)/(100-50) = 0.4$
- $\mu_{KEPADATANramai} [52] = 0$

Hasil perhitungan nilai keanggotaan dari himpunan jarak dan kepadatan setelah diaplikasikan pada rule fuzzy yang telah dibuat dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Proses Rule Fuzzy

AND	Dekat	Sedang	Jauh
Sepi	0.8	0.2	Sepi Jauh
Sedang	0.96	0.04	Sedang Jauh
Ramai	Ramai Dekat	Ramai Sedang	Ramai Jauh

Diperoleh hasil = {*Sepi Dekat, Sedang Dekat, Sepi Sedang, Sedang Dekat* } = {0.8, 0.96, 0.2, 0.04}.

Selanjutnya dilakukan proses *defuzzyfication* yaitu menghitung centroid method dengan metode Sugeno untuk mendapatkan nilai crisp:

$$Z = (0.8 * indexSpD) + (0.96 * indexSD) + (0.2 * indexSpS) + (0.04 * indexSS) / 0.8 + 0.96 + 0.2 + 0.04$$

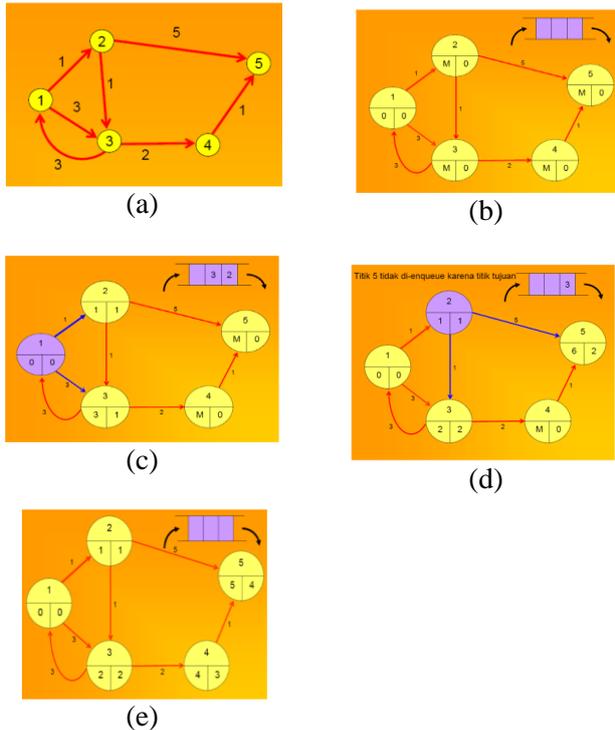
Dan kita dapatkan nilai Z sebagai bobot untuk digunakan dalam metode djikstra.

Proses Djikstra

Proses djikstra untuk menentukan rute alternatif dengan beban yang dihasilkan oleh proses fuzzy. Beban dalam hal ini disimpan dalam variabel z. Pada Gambar 5 dijelaskan penggambaran alur djikstra untuk mendapatkan rute terbaik dengan pemilihan bobot terkecil[4]. Langkah – langkah proses djikstra adalah sebagai berikut :

1. Misalkan hasil beban yang didapatkan dari proses fuzzy sesuai dengan yang ditunjukkan pada Gambar 5a. Titik asal adalah 1 dan titik tujuannya adalah 5. Beban antar node sudah didapatkan dari proses fuzzy.
2. Inisialisasi beban awal untuk semua titik = M. M adalah big integer dimana dalam program M diberikan nilai 1000. Titik sebelumnya diinisialisasikan 0. Penyimpanan beban awal setiap titik dan inisialisasi titik sebelumnya ini dapat dilihat pada Gambar 5b.
3. Akumulasikan beban terkecil kemudian simpan ke titik berikutnya seperti pada Gambar 5c.
4. Titik 5 tidak di enqueue karena merupakan titik tujuan, proses pembacaan node ini dapat dilihat pada Gambar 5d.

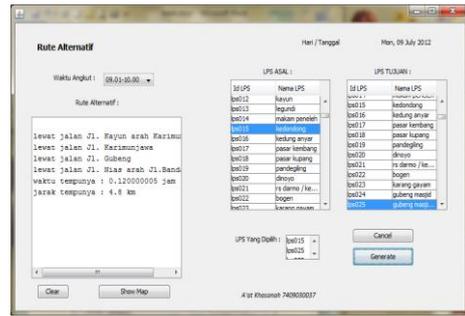
- Kemudian lakukan langkah pembacaan setiap titik pada graph yang ada sampai pada titik tujuan. Sehingga akan sampai pada kondisi semua titik/node telah terbaca seperti ditunjukkan pada Gambar 5e.
- Dari proses djikstra pada Gambar 5a, 5b, 5c, 5d dan 5e didapatkan hasil rute yang diperoleh adalah 1-2-3-4-5 dengan total beban yang didapatkan adalah 5.



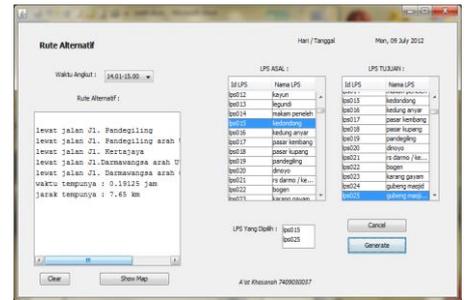
Gambar 5. Proses Dijkstra meliputi (a) representasi beban, (b) inialisasi beban minimal pada setiap titik, (c) akumulasi beban terkecil, (d) titik 5 tidak dienqueue, dan (e) semua titik telah terbaca.

II. Hasil dan Pembahasan

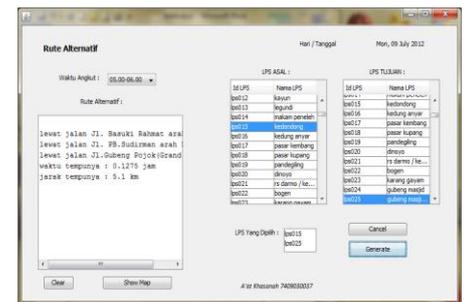
Form utama dalam aplikasi ini ditampilkan pada Gambar 6. Pada Gambar 6 tersebut menggunakan inputan LPS 15 sebagai asal dan LPS 25 sebagai tujuan. Sedangkan waktu pengangkutan dipilih dari 3 range waktu yang berbeda.



(a)



(b)



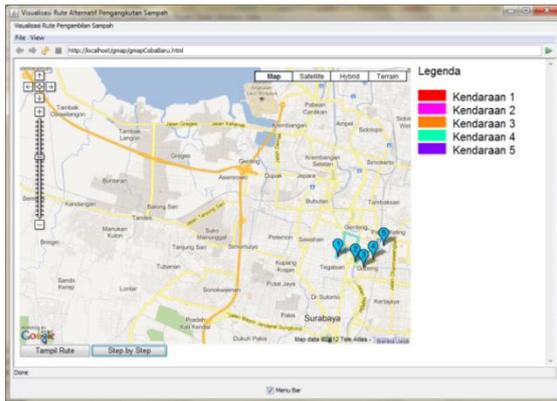
(c)

Gambar 6. Form utama

Pengguna akan menyeleksi range waktu untuk jam pengangkutan dan memilih LPS asal dan tujuan. Setelah itu melewati tombol ‘generate’, maka akan ditampilkan rute hasil pada kotak rute alternatif. Pada kotak tersebut akan ditampilkan informasi jalan mana saja yang ditempuh. Kemudian untuk melihat simulasi rute melalui Google Map, maka akan diakses jika pengguna menekan tombol ‘Show Map’. Dan kemudian panel swing untuk menampilkan map akan muncul seperti Gambar 7. Pada button ‘generate’ dilakukan proses seleksi data dari database dan kemudian diproses dengan logika fuzzy untuk mendapatkan bobot suatu jalan. Bobot tersebut dikirim lagi kepada database untuk diseleksi oleh proses djikstra sehingga menghasilkan rute terbaik berdasarkan bobot tersebut. Kemudian rute yang dihasilkan dilempar ke database lagi untuk diseleksi oleh program dan ditampilkan kedalam Goggle Map melalui perantara XML.

Sehingga akan muncul hasil yang didapatkan seperti pada Gambar 7.

Dari tiga hasil percobaan pada Gambar 6, maka didapatkan hasil perbandingan waktu tempuh dan ruas jalan yang dilalui bergantung pada tingkat kepadatan jalan pada range waktu tertentu. Hasil perbandingan dapat dilihat pada Tabel 3.



Gambar 7. Panel Swing Rute Alternatif

Tabel 3. Tabel Perbandingan LPS 15 ke LPS 25

	05.00-06.00	09.01-10.00	14.01-15.00	Manual
Jarak	5,1 km	4,8 km	7,65 km	4,8 km
Tempuh Waktu	0.1275 jam	0.120000005 jam	0.19125 jam	-
Bobot Yang Didapatkan	39.634714	67.6	60.78	-
Jumlah Ruas Jalan Yang Dilalui	3 ruas	4 ruas	5 ruas	4 ruas

Dari Tabel 3 didapatkan bahwa kepadatan suatu jalan berbeda setiap jam dan berpengaruh pada keputusan untuk menentukan rute yang akan dipilih. Tidak hanya berdasarkan jarak terdekat namun memperhatikan tingkat kepadatan jalan. Pada pukul 05.00 sampai 06.00 jalan belum padat dan sistem mendapatkan rute dengan melalui 3 ruas dengan bobot 39.6. Pada pukul 09.00-10.00 ruas jalan mulai padat dan sistem menentukan jalan yang berbeda dari range waktu sebelumnya karena pada jam tersebut jalan yang pada pagi hari dapat dilewati, mengalami kenaikan tingkat kepadatan dan akhirnya sistem memutuskan untuk berpindah jalur. Tentunya tetap berdasarkan jarak terdekat dan tingkat kepadatan yang rendah sesuai perhitungan sistem sehingga menghasilkan 4 ruas jalan untuk dilalui dengan bobot yang dihasilkan adalah 67.6 yang lebih tinggi dari bobot pada range waktu 05.00-06.00. Sama halnya pada pukul 14.01-15.00, sistem menghasilkan 5 ruas jalan untuk

dilalui. Pada ketiga proses diatas terlihat bahwa kepadatan jalan antara LPS 15 dan 25 meningkat dari pukul 05.00-06.00 ke range waktu 09.01-10.00.

Sebagai pembanding dalam rute alternatif yang dihasilkan, maka dihitung rute terbaik berdasarkan jarak saja tanpa menghiraukan kepadatan jalan tersebut. Dari hasil perhitungan secara manual, didapatkan bahwa jarak terdekat adalah 4800 m. Hasil rute ini ternyata sama dengan hasil rute pada Tabel 3 saat range waktu 09.01-10.00 WIB. Sedangkan untuk range waktu 05.00-06.00 WIB dan 14.01-15.00 WIB membutuhkan jarak yang lebih panjang untuk mencapai LPS tujuan dari hasil perhitungan manual. Hal tersebut dikarenakan rute dengan jarak terpendek, memiliki tingkat kepadatan yang tinggi pada jam tertentu, dalam hal ini pukul 05.00-06.00 WIB dan 14.01-15.00 WIB. Sehingga sistem mengambil rute yang lebih panjang/jauh namun dengan tingkat kepadatan yang lebih rendah. Karena rute terdekat belum tentu merupakan rute yang selalu lancar dan tidak terhambat kemacetan.

III. Simpulan

Dari hasil uji coba terhadap rute alternatif berdasarkan kondisi kepadatan jalan menunjukkan bahwa, algoritma djikstra dapat digunakan untuk menyelesaikan rute terpendek dari satu titik ke semua titik yang ada pada kasus penentuan rute alternatif pengangkutan sampah. Logika fuzzy memungkinkan perhitungan dua variabel sekaligus, untuk dihitung nilai optimumnya. Dua variabel tersebut adalah jarak terdekat dan tingkat kepadatan yang rendah. Rute alternatif yang dihasilkan berpengaruh kepada laju kendaraan karena melalui jalan yang tingkat kepadatannya rendah. Hal ini secara tidak langsung bermanfaat untuk penekanan biaya operasional pengangkutan. Serta dapat membantu pengguna khususnya para sopir baru untuk menentukan rute terbaik yang akan dipilih. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa yang dihasilkan dapat memberikan solusi alternatif berdasarkan jarak terpendek dan tingkat kepadatan jalan yang rendah. Untuk penelitian selanjutnya dapat dikembangkan untuk variabel dan informasi yang ditampilkan saat penentuan rute. Misalnya analisa terhadap biaya operasional yang dikeluarkan berdasarkan kecepatan laju kendaraan dan jarak yang sudah ditempuh, serta memperluas cakupan LPS yang dapat ditangani sesuai dengan data yang ada.

IV. Daftar Pustaka

- [1] Tim Studi Japan International Cooperation Agency (JICA), "Draft Naskah Akademis Rancangan Undang-Undang Pengelolaan Persampahan," 2002.
- [2] Arna Fariza, Entin Martiana K, Ira Prasetyaningrum S, Febrianto Nur Anwari, "Optimasi Penjadwalan Pengangkutan Sampah di Surabaya secara Adaptif Menggunakan Metode Algoritma Generika, Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi, Vol IX No. 1 Februari 2014, pp 13-18.
- [3] Martiana, Entin "Logika Fuzzy," Modul Ajar Mata Kuliah Kecerdasan Buatan, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya.2011.
- [4] Fariza, Arna. "Graph," Modul Ajar Mata Kuliah Struktur Data, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya.2010.